Jaak Panksepp

Affective Neuroscience

The Foundations of Human and Animal Emotions

Oxford University Press

New York

1998

Texty neprešli jazykovými a terminologickými úpravami!

OBSAH:

Stlačením klávesu „CTRL“ a klinknutím na názov vybranej kapitoly sa dostanete priamo na začiatok tejto kapitoly.

TEXTY NEPREŠLI JAZYKOVÝMI A TERMINOLOGICKÝMI ÚPRAVAMI!

Afektívna neuroveda – história a hlavné koncepty 4

Anatómia mozgu..... 13

Spánok, zobúdzanie sa a vytváranie mýtov mozgom 31

Hľadací/exploračný systém a predbežné/anticipujúce stavy nervového systému 43

Regulačné správanie a hľadací systém..... 65

Neurobiologické príčiny zúrivosti a hnevu..... 74

Zdroje strachu a úzkosti v mozgu..... 93

Rozmanitosti lásky a túžby..... 114

Láska a sociálna väzba – zdroje výchovy a materinského správania 151

Osamelosť a sociálna väzba Zdroje smútku a žiaľu v mozgu 171

Hravé klbčenie – zdroje radosti v mozgu 192

Emócie, vyššie mozgové procesy a self..... 205

Prílohy 232

Jaak Panksepp: Affective Neuroscience.
The Foundations of Human and Animal Emotions.
Oxford University Press, New York, 1998, 466 strán

Obsah:

Part I Conceptual Background

1. Affective Neuroscience : History and Major Concepts / **MUDr. Mehri Margočová**
2. Emotional Operating Systems and Subjectivity: Methodological Problems and a Conceptual Framework for the Neurobiological Analysis of Affect / **MUDr. Branislav Moťovský**
3. The Varieties of Emotional Systems in the Brain: Theories, Taxonomies, and Semantics / **MUDr. Róbert Košťan**
4. Neurostatics: The Anatomy of the Brain/Mind / **MUDr. Danka Gažová**
5. Neurodynamics: The Electrical Languages of the Brain / **MUDr. Elena Podolanová**
6. Neurodynamics: Neurochemical Maps of the Brain /

Part II Basic Emotional and Motivational Processes

7. Sleep, Arousal, and Mythmaking in the Brain / **PhDr. Oľga Švančarová**
8. SEEKING Systems and Anticipatory States of the Nervous System / **Mgr. Veronika Kuricová**
9. Energy Is Delight: The Pleasures and Pains of Brain Regulatory Systems / **MUdr. Katarína Kusá**
10. Nature Red in Tooth and Claw: The Neurobiological Sources of Rage and Anger / **MUDr. Daniel Ralaus**
11. The Sources of Fear and Anxiety in the Brain/ **MUDr. Andrea Ševčíková**

Part III The Social Emotions

12. The Varieties of Love and Lust: Neural Control of Sexuality/ **Mgr. Marta Poliaková**
13. Love and the Social Bond: The Sources of Nurturance and Maternal Behavior/ **MUDr. Monika Janíková**
14. Loneliness and Social Bond: The Brain Sources of Sorrow and Grief / **Mgr. Hanka Vojtová**
15. Rough-and-Trumble Play: The Brain Sources of Joy/ **MUDr. Vanda Jakešová**
16. Emotions, the Higher Cerebral Processes, and the SELF: Some Are Born to Sweet delight, Some Are Born to Endless Night/ **MUDr. Monika Ranincová**
17. Appendix A: Bones, Brains, and Human Origins
    Appendix B: The Brain, Language, and Affective Neuroscience
    Appendix C: dualism in the Neurosciences / **Mgr. Ivana Ilavská**

Konspekty boli použité pri utorňajších seminároch na Psychiatrickej klinike, FN, Legionárska 28, 911 71 Trenčín, prim. MUDr. Jozef Hašto, PhD, v rokoch : 2005 – 2007.
Texty neboli lektorované a neprešli jazykovou úpravou.

Konspekt vypracovala: **MUDr. Mehri Margočová**

Kapitola 1

Afektívna neuroveda – história a hlavné koncepty

Affective Neuroscience : History and Major Concepts.

Naše pocity odrážajú našu schopnosť subjektívne prežívať určité stavy nervového systému. Hoci vedomé pociťovanie určitého stavu sa všeobecne akceptuje pri rozlišovaní a opisovaní ľudských emócií, pri výskume zvierat je veľmi zložité, podľa niektorých vedcov dokonca nemožné, empiricky študovať to, či druhý organizmus pociťuje určitú emóciu. Pretože nemôžeme priamo merať vnútorné zážitky druhých, či už ľudí, alebo zvierat, musí byť skúmanie emočných stavov nepriame. Kvôli takýmto prekážkam neexistujú v súčasnosti žiadne priame miery, pomocou ktorých by sme mohli kvantifikovať zmeny emočných stavov u živých bytostí. Všetky objektívne telesné rozmery, od výrazu tváre až po autonómne zmeny, len vágne približujú neurálnu dynamiku, ktorá ich podmieňuje. Všetky integratívne psychologické procesy vznikajú súčinnosťou mozgových okruhov, ktoré sa v súčasnosti dajú monitorovať iba veľmi hmlisto a nepriamo. Najpriamejší spôsob, ako monitorovať emócie, je podrobné skúmanie správania. Avšak mnohí vedci, ktorí skúmajú správanie, namietajú, že emócie, najmä emócie zvierat, sú len iluzórnym konceptom, ktorý nepatrí do vedeckého bádania. Budeme sa snažiť dokázať, že takéto stanovisko nie je správne. Hoci správanie je do veľkej miery kontrolované nevedomými mozgovými procesmi, majú ľudia a zvieratá podobné afektívne pocity, ktoré významne prispievajú k ich budúcim behaviorálnym tendenciám. Podstatu ľudských a zvieracích emócií nemožno pochopiť bez výskumu mozgu. Našťastie, psychoneurologická analýza zvieracích emócií (pomocou podrobného sledovania toho, ako zvierací mozog kontroluje určité správanie) umožňuje do určitej miery konceptualizovať základnú podstatu ľudských emócií, a tak poskytuje nové pohľady na funkčnú organizáciu všetkých cicavčích mozgov. Táto stratégia je založená na skutočnosti, že vnútorná podstata základných emočných systémov sa počas vývoja cicavcov zachovala veľmi dobre. Hoci

v detailných prejavoch týchto systémov existujú veľké odlišnosti, zachované spoločné črty nám umožňujú pochopiť niektoré podstatné zdroje ľudskej povahy pomocou štúdia mozgu zvierat.

Potrebujú psychológovia chápať emócie, aby pochopili správanie? Potrebujú neurovedci pochopiť emócie, aby pochopili mozog?

Predstavte si takúto archetypálnu interakciu: Pes zahnal mačku do kúta. Mačka sipí, chrbát má vypnutý do oblúka, má naježenú srsť, uši stiahnuté dozadu. Ak príde pes príliš blízko, mačka sa vymrští s vystrčenými pazúrmi. Ak by sme sa mohli pozrieť na jej srdce, videli by sme, že jej bije ostošesť. Pes hlasno brechá, priskakuje tam a naspäť, no len potiaľ, aby na neho mačka nezaútočila. Čo motivuje ich správanie? Odpoveď v bežnej reči by mohla znieť: „hnev“ a „strach“. Viac sofistikovaná odpoveď by mohla byť taká, že iniciálny útok psa vznikol kvôli vidine dobrého lovu, no mačkine afektívne obrany úspešne odvrátili psí zámer a vyprovokovali frustráciu. To spôsobilo, že psom hore dole lomcujú emócie hnevu a strachu. Hoci takého bežné inštinktívne, emocionálne opisy boli na začiatku 20. storočia medzi psychológmi veľmi rozšírené, čoskoro ich začali považovať za nedostatočné, čo sa týka vedeckého vysvetľovania správania. Čo znamená mať hnev alebo strach, mať nejaké očakávania, frustrácie a zámery? Výskumníci si začali uvedomovať, že k vedeckému poznaniu neveľmi prispieva to, keď sa snažia vysvetľovať niečo, čo sa dá pozorovať – konkrétne správanie – pomocou pocitov a myšlienok, ktoré sa nedajú priamo pozorovať. Do dnešného dňa sa tieto mentálne stavy ešte stále vo všeobecnosti neakceptujú ako hodnotné vedecké vysvetlenia správania zvierat, hoci sa v bežnom živote často používajú pri objasňovaní mnohých impulzívnych vecí, ktoré zvieratá a ľudia robia.

Počas najväčšieho rozkvetu behavioristickej éry v psychológii mnohý výskumníci pochybovali o tom, či emócie a myšlienky naozaj ovplyvňujú ľudské správanie. Tento extrémny skepticizmus bol tak nereálny a tak protikladný ku každodenným skúsenostiam, že ho väčšina odvetví psychológie opustila a došlo k postupnému víťazstvu „kognitívnej revolúcie“, ktorá pred pár desaťročiami ovplyvnila psychológiu. Takáto premena sa však neudiala vo výskume zvierat a teraz existuje intelektuálna priepasť medzi tými, ktorí sa zaoberajú psychológiou ľudí, a tými, ktorí sa zaoberajú analýzou toho, ako mozog riadi správanie zvierat. Kvôli tomu, že sa nedosiahol konsenzus v základných veciach, sa

psychológia rozštiepila na mnohé podoblasti, ktoré nemajú žiaden spoločne uznávaný základ. Avšak stále väčší počet vedcov, zaoberajúcich sa mozgom, začína byť presvedčených o tom, že neuromentálne procesy prispievajú k riadeniu správania zvierat a tento nový pohľad má potenciál vyliečiť a stmeliť psychológiu do zjednotenej disciplíny. Základným kameňom by mohla byť afektívna neuroveda. To, čo nám umožňuje realisticky prehodnotiť alternatívy, ktoré boli na dlhý čas zakázané, je súčasná „neurovedecká revolúcia“ - novoobjavené informácie o mozgu majú potenciál urobiť z takých neuromentálnych procesov, akými sú emočné pocity, procesy, ktoré sa dajú merať, ovplyvňovať, a teda sú vedecky reálne. Nie je to jednoduchá úloha, avšak už teraz môžeme byť presvedčení, že všetky cicavce majú spoločné mnohé základné afektívne procesy, pretože mnohé homológne neurálne systémy sprostredkujú rovnaké emočné funkcie u zvierat aj u ľudí. Moje odpovede na obidve otázky, ktoré sme položili v nadpise tejto podkapitoly (Potrebujú psychológovia chápať emócie, aby pochopili správanie? Potrebujú neurovedci pochopiť emócie, aby pochopili mozog?), znejú kladne. Naviac verím , že iba pomocou detailného skúmania zvieracích emócií a ich mozgových substrátov môže vzniknúť uspokojivý základ pre pochopenie ľudských emócií.

Prečo sa odkladá neurálne chápanie emócií?

Na začiatku 20. storočia nemali psychológovia k dispozícii také neurovedecké poznatky, aké máme dnes my. Pretože tieto poznatky chýbali, museli vedci hľadať príčiny správania inde. Väčšina výskumníkov hľadalo faktory, ktoré kontrolujú správanie organizmov, v rôznorodých udalostiach zo životného prostredia. Tento prístup na mnohé roky ovplyvnil hlavný prúd americkej psychológie. Analýza intermediálnych psychologických a neurálnych stavov – takzvané vnútorné príčiny správania - sa považovali za irrelevantné a mnohí akademickí psychológovia odrádzali od diskusie o takýchto vraj pseudovedeckých veciach. Nedávno vzniklo nové odvetvie psychológie, všeobecne známe ako evolučná psychológia, ktorá hovorí, že v ľudskom mozgu sú zabudované mnohé adaptívne stratégie, ktorých funkcie nemusia byť zjavné našej vedomej mysli. Väčšina výskumníkov, ktorí sa zaoberajú mozgovými mechanizmami zvieracieho správania, stále zostáva pri behavioristickej tradícii a odmieta možnosť, že ku kontrole zvieracieho správania prispievajú aj vnútorné psychologické stavy.

Avšak napriek tomu sa v oblasti vied zaoberajúcich sa mozgom pomaly deje zmena. Dnes môžeme konceptualizovať základné psychologické procesy v neurologických termínoch, čo

sa ešte pred pár rokmi nedalo. Neurovedecké poznatky sú teraz také rozsiahle, že všetky odvetvia psychológie, ak chcú držať krok s popredným vedeckým bádaním, musia začať integrovať do svojho myslenia novú predstavu. Tieto nové poznatky budú môcť silne prispieť pre dobro ľudstva. V súčasnosti stojí pred psychológiou veľká výzva – odhaliť podstatu vnútorných operačných systémov cicavčieho mozgu – v sieti anatomických, chemických a elektrických interakcií neurónov rozpoznať psychobehaviorálne orgánové systémy. Prečo je pokrok v tejto oblasti taký pomalý? Čiastočne preto, že existuje všeobecný odpor k prístupom, ktoré sa snažia lokalizovať v mozgu určité funkcie – je to následkom éry frenologického myslenia, podľa ktorého sa dajú psychologické fenomény čítať pomocou merania kraniálnej topografie. Psychológia odmietla takéto jednoduché formy neurologizácie v kontraste s komplexnými psychologickými záležitosťami, no viedlo to k tomu, že psychológia nedokázala prijať nové poznatky neurovedy. Psychológia, veda, ktorá by sa mala najviac zaujímať o vnútornú funkčnú podstatu ľudského mozgu a mysle, sa zasekla na ceste k hľadaniu neurálnej infraštruktúry pre svoje fundamentálne koncepty.

Slová a vonkajšie udalosti nemôžu vysvetliť základy správania. Mozgové procesy to vysvetliť môžu.

Ak chceme pochopiť všetky mentálne aktivity, musíme byť ochotní používať slová, ktoré približne opisujú povahu mozgových procesov. Ak používame tie správne slová, obohatíme tým svoje myslenie. Naopak, ak používame nesprávne slová, svoje myslenie tým ochudobníme. Slová však nie sú ekvivalentmi fyzickej reality, sú iba symbolmi, ktoré nám pomáhajú poznávať, chápať a komunikovať. Táto kniha stojí na presvedčení, že bežné slová opisujúce emócie, ktoré sme sa naučili ako deti, môžu slúžiť lepšie, ako si mnohí psychológovia myslia. Sú to napríklad slová byť nahnevaný, vyľakaný, smutný a šťastný. Tieto emócie sú často evidentné v spontánnom správaní zvierat. Musíme mať na pamäti, že slová, ktoré používame, neopisujú príčinu správania. Oni iba určujú typy mozgových procesov, ktoré musíme preskúmať, aby sme pochopili správanie. Jedným z dôvodov, pre ktorý psychológovia nechceli používať tradičné termíny opisujúce emócie, bolo to, že väčšinu z nich nedokázali adekvátne zadefinovať. Bez poznania mozgu možno takéto termíny zadefinovať pomocou behaviorálnych kritérií. S príchodom neurovedeckej revolúcie teraz môžeme vymedziť definície presnejšie, než to bolo doposiaľ.

Aby sme dosiahli skutočný vedecký pokrok, na rozdiel od vytvárania tvorivých myšlienok, musíme pre koncepty, ktoré používame, hľadať presné definície. Všetky kľúčové koncepty by mali byť definované jasným a konzistentným spôsobom. Až pokým nedošlo k najnovším pokrokom v neurovede, nemohli sme emočnými termínmi vysvetľovať ľudské a zvieracie správanie vedeckým spôsobom. Dnes sa to vďaka pokroku vo výskume mozgu dá. Ak myšlienky a pocity naozaj riadia ľudské a zvieracie správanie, vedecký pokrok bude závisieť na našej schopnosti špecifikovať to, čo myslíme pod myšlienkami a pocitmi na neurálnej úrovni. Samozrejme, že presnosť definície závisí od presnosti nášho poznania. Ak nám poznanie chýba, musíme začať s odhadovaním.

Myslím si, že je správne predpokladať, že primárne afektívne pocity ľudí vznikajú na základe vzorcov neurálnej aktivity, ktorú máme spoločnú s ostatnými zvieratami, a že tieto pocity hrajú dôležitú úlohu pri riadení správania. V tejto knihe budeme hovoriť o neurálnych systémoch, ktoré sprostredkúvajú emócie, a ktoré boli nedávno identifikované v mozgu cicavcov a označíme ich bežnými afektívnymi termínmi. Najdôležitejšia otázka, ktorú bude musieť zodpovedať výskum v budúcnosti, znie, že kde ako vzniká v interakcii rôznych okruhov skutočný zážitok emočných pocitov? V záverečnej kapitole sa pokúsim o predpokladanú odpoveď na túto otázku. Keď to celé zhrnieme, bod, v ktorom uviazol pokrok v tejto oblasti, je tento: bez podrobnej neurálnej analýzy nemožno používať emočné koncepty vo vedeckej rozprave. Namôžeme povedať, že zvieratá útočia, pretože sú nahnevané a potom to otočiť a povedať, že vieme, že zvieratá cítia hnev, pretože útočia. Nemôžeme povedať, že ľudia utekajú z miesta nebezpečia, pretože sa boja a potom povedať, že vieme, že ľudia sa boja, pretože utekajú z miesta nebezpečia. Avšak vďaka neurovedeckej revolúcii môžeme začať špecifikovať potenciálne mozgové mechanizmy, ktoré sú základnými substrátmi pre tieto základné emócie.

Zhrnutie cieľov afektívnej neurovedy

Realitu našich najhlbších nálad a emócií nemožno adekvátne vysvetliť len obyčajnými slovami, hoci môžeme hovoriť o príčinách pochádzajúcich z prostredia, ktoré ich vyvolávajú. Najpodrobnejšiu analýzu možno vykonať iba pomocou integratívneho neurovedeckého prístupu. Tento prístup je rovnaký pre všetky základné psychologické koncepty. Ako sa dá opísať slovami náš zážitok z červenej farby? Môžeme skúmať prejavy červenej farby

v prostredí a opísať vonkajšie fyzikálne vlastnosti elektromagnetického žiarenia, ktoré spúšťa náš zážitok červenej farby, no nemôžeme definovať zážitok samotný. Zážitok červenej farby, rovnako ako všetky ostatné subjektívne zážitky, je potenciálom nervového systému, ktorý bol vyvinutý za tým cieľom, aby sme zistili zrelosť ovocia, sexuálnu pripravenosť a snáď pocítili aj hrôzu a vášeň z preliatej krvi. Subjektívnu povahu červenej možno vysvetliť iba pomocou neuroanatomických, neurochemických a neurofyziologických štúdií, ktoré budú vykonávané v spojení s vhodným behaviorálnym a psychologickým pozorovaním. Podobným spôsobom treba pochopiť aj emócie a pocity. Až doteraz mali výskumníci iba málo možností, ktorými však stále ostávali len na periférii – mohli skúmať rozličné faktory prostredia, ktoré spúšťajú a upokojujú naše pocity, výraze tváre, ktoré ich sprevádzajú, ako aj telesné postoje, behaviorálne aktivity a zmeny v rozličných periférnych orgánoch a biochémii tela. Je taktiež možné skúmať množstvo emočných výrazoch v ľudskej reči a kultúre. My sa zameriame na tie neurálne procesy, ktoré sú v pozadí našich emočných zážitkov a konania, na mechanizmy, ktoré generujú základné emočné sily. Dokážeme niekedy nahliadnuť do subjektivity iných myslí? Je očividné, že všetky naše pokusy musia byť nepriame, no ak sa o nič nepokúsime, potom si nikdy nebudeme môcť v skutočnosti predstaviť organizačnú podstatu mozgu cicavcov.

Hlavné predpoklady afektívnej neurovedy

Centrálny, a určite aj kontroverzný princíp afektívnej neurovedy spočíva v tom, že emočné procesy, vrátane subjektívne prežívaných pocitov, v skutočnosti hrajú kľúčovú úlohu v reťazi udalostí, ktoré riadia správanie ľudí a zvierat. Emočné procesy vytvárajú rozličné typy vnútorných hodnôt, na ktorých sú založené mnohé komplexné behaviorálne rozhodnutia. Avšak takého vnútorné pocity nie sú iba obyčajnými mentálnymi dejmi, ale vznikajú z neurobiologických dejov. Inými slovami, emočné stavy vznikajú z materiálnych dejov (na neurálnej úrovni), ktoré sprostredkúvajú a modulujú najhlbšiu inštinktívnu povahu mnohých ľudských a zvieracích tendencií, najmä takých, ktoré sa týkajú jednoduchých mechanizmov učenia sa, ako napríklad klasické podmieňovanie. Jedným z dôvodov pre to, že takéto inštinktívne stavy by mohli zahrňovať vnútorne zažívané pocity, je to, že vyššie organizmy disponujú neurálne systémy, ktoré reprezentujú self. Myslím si, že subjektívne zažívané

pocity vznikajú v konečnom dôsledku z interakcie rozličných emočných systémov s funfdamentálnym mozgovým substrátom „self“.

Skúste si predstaviť nasledujúcu situáciu: Dostali ste sa na koniec tmavej slepej uličky, kde vás zahnal narkoman, ktorý okamžite potrebuje peniaze, aby zasýtil túžbu po droge. Spoločnosť postavila upokojenie jeho túžby mimo zákon. Najdôležitejšia motivácia jeho mysle je teraz získať zdroje potrebné k tomu, aby utíšil psychické napätia a bolesť, ktoré teraz brázdia jeho hyperemočný mozog. Jeho problémy sa teraz stávajú vašimi problémami. Siaha na vaše právo na majetok. Telo máte napäté, srdce vám búši, je vám zima, ste zoslabnutý a chvejete sa, no takmer reflexne sa pokúsite, hoci to je asi hlúpe, zastrašiť ho krikom a tým, že po ňom začnete hádzať kamienky. On sa rozkričí, že vás za to zabije, teraz sa už rozhneval a nechce už len vašu peňaženku, chce už aj váš život. Šťastnou náhodou však idú okolo policajti, všimnú si krik a zachránia vás. Policajti odvádzajú kriminálnika preč, ale on sa vzpiera, kope a na plné hrdlo kričí, že nabudúce vás už dostane. Napĺňa vás hrôza. Vaše sny počas nasledujúcich nocí sú plné symbolických variácií tohto incidentu. Ešte mesiace po tom, ako sa tento incident odohral, si viete živo spomenúť na to, ako ste sa cítili, že ste nikdy pred tým v živote nezažili podobnú hrôzu, ako úľavu ste pocítili, keď prišla polícia a teraz brojíte za posilnenie zákonov proti drogám. Vždy, keď si spomeniete na tú vyhrážku, opäť vás zaplaví úzkosť a vyhýbate sa tomu, aby ste chodili von osamote, najmä večer. Iba blázon by popieral skutočnosť, že spomienka na váš emočný zážitok ešte stále po nejaký čas riadi vaše správanie. Hoci zvieratá nemajú také myšlienky ako my, máme dôvod veriť, že naše najhlbšie pocity strachu vznikajú do určitej miery z tých istých mozgových systémov, ktoré vytvárajú stavy strachu u zvierat. Pochopenie takéhoto jednoduchého emočného správania nemožno oddeliť od sociálneho kontextu a kontextu prostredia, v ktorom sa odohrávajú.

Vrodený strach a hra u potkanov

Dovoľte mi podeliť sa s vami o konkrétny príklad, na ktorom objasním niektoré z predchádzajúcich myšlienok. Ak dáte dohromady do jednej klietky dvoch mladých potkanov, ktorí boli dovtedy každý osamote, okamžite sa začnú zúrivo naháňať, strkať do seba a budú spolu zápasiť – a bude to vyzerať celkom agresívne. Keď som raz demonštroval tento fenomén jednému staršiemu behaviorálnemu vedcovi, ktorý navštívil naše laboratórium, tento vedec sa ma spýtal: „Ako ste naučili tie zvieratá takto sa biť?“ S pobavením som mu

odpovedal: „ja som ich to neučil. Naučila ich to evolúcia. A mimochodom, oni sa nebijú. Oni sa hrajú.“ Mladí jedinci väčšiny druhov cicavcov preukazujú živé formy sociálnej hry, ktoré sú v niektorých bodoch u všetkých rovnaké, hoci mnohé špecifické prvky sa medzi druhmi líšia. V súčasnosti sa zdá byť pravdepodobné, že základná forma hry, ktorá sa ponáša na bitku, vzniká v homológnych neurálnych okruhoch v mozgoch všetkých cicavcov, avšak kvôli interakciám s mnohými inými systémami a hra navonok prejavuje dosť odlišnými spôsobmi. Ak by sme sa však do detailov zaoberali týmito rozdielmi, neprinesie nám to taký pohľad na ľudskú povahu, ako keď sa budeme zaoberať rovnakými črtami tejto hry.

Biologické zdroje hravého správania sa teraz skúmajú systematicky za presných laboratórnych podmienok. Pokiaľ už dnes vieme, tak u mladých jedincov väčšiny druhov cicavcov existuje túžba k hre, ktorú ovplyvňujú rovnaké faktory. U všetkých skúmaných druhov hravosť inhiboval hlad a negatívne emócie, vrátane pocitu osamelosti, hnevu a strachu. Toto pravdepodobne indikuje to, že u rozličných druhov riadia hravosť rovnaké neurálne vplyvy.

Zamerajme sa teraz v krátkosti na efekt strachu na niektoré merateľné prejavy hravosti u potkanov. K týmto merateľným prejavom patrí počet „dorzálnych kontaktov“, ktorými potkany vyvolávajú a začínajú hru – zviera vyskočí na svojho partnera, aby v ňom vzbudilo motiváciu k hre. Druhým takýmto merateľným prejavom tzv. prišpendlenie alebo prevrátenie, ktoré odrážajú to, ako sa ktorému zvieraťu pri hre darí. Tieto dva prejavy sú vynikajúcim všeobecným indikátorom množstva hry, hoci existujú mnohé iné behaviorálne prejavy, ktoré tiež možno merať. Počas tohto experimentu sme najprv nechali mladých potkanov, aby sa každý deň päť minút spolu hrali, a to počas štyroch po sebe idúcich dní. Na piaty deň sme potom do klietky polovice z nich dali mačaciu srsť. Keď sme tam vpustili potkanov, ich hra bola úplne inhibovaná. Zvieratá sa nepokojne pohybovali, opatrne ovoniavali srsť a ostatné prostredie. Zdalo sa, že chápu to, že sa deje niečo vážne. Inými slovami, zdalo sa, že majú rodené poznanie, že by mali byť opatrné, keď je vo vzduchu pach predátora. Do ich mozgov musela tento vrodený stimul vložiť evolúcia, pretože tieto zvieratá sa narodili v laboratóriu a až do uvedeného pokusu nemali s mačkou nikdy do činenia. Tento efekt možno dosiahnuť aj pomocou pachu iných predátorov, ale nie pomocou pachu myší, sliepok alebo niektorých psích rás. Pretože ja osobne som strávil veľa času pozorovaním toho, ako sa laboratórne potkany hrajú, musel som nevyhnutne zistiť, či pach môjho nórskeho elkhunda, ktorý som

určite mal na rukách a na oblečení, ovplyvňuje hru mojich zvierat. Uľavilo sa mi, keď som zistil, že plno srsti môjho psa Ginny na dne klietky ani v najmenšom neodradilo mladých potkanov od hry, čo znamená, že predchodcovia takýchto domácich psov za normálnych okolností nepoľovali v prírode na potkany. Avšak silný efekt mačacieho pachu na správanie potkanov nás stavia pred otázku, koľkí výskumníci, ktorí doma chovali mačky, priniesli do laboratórií pach svojich domácich miláčikov –predátorov? Tento pach mohol spôsobiť dramatické zmeny v správaní potkanov. Poznám niekoľko laboratórií, kde chovajú mačky v blízkosti potkanov a podľa našich skúseností takéto laboratóriá nemusia mať presné výsledky, pokiaľ nepočítajú s mačacím pachom ako s jednou z premenných vo výskume. My sme tiež mali istú dobu v laboratóriu mačky a zistili sme, že nízke dávky morfínu značne zvyšujú hravosť potkanov v prítomnosti mačky a mačacieho zápachu, ale ak tento úzkosť provokujúci stimul chýba, vtedy je efekt morfínu porovnateľne slabší. Inhibícia správania vyprovokovaná mačacím pachom je značná a dlhodobá. V našom prípade, keď sme potkany vystavili jednorázovo mačaciemu pachu, tieto zvieratá boli inhibované v hre počas piatich nasledujúcich dní. Mačací pach vzbudí v mozgu potkana systém strachu a tento emočný stav sa okamžite asociuje s kontextom prostredia v klietke. Následne už netreba na vyvolanie úzkosti pach, stačí prostredie klietky. Pretože emočné systémy majú v mozgu veľmi široký záber, sú emočným vzrušením ovplyvňované v podstate všetky ostatné typy správania. Ak by sme napríklad skúmali potkany pri prijímaní potravy, zistili by sme, že aj prijímanie potravy by bolo inhibované, a podobne aj ostatné formy správania.

Konspekt vypracovala: **MUDr. Danka Gažová**

Kapitola 4

Anatómia mozgu

Neurostatics: The Anatomy of the Brain/Mind

Nech sú už naše názory ohľadom vzťahu medzi „mysľou“ a „hmotou“ akékoľvek, naše pozorovania nás utvrdzujú, že myšlienky a pocity nejako súvisia s príslušným telom resp., ako sa všeobecne predpokladá, s istými časťami tohto tela – centrálnymi orgánmi nervového systému... , ktoré sú zložené z obrovského množstva malých, hviezdicovitých teliesok obklopených granulovitou hmotou, navzájom pospájaných prostredníctvom lúčovito usporiadaných výbežkov – presvitných vlákien.

.

Oliver Holms (1863)

Základná hypotéza.

Veľa z tých, ktorí sa snažia porozumieť psychologickým a behaviorálnym procesom sú presvedčení, že práve v nich sa skrýva pochopenie toho ako mozog funguje. Trošku slabšie hlasy tvrdia opak tj. , že porozumenie mozgu môže osvetliť povahu psychologických procesov.

Intelektuálny pohľad má vždy dve roviny. Nedávne... Súčastné objavy o mozgu definitívne uznali opodstatnenie pre mechanistické porozumenie mysle. Početné nové techniky pomáhajúce osvetliť vzťahy medzi mozgom a mysľou a súhrn nových informácii napreduje. „ Neurovedecká revolúcia“ posledných dekád nám umožnila chápať ľudskú povahu dramaticky novým spôsobom a debata sa posunula od otázky či myslenie vychádza z mozgu k tomu ako špecificky vyvstávajú v mozgu duševný stav, črty, schopnosti. Neustále pokroky sú tak závažné, že dokonca vzdialené disciplíny ako filozofia, ekonómia či politické vedy začínajú vyžadovať úzku pozornosť k tomu, čo robia psychologicky orientované neurovedy. Nedávny pokrok v bádaní, je založený na akceptácií „ neuronálnej doktríny“- - poznanie, že neuróny sú základnými jednotkami, , ktoré prenášajú informácie v celom mozgu. Tak ako každá ľudská bytosť má individuálne kvality v príjmaní a vysielaní informácií, tak tiež každý neurón má tieto kvality (na elektrickej aj chemickej úrovni). Ale samotný neurón neurobí sám o sebe

psychologicky nič dôležité. Psychologické procesy vychádzajú z neurodynamických interakcií mnohých prepojených neurónov, vo svojej doteraz nezmerateľnej a nepredstaviteľnej komplexite. Predvídateľný pokrok na tomto poli bude vychádzať z našej schopnosti dať do vzťahu funkčne súdržne prepojené systémy ku primitívnym psychobehaviorálnym tendenciám. Avšak ešte nie je zhoda v tom ako môžeme lepšie dať do súvislostí psychologické procesy s procesmi v mozgu. O jednej veci sa však nedá pochybovať: Nemôže to byť urobené bez adekvátneho porozumenia obsahu tejto kapitoly- komplexita neuroanatómie.

Vzťah mozgu k mysli.

Centrálna domnienka modernej neurovedy je, že všetky psychologické funkcie napokon vychádzajú z práce mozgu. Bez špecifickej činnosti mozgu by nebolo pamäti, pocitov, motivácii, myslenia. Myseľ je považovaná tak za prirodzenú funkciu mozgovej dynamiky ako je trávenie gastrointestinálnou funkciou, hoci myseľ je viac komlexnejšia. Dualistická alternatíva- predstava odhmotnenej mysle, ktorá môže súbežne fungovať s funkciou mozgu, ale nie je zapríčinená alebo obmedzovaná touto funkciou – bola časom menej prijímaná, takéto metafyzické tézy nikdy dlho nevzbudzovali rešpekt veľkých bádateľou. Avšak varianta dualizmu pokračuje – menovite, domnienka, že psychologickým procesom môžeme adekvátne porozumieť, prostredníctvom prostého využívania verbálnych symbolov a jednoduchých meraní, také ako reakčný čas bez toho, že by sa spoliehali na výskum mozgu. Tento pohľad ešte stále preniká do vedeckej psychológie zahŕňajúc tiež kognitívnu psychológiu.
K tomu, aby sme porozumeli ako myslenie vychádza z funkcie mozgu, musíme najskôr posúdiť, ako sú jednotlivé neuróny v rozličných častiach mozgu prepojené a ako prebieha komunikácia medzi nimi. Odkedy vedci spoznali existenciu neurónov len niečo viac ako pred storočím, niet čudo, že diskusia o ľudskej mysli uskutočnená pred tisíc rokmi bola výlučne na podklade verbálneho konceptu. Je ťažké toto prelomiť, ale verím, že čitateľ posúdi, ako malý vedecký vhľad zahŕňajúci základné pramene mysle a správania môžu poskytnúť práve vedecké analýzy. Slová môžu len popísať obsah mysle a jej vzťahu ku vonkajším udalostiam, bez akéhokoľvek adekvátneho objasnenia vnútorných procesov, ktoré umožnujú realizovať myšlienkové pochody. Vďaka neurovedeckej revolúcií sme už teraz schopní študovať základné otázky, týkajúce sa mysle na neuroanatomickej, neurofyziologickej a neurochemickj úrovni. V tejto kapitole sa budem zameriavať na neuroanatómiu , pretože ostatné aspekty sú náplňou daľších kapitol.
Je nemožné vniesť jasno do štruktúry mozgu v krátkosti, tak ako v tejto knihe, preto mojim cieľom je dať vám skôr podklad k porozumeniu tohto pozoruhodného orgánu ako poskytnúť komplexný výklad. Pokus o zvládnutie anatomickej štruktúry a prepojení v mozgu je zastrašujúcim cvičením pre študentov. Je tu tak veľa toho, čo sa treba učiť, snažiť sa vytvárať si predstavu a málokto má prirodzený záujem zvládnuť túto ťažkú úlohu. Ale stojí to a to, keď tieto fakty dáme do súvislostí k psychologickým pochodom náš záujem narastá a prídeme do bodu, kedy si začneme vážiť toho, ako duševné procesy súvisia s dynamikou rozličných mozgových okruhov.

Neuroanatomické zhody

Štúdium neuroanatómie predstavuje takmer nikdy nekončiaci proces súvisiaci s tajomnými názvami topografických oblastí tak komplexného orgánu. Mozgová štruktúra pripomína zložitosť stredovekých katedrál: veľkolepé a majestátne usporiadanie sa samo o sebe opakuje, v univerzálnom pláne, od jedného druhu cicavcov k nasledujúcemu. Ale odlišnosti sú tu vždy. Našťastie, keď sa naučíme subkortikálnu neuroanatómiu jedného druhu cicavcov, naučili sme sa základný plán pre všetky ostatné cicavce; pri osvojení si anatómie mozgu jedného cicavca, toto hneď zužitkujeme a budeme dobre rozumieť subkortikálnej neuroanatómií väčšiny stavovcov. Toto je priamym dôkazom pre mnohé štrukturálne zhody v mozgu, ktorý nám pomôže podložiť vieru, že mnohé mozgové funkcie sú tiež zhodné medzi druhmi. V skutku najprekvapivejším zistením pre mnohých študentov, keď dostávajú prvé informácie o neurovede je pozoruhodná podobnosť v usporiadaní mozgu potkana a človeka. Takéto neuroanatomické a neurochemické zhody dostatočne presvedčili mnohých vedcov, že univerzálne princípy reguľujúce ľudské správanie, môžu byť odhalené prostredníctvom výskumu mozgu na iných cicavcoch, predovšetkým to platí pre staré subkortikálne operačné systémy , ktoré majú pod kontrolou aurousal, pozornosť, pocity, a motivácie.
V porovnaní s týmto, celkové kortikálne usporiadanie predstavuje omnoho väčšiu variabilitu medzi druhmi. Preto, pokúšať sa pochopiť kognitívne procesy, tak že budeme dávať do súvislostí vyššie psychické funkcie človeka s mozgovými okruhmi zvierat bude náročné a snáď nemožné, keď príde na naše najvyššie kortikálne schopnosti- čítanie, písanie, počítanie a racionálne myslenie. V porovnaní s týmto charakter reproduktívnych emocionálnych pudov, budeme môcť lepšie objasniť pri skríženom medzidruhovom skúmaní mozgu.
Ale hoci poruzumenie vyšším ľudským kortikálnym funkciám, nemôžeme dosiahnuť štúdiom potkanov, v jemnej morfológii kortexu väščiny cicavcov sa vyskytujú zhody, napríklad pri columnae- cylindrický funkčný modul v neokortexe každého zvieraťa - ako aj v univerzálnom vstupnom a výstupnom usporiadaní hlavných kortikálnych projekčných oblastí, ktoré príjmajú senzorické informácie a priamo kontroľujú pohyby. Podobnosti v kortikálnych medzispojeniach výrazne miznú, keď začneme porovnávať viac komplexné sekundárne a terciálne asociačné kôry, kde sa tvoria vnemy a deje sa väščina poznávacích a rozumových procesov. V skratke, multimodálne asociačné oblasti kôry, kde sa kombinujú informácie z rozličných receptorov na to, aby mohli vzniknúť pojmy a myšlienky, tieto oblasti sú morfologicky podobné v mikroskopických detailoch, ale kvôli spôsobom výmeny informácií medzi zvyšujúcim sa počtom oblastí, miznú podobnosti medzi človekom a zvieraťom. Oblasť kôry pre rečové centrum, je najmultimodálnejšia zo všetkých oblastí a práve v nej sa ľudia a zvieratá najviac odlišujú.
Je pozoruhodné, že na mikroskopickej úrovni, poznáme rozlišujeme dva typy kôry. Neokortex väščiny cicavcov obsahuje elegantne poukladaných 6 vrstiev, každú tvorenú rozličnými bunkami, kým menšia časť cicavcov, najmä staršie tvory piskory a vačice majú difúzne organizovaný kortex, podobný kortexu vtákov, kde je menej jasné vrstvenie buniek, ktoré je evidentné v neokortexe u vačšiny cicavcov. Je to prekvapujúce, že naši najužší konkurenti v intelingencii na zemi, veľryby a delfíni, majú toto staršie usporiadanie kôry. Nikto si nie je istí, či táto forma kôrového usporiadania môže byť skutočne pôvodcom tak vysokého stupňa inteligencie , ktorou podľa mnohých z nás tieto zvieratá disponujú. Ich frontálne laloky- ktoré sú považované za sídlo ľudskej predvídavosti, schopnosti úsudku, plánovania- sú pomerne malé. Avšak predtým ako začneme byť pyšný na naše masívne frontálne laloky, ktoré ako

mnohý veria sú schránkami nášho sociálneho cítenia - súcit, empatia a tiež cit pre morálku, malo by byť poukázané na to, že frontálne laloky, vajcorodcov (monotremes) ako echidna (ježura) sú tiež pozoruhodne veľké, ale máme málo dôkazov, že by tieto živočíchy boli zvlášť bystré.
Hoci ľudia majú najväčšie frontálne laloky zo všetkých druhov, delfíni majú masívny neocortex, paralimbický lalok, ktorým mi v takej veľkosti nedisponujeme. Paralimbický lalok je výrastok cingulárneho gyrusu, ktorý zodpovedá za sociálnehe cítenie (napr. separačná úzkosť a materinský cit- maternal intent) u všetkých ostatných cicavcov. Delfíni môžu mať sociálne cítenie a myslenie, ktoré si my môžeme len hmlisto predstaviť. Samozrejme intenzívne sociálne cítenie je neobyčajne dôležité pre cicavce, ktoré musia prežiť náročné podmienky pod vodou. Keď sú zoslabnutí, tak by nemali šancu na prežitie, keby hneď neprišli ostatný na pomoc.
Aby sme to zhrnuli, porovnávanie rôznych druhov v ich poznávacích (kognitívnych) schopnostiach môže byť náročnejšia snaha, ako skúmanie subkortikálne organizovaných emócií a motivácii. Vedci zaoberajúci sa štúdiom mozgu, budú mať pravdepodobne väčší úspech v poskytovaní neurovedeckých vysvetlení tých psychických procesov a biologických obsahov vychádzajúcich z mozgovývch oblastí, v ktorých sa najviac zhodujeme s ostatnými druhmi. (moja poznámka- subkortikálna úroveň).

Úvod do anatomického sveta mozgu.

Štruktúra každého mozgu u cicavcov je pod kontrolou geneticky určených pravidiel, ktoré zahŕňajú programy vývinu od narodenia, cez proliferáciu a migráciu rozličných neurónov, program pre rast buniek a ich prepojenie (tak aby neuróny v jednej oblasti mohli byť spojené s neurónmi v inej oblasti) a tiež program pre smrť bunky, alebo tzv. apoptózu, ako ju teraz nazývame, ktorá selektívne odstraňuje nadbytočné neuróny, aby sa vyextrahoval dokonalý a detailný konečný produkt. Tieto procesy sú pod kontrolou rozličných chemických gradientov a molekulami určujúcimi smer (path- guide), ktoré sprostredkujú „rozpoznávanie“ a „prilňutie“ buniek a zabezpečujú optimálnu šablónu pre neuronálny rast. Zvlášť zaujímavou oblasťou je objavenie vysoko špecifických neuronálnych rastových faktorov a genetické delécie niektorých z týchto faktorov, ktoré sôsobujú deficit v niektorých špecifických motorických a senzorických schopnostiach. Okrem genetickej kontroly rozvoja mozgu, skúsenosť zvierat v ich prostredí môže mať rovnako dôležitý vplyv.
Ak máme záujem o dôsledné spracovanie neuroanatómie môžeme nahliadnuť do textov Brodala .
Pretože naše zameranie je na emócie, môj anatomický príspevok sa bude koncentrovať na tie subkortikálne procesy viscerálneho nervového systému, alebo limbického systému, z ktorých vychádzajú primárne impulzy pre emocionalitu (precitlivelosť). Menší dôraz bude kladený na talamicko – neokortikálnu os somatického nervového systému, ktorá zbiera informácie z našich telových receptorov a následne riadi pohybový systém prostredníctvom kognitívnych vplyvov. Tieto dve formy spracovávania informácií- orgánová a telová- vznikajú v dvoch odlišných regiónoch mozgu. Okrem toho, oboje somaticko- kognitívne a viscerálno-emocionálne procesy sa zbiehajú v omnoho staršej časti mozgu, ktorú voláme bazálne gangliá: Táto časť mozgu je metaforicky nazývaná ako „mozog plazov“, pretože ju zdieľame v pozoruhodne zhodnej podobe s nižšími stavovcami. Hoci všetky tri oblasti mozgu

spolupracujú, každá obsahuje množstvo rôznych operačných systémov. Tento pútavý koncept, že sú tu tri mozgy v jednom (podľa Mac Leana) je podporovaný množstvom pozorovaní. Napriek spornému zjednodušeniu zo striktne neuroanatomickej perspektívy, Mac Leanov koncept „triúnneho mozgu“ poskytuje jasnú a priamočiaru cestu ako začať súhrnne konceptualizovať usporiadanie mozgu.
Avšak predtým ako budeme hovoriť o detailoch, posúdme niektoré všeobecné otázky, ktoré musíme mať na vedomí, keď sa zaoberáme neuroanatómiou.

„Otvorené“ a „zatvorené“ systémy mozgu.

Pri posudzovaní operačných systémov v mozgu by sme mali mať vždy na mysly kľúčový konceptuálny rozdiel, menovite , ako „otvorené alebo „zatvorené“ sú tieto systémy vo vzťahu k vonkajším vplyvom. Napríklad, veľmi jednoduché reflexné správanie ako je zívanie a žmurkanie sú typicky považované za zatvorené- fungujú vždy rovankým spôsobom, s charakteristickým časovým priebehom a intenzitou. U ľudí dokonca takéto reflexné javy nie sú úplne zatvorené a môžu byť podstatne modulované vonkajšími podmienkami. Napríklad, niekto môže potláčať zívanie a dokonca intenzita patelárneho reflexu je redukovaná, keď je niekto relaxovaný a zvýšená , keď je niekto rozrušený.
Iné systémy v mozgu, také z nich, ktoré sprostredkovávajú emocionálne snahy evokované lokálnou stimuláciou mozgu, sú viac otvorené k vonkajším
podmienkam. Ako budem pojednávať v nasledujúcej kapitole, emocionálne okruhy môžu byť modulované rozmanitými vplyvmi prostredia, t.j. v rozsahu od hormónov až po učenie. Hoci emocionálne systémy sú pomerne uzatvorené u nižších cicavcov, pravdepodobne sa stávali viac otvorenejšími u vyšších cicavcov vďaka rozvoju kortexu. Napríklad, dokonca i keď ľudia pociťujú silné emócie, nezdôveria sa s nimi ostatným ak si to sami neželajú. Všetko toto vychádza z hustoty, bohatosti neuronálnych interakcií medzi evolučne nesúvisiacimi mozgovými systémamiktorá spája a využíva informácie z rôznych telových receptorov. Napriek tomu, otvorenosť týchto systémov je mierna v porovnaní s tými, ktoré sú lokalizované v kôre, otvorenejší je program mozgu, tým viac je koncová reakcia skôr výsledkom výchovy ako prírody.
Teda jeden z najotvorenejších programov v mozgu, je ten ktorý nám umožnuje osvojiť si jazyk, ale dokonca aj tento je pod biologickým obmedzením.
(moja poznámka- emócie sú zatvorenejšie oproti kognitívnym procesom, u ľudí sa stávali otvorenejšími vplyvom výchovy).

Neurovedecká revolúcia a neurónová doktrína

Mozgové tkanivá.

Zloženie mozgu človeka je podobné prezretej broskyni, a jeho povrchová forma nám skutočne neposkytuje obraz o jeho vnútornej organizácií. Na to aby sme dosiahli jasný obraz o jeho geografií, mozog musí byť fixovaný vo formaldehyde, až kým nedosiahne konzistenciu na tvrdo uvareného vajíčka, potom musí byť narezaný na jemné, priehľadné prúžky a následne ofarbený rôznymi spôsobmi, tak aby sa zvýraznili špecifické štruktúry. Tento celý proces sa nazýva histológia. Až do tohto storočia, sme mohli zhromaždovať len neurčité náznaky

o vnútornej organizácií mozgu zo vzoriek šedej a bielej hmoty, v ktorých je najväčšia hustota tiel nervových buniek a jednotlivé zoskupenia vlákien nervových dráh. Ako som spomenul v úvode tejto kapitoly prvý pozorovatelia prirovnávali jemné zložky nervového systému ku „hviezdicovitým telieskam“ (dnes sú známe ako telá nervových buniek – neurónov) a „ priesvitné vlákna“ (dnes známe ako axóny a dendrity), ktoré sú vysielacími a príjímacími výbežkami neurónov. Tiež bolo spomínané, že tieto štruktúry sú vsadené (obklopené) v „jemnej granulovitej hmote“, ktorú my teraz nazývame gliové bunky, t.z. podporné bunky nervového systému, ktoré poskytujú esenciálne metabolické a biofyzikálne udržiavanie funkcie nervových buniek pri prenose informácií. Okrem tiel nervových buniek a dráh, mozog tiež obsahuje veľké množstvo retikulárnej substancie, kde nie sú telá a vlákna nervových buniek tesne zoskupené, ale vmedzerené, zdanlivo neuvolniteľnými spôsobom (obrázok nakresliť). Tieto retikulárne oblasti sú zvlášť dôležité pre tvorbu vysoko vyvinutých psychických schopností, pretože oni integrujú a kombinujú rôzne množstvo informácií cez kaskády medzispojení (alebo okruhov). V skutočnosti mnoho výskumníkov verí, že najdôležitejšia časť psychointegratívnych procesov je spracovávaná v retikulárnom tkanive, z tohto dôvodu objasnenie anatomického usporiadania retikulárneho tkaniva je nevyhnutné k tomu, aby sme porozumeli neuronálnej infraštrukúre základných psychických procesov.
Samozrejme prepletenie týchto troch typov tkaniva je veľmi komplexné. Dve fotografie ukazujú pohľad na mozog potkana, rozrezaného v úrovni kmeňa veľkého mozgu (obrázok 4.4.) Na ľavo, sme odfarbili telá nervových buniek a zvýraznilo sa umiestnenie hlavných dráh a niektoré skupiny neurónov, najväščiu časť mozgu na tejto úrovni tvoril retikulárny typ tkaniva. Na pravo, rez v tej istej úrovni ukazuje rozloženie rádioaktívnej 2- deoxy D- glukózy, nezmetabolizovateľný cukor, ktorý bol použitý na zvýraznenie funkcie neurónov, obvykle reflektuje celkové množstvo neurónového spaľovania v rozličných oblastiach mozgu za učitého správania. V tomto prípade, zviera nerobilo nič špeciálne, bolo len umiestené samotné vo svojej domovskej klietke. Jednoznačne je malé vychytávanie glukózy v dráhach a omnoho menej vo ventrálnych viscerálnych štruktúrach ako v dorzálnych talamicko –neokortikálnych. Táto metabolická diferenciácia reflektuje hlavný rozdiel medzi limbickými a somatickými osami nervového systému.
Jednotlivé neuróny sú základnými jednotkami prenosu informácii v mozgu. Klasická technika, ktorá ustanovila „neurónovú doktrínu“ mozgovej funkcie bolo Golgiho farbenie. Camillo Golgi, talianský histológ, vyvinul na konci 19 storočia metódu farbenia dusičnanom strieborným, ktorá môže zvýrazniť celú povrchovú štruktúru nervovej bunky. Ale kvôli jeho neúplnej mikroskopickej analýze, Golgi došiel k chybnému záveru, že mozog je „synchronizátorom“- sieť kontinuálne prepojených protoplazmatických procesov. To primelo? Santiaga Ramona y Kachala, veľkého španielskeho neuroanatóma, využiť Golgiho histologickú techniku a konečne demonštrovať, že neuróny komunikujú navzájom prerušovane prostredníctvom špecializovaných spojení nazývaných synapsie. Jeho práca si ponecháva punc kvality, ktorú sa neuroanatómovia stále snažia napodobniť. Na tomto poli existuje vtip a síce: keď niekto objaví nejakú subštruktúru v mozgu, mal by si preveriť v Kachalovej pôvodnej práci, či ju už on nepopísal. Pre vytvorenie vnútorného terénu pre nás v rámci poznávania mozgu, Gogli i Kachal dostali spoločne Nobelovu cenu v r. 1906, uznaná ich práca v oblasti štruktúry nervového systému.
Toto bol priaznivý začiatok pre modernú neurovedu. Ako Kachal stanovil, neuróny alebo nervové bunky, ktoré on vizualizoval boli „mysteriózne motýle duše, ktorých trepotanie krídeľ môže raz, jedného dňa, kto vie?- objasniť tajomstvo duševného života. V r. 1986 Rita

levi- Montalcini, rozpoznala počas jej objavu nervového rastového faktora, jedného zo série regulačných signálov, ktoré sprevádzajú rast nervovej bunky počas V budúcnosti bude nemožné premýšľať kreatívne nad prameňmi základných psychických procesov bez toho, že by sme boli zbehlí v neuroantnómií.

„Klasická“ versus „ nová“ neuroanotómia

Golgiho farbenie je veľmi osobité a zafarbuje len malé podskupiny neurónov, prípadne tie ktoré zomierajú. Rozbor dráh vnútry retikulárnej formácie sa ukazuje byť výnimočne ťažké použitím klasických techník, ako aj histologická vizualizácia poškodeného tkaniva v rozličných častiach mozgu (chromatolýza) po vzniku drobných lézií v oblastiach, ktorých prepojenia si želáme odhaliť. Rozvoj novej striebrom farbiacej metódy, nám umožnuje vizualizáciu individuálne degenerovaných vlákien, čo viedlo k malej renesancii v neuroanatómií. Okolo r. 1970, sa začali veci rýchlo meniť vďaka rozvoju nových a účinných histologických techník zameraných na vizualizáciu jemných štruktúr.
Ako sa naučila nová generácia neuroanatómov vyhľadávať presné spojenia vnútry nervovej splete retikulárnej substancie? Tak, ako naša schopnosť vidieť ďaleko do vesmíru vyžadovala rozvoj stále lepších teleskopov naša schopnosť vizualizovať jemné štruktúry mozgu vyžadovala rozvoj nástrojov, ktoré môžu sledovať jednotlivé nervové vlákna v džungly mozgového tkaniva. V určitom zmysle slova, neuroanatomické zobrazovanie je podobné, ako sledovanie ciest cez centrum mesta. Veľa ciest skonštruovaných človekom sú dvojprúdovky, zatiaľ čo všetky komunikačné kanály v mozgu, ktoré boli zkonštruované evolúciou sú polarizované, posielajú informácie len jedným smerom. Teda potrebujeme separačné techniky nato, aby sme vedeli identifikovať, ktoré cesty- dráhy opúšťajú špecifickú časť mozgu a ktoré z nich do nej vchádzajú. Dnes hlavné techniky vedia vizualizovať takmer všetky aspekty jemnej štruktúry mozgu. Môžeme vidieť, že jednotlivé neuróny posielajú informácie cestou vysielacích vlákien, alebo axónov a prijímajú vchádzajúce informácie v bodoch známych ako synapsie, cestou vetiev známych ako dendrity. Bez tohto poznatku, by sme nemohli dávať do súvislostí psychické procesy zo špecifickými mozgovými okruhmi.
Ako bolo zdôraznené predtým, nové techniky boli zvlášť navrhnuté na to , aby sme mohli odkrývať spletitosť retikulárneho tkaniva v mozgu. Tri hlavné problémy pri objasňovaní architektúry retikulárnej substancie sú: 1) Identifikovať, kam špecifické neuróny vysielajú informácie prostredníctvom axónov. Toto je otázka anterográdnych prepojení. 2) Identifikovať miesto vzniku prichádzajúcich správ určených špecifickým neurónom (zvlášť v komplexe informácie spracovávajúcich oblastí). Toto je otázka retrográdnych prepojeností- inými slovami, kde sú umiestnené telá tých buniek, ktoré prenášajú informácie do špecifických častí mozgu? 3) Určiť chemickú architektúru. Ako môžeme definovať hlavné neurochemické „stelesnenia“ nervového systému? Všetky tieto otázky boli objasnené novými technológiami rozvinutými od r. 1970.

Anterográdna otázka.

Univerzálnou funkciou bunky je tvorba proteínov. Na to, aby toto mohla robiť efektívne, telá buniek majú vysoko špecifický vychytávací mechanizmus pre absorbciu zložiek aminokyselín. V neuróne je mnoho proteínov transportovaných k synaptickým zakončeniam

axónov prostredníctvom špecifických transportných systémov skladajúcich sa z mikrotubulov. Takéto neuronálne prenášačové vlastnosti môžeme využiť na zvýraznenie trajektórie axónu, keď prenášajú informácie smerom z tela bunky. Toto robíme : 1) inikovaním rádioaktívnych amnikyselín, takých ako prolín alebo leucín a od nedávna aj moho iných markerov do špecifických častí mozgu, 2) čakáme niekoľko dní, kým sa aminokyseliny začlenia do syntézy proteínov a sú transportované dolu axónom, 3) narežieme mozog na jemné rezy 4) fotografujeme tieto rezy mozgu použitím veľmi citlivého filmu v období nikoľkých dní až mesiacov (táto technika sa volá autorádiografia a 5) preskúmame pásiky strieborných zŕn produkovaných pri vystavení sa rádioaktivite. Tieto zrnká znázorňujú terajektórie axonálnych dráh neurónov situovaných v mieste vstreku. Nedávno boli rozvinuté ďalšie nerádioaktívne fluorescenčné techniky, ktoré majú zodpovedať túto istú otázku.

Retrográdna otázka.

Synapsie sú špecializované na úsporné hospodárenie so vzácnymi informačnými molekulami. Zatiaľ čo transmitery a enzými vyžadujú značnú energiu na svoju výstavbu, presynaptické zakončenia majú špecializovaný znovu vychytávací mechanizmus, ktorý vie opätovne absorbovať mnohé substancie, ktoré boli uvoľnené do synaptickej štrbiny. Môžeme využiť takto špecializované synaptické funkcie na zvýraznenie lokalizácie neurónov, ktoré prenášajú informácie do špecifických častí mozgu. Všeobecné techniky sú celkom podobné tým, ktoré boli používané na zodpovedanie anterográdnej otázky, ale indikátorové
molekuly a vizualizačné metódy sú obvykle celkom rozdielne. Jednou z najčastejšie používaných molekúl je chrenová peroxidáza, ale dnes už existuje veľké množstvo fluorescenčných farbív, ktoré ešte lepšie vytyčujú dráhy. Mnohé zo skorších farbív (také ako Evansova modrá) mali rušivé vlastnosti-rýchlo miznúť, na rozdiel od nej flurescenčné zlato zostáva trvale vnútry neurónu, kam je transportované. Fluoro – zlato technika nám umožnuje zodpovedať vážne otázky, také ako, či predošlé alebo ranné skúsenosti ovplivňujú neuronálny rozvoj. Napríklad, vieme určiť, ako skoro môže sociálna izolácia meniť rast a mieru vetvenia mozgových okruhov, ktoré sú zodpovedné za separačný distress a iné emócie? Tento experiment nebol ešte doteraz uskutočnený, ale keď skorá izolácia skutočne zapríčiňuje trvalé zmeny na mozgu potom budeme môcť konečne pochopiť, ako pomáha intenzita a trvanie ranných skúseností vybudovať neskoršie osobnostné sklony človeka a iných živočíchov.

Chemická anatómia.

Vďaka mnohým detailným štúdiám týkajúcich sa chemickej architektúry mozgu, môžeme dnes dodať zmysluplné „zafarbenie“ sieti mozgových prepojení. Neurochemické osobitosti celého nervového systému boli odhaľované prostredníctvom rozličných histologických návodov, kde najuniverzálnejšia z nich je imunocytochémia. V princípe, táto technika môže vizualizovať všetky chemické systémy v mozgu. Spolieha sa na iniciálnu extrakciu a purifikáciu molekúl, ktoré nás zaujímajú, nasledované využitím imunitnej odpovede experimentálnych darcovských zvierat, ktorej produktom je špecificky rozpoznateľná molekula- protilátka. Tieto protilátky sú potom extrahované z ich krvy a použité na histologickú identifikáciu terčových molekúl z jemných prúžkou mozgového tkaniva. Inými slovami, keď už má vyskumník k dispozícií špecifickú protilátku danej neurochemickej molekuly, protilátka môže byť použitá v spojení s rôznymi vizualizačnými technikami, ktoré

sú zamerané na lokalizovanie hľadanej neurochemickej molekuly v džungly mozgového tkaniva. Je jasné, že táto technika je najužitočnejšia, keď sú dané molekuly jedinečné pre špecifický mozgový okruh. Vizualizácia molekúl, ktoré sú geneticky vyjadrené vo všetkých okruhoch poskytujú menej užitočné informácie o funkčnej špecificite toho daného okruhu. Našťastie, je mnoho systémov v mozgu, v ktorých sa objavujú veľmi špecifické molekuly zúčastňujúce sa prenosu inoformácií. Prostredníctvom využívania imunochemických techník bola objasnená jemná architektúra mnohým odlišných chemických prenášačových systémov. Existujú porovnateľné techniky, ktoré identifikujú umiestnenie receptorov pre špecifické transmitery v celom mozgu. Ako budeme vidieť v mnohých nasledujúcich kapitolách, niektoré z týchto systémov sú zodpovedné za špecifický typ emocionálnych skúseností.

Všeobecná topografická mapa mozgu : Globálne kategórie a štruktúry.

Na rozdiel od iných orgnov v tele, anatómia mozgu nie je veľmi informatívna čo sa týka rozmanitosti mozgových funkcií. Vonkajšie konfigurácie nám poskytujú len málo vodítok do tajomstva dynamiky vnútorných procesov. Poskytujú len všeobecné geografické vodítka , ktoré nás nasmerujú na potrebné získavanie informácií v hlbších otázkach. V prezentácií, ktorá bude nasledovať budem používať didaktické plány na objasnenie usporiadania mozgu. Najskôr zhrniem celkovú morfológiu mozgu, po druhé sa zameriam na charakteristickú segregáciu primárnych zmyslov a motorických funkcií v mozgu a konečne sa zameriam na „triunnu“ organizáciu v mozgu, prostredníctvom ktorej rozoznávame úrovne evolúcie mozgu u cicavcov- plazy (bazálne gangliá), staršie cicavce(limbický systém), mladšie cicavce (neokortex).

Prehľad morfológie mozgu.

Pred naším krátkym výletom do vonkajšej štruktúry mozgu, dovoľte mi začať celkovým pohľadom na mozog v jeho rozšírenej a predĺženej forme. Počas skorého rozvoja, nervový systém je priama, dutá neurálna rúra. Ako sa neuróny množia a migrujú z dutej výsteľky, v tube vznikajú charakteistické výdutiny. Hlavné výdutiny vedú ku klasicky rozpoznávaným štruktúram od predných až ku zadným. Na prednom konci neurálnej rúry máme predný mozog alebo prosencephalon, ktorý sa podrobuje daľšiemu členeniu a vytvárajú sa mozgové hemisféry telencephala ako aj dve hlavné subkortikálme zóny hornej časti mozgového kmeňa, talamus a hypotalamus, ktoré sú spolu známe ako diencephalon. Tieto štruktúry sú nasledované stredným mozgom alebo mesencephalonom, ktorý zostáva relatívne nediferencovaný a potom tu máme nižšiu časť mozgového kmeňa alebo zadný mozog alebo rhombencephalon, ktorý sa delí na pontino cereberálnu (mostovo-mozočkovú) oblasť, alebo t.z. metencephalon a na predĺženú miechu, tiež známu ako myelencephalon.
V zásade prúdi väčšina informácií longitudinálne hore a dole pozdĺž nervovej osi, aj keď sa v priebehu nervovej osi náchádzajú bohaté radiálne spojenia.
Keď zväčšujúci sa mozog začína zapĺnať kranium vznikajú početné závity alebo flexúry, ktoré umožňujú mozogu prispôsobiť sa oblému tvaru lebky. Tri hlavné závity sú predná mozgová flexúra na úrovni stredného mozgu, mostová flexúra nižšie v mozgovom kmeni, hneď pod mozočkom a krčná flexúra ešte nižšie v mozgovom kmeni. Komplexné tvary komôr, ktorý poskytuje centrálnu cestu pre transport cerebrospinálneho moku (ktorý je filtrovaný z arteriálnej krvi) sú spôsobené rozličnými rotáciami a flexúrami neurálnej rúry.

Tiež rast telencephalických výdutín z predných strán neurálnej rúry postupne vedie k spätnej rotácií mozgových hemisfér.

Celková funkčná organizácia mozgu: Senzorické versus motorické procesy.

Samozrejme neurón sám o sebe nemôže vykonávať nič dôležité. Mozgové funkcie vychádzajú z medzihry neuronálnej siete a dlhotrvajúcou nádejou neuropsychológov je nájsť súvislosti nie len medzi psychickými funkciami a špecifickými mozgovými štruktúrami, ale tiež medzi špecifickými mozgovými okruhmi. V skutku prvý „zákonitý vzťah“ tohto typu bol objavený začiatkom 19. storočia. Nazývame ho Bell-Magiendiho pravidlo, pomenovaného podľa anglických a francúzkych vedcov, ktorý objavili toto pravidlo skoro v tom istom čase. Toto pravidlo hovorí,že senzorické nervy vstupujú do miechy na dorzálnej (zadnej) strane, zatiaľ čo motorické nervy vystupujú z prednej strany. Toto pravidlo odolalo skúške času. V skutočnosti poskytuje všeobecnú schému organizácie zistenú v mozgu. Senzorické procesy sú oproti motorickým situované všeobecne viac v zadnej časti mozgu. Porovnateľné rozloženie senzorických a motorických procesov je tiež zjavné v kôre, kde motorické procesy sú spracovávané vo frontálnych lalokoch, zatiaľ čo senzorické procesy sú koncentrované viac v zadu v okcipitálnych (zrak), temporálnych (sluch) a parietálnych (hmat) lalokoch. Iný organizačný vzorec má stredná lokalizácia viscerálnych (preto emocionálnych) systémov v centrálnych oblastiach mozgu.
Pretože nové okruhy sa vyvinuli budovaním na vonkajšej časti už existujúcich systémov, stredná pozícia naznačuje, že visceroemocionálne procesy sú staršie v evolúcií mozgu ako somatické procesy, ako bolo spomenuté predtým, tie druhé sú užšie spojené s kognitívnou reprezentáciou vonkajšieho sveta. Hoci mnohí myslitelia nemajú radi rozlišovanie medzi afektívnymi a kognitívnymi procesmi, dychotómia je evidentná v organizácii mozgu. Vo všeobecnosti, tok kognitívnej aktivity vychádza z vonkajších senzorov (zmyslov) odkiaľ je dopravovaná informácia a spracovávaná v talame predtým ako bude distribuovaná a znovu obnovená v kôre. V kontraste s týmto, emocionálna aktivita je úzko spojená s viscerálnymi procesmi najskôr spracovávanými v stredných retikulárnych sietach nižšej časti mozgového kmeňa, oblasti pod úrovňou stredného mozgu a tiež v hypotalame na prednej hornej časti mozgového kmeňa. Vychádzajúc z týchto lokalizácií, emocionalita je potom premiešaná s vyššími úrovňami integrácie, zahŕňajúce silné interakcie s kognitívnymi procesmi, vo vyšších okruhoch limbického systému. Nechajte nás ďalej preskúmať rozdiely medzi afektívnymi (emocionálnymi) a kognitívnymi oblasťami v primitívnej organizačnej štruktúre diencephalonu. Rôznorodosť funkčných rozdielov medzi viscerálnymi a somatickými časťami sú tu zreteľné. Talamické tkanivo, na zadnej časti diencephalonu, zbiera informácie z vonkajšieho sveta. Jeho vlastnosti sú celkom odlišné od tých, ktoré má hypotalamické tkanivo, lokalizované na prednom diencephalone, ktorý zbiera viscerálne informácie(informácie z orgánov).
Neuróny talamu vydávajú signály najrýchlejšie, niekedy až niekoľko sto krát za sekundu, zatiaľ čo hypotalamické bunky sú v porovnaní s nimi veľmi pomalé – zriedka vydávajú signály viac ako niekoľko krát za sekundu.
Porovnateľný rodiel je zjavný v rozličných rýchlostiach metabolických procesov týchto dvoch tkanív. Talamické okruhy spotrebujú podstatne viac krvného cukru (samozrejme nenahraditeľného paliva pre mozgovú aktivitu) ako hypotalamické okruhy.

Viscerálna zóna hypotalamicko limbickej oblasti a somatická zóna talamokortikálneho systému sú tiež funkčne vysoko odlišné ako to naznačujú rôzne epilepsie, ktoré postihujú tieto dve zóny._Limbické epilepsie vyvolávajú psychomotorické záchvaty, ale zriedka zapríčiňujú plno rozvinuté konvulzie, pokiaľ ich elektrické prúdy krúžia výhradne vo viscerálnej oblasti. V kontraste s týmto, plne rozvituté tonicko- klonické záchvaty sú výhradne situované v somatickom mozgu. Je tiež pozoruhodné, že viscerálne oblasti mozgu majú vysokú koncentráciu istých neuropeptidových systémov, zatiaľ čo somatické oblasti mozgu sú typicky ochudobnené o tieto systémy. Okrem týchto dvoch hlavných oblastí nervového systému, je tu tretia- bazálne gangliá. Oboje kognitívne aj emočné informácie sa tu spájajú predtým ako sa objaví správanie. Podme sa teraz bližšie pozrieť na tento triunny koncept mozgu.

Prehľad triunneho mozgu.

Ako môžeme urobiť zmysluplný obrázok, tak spletitého orgánu ako je mozog ? Táto bariéra dlho blokovala zlúčenie neurovedeckých faktov so psychológiou. Komplexita mozgu je tak ohromná, že ľahko uviazneme v detailoch, ktoré nám znemožnia urobiť si súvislý obraz.
Zjednodušenie, ktoré nás naviedlo správnym smerom, je Mac Leanova koncepcia mozgu ako trojitej- triunnej štruktúry. Mac Lean rozdelil zložitú architektúru mozgu do troch úrovní z hľadiska evolúcie: 1) starý mozog plazov (bazálne gangliá), ktorý vypracováva základný motorický model zvierat, ako aj primitívne emócie ako hľadanie a niektoré aspekty strachu, agresie a sexuality. 2: vekovo mladší mozog starších cicavcov, alebo limbický systém, ktorý zvyšuje komplikovanosť základných emócii plazov napr. strachu a hnevu a hlavne vypracováva sociálne emócie. a 3:a najnovší prírastok, mozog mladších cicavcov, pozostávajúci hlavne z neocortexu, vytvárajúceho logiku a naše kognitívne- racionálne ohodnotenie vonkajšieho sveta. Táto troj úrovňová konceptualizácia nám pomáha lepšie pochopiť celkovú funkčnú organizáciu vyšších mozgových oblastí ako iné schémy doteraz navrhnuté. Samozrejme námietky sa nájdu pri každom generalizovaní a stále musíme mať na mysly, že mozog je masívne prepojený orgán, ktorého každá časť môže nájsť prístupovú cestu do inej časti.

Bazálne ganglia.
Najstaršia zóna, uložená v blízkosti rôznych starých štruktúr mozgového kmeňa je mozog plazov. Táto oblasť uložená hlboko v mozgu ako sa zdá organizuje niektoré základné aspekty inštinktívnych motorických schopností živočíchov. Mac Lean (1990) predpovedal, ako toto jadro mozgu môže vytvárať typy vzorcov správania, ktoré pozorujeme u plazov v ich denno – denných aktivitách. Tieto zahŕňajú vylučovanie, hladanie úkrytu, perióda lovenia striedaná s inaktivitou, vyhrievanie sa na slnku a rôzne sociálne prejavy zahŕňajúce dvorenie, agresívne výzvy a submisívne prejavy. Plazy vykonávajú toto správanie každý deň. Prestanú sa takto správať, keď tak zvané štruktúry mozgu plazov budú zničené. Hlboko uložené mozgové štruktúry, ktoré tvoria túto časť mozgu sú známe ako bazálne ganglia, striátový komlex, alebo corpus striatum.
Bazálne gangliá sa skladajú s mnohých podštruktúr zahŕňajúce nucleus caudatus, globus pallidus, nucleus accumbens, ventrálna tegmentálna oblasť, substantia nigra. Niekedy sa do tejto skupiny priraďuje aj amygdala, i keď táto posledná štruktúra je skôr spájaná s oblasťou limbického sytému. Bazálne gangliá boli pôvodne chápané ako sluha kortikálneho

motorického sytému, ktorý prináša informácie do tela prostredníctvom dlhých pyramidálnych buniek . Okrem takéhoto denného hlavného programu, ako bol popísaný vyššie, vyzerá to tak, že bazálne gangliá sústavne vytvárajú primitívne vedomie motorickej prítomnosti, ktoré by mohlo predstavovať prvotný zdroj „ vôlovej sily“._Viac vyspelé oblasti mozgu musia stále využívať tento systém ako finálnu výstupnú cestu pre správanie. Hlavné prepojenia bazálnych ganglií budú spomínané neskôr.

Limbický systém.
Obklopujúci toto jadro plazov a zasahujúci do ňho na mnohých miestach je mozog starších cicavcov, ktorý vytvára pôvodné „ rodinné hodnoty“ a iné jedinečné emočné sklony cicavcov. Táto prostredná vrstva tesne interaguje s vnútornými orgánmi. Táto časť mozgu bola prvotne považovaná za rhinencephalon, alebo „ nosový mozog“ , pre svoje úzke prepojenie s čuchovými bulbami. Hoci čuchové vplyvy stále prenikajú týmto systémom, je jasnejšie, že mnohé špecifické emočné a motivačné impluzy sú tiež vytvárané nervovým systémom, ktorý vedie cez limbickú oblasť. Využívanie čuchových funkcií na vytváranie nových systémov správania, môže byť dobrým príkladom evolučného rozvoja na základe starých častí. Napríklad, zvieratá vyhľadávajú potravu prostredníctvom jemných chemoreceptorov v nose a zdá sa, že poznávacie tendencie a chuťové motivačné tendencie (ktoré umožnujú živočíchom očakávať pozitívne udalosti vo svete) vychádzajú z nervového systému, ktorý zosiľuje využívanie čuchového ústrojenstva.
Koncept „ rhinencephalonu“ bol neskôr nahradený Mac Leanovim konceptom „limbického systému“, ktorý sa dnes stal prakticky zhodný s konceptom „ emočného mozgu“. Tento koncept podáva užitočné zovšeobecnenie, hoci niektorý anatómovia ho pokladajú za neurčitý. Hlavné oblasti zahrnuté v limbickom systéme sú amygdala, hipocampus, oblasť septa, preoptickú oblasť, hypotalamus a šedé centrum mesencephala. Tieto mozgové zóny sú nenahraditeľné pri vytváraní roličných emočných procesov, ktoré charakterizujú všetky cicavčie druhy. Okrem kontroly správania vytváranej v mozgu plazov, limbický systém pomáha pri vytváraní základných emócií, ktoré sprostredkováva rôzne pro – sociálne správanie, zahŕňajúce materinskú starostlivosť, pridružené ochraňujúce správanie, prejavovanie separačného distresu , hravosť, a rôzne iné formy súťaživosti. Počas posledných dvoch dekád, sme dospeli k úzkemu porozumeniu nervových infraštruktúr, ktoré vytvárajú každú z týchto špecifických emočných schopností a na každú sa zameriame v ďalších kapitolách.

Mozog mladších cicavcov.

6 vrstvový neocortex obklopujúci starý limbický systém je vypuklou slávou evolúcie mozgu, ktorý dominuje vo svojej variabilite medzi cicavčími druhmi . Majme na pamäti, že v mozgu sú ešte staršie limbické kortikálne oblasti ako archikortex a paleokortex, ktoré majú menej bunkových vrstiev. Vyššie kortikálne štruktúry u vtákov sú anatomicky difúzne organizované. Na druhej strane, subkortikálne štruktúry zostávajú uložené celkom zhodne u vtákov aj cicavcov : Kôra u oboch druhov je špecializovaná na asociovanie rôznych vnemov. Tie najdôležitejšie informácie zo senzorov prechádzajú špecifickými úsekmi talamu, kde sú spracované vstupné informácie do konečnej reprezentácie sveta.
Každá oblasť neokortexu je špecializovaná na spracovávnie istého typu informácií a každá bunková vrstva má presné spojenie s ďalšími mozgovými oblasťami. Hoci väčšina ľudského kortexu je multimodálna, kedže dostáva informácie z rôznych zmyslov, môže len prostredníctvom prepojení dávať tieto informácie do súvislostí. Hoci možnosti pre učenie a vytváranie nových formácií v rámci mozgu sú široké, nie sú bez limitov. Existujú veci, ktoré si náš mozog nevie predstaviť.
Vrodené kvality ľudského kortexu nám dávajú väčšiu predstavivosť než ostatným druhom. Napríklad, vysoko sofistikovaná ľudská schopnosť uvedomiť si, že druhý ľudia majú nezávislé myslenie. V skutočnosti, sa správame citlivo, pretože si uvedomunjeme, že druhí pozorujú a hodnotia účel nášho správania. Inými slovami, ľudia majú „ theory of mind“- vrodenú tendenciu čítať myšlienky ľudí okolo nich. Existujú dôkazy o tom, že šimpanzy sa v niektorých sociálnych situáciách správajú podobne, ale nemáme žiadne dôkazy u iných druhov. Pravdepodobne, nevyhnutnou podmienkov tákýchto tendencií „ čítania myšlienok“ u ľudí, bola schopnosť predošlých živočíchov dešifrovať úmysel správania u iných. Bolo experimentnálne demonštrované, že opice môžu dešifrovať špecifické emočné prejavy iných živočíchov. Napríklad vervet opice vysielajú tri rozličné typy alarmujúceho volania pre tri typy predátorov- hadov, jastrabov a mačky. Iné opice vzápätí na toto odpovedajú tým, že sledujú zem, nebo a stromy. Dokonca aj domáce kurčatá sú schopné dešifrovať zmysel rôznych typov alarmujúceho volania. Zaujímajú vzpriamenú pozíciu a sledujú zem ako odpoveď na „ zemské alarmujúce volanie“, ale skovávajú sa a chúlia sa v zjavnom strachu na „vzdušné alarmujúce volanie“, ktoré je odlišné od varovaní v prítomnosti predátorov ako sú hadi. Tieto schopnosti zrejme vychádzajú z najvyšších analytických možnosti, aké tieto živočíchy majú.
Hoci najvyšším mozgovým oblastiam sa v tejto knihe dostane len malá pozornosť, má zmysel poznamenať, že evolúcia mnohých neokortikálnych funkcií mohla byť obmedzená vznikom poznávacích potrieb preexistujúcich limbicko- emočných operačných systémov. Inými slovami, keďže jednoduché emočné odpovede nepostačovali v súťaži o zdroje, kortex hral kľúčovú úlohu pri vyhodnocovaní a tvorení nových schém správania, aby pomohol udržať emočnú a motivačnú stabilitu, homestázu. Žiaľ, nie sme schopní analyzovať historiu evolúcie mozgu.. Napriek tomu sa v hlboko evolučnom zmysle zdá pravdepodobné, že mnohé zo schopností kortexu spracovávať komplexné informácie sú sluhami emočných síl, ktoré riadili správanie pred kortikálnou evolúciou. Aj keď neokortex je stále flexibilnejší vo vzťahu k príkazom z primitívnejších emočných a motivačných systémov -inými slovami snaží sa otvoriť relatívne uzatvorený subkortikálny systém omnoho jemnejším formám vonkajšej modulácie.

Všeobecná mapa dráh triúnneho mozgu:
Hlavné dráhy.

Počnúc kortexom a postupovaním nižšie cez limbický systém do bazálnych ganglií a do kľúčových zložiek mozgového kmeňa, označím hlavné dráhy neuronálnej komunikácie vnútry mozgu. Môj príspevok k neuroanatómií bude končiť v úrovni stredného mozgu (mesencephalon), pretože tuto pravdepodobne končí okruh pre spontánne správanie. Vieme to, pretože keď je stredný mozog odpojený od nižších častí mozgového kmeňa, zvieratá strácajú schopnosť postarať sa o svoje základné potreby. Prežívajú len na vegetatívnej úrovni bez spontaneity a flexibility správania, ktoré je tak charakteristické pre zdravé zvieratá. Inými slovami, už nie sú aktívnymi činiteľmi svojho prostredia.
Spontánnosť v správaní je možná len keď je neporušný stredný mozog a hypotalamus a zostávajú spojené s nižšími časťami mozgového kmeňa Živočíchy, ktorým sa odstránilo viac rostrálneho tkaniva iniciujú spontánne akcie, ale vykazujú málo súdržnosti a flexibility v správaní. Napríklad, živočíchy v tomto stave sa stanú viac aktívnejšie, keď sú hladné, ale nezamerajú svoje aktivity efektívne.
Organizované a usporiadané inštinktuálne správanie sa objavuje len vtedy, keď sú bazálne gangliá spojené s hypotalamom a mozgovým kmeňom. Experimenty tohto typu, ako aj štúdie lokalizovanej mozgovej stimulácie, ktoré navodzujú špecifické emočné správanie, poukazujú na limbický systém. Tu sú emočné systémy pre agresívnu obranu, strach a iné sociálne iniciatívy.

Talamicko- neokortikálna os.

Ako bola spomenuté skôr, zväčšenie neokortexu v rámci evolúcie viedlo k zvýšeniu otvorenosti systémov, ktoré boli pôvodne uzatvorené, čím sa zvýšila flexibilita v správaní. Najočividnejší spôsob, vedúci k zvýšeniu flexibility v správaní bolo celkové zväčšenie kortexu a množstvom prepojení medzi jednotlivými podoblasťami. Je známe, že množstvo neurónov v mozgovom neokortexe je okolo 10 biliónov (10 na 10), a množstvo synapsií je medzi 1,000 a 10,000 na jednu nervovú bunku, odhadom teda 10 na 13 synaptických spojení! Tento stupeň komplexity minimalizuje pravdepodobnosť, že budeme niekedy schopní porozumieť mozgovým funkciám s rozlíšením na jednotlivú bunku. Budeme sa musieť snažiť porozumieť väščím častiam mozgu. V skutočnosti ako už bola spomenuté stavebnou jednotkou neokortexu je stĺpec, vertikálne orientovaných, funkčne zoskupených prepojených neurónov Tieto stĺpce sú husto spojené s nižšími mozgovými oblasťami prostedníctvom zostupných a kruhových prepojení. Súvisle fungujúce skupiny neurónov sú nazývané funkčnými „sieťami“. Je veľmi dôležité si pamätať, že napriek tomu, že ľudský mozog ma väčší neokortex ako iné živočíchy porovnateľnej veľkosti, toto bolo dosiahnuté pridaním viacerých stĺpcových modulov a ich prepojením skôr ako vzostupom kvality (tj. komplexity) kortikálnych stĺpcov.
Okrem dobre organizovaných vstupov resp. aferentných dráh talamu a iných kortikálnych oblastí, hlavnými eferentnými dráhami kortexu sú vzostupné okruhy späť do talamu, ako aj do bazálnych ganglií. Bazálne gangliá vysielajú informácie späť do ventrálneho talamu. Tieto správy sú potom spracovávané talamom a znova stúpajú do kortexu. Týmto spôsobom, je pravdepodobne „tok myšlienok“ spojený so základnými dennými plánmi pre činnosť, ktoré sú zakódované v bazálnych gangliách.

Kognitívne informácie sa podľa všetkého musia filtrovať niekoľko krát v tomto kruhu predtým, ako vzniknú koheretné plány správania. Keď je tento okruh experimentálne preseknutý, čo môžeme dosiahnuť vložením neurotoxínov do nucleus caudatus, je kompromitovaná flexibilita správania u zvierat spôsobmi, ktoré sa len teraz začali dokumentovať. Pri ochorení mozgu známom ako Huntingtonova chorea, sa vyskytuje tento typ poškodenia na genetickom podklade, ktorý už bol identifikovaný.
V mozgu takýchto ľudí môžu neúmerné haldiny endogénneho glutamátu postupne zničiť bazálne gangliá. Hoci títo pacienti napokon trpia závažnými motorickými postihnutiami, ich duševný stav je spočiatku kompromitovaný schizoidným typom poruchy. Napríklad takýto človek si môže pamätať všetky kroky obľúbeného receptu, ale nie je schopný ich usporiadať do konečného produktu. Podľa všetkého tok informácii vnútri striato- talamicko-kortikálneho okruhu pomáha utužiť sekvencie správania založených na rozličných čiastkových úkonoch.
Existuje všeobecná viera, že komplexné presné (reálne) spomienky (často nazývané aj sémantickou pamäťou) sú uchovávané v medziprepojeniach kortexu, ale mnohé jednoduché spomienky, také ako motorické návyky sú kontrolované subkortikálnymi okruhmi. Napríklad, základná motorická spomienka pre klasicky podmienený očný- žmurkací reflex (anticipačné žmurknutie zapríčinené tónom, ktorý bol spárovaný s fúknutím vzduchu priamo do oka) spočíva vnútri starovekej časti cerebela. Dokonca aj v prípade takéhoto základného učenia, vyššie mozgové oblasti vypracovávajú a reprodukujú kognitívnu informáciu (spomienku) podmieňovania. Napríklad jednoduchý žmurkací reflex je dobre reprezentovaný v hipokampe. Ale táto reprezentácia nie je potrebná na vyjadrenie „ jednoduchého reflexu“, kde nepodmienený podnet nasleduje vzápätí za podmieneným podnetom. Je vyvolaný len vtedy, keď je dlhý interval medzi podmieneným a nepodmieneným podnetom. Keď sa použije „trace“ podmieňovanie, kde je pauza medzi podmieneným a nepodmieneným podnetom, je hipokampus nenahraditeľný. V diskusií o týchto mozgových funkciách je dôležité pamätať na to, že mnohé oblasti sa často zúčastňujú na jednoduchých procesoch.
Kortikálna kontrola primitívneho správania a základných emócií bola dosiahnutá mnohými spôsobmi. Jeden spôsob pre kôru bol, rozšíriť emócie v čase tak, že dovolíme organizmom žiť v minulých aj budúcich udalostiach. Ďalším spôsobom pre kortex bolo zabrániť pôsobeniu primitívnych inštinktuálnych systémov lokalizovaných v subkotrikálnych oblastiach. Týmto sa náš mozog podobá starému múzeu, ktoré obsahuje archetypálne zafarbenia evolučnej minulosti, ale my sme schopní udržať väščinu z tohto potlačené našim kortikálnym obalom. Náš mozog je plný zdedených spomienok a procesov, ktoré riadia naše činy a sny, ale zriedkavo sa vynárajú nedotknuté kortikokulturálnymi vplyvmi počas našich každodených aktivít.

Spojenia limbického systému.

Vnútri širokého kontinua limbického systému, ktorý zahŕňa hypotalamickú a mesencephalickú oblasť sa nachádzajú neurochemicky kódované dráhy slúžiace kontrole emočného a motivačného správania. Zahŕňajú hlavne fornix, stria terminalis, ventrálne amygdalofugálne dráhy, mamillotalamickú dráhu. Tieto dráhy zahŕňajú dva hlavné výstupy amygdaly. Stria terminalis, odosielajúca zostupné informácie do ventromediálnej oblasti hypotalamu . Priamejšia ventrálna amygdalofugálna dráha poskytuje priamy vstup k základom predného mozgu a k prednému hypotalamu. Okrem toho veľké množstvo dráh

prebieha cez laterálny hypotalamus, najznámejší z nich je stredný uzol predného mozgu. Toto je oblasť, kde môžeme pozorovať rozličné emočné správania pomocou lokalizovanej elektrickej stimulácie mozgu.
Ako bolo spomenuté predtým, existuje veľké množstvo rozlične neurochemicky kódovaných dráh, oboje aj zostupné aj vzostupné, ktoré prechádzajú cez hypotalamus. Tieto okruhy sa široko v mozgu rozvetvujú a poskytujú nám v súčastnosti možnosť prepojiť špecifické typy psychoemocionálnych procesov k mechizmom prebiehajúcim v mozgu. Tieto emócie riadiace sytémy sa podobajú stromom, s vetvami siahajúcimi do vyšších mozgovým oblastí, kde spolupôsobia s kognitívnymi procesmi. Kmene odrážajú dávne výkonné jadrá každého systému, ktoré sú ovplyvňované rozličnými telesnými stavmi, a korene ležia v bazálnyh gangliách a v oblastich mozgového kmeňa, zabezpečujúce spojenia s rozličnými motorickými procesmi. V skutočnosti tieto jemné neurochemické dráhy pomáhajú vytvárať, synchronizovať kognitívne, fyziologické a emočné stavy vnútri široko rozptýlených oblastí nervového systému.

Spojenia bazálnych ganglií.

Už som spomínal spojenia, ktoré vedú do bazálnych ganglií, tento masívny tok kortikálnych informácií do mozgu plazov je opätovne vracaný do kortexu cez talamus. Všeobecná funkcia bazálnych ganglií je pod kontrolou jedného hlavného „vypínača"- vzostupný mozgový dopamín, ktorý vystupuje zo skupín buniek vo ventromediálnej časti stredného mozgu. Keď je dopamín k dispozícií, tak bazálne gangliá efektívne vykonávajú svoju funkciu. Keď je dopamínová aktivita neúmerná – napríklad následkom podávania psychomotorických stimulancií takých ako amfetamín alebo kokaín, alebo pri patologicko klinických stavoch ako paranoidná schizofrénia- tak sa začnú objavovať repetitívne vzorce správania, nátlak myšlienok, halucinácie. Keď nie je dopamín k dispozícií, tak ako pri Parkinsonovej chorobe, alebo pri podávaní vysokých dávok antipsychotických medikamentov, je oslabené správanie a pridá sa nespokojnosť spolu s nedostatkom energie.
Dorzálne striátum dostáva mnoho vstupov z iných mozgových oblastí najdôležitejšie vychádzajú z neokortexu . Stojí za to poznamenať, že tento vstup nie je nutný pre normálnu funkciu striáta. Dekortikované zvieratá pokračujú v prejavovaní ich inštinktívnych vzorcoch správania. Je pozoruhodné, že toto nie je prípad človeka. Porovnateľné neokortikálne porušenie u človeka má závažné motorické následky, menovite paralýza, čo naznačuje, že ľudské mozgové funkcie sú sú závislejšie od neokortikálnych funkcií na rozdiel od mozgu nižších cicavcov.
Hlavné vzorce spojení ventrálneho striáta je podobné tým, ktoré sú v dorzálnom striáte až na skutočnosť, že vyššie vstupy vychádzajú z limbicko- viscerálneho kortexu. Je všeobecne známe, že ventrálny striatálny systém je jednou z najdôležitejších dráh prostredníctvom ktorej sa zmiešavajú emocionálne procesy so základnými motorickými tendenciami. Detailnejšie bude táto problematika rozobraná v kapitole 8.

Mesencephalon a nižší mozgový kmeň: vedúci systém výsledného? správania.

Vnútri stredného mozgu sme našli najnižšiu úroveň integrácie pre väčšinu emočných operačných systémov o ktorých budeme hovoriť. Mnohé emocionálne riadiace systémy majú silné spojenia so stredovými viscerálnymi štruktúrami – centrálna šedá hmota okolo

mozgových splavov (tiež nazývaná aj ako periaqeduktálna šedá hmota) a okolo retikulárneho tkaniva. Je to práve vo vnútri týchto zón, kde nechádzame najnižšie integratívne centrá pre obranné správanie, strach, separačnú úzkosť, hľadací reflex, sexuálny pud, a zážitky bolesti a radosti. Tieto najnižšie štruktúry emočného „stromu“ sú nenahraditeľné pri spontánnom jednaní vo svete. Keď sú čo i len mierne porušené živočíchy sa stávajú ťarbavé, lenivé a pri rozsiahlom poškodení je bežný komatózny stav. Vzostupné systémy na tejto úrovni neurálnej osi zahŕňajú základné okruhy pre urdržanie bdelosti a spánku. Keby sme postúpili laterálnejšie od týchto štruktúr narazíme na somatický nervový systém – so vzostupnými senzorickými procesmi a zostupnými motorickými procesmi. Hoci poškodenie v týchto oblastiach môže oslabiť isté zručnosti, typicky nezasiahne do živočíšnej tendencie byť spontánnymi a aktívnymi bytosťami. Možno vnútri tohto centrálneho mesencefalického okruhu mogového kmeňa raz nájdeme primárnu nervovú repezentáciu „self“.

Hierarchická organizácia mozgu.

Mozog je hierarchický systém.
Vyššie funkcie môžeme vykonávať len na podklade nižších funkcií, ale pomerne často môžu nižšie mozgové funkcie pracovať nezávisle na vyšších funkciách. Pretože nižšie funkcie sú nenahraditeľné, je pochopiteľné prečo poškodenie mozgového kmeňa je všeobecne viac oslabujúca ako kortikálne poškodenie.
Vyššie mozgové funkcie sú typicky viac otvorené, zatiaľ čo nižšie sú typicky streotypnejšie a uzatvorené. Napríklad zakladné vitálne funkcie mozgu – tie ktoré reguľujú základné telesné funkcie ako dýchanie – sú usporiadané na veľmi nízkych úrovniach. Vyššie úrovne zabezečujú flexibilnú kontrolu týchto nižších funkcií. Napríklad, vyšší mozgový kmeň (najmä hypotalamus) a blízke štruktúry bazálnych ganglií dovoľujú živočíchom vytvárať spontaneitu v správaní a rôzne komplexy správania , ktoré pomôžu nastaviť činnosť tak, aby bola v súlade s potrebami tela. Vyššie kortikálne úrovne, ktoré obklopujú tieto straoveké štruktúry, umožnujú komlexným vzorcom vstupujúcich informácií, aby boli uchované a nasýtené emóciami a inými

Doslov: Historické míľniky v našom neuroanatomickom chápaní emócií.

Kapitoly, v ktorých boli rozoberané emócie v zmysle neurovedy môžeme typicky zhrnúť do niekoľkých bodov. Na tomto mieste by som chcel ešte raz načrtnúť miniatúry troch objavov na poli neuroanatómie. V 5 kapitole budem popisovať kľúčové slová z neurofyziologickej perspektívy a v kapitole 6 z neurochemickej perspektívy. Toto nám poskytne krátke zhrnutie niektorých najrozšírenejších tvrdení neurovedeckých príspevkov týkajúcich sa emócií za posledné storočie.

1. Prvým „prielomom“ bol poznatok, že základné pohnútky emocionality sú situované v hlboko uložených subkortikálnych oblastiach mozgu. Chirurgické odstránenie mozgových hemisfér (decerebrácia) ako aj istých kôrových oblastí spôsobuje, že živočíchy sa stávajú náladovejšími s výraznými záchvatmi zúrivosti na malé podnety. Pretože tieto živočíchy nie vždy nasmerujú energiu svojho temperamentu správne(na príslušný cieľ) ich emočný výraz bude často vyznievať „pseudoafektívne“. Táto prax odráža názor, že živočíchy v skutočnosti neprežívajú vnútorné emočné stavy korešpondujúco s navonok pozorovaným emočným správaním. Tento postoj nebol

oprávnený. Nedostatok nasmerovania mohlo jednoducho naznačovať, že zvieratá boli dezorientované. Novšie výskumy, ako je zhrnuté v kapitole 8 až 15 poukazujú na to, že emocionálne zážitky vychádzajú z nabudenia subkortikálnych okruhov, ktoré sú odpojené pri decerebrácií. Subkortikálne uloženie základných mozgových systémov pre takéto emocionálne výbuchy zrejme viedla ku konceptu limbického systému.

2. Druhá skupina kľúčových zistení bola, že odstránenie niekoľkých izolovaných mozgových oblastí, zahŕňajúce spánkové laloky, frontálne laloky, septálnu oblasť a ventromediálny hypotalamus dramaticky modifikuje emocionalitu u zvierat a človeka charakteristickým spôsobom. Lobektómia pri odstránení spánkových lalokov navodzuje u zvierat hypersexualitu a zníženie strachu- takzvaný Kluver- Bucy syndróm, ktorý je tiež zjavný u ľudí. Toto je prevažne spôsobené zničením amygdaloidného komplexu. Zatiaľ čo lézia frontálneho laloku navodzuje u zvierat pokoj. Ľudia s takýmto mozgovým poškodením akoby prežívali intenzívnejšie prítomnosť, bez väščieho zamýšľania sa nad minulosťou alebo budúcnosťou. Nezapodievajú sa plánmi do budúcnosti. Porucha septálnej oblasti má za následok zvýšenie emocionality a agresivity u zvierat rovnako ako poškodenie ventromediálneho hypotalamu. Zvieratá podrobené neskôr spomenutému poškodeniu zostávajú trvale zúrivé, zatiaľ čo u zvierat so spetálnym poškodením sa zúrivosť značne zmenšuje v čase od poškodenia mozgu. V skutočnosti zvieratá so septálnou léziou sa často stávajú priateľskejšími ako normálne. Tieto emočné zmeny sú tak verné od experimentu k experimentu, že potrvdzujú existenciu stabilných subkortikálnych mozgových štruktúr pre vznik emocionality.

Konspekt vypracovala: **PhDr. Oľga Švančarová**

Kapitola 7

Spánok, zobúdzanie sa a vytváranie mýtov mozgom

Sleep, Arousal, and Mythmaking in the Brain

Po mnohé roky sa behavioristi a etológovia škriepili, ktorý z ich prístupov je správny. Zatiaľ čo behaviorizmus staval do popredia pozorovanie procesu učenia u zvierat v umelom prostredí, etológovia sa snažili objasniť, ako sa zvieratá spontánne správajú v ich prirodzenom prostredí. Dnes vieme, že každý z nich má čiastočne pravdu. Etológia si vie lepšie poradiť s "uzatvorenými" mozgovými programami, behaviorizmus lepšie s "otvorenými", ktoré poskytujú behaviorálnu flexibilitu vďaka novému učeniu sa. Tieto dve skupiny sa začali navzájom približovať keď sa ukázalo, že počas náročných úloh, ktoré sa mali zvieratá naučiť, sa často vracali k svojmu inštinktívnemu správaniu sa. Teraz obe skupiny zisťujú, že ich vedecká budúcnosť je limitovaná ak si nevytvoria spojenie s neurovedou a tak vznikli nové mocné disciplíny ako neuroetológia a behaviorálna neuroveda. Aj hlavný prúd psychológie postupne zisťuje, že musí venovať väčšiu pozornosť mozgu, aby sa mohlo ďalej pokračovať v chápaní základných psychologických procesov.
Stále viac sa ukazuje, že ľudia majú rovnako veľa inštinktívnych operačných systémov ako ostatní stavovci. Avšak u vyspelých ľudí je zložité tieto procesy pozorovať, pretože nie sú v dospelom správaní priamo vyjadrené, ale modifikované vyššou kognitívnou aktivitou. Preto sa u dospelých ľudí manifestujú iba subtílne psychologické tendencie, ako subjektívne pocity, ktoré poskytujú vnútorné vedenie ako sa správať. Neúspech psychológie úspešne sa vysporiadať s inštinktívnymi systémami ľudských a zvieracích mozgov stále zostáva jednou z veľkých slabín tejto disciplíny. Opak možno povedať o neurovede. Inštinktívne systémy mozgu sú podkladom pre sofistikované ľudské činnosti. Napríklad schopnosť a túžba malých detí naučiť sa jazyk je inštinktívna. Ak sú v dospelosti základné mozgové programy zničené, jazykové schopnosti sa vážne narušia. V mozgu zrejme existuje hlboká linguistická štruktúra. Na tomto mieste sa budem zaoberať tým, že ľudské emócie sú kontrolované podobne - hlbokou štruktúrou emočných okruhov, ktoré máme spoločné so zvieratami. Najlepší spôsob pochopiť tieto systémy v ľudských mozgoch je analyzovať korešpondujúce behaviorálne vzorce u zvierat. Afektívna sila základných emócií pochádza z vnútorne motivovaných neurofyziologických dejov, ktoré sú geneticky nastavené podkôrovými emotívnymi systémami.

Centrálna téma

Spánku a snívaniu sa dnes pripisuje veľa funkcií, no len málo z nich bolo definitívne preukázaných pomocou nástrojov vedy. Jedna vec je však istá. Každý deň prechádzame rutinným cyklom spánku, snívania a bdenia. Všetky naše aktivity sú riadené prastarým rytmom prírody a mnohé neurálne mechanizmy potvrdzujú, že sme zladení s cyklom striedania dní a nocí. Náš mozog obsahuje endogénne generátory denného rytmu a rovnako

tak snáď aj kalendárne mechanizmy, ktoré sa riadia mesačnými lunárnymi cyklami či striedaním ročných období. Vedci sa s veľkým záujmom zaoberajú mechanizmami, ktoré kontrolujú tieto procesy a pomocou vysoko objektívneho EEG, ktoré monitoruje aktivitu mozgu, sledujú rôzne štádiá našej bdelosti. Keď plne bdieme, EEG je plné vysokofrekvenčných, nízko amplitúdových beta vĺn, čo ukazuje, že mozog spracováva informácie. Keď človek prechádza do pokojného spánku, mozgová kôra vykazuje veľké, vysoko amplitúdové pomalé vlny, ktorých s postupným prehlbovaním spánku pribúda. Tie odrážajú stav mozgu, počas ktorého prebieha iba veľmi malé spracovávanie informácií. Pomalé spánkové vlny sú nasledované vysoko aktívnou formou spánku, ktorý je sprevádzaný kôrovým vybudením (ešte energickejším, než je EEG počas bdenia), ďalej muskulárnou paralýzou - atóniou - a rýchlymi pohybmi očí spolu so živým snením (tzv. REM spánok). Vo všeobecnosti prevláda názor, že non-REM spánok odráža procesy obnovy tela, zatiaľ čo snívanie odráža aktívnu reintegráciu informácií v mozgu. Hoci presne nevieme, ako nám jednotlivé štádiá spánku pomáhajú (okrem toho, že odstraňujú únavu), veľa vieme o mozgových mechanizmoch, ktoré tieto štádiá generujú. Všetky tieto výkonné štruktúry sa nachádzajú hlboko v mozgu, niektoré z nich v nižšom mozgovom kmeni. Podľa našich najnovších znalostí sa najvplyvnejšie mechanizmy non-REM spánku nachádzajú v mozgu vyššie ako aktívne prebúdzacie mechanizmy a výkonné mechanizmy REM spánku sú v mozgu zo všetkých troch najnižšie. Ak pripustíme, že kaudálne štruktúry sú vo všeobecnosti primitívnejšie ako vyššie štruktúry mozgu, sme prinútení uvažovať nad zvláštnou možnosťou, a to, že základné generátory snívania sú evolučne staršie než generátory nášho bdelého vedomia. V tejto kapitole sa pokúsime vyriešiť tento paradox zameraním sa na možné interakcie medzi procesmi snívania a starodávnymi emočnými systémami mozgu.

Rozmanitosť vedomia: spať a k tomu snívať

Mozog prechádza rôznymi stavmi počas bdenia a spánku. Prekvapivé je, že pre vedcov je zložitejšie zhodnúť sa na diskrétnych stavoch bdelého vedomia, než na tých, ktoré sa vyskytujú počas spánku. Je to vďaka tomu, že jednotlivé stavy v spánku vykazujú jednoznačnejšie EEG. Vedci vo všeobecnosti rozlišujú tri stavy: bdelé vedomie, non-REM spánok, ktorý má u ľudí štyri typické stupne a REM spánok.
Hoci rôzne bdelé stavy dosiaľ neboli kategorizované, raz to zrejme bude možné vďaka zameraniu sa na rozličné emočné a náladové stavy, ktoré organizmus prežíva. Ak k nim nájdeme objektívne mozgové indikátory, zrejme sa zhodneme na tom, že v mozgu existujú rôzne stavy aj počas bdelého vedomia.
Spánkový stav, ktorý najviac fascinuje každého, je snívanie. Niektorí ho nazývajú REM spánok, iní aktivovaný spánok alebo paradoxný spánok. Existuje mnoho teórií o úlohe REM spánku, niekto tvrdí, že nám pomáha spomienky zachovávať, niekto zas, že nám pomáha nepotrebné spomienky zničiť. Nanešťastie je na tomto poli viac dohadov ako definitívnych znalostí. V tejto kapitole vám predostriem novú teóriu, ktorá je rovnako pravdepodobná, ako každá iná. Najskôr však opíšem svoj sen, ktorý sa mi sníval pred pár dňami. Freud a Jung, či iní známi interpretátori snov by nad ním možno radi strávili čas, no ešte raz pripusťme - vedecky stále nevieme, akú funkciu v homeostáze mozgu sen má. Nik v skutočnosti nevie, či má obsah sna hlboký symbolický zmysel. Jednoducho by to mohol byť náhodný produkt mozgu vznikajúci počas stabilizácie mozgových okruhov, či vyprázdňovania pamäti od nepotrebného materiálu. Nevieme, či je to vonkajší záblesk kritického mozgového procesu,

ktorý dosiaľ plne nechápeme, či zmysluplný odraz funkčne dôležitých presunov našich kognitívnych a emočných súborov, ktoré majú dôležitý význam pre našu osobnosť a kognitívne štruktúry. Žiaľ, vieme viac o mozgových mechanizmoch, ktoré kontrolujú fyziologické zmeny počas REM spánku, než o samotných neurodynamických a psychodynamických výsledných stavoch, ktoré vzídu zo snívania.
V sne však možno nájsť niekoľko univerzálnych charakteristík. Je plný emócií. Získané kognície ukladá do novej schémy. Niektorí tvrdia, že snívanie je akési šialenstvo, a možno sú blízko pravdy. Mnohí vedci tvrdia, že schizofrénia je prejavom uvoľnenia procesu snívania do bdelého stavu. Niektorí výskumníci sa snažili túto hypotézu dokázať, no výsledky boli nejednoznačné. Schizofrenici nemajú o nič viac REM spánku ako ostatní, okrem večera pred prepuknutím schizofrénnej epizódy, kedy majú naozaj viac REM spánku. Toto sa samozrejme dá zaznamenať iba u pacientov s epizodickým priebehom schizofrénie. Možno tiež existuje veľa spoločného medzi snom, zážitkom po užití LSD a schizofrénnymi halucináciami - hoci prvé dva stavy sú prevažne vizuálne a tretí prevažne sluchový. Počas všetkých troch je v mozgu malá serotonínová aktivita. V každom prípade je sen miestom fantázií, miestom, kde niekedy žijeme vo svojich túžbach a v spomienkach drahých, ale aj plných strachu. Objavujú sa nám staré spomienky z detstva, snáď ako skrytá túžba po bezpečí tých čias.
Pred pár dňami sa mi snívalo o mojej dcére Tiine. Za posledné roky sa mi o nej sníva často. Tiina by tohto roku mala nastúpiť na vysokú školu. Môj sen je nasledovný:
"Stojím na mieste prednášajúceho a v posluchárni sedia roztrúsení študenti. Napravo sedí skupinka štyroch veselých černošských chlapcov s vlasmi zapletenými do drédov. Nikoho zo študentov nepoznám, hoci niektorí sú mi trochu povedomí. Odrazu cez zadné dvere vstúpi dievča, ktoré okamžite spoznám. Je to Tiina, moja dcéra a mňa zaplaví pocit radosti, pretože sa mi zdá, že som ju veľmi dlho nevidel. Usmeje sa a milo mi mávne na pozdrav a potom kráča dopredu, ladnejšie , ako kedykoľvek predtým, akoby sa vznášala. Sadne si dopredu, priamo pred skupinku černochov. Som veľmi šťastný, že ju vidím. Po chvíľke si ju chlapci začnú doberať a ona, bez akéhokoľvek rozmrzenia, jednoducho vstane a posadí sa viac dopredu. Tiina žiari. Znenazdajky prednáška končí a ja sa ponáhľam aj s nejakými študentmi dopredu a pritom sa snažím zazrieť Tiinu. Chytí ma panika a snažím sa predrať medzi ľudí, ktorých počet teraz prerástol do davu. Zrazu si uvedomím, že je mŕtva, no táto myšlienka už nepatrí do sna, ale prichádza v momente môjho panického prebudenia. Zalieva ma studený pot. Všetko v sne ostáva veľmi živé, neviem sa ho hodiny striasť. Sen mi ovplyvnil náladu na niekoľko ďalších dní."
V čase, keď sa mi tento sen sníval, bola moja dcéra, ktorá mala veľa priateľov z rôznorodých kultúr, dva a pol roka mŕtva. Zahynula spolu s tromi priateľmi pri hroznej autohavárii, keď do ich auta narazil opitý vodič prenasledovaný bezohľadným policajtom. O tejto havárii sa mi snívalo veľa hrôzostrašných snov a cez deň ma prenasledovalo veľa hrozných myšlienok a pocitov. Tiina je mŕtva, no v mojich snoch je často živá. V niektorej časti mojej mysle ostáva všetko ako v minulosti. Možno mal Freud čiastočne pravdu, keď povedal, že všetky naše sny, ak pochopíme správne ich skrytý význam, odrážajú naše "komplexy" (emočne citlivé miesta), ktoré vyvstávajú z našich najvnútornejších túžob a najhlbších strachov. V sne sa prihlásia naše emočné skutočnosti, zatiaľ čo s nástupom spánku sa menej dôležité detaily a pretvárky bdelého života vytrácajú. Veľké či malé očakávania do budúcnosti idú počas snívania ruka v ruke s minulými hrôzostrašnými zážitkami.
Proces snívania je veľmi zvláštna vec. Podľa EEG vyzerá ako bdelý stav, ale podľa správania vyzerá ako paralýza. Možno to, čo je dnes REM spánok, bolo kedysi pôvodné bdelé vedomie

počas ranej evolúcie mozgu, kedy bola v boji o potravu dôležitejšia emocionalita ako rozum. Táto prastará forma bdelého vedomia bola zrejme aktívne potlačená, aby mohla evolúcia mozgu ďalej efektívne pokračovať. Toto je v skratke nová teória o snívaní. Je zaujímavé, že hoci existuje už mnoho teórií, je tu ešte stále priestor pre nové. Ale presne toto prináša sen - nekonečnú plejádu nápadov, najmä vtedy, keď je život stresujúci a potrebujeme vymýšľať nové alternatívy. Je naozaj dokázané, že množstvo REM spánku sa zvyšuje vtedy, keď je organizmus vystavený stresujúcim, emočne náročným situáciám.

Spánok a bdenie ako aktívne funkcie mozgu

Pred tým, než prebehli určité dôležité výskumy, sa myslelo, že bdelý stav je udržiavaný tak, že mozog je bombardovaný prichádzajúcimi podnetmi zo zmyslov a že spánok prichádza až vtedy, keď stimulácia z okolia ustane. Dnes je jasné, že mozog má aktívne mechanizmy pre indukciu bdenia (bdelosti a pozornosti), ako aj odlišné endogénne aktívne mechanizmy pre indukciu non-REM a REM spánku. Počas non-REM spánku je mozgová kôra postupne zaplavená prehlbujúcimi sa pomalými vlnami. Non-REM je prerušený REM spánkom a s pokračovaním noci sa epizódy non-REM skracujú a epizódy REM predlžujú. Deti majú oveľa viac REM spánku ako starší ľudia a s vekom sa taktiež stráca aj hlboký non-REM spánok.
Počas non-REM spánku bdelá aktivita vo väčšine mozgu ustupuje a neuronálna aktivita sa redistribuuje. Mnohé neuróny na osi talamus .- neokortex pracujú synchrónne, čo na EEG vidno ako spánkové vretienka a delta vlny, akoby sa kôrové oblasti dostali pod vplyv nového mocného výkonného systému, ktorý znižuje pozornosť. Vskutku, mnohé tieto mozgové zmeny pochádzajú z rytmického pacemakera, ktorý tvoria nervové bunky umiestnené v starých nešpecifických retikulárnych oblastiach talamu. Pomalé kortikálne vlny majú pôvod aj v iných mozgových oblastiach, napr. v prednom hypotalame. Opakovaná elektrická stimulácia týchto oblastí mozgu navodila spánok u bdelých pokusných zvierat.
Počas REM spánku väčšina mozgu preukazuje o čosi väčšiu aktivitu ako počas bdenia, no mnohé neuróny, ktoré sú najviac aktívne počas bdenia (napr. noradrenalínové a serotonínové), prestanú počas REM pracovať úplne. Naopak, aktivita je vysoká v limbickom systéme, najmä v amygdale. Počas REM spánku sa teda "rozsvietia" tie mnohé mozgové oblasti, ktoré spracovávajú emócie. Prefrontálne oblasti, ktoré vytvárajú aktívne plány, ostávajú ticho počas REM i non-REM spánku.
Jedna oblasť mozgu, konkrétne hippokampus, vykazuje počas REM spánku vysokú rytmickú theta aktivitu. Počas bdenia táto aktivita znamená, že nervové okruhy systematicky kódujú informácie (prenášajú najnovšie zážitky do dlhodobej pamäti). Znamená to rovnaký proces aj počas REM spánku, hoci je dobre známe, že sny si len veľmi ťažko pamätáme? Snáď to nie je paradox, ak theta aktivita počas REM spánku umožňuje prechodným zásobám pamäti prejsť do podvedomých zvykov. Snáď Freudove a Jungove teórie o snoch, ktoré vravia, že sny odrážajú nevedomé a symbolické emočné sily, obsahujú predsa len dajakú pravdu, hoci sa im dostalo kritiky od mnohých.
REM spánok má dve komponenty - tonickú komponentu, a to svalovú atóniu, ktorá bráni organizmu sny vykonávať, a fázickú komponentu, ktorú odrážajú mnohé svalové zášklby, ktoré prerazia cez atóniu. (Zvieratá, u ktorých bol narušený mozgový mechanizmus spôsobujúci atóniu, začali počas spánku pohybmi vyjadrovať svoju emocionalitu).
REM znamená rýchle pohyby očí a toto pomenovanie sa vžilo preto, lebo v mnohých častiach tela sa počas REM spánku vyskytujú svalové zášklby. Napríklad potkany ňuchajú nosom -

toto správanie normálne vidno vtedy, keď zvieratá skúmajú okolie a objekty. Samci majú počas REM erekciu - potkani periodicky, ľudia takmer stále. Najživšie, afektívne nabité sny sa objavujú počas REM spánku. Občas v spánkových laboratóriách udávajú ľudia po cielenom zobudení sny aj počas non-REM spánku, no tieto bývajú pokojné. Ľudia si často myslia, že nočné mory či chodenie v spánku vznikajú počas REM spánku. V skutočnosti sa objavujú počas najhlbšieho, 4. delta štádia non-REM spánku.
Architektúra spánku nie je náhodná. Mozog pracuje v cykloch (počítajúcich sa od jedného REM po začiatok nasledujúceho REM, malé zvieratá ho majú kratší, napr. mačky 20 minút, u ľudí trvá priemerne 90 minút. Tieto cykly možno zachytiť aj počas bdenia, čo sa dokázalo u zvierat i u ľudí. Ak nenásilne pozorujete človeka, zistíte, že má tendenciu periodicky sa upravovať (napr. dotýkať sa tváre či špárať si v nose) približne každých 90 minút. Tieto rytmy, kratšie ako deň (ultradiánne) sú vložené do denných (cirkadiánnych) rytmov, ako aj do dlhších rytmov (infradiánnych), napr. mesačných a ročných.

Riadiace hodiny v mozgu a melatonín

Riadiaci pacemakerový mechanizmus pre denný rytmus je situovaný v párovom zoskupení neurónov nazvanom suprachiazmatické jadrá, ktoré sú situované za očami nad optickou chiazmou. Svoj 24 hodinový rytmus si udržiavajú nejaký čas aj po tom, čo sú umiestnené do tkanivovej kultúry oddelene od tela. Aktívne inhibujú mnohé kontrolné systémy, mnohopočetné dráhy, ktoré z týchto jadier vystupujú, kontrolujú prakticky všetky rytmy správania, ktoré boli skúmané, od spánku po príjem potravy. Riadia sa svetlom, ktoré je pre nich mocným nastavovačom času (time setter). Aktivita týchto jadier je však koordinovaná aj ďalšími rozličnými prídavnými vplyvmi - od príjmu kofeínu po hormón melatonín.
Melatonín sa tvorí v epifýze a u cicavcov sa do krvi uvoľňuje vtedy, keď sa znižuje denné osvetlenie a oni sa pripravujú na spánok. Slúži ako silný spúšťač non-REM spánku, ale aj synchronizuje cirkadiánne rytmy a úspešne reguluje aj iné telesné procesy, napr. rast a pubertu. Môže aj zvyšovať úzkosť a modifikovať depresiu (niekomu sa depresia prehĺbi, inému sa polepší) a dokonca dokáže inhibovať rast rakovinových tumorov. Viac než iná prirodzená látka dokáže bezpečne a vysoko účinne navodiť spánok. Za posledné roky, keď informácie o ňom vo zvýšenej miere prenikli na verejnosť, sa veľmi zvýšila jeho spotreba, lebo v mnohých krajinách je dostupný bez lekárskeho predpisu. Hoci nie sú známe dlhodobé následky užívania melatonínu, niektorí opatrní vedci varujú, slepí ľudia ho však už desaťročie pravidelne užívajú na stabilizáciu denných rytmov a to bez akýchkoľvek vedľajších účinkov.
Mozog obsahuje okrem melatonínu širokú paletu ďalších endogénnych látok navodzujúcich spánok a identifikovaných bolo okolo 30 z nich. Napríklad sedujúci, adenozínový transmiterový systém. Kofeín je prirodzený antagonista adenozínového receptoru, čo pomáha vysvetliť, prečo sú ľudia po káve bdelejší a prečo niektorí po káve veľmi ťažko zaspávajú.

Mozgový mechanizmus spánku a zobúdzania

Objasnenie aktívneho mozgového mechanizmu, ktorý kontroluje spánok a zobúdzanie, reprezentuje jeden z veľkých úspechov psychobiológie. Experimenty na zvieratách ukázali kde v mozgu sú základné generátory týchto stavov situované. Zistenie, že výkonné štruktúry

REM spánku sú umiestnené v nižšom mozgovom kmeni, neznižuje potenciálnu dôležitosť vyšších mozgových oblastí pre sny. Snívanie je funkciou vyššieho mozgu, zatiaľ čo schopnosť dostať sa do tohto stavu je funkciou nižšieho mozgu.

Systémy bdenia

Základná identifikácia mozgových zón, ktoré sú primárne zodpovedné za riadenie spánku a bdenia, bola dosiahnutá na laboratórnych zvieratách pomocou radikálnych prierezov mozgovým kmeňom na rôznych úrovniach. Na zvieratách, u ktorých bola miecha oddelená od mozgu sa zistilo, že vyšší mozog, oddelený od zmyslových podnetov z tela, dokáže celkom dobre sám udržiavať normálny cyklus spánku a bdenia. Ak sa mozgový kmeň prerezal na úrovni vyššieho stredného mozgu, zvieratá sa dostali do kómy a ich predný mozog takmer neustále zotrval v non-REM spánku. Iba po mnohých týždňoch sa u týchto zvierat ukázal mierny návrat k EEG s náznakmi istej bdelej aktivity, no známky REM spánku sa v oblastiach nad rezom už nikdy neobjavili. Na druhej strane však u týchto zvierat nižší mozgový kmeň pokračoval v spontánnom cykle bdenia a aktivovaného (REM) spánku, čo naznačuje, že základné mechanizmy bdenia a REM spánku sú lokalizované v nižšej polovici mozgového kmeňa. Dôležité je poznamenať, že pri takomto prerezaní mozgu zostanú k vyššiemu mozgu pripojené len 4 z 12-tich hlavových nervov - olfaktoriálne nervy, optický nerv (2 hlavné kanály pre senzorický vstup) a 3.- 4. nerv pre riadenie očných pohybov.
Najvýznačnejší objav sa udial vtedy, keď sa rez stredným mozgom posunul mierne späť, smerom do nižšieho mozgového kmeňa, čím sa získali zvieratá, ktoré vykazovali značnú časť bdelého EEG v prednom mozgu, no žiadny REM spánok v týchto vyšších oblastiach. Odhalil sa tak malý úsek mozgového kmeňa, ktorý obsahuje endogénny pacemeker pre podnecovanie bdelosti, ktorý nepotrebuje vonkajšie vnemy z tela. Keď bola u spiacich zvierat táto retikulárna zóna elektricky stimulovaná, zvieratá sa okamžite zobudili.
Kľúčovou otázkou sa stala presná podstata mechanizmu podnecujúceho bdenie, ktorý je situovaný v mozgovom kmeni, presnejšie v rostrálnom moste. Odpoveďou sa ukazujú byť dve skupiny cholinergných buniek, ktoré spolupracujú s blízko uloženou skupinou noradrenalínových buniek (locus coeruleus). Je dobre známe, že tieto escendentné neuronálne systémy sa zúčastňujú na udržiavaní bdenia a pozornosti, no existuje niekoľko ďalších prídavných mechanizmov bdenia (ako napr. dopaminergný, glutaminergný, histaminergný), ktoré sú situované vyššie v mozgovom kmeni. No tieto vyššie systémy samotné nedokážu držať bdenie, potrebujú k tomu vplyv zmienenej cholinergnej a noradrenalínovej inervácie. Keď výskumníci zablokovali cholinergný systém podaním atropínu, v mozgovej kôre to spôsobilo mocnú non-REM aktivitu, hoci zvieratá sa správali na pohľad ako v bdelom stave, no boli zmätené a zažívali hrozné halucinácie, ak sa dá tento ľudský subjektívny zážitok použiť na pochopenie zvieracej mysle.
Dnes sa už všeobecne uznáva skutočnosť, že počas zníženej cholinergnej aktivity mozgu sú schopnosti pamäti a pozornosti u ľudí i u zvierat vážne znížené. Naozaj, mnohé kognitívne problémy, ktoré sa vyskytujú u pacientov s Alzheimerovou chorobou, sú spôsobené deterioráciou týchto neurochemických systémov. V krátkosti, široký cholinergný systém predného mozgu a mozgového kmeňa je nepostrádateľný pre udržanie bdenia a pozornosti vyšších mozgových oblastí. Existujú dôkazy aj pre to, že i roztrúsené cholinergné neuróny nižšie v mozgovom kmeni sú nepostrádateľné pre podnietenie REM spánku. Toto zistenie ukazuje, že v mozgu existuje určitá neurochemická kontinuita medzi podnecovaním REM

spánku a podnecovaním bdenia. Je možné, že roztrúsené cholinergné neuróny, ktoré dnes riadia fázickú časť REM spánku, mali pôvodne na starosti emocionálnejšiu formu bdenia u našich pradávnych predchodcov.
Úloha noradrenalínových neurónov v udržiavaní bdenia je oveľa menšia, než cholinergných. Zatiaľ čo cholinergné bunky zosilňujú všetky zmyslové vnemy, noradrenalínové pomáhajú zameriavať pozornosť na špecifické časti vonkajšieho sveta, a to tým, že redukujú nepotrebný neurálny šum.

Mozgové mechanizmy non-REM spánku

Vzhľadom na to, že skupiny cholinergných buniek mozgového kmeňa pomáhajú udržiavať pozornosť a formovať pamäť, redukcia ich aktivity navodí non-REM spánok. No tento efekt sám o sebe nestačí na to, aby organizmus zaspal, hoci anticholinergiká bývali najúčinnejšou zložkou liekov na spanie. To isté možno povedať i o redukcii noradrenalínovej aktivity. Pred tým, než spánok plne nastúpi, musia k tomu pristúpiť ďalšie faktory. Zrejme treba určitú aktivitu adenozínu alebo GABA aktivitu. Ako sme už spomínali, podnietenie špecifických preoptických jadier v prednom hypotalame vedie k vysoko efektívnemu navodeniu non-REM spánku a tieto jadrá obsahujú GABA-u. Dalo by sa zhrnúť, že v mozgu pravdepodobne neexistuje samostatný generátor non-REM spánku. Mnohé faktory môžu znížiť mozgovú bdelosť. Non-REM spánok je v mozgu zrejme hierarchicky kontrolovaný, tak ako to je aj u mnohých iných funkcií.
Na záver musíme zdôrazniť, že jeden metabolický produkt serotonínu - melatonín- je pozoruhodne silným uvádzačom prirodzeného non-REM spánku. Spánok indukovaný melatonínom sa zdá byť hlbší, než spánok normálny. To vysvetľuje, prečo ľudia, ktorí občas užívajú melatonín, potrebujú celkovo menej spánku.

Mozgový mechanizmus REM spánku: Je v mozgovej evolúcii snívanie staršie ako bdenie?

Ako sme už spomínali, pokusy na zvieratách ukázali, že základné mechanizmy bdenia sú v mozgovom kmeni situované vyššie ako nervové bunky, ktoré spúšťajú REM spánok. Ďalej sa ukázalo, že výkonné mechanizmy sa presne nachádzajú v nižšom ponse (moste). V tejto všeobecnej mozgovej zóne je lokalizovaných niekoľko odlišných funkcií REM spánku - napr. mechanizmy pre atóniu sú na inom mieste ako mechnizmy pre fázický komponent REM spánku. Oba tieto systémy sú do značnej miery vybudované okolo cholinergnej inervácie. Aplikácia látok, ktoré spúšťajú aktivitu acetylcholínu do tejto oblasti nižšieho mozgového kmeňa, môže spustiť epizódy REM spánku.
V retikulárnych poliach existujú obrovské bunky, ktoré preukazujú počas REM mocné výbuchy aktivity. Prispievajú zrejme k fázickým komponentom REM spánku. Tieto isté bunky počas bdenia sprostredkujú orientačné pohyby. Z pohľadu, že prastaré mechanizmy REM spánku pôvodne prispievali k pradávnej forme bdelého vedomia, dáva zmysel skutočnosť, že tieto veľké bunky sa zúčastňujú na akýchsi primitívnych orientačných reflexoch.
Hoci bdelý stav aj REM stav podliehajú silným cholinergným vplyvom, REM nie je len akýmsi bdelým stavom maskovaným pod mohutnou motorickou relaxáciou atónie. Je to odlišný mozgový stav. Celý mozgový kmeň urobí počas REM akoby obrat o 180 stupňov. Retikulárna formácia začne podnecovať inhibíciu namiesto aktivácie. Funkcia niektorých

retikulárnych zón je počas REM diametrálne odlišná, čo prispieva k masívnej motorickej inhibícii počas REM spánku.
Keďže centrum neurónov podnecujúcich REM spánok je v mozgovom kmeni situované nižšie ako retikulárny systém bdenia, máme veriť tomu, že mechanizmy REM spánku sú o čosi vývojovo staršie ako mechanizmy bdenia?
Mohli by sme sa domnievať, že to, čo dnes poznáme ako mechanizmus REM spánku, slúžilo kedysi na riadenie primitívnej formy bdelého vedomia. S evolúciou vyšších mozgových častí bolo zrejme treba nový a výkonnejší mechanizmus bdenia, čo viedlo k vzniku retikulárnej formácie. Staršia forma bdenia postupne ustúpila a začala vykonávať druhoradú funkciu, ako napríklad integráciu emočných informácií, čo sa zrejme deje počas spánku.
Skôr, než sa u zvierat objavili komplexné kongitívne stratégie, bolo ich správanie riadené primárnymi psychobehaviorálnymi šablónami, ktoré dnes poznáme ako primitívne emočné systémy. Tieto úplne jednoduché postupy správania boli zrejme postupne prekonané sofistikovanejšími kognitívnymi prístupmi, ktoré vyžadovali nielen prítomnosť mozgovej kôry, ale aj nový mechanizmus bdenia.
REM systém teraz umožňuje, aby boli prastaré emočné impulzy integrované s novšími kognitívnymi schopnosťami evolučne mladšieho mechanizmu mozgového bdenia. Toto pomáha vysvetliť mnohé pozoruhodné atribúty REM spánku - od jeho emočne silného obsahu po jeho očividnú funkciu posilňovať učenie a upevňovať pamäťové stopy.

Je spánok nevyhnutný pre prežitie?

Vedci bez problémov odhadujú celkovú funkciu bdelého vedomia - organizmy si počas neho zabezpečujú potravu, vyhýbajú sa nebezpečenstvu a spoločne trávia čas tým, že rozmnožujú svoj druh. Ľudia sa okrem toho venujú tvorivej činnosti. Na druhej strane, psychologické funkcie spánku nie sú také evidentné a hoci prebiehajú mnohé diskusie, jednoznačne nebola demonštrovaná ani jedna z predpokladaných funkcií. Väčšina vedcov sa zhoduje na tom, že non-REM spánok a REM spánok majú v tele a mozgu odlišné funkcie. Existuje zrejme viac správnych odpovedí, v závislosti na tom, na akej úrovni by sme spánok analyzovali.
Najzákladnejšou otázkou zostáva, či je spánok nevyhnutný pre prežitie. Vedecká práca, ktorá využívala na výskum úplnú spánkovú depriváciu a prolongovanú depriváciu REM spánku, dala jednoznačnú odpoveď - spánok je pre prežitie nevyhnutný. Pokusné potkany umierali v priemere po dvoch týždňoch úplnej spánkovej deprivácie a po 5 - 6 týždňoch od začatia selektívnej deprivácie REM spránku.
Presný dôvod, prečo pokusné zvieratá zomreli, zostal dlho zahmlený. Možným hlavným dôvodom mohla byť ich neschopnosť udržať termoreguláciu. Zvieratá jedli viac než obvykle a napriek tomu strácali hmotnosť. Očividne nedokázali ukladať a využívať energiu. Ich konečná smrť zrejme odrážala kolaps imunitného systému. Najnovšie výskumy ukazujú, že mnohé zo zvierat ukrátených o spánok zrejme umreli na bakteriálnu infekciu v krvnom obehu. Podľahli pravdepodobne chronickej stresovej reakcii. Hoci tieto pokusy vyzerajú kruto, poskytli definitívny dôkaz, že spánok pomáha udržiavať zdravie. Avšak špecifické mozgové funkcie non-REM spánku ostali ešte viac zahmlené.

Spánok a jeho základné telesné a mozgové funkcie

Jeden zo spôsobov, ako skúmať spánok, je v kontexte látok, ktoré sú v tele vylučované počas rôznych stavov bdelosti. Špecifické hormonálne zmeny nastávajú v tele počas špecifických spánkových a bdelých cyklov. Napríklad mnohí vedci dnes tvrdia, že non-REM spánok je obdobie vhodné na obnovu tkanív.
Jedným z pôsobivých dôkazov, že non-REM spánok obnovuje telesné funkcie, je skutočnosť, že vylučovanie rastového hormónu z hypofýzy je tesne viazané na nástup non-REM spánku. Najväčšie množstvo rastového hormónu sa vylúči počas prvej fázy non-REM. Viac sa ho vylúči, ak je zviera dobre najedené. Ak je non-REM spánok narušený, naruší sa aj sekrécia rastového hormónu. A pretože rastový hormón zvyšuje následný REM spánok, poruchy spánku, ktoré narušujú non-REM, majú vplyv aj na celkovú štruktúru spánku. Rastový hormón podporuje u detí rast dlhých kostí, a preto vzťah non-REM a rastového hormónu vysvetľuje, prečo niektoré deti žijúce v stresujúcom prostredí zaostávajú v raste. Ak sú umiestnené v pokojnejšom prostredí, ich rast sa obnoví. Priama závislosť rastového hormónu od non-REM spánku nemá vplyv na tých, čo cestujú na dlhé vzdialenosti, alebo na ľudí pracujúcich v smenách. Ak sa spánkový vzorec zmení, rastový hormón sa tomu hneď prispôsobí. Toto však nie je prípad iných hormonálnych rytmov, napr. rytmu ACTH, ktorý sa vylučuje počas REM spánku, no nie je REM epizódami spúšťaný.
Periódy REM spánku, rovnako ako aj periódy non-REM spánku, sa vyznačujú vlastnou špecifickou hormonálnou sekréciou, najvýznačnejšou je preferenčná sekrécia ACTH, ktorá následne spúšťa vylučovanie kortizolu v nadobličke. Počas normálneho spánku sa vylučovanie tohto stresového hormónu zvyšuje s každou ďalšou epizódou REM spánku, čím viac noc pokračuje. Takto sa postupne telo pripravuje na bdelú aktivitu - zvyšuje sa tvorba glukózy, pripravuje sa energia pre mozog. Postupné pulzové zvyšovanie sekrécie ACTH zrejme slúži ako prirodzený budík, ktorý nám pomáha zobudiť sa, keď je telo opäť pripravené na bdelú aktivitu.
Avšak sekrécia ACTH je len pasívne spojená s REM epizódami, v skutočnosti ju riadia suprachiazmatické jadrá. A preto sa sekrécia ACTH nezmení okamžite po zmene spánkového rytmu. Napríklad 12-hodinový posun (keď by ste cestovali lietadlom na opačnú stranu zemegule) vyžaduje na úplnú regeneráciu dva týždne. Toto vysvetľuje, prečo sa po zmene spánkového rytmu (po nočnej službe alebo po dlhej ceste lietadlom) cítime unavene. Telo nevyužíva zásoby v pravý čas, a preto mentálna aktivita nestíha plniť reálne požiadavky prostredia. Synchronizácii biologických hodín môže napomôcť rozumné užitie melatonínu alebo svetla. Napríklad, ak cestujete z Ameriky do Európy, pomôže vám, ak budete niekoľko večerov pred odchodom užívať malé množstvo melatonínu, a to zakaždým o hodinu skôr. Účinný je aj dostatok jasného svetla každé ráno. Hormón ACTH je vylučovaný adenohypofýzou v akejkoľvek stresovej situácii, a to vtedy, keď stresor spustí v hypotalame vylučovanie tzv. kortikotropín spúšťajúceho faktoru (CRF). Ten spustí sekréciu ACTH a následne sekréciu kortizolu. Zvýšená hladina kortizolu spätne znižuje sekréciu SRF (negatívny feedback). Tento normálny kruh je narušený u istých psychiatrických porúch, ktoré sú sprevádzané poruchami spánku. Napríklad, u depresívnych ľudí užívanie glukokortikoidov nezníži sekréciu vlastného kortizolu. Mnohí depresívni pacienti majú vysoké hladiny ACTH a kortizolu počas REM spánku už o pol noci. Preto sa zobúdzajú už veľmi skoro ráno. Dôležité je spomenúť, že kortizol zhoršuje depresiu, napr. nie je neobvyklé, že sa počas terapie kortikoidmi objaví depresia, u niektorých pacientov dokonca mánia.

Z tohto pohľadu nie je prekvapujúce, že umelé zabránenie REM spánku, alebo úplná spánková deprivácia, dokáže pôsobiť proti depresii rovnako účinne ako akékoľvek dostupné antidepresívum. Pravdepodobne je to dosiahnuté zabránením sekrécie hormónov, ktoré sú produkované počas REM spánku a snáď potlačením neurochemických procesov, ktoré sa počas spánku normálne vyskytujú. Je možné, že aspoň časť terapeutického efektu mnohých antidepresív je spôsobená tým, že potláčajú REM spánok. Je známe, že lieky, ktoré blokujú vychytávanie biogénnych amínov zo synáps (tricyklické antidepresíva a SSRI) sú všetky potencionálnymi inhibítormi REM. Toto však musí byť ešte empiricky dokázané.

Potenciálne adaptívne funkcie REM spánku.

REM má vplyv na syntézu bielkovín a konsolidáciu pamäti. No REM sa zúčastňuje len na upevňovaní komplexnej pamäti, nie na konsolidácii pamäťových stôp, na ktoré je nervový systém pripravený evolúciou.
REM umožňuje systematický prístup k základným emocionálnym mozgovým okruhom a následne opätovné preberanie emočne nabitých informácií nazbieraných počas bdenia a ich uloženie do trvalej pamäti. REM zrejme umožňuje stabilizáciu a reštrukturalizáciu informácií, ktoré boli nazbierané v dočasnej pamäti. Sen zrejme odráža tento upevňovací proces. Udalosti, ktoré boli uložené v dlhodobej pamäti, sa využívajú ako anticipačné stratégie, a to vtedy, keď sa v budúcnosti vyskytne im podobná situácia. Tieto nové pamäťové stopy prispievajú k nevedomým či podvedomým zvykom. Napomáha to upevňovať naše emočne silné i slabé stránky. Samozrejme, tento pohľad, (ktorý sa podobá na Freudov a Jungov) má len malú empirickú podporu. Napriek tisíckam vynikajúcich štúdií sme ešte veľmi vzdialení konečnému porozumeniu tohto fascinujúceho mozgového procesu.

REM spánok, emocionalita a učenie

Existuje veľa súvislostí medzi spánkom a emocionalitou. Množstvo REM spánku sa zvyšuje po tom, čo sa organizmus stretne s novým prostredím a stresovými situáciami. Toto platí tiež pre raný vývoj, kedy je svet pre organizmus nový. Zvieratá majú počas mladosti oveľa viac REM spánku ako v neskoršom veku. Stretnutie s veľkým množstvom nových informácií dosiaľ neznámym spôsobom pôsobí na základné generátory REM spánku v mozgovom kmeni. Ukazuje sa, že REM spánok je úzko spojený so spracovávaním emócií a nových informácií, no REM napomáha iba niektorým formám učenia. Jednoduché úlohy, na ktoré sú zvieratá vďaka evolúcii pripravené (napríklad útek od nebezpečenstva), sa zvládnu naučiť aj vtedy, ak je ich REM spánok následne deprivovaný. Inak je to s komplexnými emocionálnymi úlohami, ktoré nie sú predznačené v evolúcii týchto zvierat. Napríklad vtedy, keď sa mali potkany naučiť pohybovať tam a späť medzi bezpečnými a nebezpečnými zónami v klietke. Vo svete prírody takáto situácia nenastane, bezpečná zóna sa v priebehu chvíle nezmení na nebezpečnú a naopak. Zvieratám, ktorým sa nedostalo následného REM spánku trvalo oveľa dlhšie, kým sa naučili zvládnuť túto úlohu náročnú na emócie. Jednoznačne nedokázali pochopiť zmysluplné, ale proti ich inštinktu idúce vzťahy, ktoré vyvstali zo situácie, ktorú im výskumníci pripravili. Keď sú potkany vystavené takejto situácii, ich REM sa značne zvyšuje, zatiaľ čo učenie sa jednoduchým (evolučne predznamenaným) úlohám, množstvo REM nezvyšuje.

Vzťah medzi REM spánkom a emocionalitou sa najjasnejšie ukázal počas pokusov, kedy zvieratám zničili mechanizmus zodpovedajúci za atóniu počas REM spánku. Zvieratá začali vykonávať svoje sny. Toto poskytlo najúčinnejší vhľad do zvieracích snov. Fázické mechanizmy REM spánku akoby opakovane, hoci v doteraz nepreskúmanom poradí, aktivovali výkonné aparáty pre inštinktívne mozgové procesy spojené s emocionalitou (napr. u mačky úzkosť, hnev, skúmanie prostredia, párenie sa). Tieto fázické mechanizmy REM spánku aktivujú tiež psychické, halucinatórne komponenty snívania.
Snívanie je veľmi komplexná činnosť mozgu. Vyšší mozog ovplyvňuje výkonné aparáty spánku umiestnené v mozgovom kmeni. Dokazuje to skutočnosť, že rôzne zážitky počas bdelého stavu ovplyvňujú u zvierat množstvo a typ spánku. V súčasnosti nám však chýba presný dôkaz ako k tomu dochádza.

Možné neurochemické funkcie REM spánku

Vo všeobecnosti panuje zhoda, že spánkové štádiá majú určitý obnovujúcu vplyv na neurobiologické funkcie mozgu, pretože zrejme umožňujú omladzovanie určitých transmiterov. Keďže deprivácia REM spánku zlepšuje depresiu, je zrejmé, že počas REM sa obnovujú okrem mnohých iných neurochemických systémov aj tie, ktoré posilňujú negatívnu afektivitu. Je tiež možné, že REM spánok upevňuje afektívne negatívne kognície, ktoré následne môžu zosilniť depresívnu poruchu. Počas REM spánku sa obnovuje serotonínový a noradrenalínový systém, vyvstáva však dilema: prečo má spánková deprivácia antidepresívny účinok?
Obnovovanie mozgu počas spánku je zrejme ešte širšie, čo umožňuje obnovu a vyvažovanie mnohých mozgových neurochemických systémov. Budúce výskumy by sa mali zamerať na možnosť, že non-REM spánok je obdobím, kedy sa reparujú excitačné mozgové procesy, zatiaľ čo počas REM spánku sa obnovujú inhibičné procesy.
Spánok je fenomén plný paradoxov. Je zvláštne, že hoci jednou z hlavných funkcií REM spánku je spracovávanie informácií, ľudia si veľmi ťažko pamätajú svoje sny. Drvivá väčšina snového materiálu je zabudnutá. Ako keby ľudia zažívali amnestický syndróm podobný tomu, ktorý nastane po zničení hippokampu (trpel ním známy neurologický pacient H.M., ktorý po operácii mozgu nedokázal premeniť krátkodobú pamäť do dlhodobej). Počas prechodu zo snívania do bdenia sme aj my ako on. Spomienka na sen sa vytratí ako voda vyliata na púšti. Je to možno spôsobené tým, že konsolidácii pamäti napomáha noradrenalínová aktivita mozgu, a počas snívania je noradrenalínová aktivita mozgu minimálna.
Ako teda môže mozog počas REM spánku aktívne spracovávať informácie, keď následné vedomie o tomto procese je tak drasticky obmedzené? Snáď ide o konsolidáciu subtílneho typu. Snáď sa konsolidácia počas REM spánku týka materiálu, ktorý je určený stať sa takým obvyklým, že nie je potrebné, aby bol naďalej prístupný bdelému vedomiu. Snáď REM spánok pomáha upevňovať mnohé nevedomé zvyky, ktoré sú úplným základom našej osobnosti. Sny možno vytvárajú mocné podvedomé afektívne psychologické vzorce, ktoré z nás robia takých ľudí, akí sme. No, ako obvykle, aj v tejto zahmlenej oblasti nášho poznania treba ešte vykonať veľa výskumov.

Úvaha na záver: neurochemické aktivity neurónov a halucinácie

Podľa výsledkov pokusov na zvieratách, mozgové noradrenalínové a serotonínové systémy vykazujú svoju najvyššiu aktivitu počas bdenia. Postupne sa spomaľujú počas non-REM spánku a chvíľu pred nástupom REM prestanú pracovať úplne a počas snívania ostávajú inaktívne. Pre porovnanie dopaminergné neuróny pracujú počas všetkých stavov vedomia na rovnakej úrovni, čo znamená, že sú pripravené na svoju činnosť kedykoľvek počas dňa či noci. Chýbanie serotonínovej aktivity počas REM spánku pomáha vysvetliť halucinatórnu aktivitu počas snívania. Snívanie pripomína stav po užití LSD a LSD je výborný blokátor serotonínových receptorov. Na druhej strane látky, ktoré napomáhajú serotonínovej aktivite v mozgu zoslabujú LSD halucinácie ako aj REM spánok. Vo všeobecnosti sa zdá, že jednou z úloh mozgového serotonínu je zachovávať stabilitu mozgových kanálov pre vnímanie a kognície. Zníženie serotonínovej aktivity zvyšuje pravdepodobnosť, že sa informácie z jedného kanála dostanú do druhého. Mierne zníženie môže byť dôležité pre vytváranie nových nápadov, kým vytrvalé zníženie serotonínu v mozgu môže viesť k chaotickým pocitom a vnímaniu, až k inkoherencii a mánii.
Oslabenie senzoricko - perceptuálnych bariér medzi jednotlivými mozgovými systémami zrejme charakterizuje sny, halucinácie, floridné fázy schizofrénie, ako aj normálnu kreativitu. No rovnako tak, ako nízka hladina serotonínu charakterizuje snívanie, zvyšuje aj emocionalitu, pozitívnu aj negatívnu. Je to neurochemický stav, ktorý u ľudí vedie k impulzívnemu správaniu, dokonca až k samovražde. Snáď najprekvapujúcejším neurochemickým poznatkom v celej psychiatrickej literatúre je skutočnosť, že ľudia, ktorí spáchali samovraždu, mali abnormálne nízku serotonínovú aktivitu. Mal Freud pravdu, keď tvrdil, že smrť je skrytá v ľudskej duši? Ak áno, tak potom musí byť najaktívnejšia počas snívania.

Konspekt vypracovala: **Mgr. Veronika Kuricová**

Kapitola 8

Hľadací/exploračný systém a predbežné/anticipujúce stavy nervového systému

Seeking Systems and Anticipatory States of the Nervous System

„Cítil som sa zachránený," povedal by, „skriesený, znovuzrodený. Cítil som sa očarujúco zdravý...Cítil som sa ako zamilovaný. Zlomil som bariéry, ktoré ma odrezali od lásky." Prevládajúce pocity v tom čase boli sloboda, otvorenosť a aktíva reciprocita so svetom; lyrické ocenenie reálneho sveta neskresleného fantáziou a náhle objaveného; potešenie a spokojnosť so sebou a so svetom.

Leonard L. V Oliver Sacks, *Prebudenie* (1973)

Centrálne témy

Túžby a ašpirácie ľudského srdca sú nekonečné. Je bláznivé prisúdiť ich všetky k jednoduchým funkciám mozgu. Všetky sa však prerušia, ak sa určitý mozgový systém, napríklad ako dopamínový okruh (DA) vznikajúci v nukleách stredného mozgu, zničí. Takáto bola tragédia, ktorá sa stala Leonardovi L. v jeho detstve a až do dospelého veku nebol schopný preciťovať potešenie zo sveta a života. Čo mu umožnilo dosiahnuť pocit úspechu popísaného Sacksom bol L-DOPA, predchodca DA. Tento liek už zmiernil psychomotorické problémy parkinsoidných pacientov, ktorí mali slabšiu formu deteriorácie ich ascendentného DA systému. U takýchto jedincov môže L-DOPA dramaticky zlepšiť neschopnosť začať pohyb a umožňuje im tešiť sa z každodenných radostí. Dnes už vieme, že tento ascendentný DA umožňuje ľuďom aj zvieratám pohodlne a efektívne žiť každodenný život. Tento okruh (DA) sa zdá byť hlavným pôvodcom našich pocitov záujmu a potešenia pri hľadaní materiálnych zdrojov potrebných na telesné prežitie, a taktiež kognitívneho záujmu dať nášmu životu pozitívny existenčný zmysel. Vyššie oblasti motorického kortexu sú taktiež sýtené prítomnosťou DA. Bez synaptickej „energie" DA by tieto potencie zostali spiace a tiché. Bez DA, by ľudské ašpirácie zostali zamrznuté, ako by to bolo pri dlhodobej nekončiacej nespokojnosti. Ak DA synapsie nie sú v aktívne, veľa potencií mozgu by sa nemohli manifestovať prostredníctvom myšlienok alebo konania. Bez DA by správanie podnecovali iba tie najsilnejšie emócie. Ak sú DA synapsie hojne v akcii, človek má pocit, že je schopný robiť čokoľvek. Nie je vôbec prekvapivé, že ľudia vytrvalo pracujú na umelej aktivácii tohto systému, či už elektricky alebo chemicky. Kokain a amfetamíny vytvárajú psychologickú závislosť, pretože aktivujú DA systém. Ak je aktivita týchto synapsií excesívna, avšak spôsobom, ktorým plne nerozumieme, ľudia môžu mať florídnu fázu

schizofrénie, hľadajúc spirituálne výšky a filozofické myšlienky, ktoré nemusia vôbec existovať. Mnoho schizofrenikov je nakoniec pohltených takých emočným chaosom, ktorý si väčšina z nás ani nedokáže predstaviť. Máme oprávnenie označovať tieto funkcie a disfunkcie mozgového DA systému v psychologických termínoch? Myslím, že áno, ak chceme komunikovať efektívne. Ale aké slová alebo frázy by sme mali používať? Ja tu budem nazývať tento emočný okruh SEEKING (ďalej prekladaný ako hľadací) systém mozgu, ako protiklad k očakávajúcemu alebo behaviorálnemu aktivačnému systému, ako to bolo originálne navrhované.

Apetitívny motivačný alebo hľadací systém mozgu: ciel bez cieľa

Je pre nás ťažké akceptovať, že ľudské snaženie je sýtené mohutnením pradávnych neurochemických procesov v primitívnych častiach mozgu. Nesedí to do koncepcie nás samých ako morálnych a spirituálnych bytostí. Aj keď ľudské nádeje sú iste vyššie ako predstavy iných bytostí, predsa len existujú dôkazy, že určité vnútorné ašpirácie všetkých cicavcov, bez rozdielu pohlaví, sú sýtené rovnakými pradávnymi neurochemickými procesmi. Sprostredkujú skúmanie a exploráciu sveta, hľadanie dostupných zdrojov a hľadanie zmyslu všetkých možností v prostredí. Rovnaký systém nám dáva impulzy na aktívny vzťah so svetom a na hľadanie zmyslu určitých okolností. Ak sú tieto systémy hyperaktívne, naše myšlienky predstihujú realitu. Začíname vidieť kauzalitu tam, kde ide iba o koreláciu.

Kedysi by takýto ľudia našli svoje miesto pravdepodobne ako veštci, vizionári, šamani alebo svätí šaškovia. Ale ak vízie takéhoto človeka boli príliš bizardné, pravdepodobne by boli jednoducho braní ako čudáci. Dnes takýchto ľudí seriózne nazývame schizofrenickými alebo manickými (alebo inak psychotickými). Ľahšie prípady môžu byť vnímané ako kreatívne inšpirácie umelcov, niektorí z nich až géniov.

Ako môžeme týmto procesom rozumieť? Aby sme tomu dali zmysel, musíme si najprv predstaviť, ako jednoduchosť živočíšneho správania súvisí s komplexnosťou ľudskej skúsenosti. V tomto článku by som chcel predostrieť myšlienku, že mozog cicavcov obsahuje „potravný/ objavný/ exploračný/ zvedavý/ záujmový/ očakávajúci/ HĽADAJÚCI“ systém, ktorý vedie organizmus k hľadať ovocie z prostredia – od orechov po vedomosti, čiže aj k reči. Podobne ako iné emočné systémy, aj vzrušenie hľadacieho systému má svoj charakteristický tón – psychická energizácia, ktorá je ťažko popísateľná, ale je podobná pocitu očakávania, ktorý máme, keď aktívne hľadáme vzrušenie a iné odmeny.

Kritické okruhy pre túto mozgovú funkciu sú koncentrované v laterálnom hypotalamovom (LH) koridore. Tento systém reaguje na homeostatickú nerovnováhu a na stimuly z prostredia. Spontánne sa učí o udalostiach z prostredia, ktoré predikujú nejaké zdroje, a to cez len málo známe podmieňujúce procesy (obrázok 8.1). Ja verím, že tento transhypotalamický okruh leží v samom srdci HĽADACIEHO systému. LH kontinuum, ťahajúce sa od ventrálnej tegmentálnej oblasti (VTA) k nukleárnym accumbens, je oblasť v mozgu, kde lokálne elektrické stimulácie okamžite evokujú najenergickejšie exploračné správanie, aké je zviera schopné predviesť. Napríklad stimulované potkany sa pohybovali expanzívne, intenzívne ňuchali a zastavili sa iba na preskúmanie rozličných kútov a štrbín vo

svojom okolí. Ak je v blízkosti páčka, ktorá kontroluje začiatok mozgovej stimulácie, zviera sa naučí mačkať páčku a bude pokračovať v "seba-stimulácii" v určitých periódach, až pokiaľ nepríde totálne fyzické vyčerpanie alebo kolaps. Pozorované správanie sa javí tak, akoby zviera chcelo dostať niečo, čo je za páčkou. Nie je to však ten typ správania, ktorý je pozorovateľný, keď zviera stlačením páčky dostane nejakú odmenu alebo jedlo. Je preto nepravdepodobné, že tento systém je len jednoduchý oceňujúci systém, ktorý nám povie, že určité jedlo je chutné.

Označenie apetitívneho motivačného/hľadajúceho systému

Dochádza k uznaniu, že táto emočná funkcia mozgu – základný impulz k hľadaniu, objavovaniu a dávaniu zmyslu prostrediu – vzniká z okruhu, ktorý vedie cez LH. Anatómia DA okruhu (obr.3.6) korešponduje so všeobecnou trajektóriou tohto psychobehaviorálneho systému a samotné DA umožňuje tomuto okruhu pracovať efektívne. Výskumníci dávajú tomuto systému rôzne názvy. Ja ho nazývam *potravný/expektačný systém*; Jeffrey Gray ho nazýva *behaviorálny aktivačný systém*; Richard Depue *behaviorálny napomáhajúci systém;* a väčšina výskumníkov pracujúcich na tomto poli začína súhlasiť, že ide o všeobecný "stimulujúci alebo potravný motivačný systém", ktorý sprostredkúva "chcenie" v protiklade s "chuťou" (wanting vs. liking).

Napriek tejto termínovej nesúrodosti, HĽADANIE sa zdá byť najvhodnejším termínom pre psychológiu, pretože zahrňuje rozsiahlu psychickú dimenziu v protiklade s púhymi behaviorálnymi procesmi. Tento neuroemočný systém poháňa a energizuje mnohé mentálne komplexity, ktoré ľudia prežívajú ako pretrvávajúci pocit záujmu, hľadanie zvláštností a zážitkov a, v prípade dostačujúceho komplexného kortexu, hľadanie vyššieho zmyslu.

Tradične, sa všetko motivované správanie delilo na *chuťové* a *konzumné* komponenty. Človek nemôže len hľadať a získavať materiálne zdroje potrebné na prežitie, ale taktiež s nimi určitým spôsobom interagovať: človek musí jesť, piť, páriť sa, alebo doniesť želané veci domov. HĽADACÍ systém kontroluje potravovú aktiváciu- hľadajúce, potravové (pasúce sa) a skúmajúce aktivity- všetky zvieratá musia vynaložiť nejaké úsilie, kým sú v pozícii konzumného správania.

Kanál tohto emocionálneho systému vedie cez ventrolaterálnu oblasť diacefalonu – oblasti mozgu nazývané mediálne prednomozgové zväzky (MFB) laterálneho hypotalamu (LH). Jeden hlavný súbor kanálov, vzostupný DA okruh, naznačuje miesto, kde môžu byť pomocou lokalizovanej mozgovej stimulácie najľahšie evokované takéto psychobehaviorálne stavy.

Kde sa nachádza "posilnenie" v seba-stimulujúcom (auto-stimulujúcom) systéme?

Ak je možnosť, zvieratá so zavedenými elektródami vo väčšine oblasti LH (later.hypot) si dobrovoľne spúšťajú elektrinu do týchto oblastí, V krátkosti, *seba-stimulujú sa.*

V slovníku behavioristov na tento systém nazýva "posilňujúci" alebo "odmeňujúci" systém; niektorí odvážnejší ho nazývali "potešujúci" systém. Všetky tieto označenia sa teraz javia ako zavádzajúce, pretože evokujú blízky vzťah medzi vzrušením mozgu a konzumnou fázou správania. Ako sa už spomenulo skôr, emočné tendencie, vznikajúce z tohto typu mozgovej stimulácie sa skôr podobajú normálnej chuťovej fáze správania, ktorá predchádza konzumný akt. Potešenie z konzumných procesov sa zdajú byť skôr spojené s redukciou vzrušenia tohto mozgového systému.

Prechodné vonkajšie podnety spojené s prežitím môžu byť tie, ktoré postupne vytvárajú podmienené neurálne cesty naspäť do apetitívneho systému. Inými slovami HĽADACÍ systém je spúsťaný nepodmienenými vonkajšími dráždivými podnetmi, napr. vôňa, pohľad; a napokon cez naučenie a podmienenie sa môžu podráždiť neurálne stimuly a aktivita v tomto systéme. Inými slovami, hľadací systém automaticky zhodnotí dôležitosť udalostí v prostredí a uloží si túto skúsenosť do budúcna, asi cez určitý typ "podmieňujúcich" pamäťových procesov. Aj keď dnes už vieme, kde sa nachádzajú nepodmienené systémy v mozgu pre jedacie (kŕmiace) správanie, nevieme presne, ako pracujú. Nevieme presne ako neurálne podnety zvyšujú podmienenú prístupnosť do tohto systému, aj keď najlepšia hypotéza by mohla byť, že získavajú takú kontrolu cez glutamánový okruh z kortexu, hipokampu a niekoľkých subkôrových oblastí ako je talamická nuklea, ktorá klesá do HĽADACIEHO systému. Môžme si byť istý, že HĽADACÍ systém interaguje s vyššími mozgovými okruhmi, ktoré sprostredkujú schopnosť zvierat predvídať odmenu.

V minulosti bolo jednoduché veriť, že začiatok mozgovej stimulácie zasahuje všetky emočné/afektívne prejavy. Oba aj začiatok aj koniec môžu mať afektívne žiadúce komponenty, ale líšia sa jeden od druhého: začiatok môže byť žiadúci pretože energizuje predbežné vrušenie, zatiaľ čo určité typy ukončenia môžu byť žiadúce pretože pomáhajú signalizovať, že sa objavili určité dôležité, možno potešiteľné udalosti. Je dosť možné, že ukončenie "odmeňujúcej" mozgovej stimulácie je užšie spojené s nabudením asociatívnych "posiľňujúcich" procesov, než je začiatok stimulácie. Toto je diametrálny obrat tradičného behavioristického myslenia týkajúceho sa podstaty auto-stimulácie.

Posúďte niektoré empirické závery. V jednej z prvých štúdií na meranie možnej neuronálnej aktivity v trajektórii HĽADACIEHO systému, sa zistilo, že neuróny v LH sa nabudili, keď zvieratá hľadali potravu (apetitívne fáza správania) a poklesli, keď bola potrava nájdená a začalo kŕmenie (konzumná časť správania). Ďalšie výskumy na opiciach ukázali, že systém je aktívnejší pri reakciách na podnety, ktoré predikujú odmenu, než na odmenu samotnú, aj keď niektoré neuróny v LH reagujú aj počas aktuálneho zážitku odmeny. Ukazuje to, že neexistuje jediná lokácia pre rozličné emócie, všetko sa nakoniec vynára z interakcie viacerých systémov. Preto sa teraz viac hovorí o okruhoch, sieťach, bunkových spojeniach, než o centrách. Špecifické okruhy majú špecifickú psychologickú sféru vplyvu, je teraz

zjavné, že LH behaviorálne nabudenie HĽADACIEHO systému je viac spojené s predbežným-apetitívnych nabudením než len jednoducho s konzumnými odmeňujúcimi procesmi, ktoré sú staršími funkciami v mozgu.

V minulosti bol určitý záujem zistiť, ktoré z mozgových stimulácií – ich začiatok alebo koniec – je atraktívnejší pre zvieratá. Predstavte si zviera v komore, s iba dvoma objektami na videnie. Počas tréningu, sa "odmeňujúca" stimulácia zapína keď sa dotkne jedného objektu a pri druhom sa vypne. Počas testovania, keď sa mu už nedostáva žiadnej mozgovej stimulácie, kde bude zviera radšej tráviť čas – na tej strane, kde vždy prišla stimulácia alebo na druhej? Ak prístupnosť stimulov naozaj produkovala najviac odmeny, bude sa predpokladať, že zviera bude vyhľadávať stimul púšťajúci objekt. Tento experiment bol robený iba na mačkách a odpoveď je jasná. Ak už došlo k testovaniu v priestore, kde sa nedostávala žiadna mozgová stimulácia, mačka strávili výrazne viac času skúmaním miesta, kde sa stimulácia *vypínala*. Tieto výsledky znamenajú, že vypnutie signalizovalo väčšiu dôležitosť alebo pozitívnu odmenu než zapnutie stimulu. Pravdepodobne určitý typ posiľnujúceho (reinforcement) alebo dôležitostného (relevance) mechanizmu, odlišného od exploračného nabudenia indukovaného mozgovou stimuláciou, bol opakovane zapojený, pri vypnutí stimulácie, a preto bola pre zvieratá atraktívnejšia táto oblasť, kde nemuseli nič iného robiť.

LH stimulácia nemusí evokovať nejakú neuronálnu reprezentáciu nejakého špecifického deficitu, evokuje zvýšený investigatívny stav charakteristický pre zvieratá, ktoré pociťujú nejakú potrebu, napríklad hlad. Správanie navodené LH stimuláciou zodpovedá tomu typu správania, keď je v prítomnosti nejaký podnet evokujúci prichádzajúcu odmenu. Napríklad pes, ktorý začína byť rozrušený, ke´d vidí vodítko, ktoré signalizuje prechádzku, alebo keď počuje zvuk otvárajúcej konzervy, ktorý signalizuje jedlo.

V každom prípade sú pri vedeckom skúmaní oprávnené viaceré hypotézy: napríklad pri mačkách môže byť vysvetlenie prečo vyhľadávali oblasť, kde dochádzalo k vypínaniu aj také, že mozgová stimulácia vyvolala krátku epizódu amnézie, v ktorej zabudli na dôležitosť tohto miesta; alebo že stimulácia evokovala nepríjemné pocity, ktoré sa zmiernili pri vypnutí, preto to bolo atraktívnejšie miesto. Každopádne je potrebné pokračovať vo výskumoch.

Všetky zmienené procesy musia byť zvažované v dynamických termínoch. V skutočnosti, keď zvieratá jedia, pijú, majú sex, javí sa, že je tam pritomné chaotické, kolísavé napätie medzi konzumnou a apetitívnou fázou správania. Keď sa zviera usadí a začne jesť, každé sústo je nasledované nutkaním získať ďalšie. Predstavte si seba ako jete chipsy alebo nejaké obľúbené jedlo: vaša ruka opakovane siaha po ďalšie akoby mala sama svoj rozum. Takéto cyklické nutkanie siahnuť po a pátrať po odmene vytvára základnú adaptívnu funkciu byzálneho SS okruhu. Samozrejme nevylučuje to ani možnosť, že tento systém je taktiež dôležitý pre organizmus, ktorý sa pokúša vymaniť sa z negatívnych okolností.

Rozsah seba-stimulácie (auto-stimulácie) / hľadací systém v mozgu

Okrem problémov ohraničiť psychobehaviorálnu funkciu tohto systému, sú taktiež problémy s určením kompletnej anatomickej trakejtórie. Autostimulácia (AS) môže byť dosiahnutá z viacerých oblastí mozgu (na vizualizáciu pozri obr.3.6 a 5.3) a môže sa objaviť spolu s niekoľkými rozličnými behaviorálnymi charakteristikami. Z hlavnej oblasti AS v rámci LH sa správanie javí ako šialene energizované, zatiaľ čo z iných oblastí, napr. z mediálnej septálnej oblasti a locusu koeruleusu je pokojné a plynulé. Preto je nutné hľadať iné kritériá pri lokalizácii Hľadacieho systému. Jedným vhodným kritériom je to, či mozgová stimulácia dokáže motivovať komplexné investagatívne správanie, dokonca aj simplexnejšiu manifestáciu takých tendencií správania ako keď sú zvieratá pod anestézou.

Jedným takýmto jednoduchým správaním potkanov je čuchanie. Objavuje sa či už potkan hľadá, skúma alebo očakáva odmenu. Čuchanie môže byť evokované elektrickou stimuláciou LH, ako aj viac "rostral frontal kortikal" oblastí a "downstream mesencephalic ones", s ktorými je spojenéLH okruh. Farmakologická aktivácia DA systému s psychostimulantami ako je kokain a amfetamíny tiež zvyšuje spontánne čuchanie. DA blokujúce činidlá (napr. antipsychotiká) na druhej strane znižujú spontánne správanie, ale majú len malý vplyv na čuchacie správanie, čo znamená, že elektricky evokované čuchanie je provokované skôr aktiváciou descendentých než ascendetných neurálnych komponentov ako sú DA axióny. V súčasnosti predpokladáme, že celá trajektória čuchacieho systému konštituuje koherentne fungujúci Hľadací systém, ktorý pomáha zvieratám v bdelom stave charakterizovanom skúmaním, bádaním a kŕmením – spolu s vnútornými pocitmi anticipovanej horlivosti.

Aj keď tento systém úzko súvisí s dopamínovým okruhom, hľadací systém, nie je jednoducho DA systém. Sú silné descendentné komponenty, pravdepodobne čiastočne glutamatergné, ktoré zostávajú funkčne charakterizované, ale môžu byť dôležité len pre vznik apetitívneho a autostimulujúceho správanie, ktoré sú dobre zdokumentované. Keby sa tieto descendentné systémy kompletne opísali, mohli by znamenať dôležitý vplyv pre porozumenie psychiatrických ochorení ako je schizofrénia, ktoré reflektujú, čiastočne, nezanedbateľné porušenie tohto emocionálneho systému.

HĽADACÍ systém a ľudská afektívna skúsenosť

Ako vlastne aktivácia tohto systému mení subjektívny zážitok? Ja by som navrhol, že "intenzívny záujem", "výrazná zvedavosť", "horlivé očakávanie" sú typy pocitov, ktoré reflektujú vzrušenie tohto systému u ľudí. K takejto anylýze sa vzťahujú dve problematické otázky týkajúce sa povahy takéhoto psychobehaviorálneho stavu.

Prvá sa týka toho, či sa vôbec apetitívne správanie alebo "záujmový" typ mentálneho stavu vôbec môže nazývať emóciou. Aj keď afektívny výraz záujmu je celkom zjavný a viditeľný už u malých detí, typicky však nie je žiadny intenzívny prejav tohto stavu u dospelých. Samozrejme musíme zvažovať spoločenskú dôležitosť toho zostať navonok "chladný a vyrovnaný", aj keď vo vnútri sa môže človek radovať a vyskakovať ako malé

dieťa. Takže môžme uvažovať o naučenom spôsobe správania, zachovať chladnú hlavu, zabezpečiť si tak silu, kontrolu.

Po druhé, kuriozita a záujem sa zdajú byť relatívne stabilnou osobnostnou vlastnosťou v protiklade s prechodnými emocionálnymi stavmi. V skutočnosti v kontraste s väčšinou iných emocionálnych reakcií, hľadací systém je bežne permanentne aktívny než fázicky. Ako už bolo spomínané, DA neuróny zostávajú aktívne počas viacerých bdelých fáz.

Spielbergov Dotazník osobných stavov (State Trait Personality Inventory) je štandardizovaný dotazník, ktorý zisťuje aktuálnu úroveň (stav) anxiety, zvedavosti a hnevu, ako aj všeobecných osobnostných čŕt v rovnakých dimenziách. Pýta sa na 60 jednoduchých otázok, 10 na každý z troch emocionálny stavov a 10 pre všetky tri osobnostné čtry. Stav zvedavosť a črta zvedavosť vykazujú vysokú pozitívnu koreláciu v populácii. Inými slovami, osoba, ktorá je ľahko zvedavá tu a teraz pravdepodobne vníma seba samého ako vysoko zvedavého. Takáto stabilita medzi stavom a črtou sa nepreukázala aj v anxiete a v hneve, z čoho vyplýva, že neurálne substráty pre tie druhé emócie nie sú tak chronicky aktívne.

A nakoniec, ako už bolo spomenuté, analýzy subjektívnych reakcií na psychostimulanty ako je kokain a amfetamíny evokujú, že energizovaný psychický stav je doprevádzaný podráždenín hľadacieho systému, zatiaľ čo pomalý, depresívny stav je doprevádzaný blokáciou tohto systémy antipsychotikami.

Prečo by sme mali uvažovať o HĽADACOM systéme ako o emočnom systéme?

Hľadací systém podčiarkuje užitočnosť neurálnych kritérií v definovaní emočného systému. Zosumarizujme si dôkazy pre každé z týchto kritérií:

1. *Základný okruh je geneticky určený a dizajnovaný na nepodmienené reagovanie na podnety vychádzajúce z významných životných okolností:* To, že je tento systém vrodený je indikované schopnosťou dodiahnuť sebastimuláciu u prenatálnych potkanov. Systém nie je závislý na vyššých mozgových funkciách, pretože účinne funguje aj u dospelých zvierat, u ktorých boli vyššie kognitívne mechanizmy chirurgicky odstránené. Hodnota tohto systému pre prežitie je indikovaná faktom, že poškodenie trajektórie v skorom veku redukuje schopnosť prežiť oveľa viac než poškodenie v neskoršom veku.
2. *Okruh organizuje správanie aktiváciou alebo inhibíciou nervových subdráh (a súčasných autonómnych hormonálnych zmien), ktoré adaptívne rozvíjali v rámci životných okolností počas evolučnej histórie druhov:* Mezolimbické/kôrové dopamínové okruhy, ktoré ležia pravdepodobne v srdci tohto systému, umožňujú zvieratám mať motivačné na cieľ zamerané správanie. Ak je systém poškodený, vedie to k výraznej nečinnosti a ak je stimulovaný, či už farmakologicky alebo elektricky, aktivuje sa výrazné motivačné správanie a rôzne psychologické zmeny.
3. *Emočný okruh mení senzitivitu senzorického systému v závislosti od správania, ktoré sa vyvolalo:* Elektricky vyvolané nabudenie tohto systému vedie k efektívnejším kôrovým procesom a efekt je obmedzený na ipsilaterálnu cerebrálnu hemisféru.

4. *Neurálna aktivita emočného systému pretrváva počas precipitujúcich udalostí:* Je dlho známe, že behaviorálne nabudenie odmeňujúcou mozgovou stimuláciou pretrváva aj po ukončení stimulácie.
5. *Emočný okruh môže byť podmienene kontrolovaný emočne neutrálnymi podnetmi z prostredia:* Hľadacie podklady mozgu ukazujú spontánne učenie, ako sa odzrkadluje pri jednoduchej bunkovej aktivity počas jednoduchej formy apetitívneho podmieňovania, ako napríklad aj počas čuchania. Nedávne dôkazy taktiež indikujú, že ventrálne tegmentálne dopamínové bunky vykazujú anticipačné učenie počas apetitívneho podmieňovania, a mesolimbický dopamínový okruh ukazuje silné uvoľnenie dopamínu, najmä počas anticipačnej fázy správania počas rôznych foriem apetitívneho podmieňovania.
6. *Emočné okruhy sú v recipročnej interakcii s mozgovými mechanizmami, ktoré spracuvávajú vyššie rozhodovacie procesy a vedomie:* Ak je tento systém mierne nabudený, očakávalo by sa, že subjektívne prežívanie človeka bude naplnené príjemnou energiou, ktorá vedie k napĺňaniu záujmov a k plnému prežívaniu života. Výstižná dokumentácia takýchto následkov je popísaná u parkinsoidných pacientov u Olivera Sacksa (Awakenings). Pacienti boli nastavení na L-DOPA, aby sa facilitovala aktivita v poškodených dopamínových systémoch v mozgu. L-DOPA obnovil životnú energiu, obnovil záujem o činnosti. Atraktivita koaínu a iných psychostimulantov vychádza z ich schopnosti nabudiť tento emočný systém mozgu. Afektívny stav, ktorý tieto drogy navodzujú nie je len "príjmený", ale je to vysoko energizovaný stav psychickej sily a zaujatia svetom, počas ktorého je človak žhavý dosiahnuť rôzne na cieľ zamerané aktivity.

Historický prehľad auto-stimulujúceho systému

Je zaujímavé ako dlho trvalo psychobiológom začať presne koncipovať funkciu auto-stimulujúceho systému v kontrolovaní správania. Je historicky pochopiteľné, prečo AS systém mozgu bol spočiatku charakterizovaný ako ten, ktorý sprostredkuváva odmenu, pôžitok alebo posiľnenie. Existovalo mnoho diliem a paradigiem. Zostalo to nerozriešené z teoretickej perspektívy, že základný mozgový systém sprostredkúva posiľnenie a pôžitok. Snáď najzáhadnejšia črta vzorca správania počas týchto predpokladov o AS bol fakt, že zvieratá jednoducho nevyzerali upokojené ako zvieratá, ktoré dostávali konvenčnú odmenu. Auto-stimulujúce sa zvieratá vyzerali excesívne vzrušené, až šialené, ak sa usilovali pre tento druh stimulácie. Keď normálne zviera začne jesť, zvykne sa utíšiť (aj keď sa veľmi nabudí, ak dostáva malé porcie jedla, najmä vtedy aj je extrémne hladné). Zovšeobecnenie behaviorálne orientovaných vedcov môže byť pomýlené ak je ich zvieratám dovolená auto-stimulácia. Možno nabudenie tohto systému neaktivuje vnútornú skúsenosť odmeny, ale aktivuje zviera k apetenčnej pátracej stratégii. Niektorí výskumníci začali zdôrazňovať, že auto-stimulujúce sa zvieratá nevypadajú, že očakávajú niečo podobné pôžitku z jedla alebo pohladenia.

Výskumníci nechceli navrhovať to obvyklé – že auto-stimulujúce správanie zvierat sa samé o sebe javí ako stav anticipatórnej horlivosti. Na lepšie pochopenie tejto otázky je vhodná analógia samčieho sexuálneho správania, ktoré je založené na troch fázach: iniciálne apetenčné správanie (niekto to nazval ako "obchádzanie a tokanie"); aktuálne kopulatívne

správanie (čo je proximálne/priame/bezprostredné apetenčné správanie a ejakulácia/orgazmus, vrcholný terminálny komponent, ktorý môže zahrňovať najpríjemnejšie aspekty tohto správania. V kŕmení existuje porovnateľní trichotómia, so všeobecným priblížením sa ako iniciálnym správaním, hryzením, prežúvaním a ochutnávaním ako bezprostredným apetitívnym komponentom a nakoniec s prehĺtaním ako s terminálnym komponentom. V každom prípade, laterálne-hypotalamová auto-stimulácia neprovokuje správanie podobajúce sa terminálnym komponentom, keď je telo v kľudovom stave. Bol však komponent, ktorý sa zdal chýbať v auto-stimulácii, aj keď boli miesta, kde samci nakoniec ejakulovali v strede ich zážitku. Toto bolo samozrejme "spontánne", pretože zvieratá nemali v klietke partnerku a ani si sami nestimulovali genitálie. Zvieratá však neukončili konanie, keď sa to stalo; pokračovali v auto-stimulácii v zjavnom šialentve/zúrivosti.

V každom prípade, ak sa "odmeňujúca" mozgová stimulácia nepodmienene aplikuje do LH, dá sa pozorovať posiľnené exploračno-investigatívne správanie. Bolo by správne postulovať, že toto odráža činnosť základného neurálneho systému pre exploráciu, ale prevažujúce závery behavioristov viedli výskumníkov k úsudku, že objavili mozgový základný odmeňujúci alebo posiľňujúci systém. Predpokladali, že takéto správanie je sekundárnym následkom zvierat, ktorým sa podávala neurálna odmena, ktorú potom začali hľadať v bezprostrednom okolí. Čiže pokladali hľadanie za sekundárny jav neviditeľnej vnútornej udalosti ("posilnenia" alebo pocitu odmeny) v protiklade k primárnej reflexii exploračnej potreby.

Prečo neexistovala jasná koncepcia toho, že zvieratá potrebujú mozgový systém na hľadanie odmeny? Pretože behaviorálny psychológovia neradi diskutovali o akejkoľvek "vnútornej príčine". Zjavne však, odmeny vo svete sú bezpredmetné, pokiaľ ich organizmus nemá ako vyhľadať. Každý organizmus potrebuje silný zakorenený emotívny systém, aby sa uistil, že sa môže dostať včas k dostupným zdrojom.

Všetky zvieratá začínajú hľadať, ak sú ich telá hladné, smädné, je im zima alebo potrebujú sociálnu/sexuálnu spoločnosť. Je však ťažké si predstaviť, že organizmus by mohol prežiť, keby takáto apetenčná funkcia nebola zakorenená v základnej neurálnej infraštruktúre. Aj keď príroda neposkytuje vždy potrebné zdroje na prežitie v bezprostrednom okolí, každé zviera má spontánnu tendenciu explorovať a učiť sa o svojom okolí. Keď zviera spoznalo svoje aktuálne teritórium (pravdepodobne pomocou rozvinutia kognitívnej mapy), môže si začať flexibilne a efektívne hľadať to, čo potrebuje.

Samozrejme, zvieratá robia väčšinu týchto behaviorálnych snách mechanicky, podľa všetkého bez predošlého uvažovania, ale teraz existuje viacero dôvodov, prečo veriť, že táto prezieravosť v skutočnosti vzniká z interakcie hľadacieho systému s vyššími mozgovými mechanizmami, ako je frontálny kortex a hypothalamus, ktoré stanovujú plány mediáciou vyšších temporálnych a spaciálnych informačných procesov. Okruhy vedúce cez Lh môžu spúšťať "hippocampal theta rhythm", ktorý je elementárnym signálom informačných procesov v tejto štruktúre. N špičke každej theta vlny, je glutamánovo indukované posilnenie hipokampálneho markeru učenia známeho ako "dlhodobé potenciovanie". Tento hipokampus má aj silné spojenie s hypotalamom cez descendentné vláknové zväzky fornixu. Ďalšie

projektívne zóny tohto systému, ako sú tie v bazálnych gangliách, majú tiež silný vplyv na hypotalamické zdroje hľadacieho systému.

Paradoxy vo výskume tohto systému

Od doby objavenia AS, sa objavilo mnoho podivností a paradoxov v konceptualizácii tohto systému. Spomeňme jedno konanie, ktoré často preruší prebiehajúcu auto-stimuláciu – konkrétne *grooming* (čistenie, staranie sa o seba). Žiaľ pre prvých výskumníkov, veľmi vzrušené zvieratá auto-stimuláciou, často utekali od páčiek a prestávali reagovať. Namiesto rýchleho návratu k páčke, začali sa dlhosiahle čistiť, čo je typické potom, čo zviera dokončilo jedenie alebo sexuálnu aktivitu. Takéto zvieratá neobnovovali hneď auto-stimuláciu, najmä v počiatkoch tréningu. Bolo však zaznamenané, že pokiaľ sa im dávala voľná podkladová stimulácia, častokrát to znovuobnovilo apetenčnú náladu. Toto bolo potrebné taktiež na indukciu správania na začiatku testovacej série. Takýto základ nebol potrebný pre hladné a smädné zvieratá pracujúce pre konvenčnú odmenu.

Porovnateľne slabá motivácia pre stimuláciu podnietila niektorých výskumníkov premýšľať, že je niečo motivačne neobvyklé pri odmene mozgovej stimulácie. Prvý štandardný návrh bol taký, že stimulácia má dva odlišné efekty: evokuje to túžbu, "drive" (vnútorný pocit homeostatickej nerovnováhy, podobne ako je to pri pocite hladu); a súčasný primeraný pocit odmeny alebo uspokojenie túžby. Keď sa umelo indukuje utlmenie túžby po ukončení stimulácie, zvieratá budú prejavovať výrazné zníženie úrovne motivácie.

Ďalší výskumníci demonštrovali, že tieto neobvyklé konania by mohli byť jednoduchšie vysvetlené jedným faktorom - "incentive"- motivačným procesom závislým od normálnej homeostatickej nerovnováhy, ktorá prirodzene senzitizuje reaktivitu na potenciálne zdroje vonkajšej odmeny. Rovnaké vlasnosti auto-stimulácie sa môžu získať pomocou konvenčnej odmeny u nedeprivovaných zvierat, ak je správanie udržované podobnými možnosťami prostredníctvom vysoko-motivačných odmien, ako je čokoládové mlieko priamo do úst potkanov, hneď po stlačení páčky. Problémom prvých "motivačných" konceptov mozgovej stimulácie bolo, že boli definované s rešpektovaním vlastností objektov vo svete ako opak k funkciám v mozgu. V súčasnosti je podstatné koncipovať *motivačný (incentive) proces*- základný apetitívny motivačný proces – ako vnútonú funciu mozgu.

Pozrime sa na túto otázku detailnejšie. Z behaviorálnej perspektívy, motivačné vlastnosti odmeny boli tradične definované skôr v termínoch ako je *kvalita, kvantita a odloženie odmeny,* než v termínoch nejakej koncepcie nervového systému, ktorý reaguje na prítomnosť vysoko žiadaného objektu. V skutočnosti, vysoko motivačný stav, z perspektívy nervového systému, môže byť nabudením emočného procesu, ktorý posiľňuje exploračné alebo obživné správanie. Inými slovami, nepodmienený motivačný stav v rámci mozgu môže byť založený na nabudení psychobehaviorálneho integratívneho systému mozgu (napr. Z hladacieho systému).

LH auto-stimulácia ako jednotný proces

Laterálny hypothalamus (LH) zahrňuje viacero ascendentných a descendentných neuronálnych systémov s viacerými prepojeniami s ostatnými mozgovými oblasťami.Je veľmi zjednodušené predpokladať, že cez túto oblasť vedie homogénny motivačný systém. Skôr je v blízkosti hypotalamusovej oblasti reprezentovaných viacero základných emočných a homeostatických systémov, ale tento fakt nezavrhuje možnosť, že hlavná trajektória LH – AS systému bola funkcionálne homogénna. Zrejme viacero odlišných neurálnych subkomponentov môže operovať koordinovaným a harmonickým spôsobom na vytvorenie jednoduchej psychobehaviorálnej reakcie. Aktivácia LH-AS trajektórie evokuje singulárne neuropsychologické procesy. Jedna rovina dôkazov bola z získaná zo schopnosti alebo neschopnosti zvierat diskriminovať vnútorné stavy mozgu evokované aktiváciou dvoch AS elektród v rámci trajektórie tohot systému. Ďalšia rovina sa získala z analýzy viacerých špecifických konzumných správaní, ktoré môžu byť evokované aktiváciou LH.

Po prvé, diskriminačné štúdie naznačili, že stimulácia viacerých odlišných SS miest evokuje jednoduchý typ vnútornej skúsenosti. Tento záver bol založený na fakte, že ak sa vyhodnocujú signalizačné vlastnosti dvoch od seba vzdialených elektród umiestnených v rámci trajektórie tohto systému – jedna elektróda signalizovala dosiahnuteľnosť odmeny a druhá indikovala jej nedosiahnuteľnosť, zvieratá vykazovali veľké ťažkosti v získaní tejto selekcie. Napríklad, hladné potkany vyžadovali len niekoľko tuctov pokusov aby dokázali rozlišovať svetlo z tónov v takomto type situácie keď jedlo bolo použité ako odmena, ale vyžadovalo to niekoľko stoviek pokusov, kým boli schopné rozlíšiť aktiváciu dvoch odlišných elektród umiestnených vo vzdialených miestach v LH.

V každom prípade , diskriminačné učenie, ktoré je jedným z mála experimentálnych spôsobov ako sa dostať k vnútorným stavom zvierat, postupuje lepšie keď jedna z elektród je umiestnená mimo hraníc exploračného systému. Napríklad, potkany vedeli hneď rozlišovať, ak jedna elektróda je v LH a druhá v "septum". Existujú teda dobré dôvody na stanovisko, že esptálne AS elektródy evokujú psychický proces, ktorý je podobný zážitkom radosti.

Podstata konzumatórneho správania evokovaného hľadacím systémom

Ďalšia silná rovina dôkazov existencie jednotného emočného systému v rámci AS zón LH okruhu pochádza z výskumov viacerých odlišných typov konzumatórneho správania, ktoré môže byť evokované stimuláciou tejto časti mozgu. Počas 60tych rokov bolo dokázané, že môžu byť spustené rôzne "stimulus-bound" – stimulačné-hraničné správania, ktoré môžu byť spúšťané z LH elektrickou stimuláciou mozgu – napríklad kŕmenie, pitnie, hlodanie dreva, sexuálne správanie, nosenie mláďaťa a dokonca úprava chvosta.

Elliot Valenstein a jeho kolegovia urobili sériu experimentov so "stimulačne-hraničným" kŕmením, pitím a hlodaním, ktoré prekvapili neurovedeckú komunitu. Výsledky zistili, že hypotalamový motivačný systém, ktorý bol aktivovaný, keď zvieratá predvádzali rôzne správania, bol *nešpecifický.* LH zjavne sprostredkoval niektoré procesy iné špecifické pozorované správanie. Prečo boli tieto výsledky tak ohrozujúce pre tradičné myslenie?

Čo títo výskumníci robili bolo jednoducho pozorovať "stimulačne-hraničné" jedenie, pitie a hlodanie *potom* čo zobrali každému zvieraťu preferovaný cieľový objekt, zatiaľ čo tam nechali dostupné ďalšie dva cieľové objekty počas dlhších nočných období prerušovanej elektrickej mozgovej stimulácie. Ráno väčšina zvierat prešla k inému typu správania. A nebola to len skromná zmena v preferenciách, ale keď sa navrátil pôvodný preferovaný cieľový objekt, novo získané konzumatórne správanie súperilo s originálnym správaním. Ďalšie výskumy neskôr podkopali názor o motivačnej "špecifite". Napríklad, čím silnejšie bolo iniciálne "stimulačne-hraničné" správanie (napr.energické jedenie), tým viac sa u zvierat menilo nové konzumatórne správanie (napr.sa stali energickými pijanmi). Postupne sa stalo zrejmé, že prvotné konzumatórne správanie nebolo celkom motivačne špecifické. Ani tí najenergickejší jedáci neboli plne zameraný na získanie jedla; pokiaľ sa im zamenilo iniciálne preferované jedlo iným druhom, pravdepodobnosť, že zostane silným jedákom nebola vyššia než pravdepodobnosť, že sa správanie posunie iným smerom, napríklad na pitie. Keď sa zvieratám, ktoré pili premiestnila voda z pohárika do misky, niektoré sa zmenili na "hranične-stimulovaných" jedákov, zatiaľ čo iné pokračovali v lízaní prázdneho pohárika. Normálne smädné zviera by určite nebolo tak bláznivé, aby začalo jesť len preto, že jeho voda bola premiestnená na iné miesto.

Valenstein jednoducho zdôraňoval možnosť, že základné hypotalamové substráty boli motivačne nešpecifikované a že učenie sa bol ten kritický proces určujúci, ktoré špecifické správanie bude zviera predvádzať. Žiaľ, jasne neukázal, že aj viacero iných správaní, ako napríklad strach a vášnivá agresia, ktoré tiež môžu vychádzať z priľahlých miest v hypotalame, sa môžu meniť na typy konzumatórneho správanie, ktoré boli študované.

Namiesto toho, všetky vysvetlenia boli založené na učení sa, snáď preto, že sa zhodovali/vysmievali behavioristickým koncepciám o organizácii nervového systému. V skutočnosti, Valenstein spravil nepresný úsudok, keď navrhoval, že všetky časti hypotalamu sa môžu naučiť vytvárať konzumatórne správanie. V podstate však, keď sa štatisticky prepočíta lokalizácia Valensteinových elektródových miest, nájde sa, že najväčšia zaťaženosť je situoavná v rámci dorsolent quandrant hypotalamu, kde sú najviac koncentrované ascendentné DA vlákna. Táto distribúcia elektródových miest korešponduje s okruhom, ktorý je tu konceptualizovaný ako Hľadací systém.

Aj keď výskumníci, ktorí podporovali motivačnú špecifickosť navrhovanú niektorými múdrymi interpretáciami Valensteinových pozorovaní, ich vlastné výskumy nakoniec dokázali, že toto nebol ten prípad. Napríklad, ak existuje viacero systémov vedúcich cez LH, predpokladalo by sa, že elektródy by mohli byť premiestňované na rozličné miesta na vyvolanie rozlične motivovaného správania podľa toho, akým neuronálnym systémom prechádza. V skútočnosti, zvieratá vykazovali nezávislé/jedinečné správania v tomto experimente a taktiež vykazovali v podstate rovnaké vzorce správania, keď boli stimulované dve miesta v mozgu odlišnými elektródami na odlišných lokáciách. Ďalej sa zistilo, že na základe emočného temperamentu zvieraťa sa dá predpokladať aký typ hranične-stimulovaného správania bude predvádzať. Potkany, vykazovali hranične stimulované predátorské správanie, napríklad ako útočenie na myš, iba ak aj predtým mali prirodzenú tendenciu k dravšiemu správaniu.

Závery: LH-AS systém aktivuje jednotný (unitary) motivačný proces. Avšak prevažujúci intelektuálny duch doby nebol naklonený ku konceptualizácii tohto jedinečného procesu v psychologických termínoch. Vyžadovalo by si to diskusiu o vnútorných neurodynamických aspektoch zvieracej "mysle" – zahrňujúc zrejme aj diskusiu o podstate motivačnej a subjektívnej skúsenosti zvierat – nielen jednoduché sústredenie sa na to, ako je správanie kontrolované vonkajšími udalosťami.

Jednotnosť, ktorá je pod behaviorálnou odlišnosťou, ktorá vychádza z hľadacieho systému

Predchádzajúce výsledky sú podobné ako myšlienka, že LH stimuláciou je evokovaný jednotný neuropsychologický proces.Aj keď sa zvieratá pri aktivácii tohto systému správajú najrozličnejším konzumatórnym správaním, závislým od ich "osobnostných" tendencií a telesných potrieb, existuje jedno správanie, ktoré je predvádzané všetkými. Všetky zvieratá sa predvádzajú hľadanie, čuchanie a skúmanie a manipulovanie s vyhľadávanými objektami v prostredí. Každý potkan stimulovaný v LH vykazuje tieto vzorce správania, aj keď predvádzajú rozličné konzumatórne smery, ak je poskytnutých množstvo zaujímavých objektov. Môže sa očakávať, že pri správnom výbere prostredia, všetky zvieratá by mali predvádzať jeden typ "hranične-stimulovaného" apetenčného správania, a to sa aj presne stalo.

Niekoľký výskumníci vytvorili experimentálnu situáciu, v ktorej bola elektrodová mozgová stimulácia aplikovaná iba vtedy, keď boli zvieratá na jednej strane testovacej komory, na strane, ktorá bola vybavená množstvom najrozličnejších objektov, zatiaľ čo druhá strana, kde sa stimulácia vypínala, bola prázdna. Po niekoľkých skúsenostiach s takouto situáciou, väčšina zvierat začala systematicky prenášať objekty zo stimulujúcej strany na nestimulujúcu. Konečným výsledkom bolo, že kopa haraburdia bola prenesená z jednej strany na druhú. Jedným spôsobom ako tomu porozumieť je, že LH stimulácia navodzuje stav mozgu, ktorý sa narmálne objavuje, keď zvieratá hľadajú obživu v prostredí mimo domov, a že zvieratá majú tendenciu pustiť objekt, keď tento typ neuronálnej aktivity prestáva: obživný impulz prirodzene ustupuje, keď sa dostali domov.

Podľa môjho názoru, najlepším spôsobom ako študovať nepodmienené behaviorálne vlastnosti hľadacieho systému u potkanov je analýza "stimulačne-hraničného" čuchania. Všetky zvieratá vykazujú toto správanie pri nabudení tohto okruhu. Reakcia môže byť kvantifikovaná a dokonca sa môže študovať u zvierat pod anestéziou. Prítomnosť elektródovo indukovaného čuchania počas operácie je výborným indikátorom, že miesto bude následne podporovať AS. Je pozoruhodné, že počet mikroampérov pre vyvolanie čuchania nie je vyšší ako pre vyvolanie autostimulácie. Toto naznačuje, že čuchacia reakcia môže byť prvotnejším indikátorom pre funkciu tohto systému než AS reakcia.

Elektródovo-navodené čuchanie je pravdepodobne vytvorené aj ascendentnými aj descendentnými spojeniami v mozgu a nie je priamo kontrolovaný ascendentným dopamínovým systémom. Na druhej strane je z mnohých výskumov jasné, že prirodzené exploračné čuchanie vyžaduje dopamínovú aktivitu. Injektice dopamínových blokátorov,

ktoré nemali žiadny efekt na elektródovo-navodené čuchanie významne redukovali exploračné čuchanie. Toto naznačuje, že elekrická stimulácie evokuje čuchanie na tom mieste neuronálneho okruhu, ktorý je za kontrolným dopamínovým bodom, možno v rámci descendentných glutamatergných okruhov, ktoré zabezpečujú regulačnú kontrolu nad aktivitou dopamínového systému.

Je dnes potvrdené, že dopamín je dosť silno uvoľňovaný z "ventral striatum" u potkanov počas anticipatórnej fázy správania, ale nie počas konzumatórnej fázy. V typickej experimentálnej situácii je samček potkana vystavený sexuálne prístupnej samičke, ale kontaktu je fyzicky zabránené mriežkou v klietke. Dopamín v mozgu je selektívne uvoľňovaný vo ventral striatum, kým samček skúma situáciu a hľadá spôsob ako sa dostať k samičke. Uvoľňovanie dopamínu sa redukuje, ak je sprístupnená cesta a môže dôjsť ku kopulácii. Podbný vzorec uvoľňovania dopamínu je pozorovateľný aj pri očakávaní inej odmeny, napríklad jedla. Údaje z výskumov potvrdili, že aktivácia dopamínového systému je spojená skôr s apetenčnou než konzumatórnou fázou motivačného správania. Je aj pravdepodobné, že tento systém reaguje nielen na pravdepodobné motívy, pozitívne podnety, ale aj na stresory, takže reaguje na všetky emočné výzvy, kde zviera musí hľadať riešenie.

Aj keď je stále potrebné spraviť viacero detailných prác na tomto systéme, názor, že LH zahrňuje viacero odlišných okruhov konzumatórneho správania nie je už dlhšie udržateľný. Mnohí výskumníci dnes akceptujú jednoduchú alternatívu, že veľké množstvo behaviorálneho učenia môže vyplývať z prirodzenej vnútornej flexibility ďalekosiahleho emočného systému v mozgu. Behaviorálna variabilita je ďalej podoprovaná hľadacím systémom, pretože môže byť modulovaný viacerými špecifickými homeostatickými detektormi v medialnej vrstvy hypotalamu. Introreceptívne neuróny, ktoré označujú vodu, energiu, teplotu a iné nerovnováhy, energizujú hľadanie vitálnych zdrojov a to aktiváciou nabudenia hľadacieho systému.

Neurodynamika auto-stimulačného systému: neurochemické štúdie a štúdie jednostnosti

Hoci je hľadací systém určite rozsiahlejší než dopamínový systém, najlepšie elektrofyziologické dôkazy toho, ako systém funguje, sa môžu získať zo štúdia, ako zväzky DA neurónov reagujú na okolnosti prostredia. Štúdie tohto druhu na bdelých zvieratách sa mohli uskutočniť pomocou identifikácie elektrofyziologického odtlačku tejto aktivity v bunkách. DA neuróny sú spúšťané v značne rytmickom tempe, s dvoma lebo troma vrcholmi v čase, so skracovaním vrcholovej amplitúdy. DA neuróny majú endogénne "pacemaker" (kto udáva krok) aktivity. Sú aktivované v značne stabilnom množstve počas dňa, zahrňujúc aj REM spánok. Toto môže naznačovať,že tento systém je pripravený sprostredkovať nabudenie správania v momente všimnutia si/spozorovania. Taktiež to môže byť spôsob, ako sa mozog udržuje na rovnakej úrovni v plynúcom čase. Je vždy ako druhá ručička na hodinách. Keď je systém nabudený a začína aktívne sprostredkúvať správanie, neuróny zaujímajú synchronizačný vzorec – prostredníctvom ktorého sú možnosti akcie generované do radu – čo efektívnejšie podporuje uvoľňovanie dopamínu v synaptických poliach. Tento typ synchronizácie môže pomôcť urýchliť subjektívne vnímané plynutie času, čo vedie k elevácii

anticipatórneho správania, ako je možné pozorovať v reakciách zvierat keď pracujú pre odmenu, ktorá je na základe pravidelného fixného rozvrhu.

Existuje teraz aj množstvo dôkazov, že VTA-DA neuróny sú výrazne reaktívne na motivačné stimuly – konkrétne na stimuly, ktoré predikujú prítomnosť odmeny v prostredí. V jednej štúdii výskumníci analyzovali aktivitu mezocefalických DA neurónov u primátov ako funkciu "akčných" a "neakčných" (go/no-go) stimulov predikujúcich dosiahnuteľnosť alebo nedosiahnuteľnosť odmeny, a ako táto aktivita súvisí s odmenu hľadajúcim pohybom rúk. Aby sa dosiahla diskriminácia senzoricko-percepčných a motorických reakcií, pohyb rúk musel byť inhibovaný až pokiaľ sa neotvorili dvierka do odmeňovacieho boxu. Zistilo sa, že "akčné" stimuly boli obzvlášť efektívne v nabudení DA neurónov (aj v čase keď ešte nebola zjavná motorická reakcia), zatiaľ čo "neakčné" stimuly neboli. Podnet "otvorenia dverí" taktiež provokoval porovnateľnú odpoveď v DA bunkách, ale toto bolo doprevádzané motorickým pohybom.

Boli taktiež uskutočnené rozsiahle analýzy neurofyziologických odpovedí neurónov v DA terminálnych poliach v amygdale a bazálnych gangliách. Bolo pozorované, že viacero neurónov sú obzvlášť reaktívne na naučené súvislosti, čo naznačuje, že inštinktívne tendencie a získané správanie sú zmiešané v týchto oblastiach. Niektorí výskumníci taktiež identifikovali údajné oblasti v mozgu, kde sa objavuje registrácia odmeny. Temporálna a frontálna kôra obsahujú veľké množstvo neurónov, ktoré sa aktivujú iba ako reakcia na podnet, ktorý získal zmysel tým, že bol prediktívne spojený s odmenou.

Neurochémia auto-stimulácie

Jadro hľadacieho systému je dobre vyznačené prostredníctvom trajektórie DA systému, najmä mezolimbickými a mezokôrovými komponentami, ktoré ascendujú z A 10 DA neurónov VTA do obalu nucleus accumbens a oblasťami frontálneho kortexu a amygdaly. Manipulácia s týmto systémom pomocou najrôznejších prosriedkov prináša konzistentné efekty na autostimuláciu: redukcia v DA aktivite redukuje aj AS a zvýšenie jej pomáha. AS jasne podporuje uvoľňovanie DA v mozgu. Samozrejme je zahrnutých aj viacero iných systémov a existuje dobrý dôkaz, že ascendentné norepinephrine a epinephrine systémy majú uľahčujúcu podporujúcu rolu, zatiaľ čo serotonin vo všeobecnosti inhibuje AS. Avšak na niektorých miestach v blízkosti mesencefalickej centrálnej šede, serotonín podporuje AS.

V súčasnosti sa verí, že ascendentné DA systémy sú jediným spojítkom v rámci komplexu reťaze elektrofyziologických a neurochemických udalostí, ktoré sprostredkuvajú AS, a je jasné, že systém má taktiež dôležité descendentné komponenty, ktoré môžu podporovať čuchanie, pravdepodobne cez glutamánové uvoľnenie. Acetylcholínové zväzky pôsobiace na "muscarinic" receptoroch na DA neurónoch môžu konštituovať dôležitý stupeň v tomto systéme zbiehaním sa na VTA neurónoch, zahrňujúc neurotensinové, opioidové a "substance" P (hmota) systémy, ktoré všetky môžu do určitej miery podporovať AS. Taktiež cholinergné a GABAergic vplyvy majú význam v tomto systéme.

Jedna z kľúčových úloh je určiť, ako tieto chemické procesy kontrolujú normálne apetenčné správanie. Analýzy indikujú, že apetitívny prístup je ovplyvnený podstatnejšie než konzumatórne správanie nasledujúce lokálne neurochemické spracovanie. Vo všeobecnosti spracovanie, ktoré selektívne znižuje apetenčné správanie na saciu odmenu sú DA a cholinergné receptorové blokády a facilitácia GABA aktivity, čo sa zhoduje s výsledkymi pozorovanými s AS. Môže to byť nová kapitola neurobiológie, keby vedci rozpoznali rozličné typy informácií, ktoré utvárajú hľadací systém cez tieto a iné chemické procesy.

Niekedy sa zdá, že väčšina dôležitých faktov o AS je už známa, ale potom zistíme, koľko toho ešte zostáva neobjavené. Ako už bolo spomenuté je jasné, že čuchanie, perfektný indikátor nabudenia tohto systému u potkanov, operuje prostredníctvom neurochemických procesov iných ako DA. Prečo má haloperidol, antipsychotický DA blokátor, ktorý výrazne oslabuje AS, prakticky žiadny efekt na "stimulačne-hraničné" čuchanie, zatiaľ čo rovnaká dávka môže výrazne eliminovať spontánne exploračné čuchanie? Podľa všetkého je čuchanie evokované elektódovou stimuláciou mozgu nabudené aktiváciou descendentným neuronálnym systémom mozgu za DA synapsami. Nikto ešte neidentifikoval neurochemické procesy, ktoré sprostredkuvajú túto výstupovú cestu, ale keďže je glutamán najvzrušivejším transmiterom aj v kognitívnych aj v emočných systémoch v mozgu, existujú dobré dôvody na predpokladanie, že glutamán je podstatný pre čuchaciu reakciu.

Keďže je čuchacia reakcia v samom centre hľadacieho systému u potkanov, môže očakávať dosiahnutie novšieho a hlbšieho porozumenia AS keď sa identifikujú neurochemické procesy descendentných komponentov. Kvôli vzájomnému vzťahu AS k učiacim procesom, ako aj ku schizofrénii, je možné že takáto znalosť by mohla viesť k novému spôsobu kontrolovania spontánnych foriem učenia, ktoré vytvára iluziórne myslenie.

Rola hľadacieho systému v učení a pamäti

Prevláda názor, že AS systém vykonáva v učení kľúčovú rolu. James Olds, ktorý spolu s Peterom Milnerom objavili AS v roku 1954, strávil posledných 15 rokov svojho života pokusmi presne identifikovať, ako mozog konštruuje fundnamentálnu formu poznania – poznanie, že subjekt môže byť odmenený. Olds a jeho kolegovia zaznamenávali akčné napätie v neurónoch AS systému ako aj iných oblastí mozgu, zatiaľ čo sa potkany učili jednoduchú klasickú podmienenú apetenčnú úlohu – konkrétne anticipatórne správanie počas pocitu hladu. Keď sa ozval jednosekundový tón, hladný potkan sa naučil očakávať doručenie malej tabletky jedla. Potkany nevykazovali žiadne znaky naučenia sa počas prvých 20tich pokusov, ale neuronálne indikátory učenia boli evidentné v LH a anatomicky súvisiacich oblastiach (stredný mozog, preoptická oblasť a amygdala) už počas 10 až 20 opakovaniach. Naučené správanie, aj keď len slabo prejavené, bolo zjavné pri opakovaniach od 20 do 30 a počas tejto periódy indikovali učenie rozličné talamusové a hypokampálne oblasti. Od opakovaní 30 až 40, začalo byť evidentné jasné účelové správanie a bazálne ganglie začali preukazovať naučené reakcie. Od 40-50 opakovaní sa správanie stalo zručným, zviera vyzeralo, že vie, čo sa stane. Iba v tomto stupni mediálny "geniculate" talamus, ktorý dekóduje auditórne podnety a kôrové projektívne oblasti pri auditórne procesy preukazovali učenie.

Olds a jeho kolegovia nielenže identifikovali ako je učenie prejavované v mozgu, ale taktiež sa pozreli na neuróny, ktoré prvé exhibujú naučené zmeny v individuálnych pokusoch s naučenými zvieratmi. Zamerali sa najprv na identifikáciu neurónu, ktorý prvý reaguje na zapnutie tónu signalizujúceho potravu. Znova neuróny v rámci LH sa prvoradé prejavovali, reagujúc v prvých 20tisícinách sekundy po zapnutí tónu. Aj iné časti mozgu, ktorým trvalo dlhšie prejavenie iniciálneho učenia, ako je kortex a posterior nuclei talamusu, taktiež prejavovali také skoré reakcie. Relatívne pomalé boli frontálny kortex, hipokampus, a bazálne gangliá, čo naznačuje, že oni predstavujú iné aspekty poznania, možno vedomé vnímanie možnosti odmeny.

Tento vzorec výsledkov naznačuje, že LH-AS alebo hľadací systém v mozgu je jedným z prvých oblastí, ktoré sa naučia apetenčnú úlohu a u dobre trénovaných zvierat je medzi prvými, ktoré prejavujú naučenie. Tieto výsledky taktiež ukazujú, že základný apetitívny mechanizmus učenia , ktorý generuje pozitívne očakávania, je uložený v rámci laterálne hypotalamusového tkaniva. Ďalší vedci potvrdili dôležitosť neurónov pozdĺž trajektórie tohto okruhu pre apetenčné učenie. V skutočnosti, schopnosť zvieraťa prežívať anticipačné zaujatie je vážne redukovaná pokiaľ je LH poškodené. Avšak vedci váhali využiť tieto výsledky teoreticky, pretože zvieratá s poškodeným LH sú vo všeobecnosti zoslabené: je celkom možné, že všeobecná nervová inkompetencia a nie kapacita na učenie, chráni tieto zvieratá pred anticipatórnym správaním. V každom prípade, tieto výsledky potvrdzujú dôležitosť hľadacieho systému v apetitívnych kompetenciách zvierat.

Ak tieto mozgové oblasti prispievajú k vnútornej schopnosti zvierat utvárať apetenčné učenie, aplikácia elektrickej stimulácie na tento okruh, môže spontánne utvárať anticipatórne učenie. Dalo by sa očakávať, že vzorec reagovania na fixný časový plán, môže odrážať prirodzené fungovanie tohto systému. Na fixne časovanom pláne, kde sa možnosť získať posiľnenie objavuje iba v určitom časovom sete , zvieratá majú tendenciu zadržať reakciu počas prvej polovice každého post-odmeňovacieho intervalu a operatívne správanie sa zvyšuje postupne počas druhej polovice intervalu, ešte predtým, než je tam nejaká realistická príležitosť získať odmenu. Preto sa zvieratá zdajú byť prirodzenými "optimistami"; konštatne podceňujúc dĺžku času, ktorú potrebujú počkať na odmenu. Po ich prvej reakcii na každý pravidelný segment, začínajú reagovať v stále zyšujúcej intenzite, tak ako sa približuje čas odmeny. Aj keď behavioristi neradi používajú terminológiu ako je očakávanie, zdá sa, že zvieratá pracujúce na základe pravidelného časového plánu predvádzajú postupné zvyšovanie behaviorálneho vzrušenia alebo anticipácie, keď sa každý interval blíži ku koncu.

Potkany spontánne predvádzajú naučené behaviorálne zmeny, ked dostávajú voľné "odmeňovacie" mozgové stimulácie v pravidelných interavloch: prirodzené inštiktívne správanie, ktoré predstavuje túto formu spontánneho učenia sa, je exploračné čuchanie, rovnaké správanie, ktoré môže byť evokované odmeňujúcou mozgovou stimuláciou. Konkrétne, ak je administrovaná voľná stimulácia do odmeňujúcich LH oblastí každých 20 sekúnd, vzrastá anticipatórna horlivosť. Počas prvých opakovaní, zvieratá udržujú exploratívne vzorce, s intenzívnym čuchaním, počas intervalov medzi stimuláciami. Postupne sa čuchanie začína skracovať po každej stimulácii, ale systematicky sa zvyšuje ako interval pokračuje. Na konci tréningu, zvieratá predvádzajú pravidelné čuchacie vzorce počas

intervalov medzi stimuláciou. Tento vzorec sa úzko podobá na operatívne správanie, ktoré zvieratá normálne predvádzajú v takomto posilňovacom rozvrhu. Rozdiel je v tom, že v tejto situácii, zvieratá *nepotrebujú robiť nič systematické, aby dosiahli odmenu.* Pretože toto získané správanie neslúži žiadnej formálnej inštrumentálnej funkcii, môže byť vyhlásené za zdanlivé. Samozrejme, môže sa usudzovať, že správanie pomáha zvieratám pripraviť sa na získanie dostupnej odmeny. V skutočnosti je toto to, prečo ja tento systém volám originálne "očakávajúci systém".

Aby sa určilo, či je táto forma anticipatórneho podmieňovania nadradená operatívnemu reagovania, monitorovalo sa spontánne čuchanie potkanov počas toho ako získavali sladkú vodu v intervalovo-pravidelnom rozvrhu. Zaujímalo sa o to, čo prebieha v tom momente tesne pred prvým "dobrovoľným" stlačením páčky. V skutočnosti zvieratá začali živšie čuchať tesne predtým než prvý krát stlačili páčku. Čuchanie sa ďalej zvyšovalo po iniciálnej "optimistickej" ale konštantnej neefektívnej reakcii. Takže mozgový systém, ktorý generuje čuchanie sa zapája v momente predtým, keď zviera urobí prvú operatívnu reakciu. Toto naznačuje, že spontánne nabudenie hľadacieho systému pomáha nabudiť inštrumentálne správanie. Ako mozog spontánne sprostredkúva anticipatórne stavy? Pravdepodobne sa to deje cez schopnosť LH okruhu generovať theta vlny, ktoré senzitizujú aj asociatívne schopnosti hipokampu a dopamínovo sprostredkovanú synchronizačnú funkciu striatum. Neurofyziologické porozumenie týmto systémom môže vysvetliť ako zvieratá spontánne vytvárajú riešenia pre rôzne okolnosti v ich životoch. Pravdepodobne nám rovnaké systémy pomáhajú rozvinúť zmysel pre kauzalitu pomocou vnímania súvisiacich udalostí v prostredí. Tento typ spontánnej asociačnej schopnosti charakterizuje normálne ľudské myslenie, ako aj iluziórne excesy v schizofrénnom myslení. Existuje vážny vzťah medzi neuronálnym podchytením AS u potkanov a schizofréniou u ľudí.

Hľadací systém a zdroje iluziórneho správania u zvierat

Nabudenie hľadacieho správania spontánne utvára kauzálne "vhľady" vnímania korelujúcich udalostí. Niektoré vzťahy môžu byť pravdivé, ale iné sú klamlivé, zdanlivé. V skutočnosti všetky formy induktívnych myšlienok, zahrňujúc aj tie, ktoré energizujú špecifické snaženia sa, sú realizované týmto typom logického toku myslenia. Vnútorná tendencia pre "potvrdenie predsudku/predpokladu/tendencie/záľuby (confirmation bias)" sa zdá byť prirodzenou funkciou aj v ľudskom aj v potkaňom myslení. Skutočne, klasicky podmienené potvrdenie predsudku/predpokladu, ktoré charakterizuje viacero mozgových systémov učenia, zahrňujúc aj hľadací systém, poplietlo vedcov, keď to bolo po prvý krát objavené.

Príkladom tohto typu spontánneho učenia je "autoshaping" "auto-tvarovanie/ samo-utváranie", ktoré odráža tendenciu zvierat správať sa spontánne ako keby korelujúce odmeňovacie podnety odrážali kauzálne vzťahy. V klasickej demonštrácii tohto fenoménu, boli holuby vystavené osvetlenému tlačidlu tesne pred podávaním jedla. Pri opakovanej expozícii tejto súvislosti, holuby začali pri zasvietení tlačidla do neho ďobať, aj keď nebolo žiadne formálne spojenie medzi tým, čo holuby robili a prítomnosťou jedla. Vyzeralo to akoby zvieratá verili, že ich správanie bolo nápomocné v získavaní jedla, aj keď v skutočnosti

nebolo. Samozrejme toto je efektívny spôsob ako trénovať zvieratá, aby robili rozličné veci, aj keď na formálnej úrovni takéto správanie odráža iluziórne myslenie. Porovnateľný fenomén bol pozorovaný u všetkých študovaných druhov cicavcov. "Dažďový tanec" u indiánskych šamanov a zbožné modlitby môžu reflektovať takéto procesy u ľudí. Ak sa robia dlho, takéto rituály sú pokladané za fungujúce, aj keď nemusí byť žiadny kauzálny vzťah medzi tancom a modtitbami a udalosťami vo svete. Môžme si všimnúť, že prach spôsobený hodinovými dažďovými tancami môže pomôcť akoby zasiať koloidnú suspenziu vlhkosti, ktorá môže podporovať tieto očakávania. Podobne, modlitba môže vytvoriť vzorec myslenia, ktorý podporuje správanie, ktoré môže meniť spoločenský svet. Avšak, najlepšie z nášho pozania, väčšina nášho auto-tvarovaného správania jednosucho odráža formu klasického podmieňovania v rámci hľadacieho systému. Úloha DA v tomto type správania je potvrdená schopn. DA blokátorov redukovať autotvarovanie.

Ďalším bizardným správaním utváraným hľadacím správaním je indukovaná polydipsia. Toto je excesívne pitie, ktoré môže byť predvádzané hladnými potkanmi, keď sa im podávajú malé porcie jedla v pravidelných časových intervaloch; zhruba dvoj-minútové intervaly medzi podávaním jedla produkujú maximálne reakcie. Ak nie je dostupná voda, zvieratá sa budú správať iným spôsobom napríklad kompulzívnym rozhryzením dostupných objektov alebo behaním v kolese. Môže byť dokonca pozorovateľná agresia, ak je v blízkosti nejaké iné zviera. Zdá sa, že zvieratá ventilujú frustráciu neurochemickej energie vyplývajúcej z neuspokojených očakávaní.

Ako skupina sa tieto správania nazývajú "adjunktívne/podporné" alebo "presunovacie/presmerovacie/displacement" a podobajú sa "poverčivému" správaniu, ktoré Skinner popísal u svojich holubov. Počas intervalov medzi posilneniami si niektorí vykračovali v klietke a plieskali krídlami v prediktívnom vzorci, akoby ich tanec mal nejaké zmysluplné dôsledky na udalosti vo svete. Tieto správania boli vysvetlené ako "náhodné posilnenie" – ako šanca spojenia náhodného správania s doručením odmeny. Hlbším dôvodom môže byť prílišné nabudenie hľadacieho systému. Podporné správania pravdepodobne vznikajú z rovnakých neuronálnych substrátov ako "hranične -stimulačné" správanie evokované elektŕodovou stimuláciou LH.: zvieratá rozptýlia svoje apetenčné energie na mnoho na cieľ zamerané správania. Inými slovami, hladné zvieratá môžu zažívať udržiavané obživné nabudenie a ak nemôžu uspokojiť túto potrebu homeostaticky primeraným konzumatórnym správaním, začnú sa správať alternatívnym konzumatórnym spôsobom, ktorý môže čiastočne zmierniť pocity excesívneho apetenčného nabudenia.

Takéto podporné správanie sa môže podobať obsedantne-kompulzívnym vzorcom správania, ktoré ľudia predvádzajú pod stresujúcimi okolnosťami. Aj keď, jedným z kardinálnych atribútov OC psychopatológie u ľudí je vedomá túžba vyhnúť sa kompulziám. Keďže nemôžeme merať myšlienky zvierat, obsesívny komponent OCD nemusí byť nikdy presne zhodnotený na zvieracích modeloch, aj keď podporné správanie môže pomôcť osvetliť podstatu poruchy kontroly impulzov.: kompulzívne akty, ktoré nie sú spojené s vnútorne prežívanou potrebou zadržať správanie.

Ďalším dôležitým zistením v tejto oblasti je, že väčšina správaní evokovaných LH stimuláciou u potkanov môže byť taktiež evokovaná jemným tlakom na ich chvost. Správania indukované tlakom na chvost zahrňujú kŕmenie, pitie a hlodanie, všetky, ktoré môžu byť osalbené DA blokátormi. Toto naznačuje, že tento fenomén taktiež vyplýva z excesívnej aktivity hľadacieho systému.

Preto môže hľadací systém podporovať viacero motivovačných správaní a podkladový neurálny systém je pripravený na záver, že korelujúce udalosti v prostredí reflektujú kauzálne vzťahy. Je jednoduché zhodnotiť ako toto môže poskytovať porozumenie svetu, keď podkladové pamäťové posiľňovacie procesy pracujú normálne. Je taktiež jednoduché pozorumieť ako toto môže poskytovať iluziórne predstavy o svete. Ak je systém chronicky hyperaktívny, môže to byť menej viazané na racionálne mody testovania reality. Fakt, že mezolimbický DA systém je obzvlášť reaktívny na stres, by mohol vysvetliť paranoidné myslenie ľahšie vznikajúce počas stresujúcej epizódy, a prečo stres môže podporovať schizofrénne vzorce myslenia.

Jednou z kritických úloh pre lepšie porozumenie tohto, ako tento systém operuje je identifikácia tohto, aké neuronálne zmeny vlastne utvárajú posilnenie v rámci dynamických operácií týchto mozgových okruhov. V súlade s názorom, že pouitívne posilnenie môže byť spojené s redukciou energie v hľadacom systéme, môžme predpokladať, že pri schizofrénii sa môžu rozdeľovacie vzorce a vnútorné prerušenia takýchto vzorcov objavovať s abnormnou frenkvenciou reakcií na vnútorné podnety a nie na udalosti reálneho života. Možno neuróny v VTA-DA systéme reagujú excesívnym oddeľovaním pre vnútorné ako opozitum pre vonkajšie dôvody.

Vzťah hľadacieho systému ku schizofrénii

Niektorí psychobiológovia veria, že AS LH okruhu je výborným modelom pre typ I. Alebo paranoidnú schizofréniu na proti typu II schizofrénie, ktorý je charakterizovaný preukázateľným poškodením mozgu. Existuje všeobecný súhlas, že paranoidná schizofrénia je charakterizovaná excesívnou aktivitou DA. Najbežnejšie pozorovaným biochemickým korelátom je zväčšenie DA receptorov (D2) najmä vo ventral striatum, s občas zaznamenávanými abnormalitami ako napríklad zvýšená úroveň DA v amygdale v ľavej hemisfére. Všetky antipsychotické lieky redukujú DA aktivitu na D2 receptoroch, a tu sa objavuje aj pararela medzi schizofréniou a AS okruhom: antipsychotické lieky prakticky redukujúschizofrénne symptómy ale taktiež aj AS v rámci hľadacieho systému. A naopak, lieky alebo drogy, ktoré zhoršujú schizofrénne symptómy vo všeobecnosti zvyšujú AS správanie. Napríklad, psychostimulanty utvárajú AS a , ak je to opakovane administrované, eventuálne urýchľujú symptómy paranoidnej schizofrénie, ktoré sú psychiatricky nerozlíšiteľné od spontánne objavujúcich sa rozmanitostí.

Keďže prepuknutie schizofrénie môže byť taktiež urýchlené stresom, je obzvlášť pozorzhodné, že mezolimbický DA systém (A10) je vysoko reaktívny na stres, oveľa viac než ostatné mozgové systémy. Počas stresu, určité ascendentné DA systémy sú vyprázdnené od DA, s následným nárastom hypersenzitivity v receptoroch na to málo, čo zostalo, čo vedie k

zvýšeniu psychologických symptómov podobajúcich sa na schizofréniu. Funkčne to môže odrážať adaptívny proces: môže sa zvýšiť množstvo hľadacieho správania, ak je niekto pod stresom, aby sa objavili zdorje na zníženie stresujúcej situácie.

Podobné dlho-trvajúce mozgové zmeny môžu byť indukované chronickým užívaním psychostimulantov ako je kokaín a amfetamín, týkajúce sa permanentného nárasto senzitivity podkladového mozgového systému. Táto "senzitizácia" môže reflektovať dlho-trvajúce prispôsobenie sa mozgu, ktoré je potrebné pre pochopenie nielen schizofrénie, ale aj fenoménu baženia po drogách a iných obsesiách, ako aj všeobecnú redukciu schopnosti tolerovbať stres, záťaž. Je teraz jasné, že mnoho neurochemických vplyvov môže umožňovať takú senzitizáciu, zahrňujúc opiáty a iné drogy, zatiaľ čo lieky, ktoré redukujú pamäťovú konsolidáciu, ako su glutamán-receptorový antagonisti, majú tendenciu blokovať senzitizáciu. Odlišný syndróm je urýchlený chronickým podávaním priameho DA receprorového agonistu apomorfínu u zvierat, ktorý môže ovplyvniť aj postsynaptické aj presynaptické DA receptory. Potkany, ktoré dostávali takéto lieky sa nakoniec začali spontánne správať zvýšenou úrovňou strachovej emócie a agresivitou. Viacerí vedci veria, že takéto závery sú dôležité pri porozumení takého psychiatrického ochorenia ako je mánia, ale presné vzťahy ešte neboli určené.

Názory a fakty súčasnej prevládajúcej biologickej psychiatrie sú ohromujúce. Môžme nakoniec pochopiť niektoré schizofrénne symptómy konceptualizáciou AS okruhu ako apetenčného emočného systému, ktorý sa mohol stať nestabilným. Ak je normálnou funkciou tohto systému mobilizovať organizmus pre hľadanie zdrojov vo svete, môžme zvážiť ako môže hľadací systém taktiež vytvárať iluziórne mašlienky. Zjavne ak je tento emočný systém príliš preťažený a beží "na voľnobeh", môže vytvárať svojvoľné a nerealistické nápady o tom, ako udalosti vo svete súvisia s vnútornými udalosťami. Je iluziórne myslenie naozaj závislé na operáciách spontánne aktívnej asociatívnej siete, ktorá je neviazaná s testovaním reality, ktoré je vytvárané normálnou schopnosťou mozgu odhadovať vzťahy medzi udalosťami? Ak je tomu tak, budeme mať ešte väčší dôvod učiť sa o schizofrénii zo štúdia hľadacieho systému, ktorý sprostredkúva AS správanie u zvierat. Pomocou štúdia tohto systémumôžme taktiež porozumieť prirodzenú horlivosť, ktorá nás robí emočne živými bytosťami, ktorými sme.

Dodatočné myšlienky: auto-stimulácia a snívanie

V predchádzajúcej kapitole som sa zameral na vzťah medzi schizofréniou a snívaním. Ako teraz vidíme, existuje aj vierohodné spojenie medzi schizofréniou a AS. Vzhľadom na to by sa dalo predpokladať, že existuje úzky vzťah medzi AS a snívaním. V skutočnosti sa zistili zaujímavé spojenia medzi nimi u REM-deprivovaných zvierat. REM deprivácia u potkanov viedla k zvýšenej senzitivite LH-AS systému: zvieratá reagovali zvýšenou intenzitou na nižšiu úroveň, akokeby REM deprivácia senzitizovala substráty AS systému. A naopak, taktiež sa zistilo, že umožnenie AS u zvierat počas niekoľkých hodín počas prebiehajúcej REM-deprivácie eliminuje potrebu následného REM spánku. Inými slovami, potreba zvýšenej miery REM spánku po REM deprivácii je viditelne uspokojená, ak je zvieratám umožnená auto-stimulácia počas deprivačnej fázy.

Je dôležité, že schizofrenici taktiež neprejavujú kompenzatórne zvýšenie REM spánku po periódach REM deprivácie. Preto sa zdá, že existuje vzťah medzi schizofrénnym procesom a neuropsychologickým uspokojením, ktoré sa objavuje aj pri REM spánku aj pri AS. Tieto výsledky naznačujú živnú pôdu pre psychodynamické teórie, ktoré dávajú do vzťahu snívací mechanizmus a mechanizmus utvárania symbolu a reality.

Takéto zistenia taktiež oslovujú staršie teórie o funkcii REM spánku, napríklad, že poskytuje priestor pre uspokojenie nazhromaždenej psychickej energie. Ak k týmto pozorovaniam pridáme aj bežnú špekuláciu, že môže existovať základný vzťah medzi REM spánkom a schizofréniou, vedie to k premýšľaniu, či by ten typ pychického uspokojenia, ktorý sa objavuje počas AS mohol pomôcť zmierniť schizofrénne symptómy. Dal by sa rozptýliť nadbytok energie v tomto systéme cez rozličné ľudské aktivity? Mohli by byť symptómy schizofrénie zmiernené jednoducho zabezpečením viacerých výstupov pre obživné tendencie indivídua. Môže sa rozptýliť hľadacie pudenie jednoducho cez nové typy emočných cvičení? Samozrejme, špekulatívne názory ako sú tieto – provokatívne produkty hľadacieho systému v mozgu – zostanú bez pevného základu pokiaľ sa neprehodnotia prostredníctvom dôsledných empirických štúdií.

Konspekt vypracovala: **MUDr. Katarína Kusá**

Kapitola 9

Regulačné správanie a hľadací systém

Energy Is Delight: The Pleasure and Pains of Brain Regulatory Systems

HĽADACÍ systém môže motivovať zvieratá, aby hľadali rôznorodé odmeny v prostredí. Väčšinou z toho vykonáva nervový systém automaticky. Mnohé telesné potreby dosiahnu HĽADACÍ systém a tak spustia apetitívne tendencie k hľadaniu, ktoré motivuje zvieratá, aby siahli po dostupných zdrojoch. Pre evolúciu by bolo zbytočné mrhanie, keby vytvorila pre každú potrebu oddelený HĽADACÍ systém. Najefektívnejšie bolo, aby každý systém kontroloval dve rozličné funkcie: generalizovanú, nešpecifickú formu apetitívneho vybudenia a rozličné špecifické detekčné systémy pre vyplnenie špecifickej potreby.

Zníženie zásob v tele môže viesť ku všeobecnému vybudeniu hľadacieho správania bez ohľadu na špecifické existujúce nerovnováhy a špecifický stav potrieb senzibilizuje tendencie ku konzumatórnym reflexom (lízanie, hryzenie, žuvanie a prehĺtanie) a kľúčové podporné mechanizmy, ako senzorické, percepčné a pamäťové polia relevantné pre špecifické potreby. Súhrou týchto procesov môže všeobecný HĽADACÍ systém efektívne viesť zvieratá k relevantným cieľovým objektom v prostredí. Inými slovami, nešpecifický HĽADACÍ systém pod vedením rozličných regulačných nerovnováhy, vonkajších informácií a minulého učenia pomôže priviesť smädné zvieratá k vode, uzimené zvieratá do tepla, hladné zvieratá k jedlu a sexuálne vzrušené zvieratá k možnostiam orgazmického uspokojenia.

Z existujúceho dôkazu vyplýva, že HĽADACÍ systém je pod kontrolou vnútorných homeostatických receptorových systémov, ktoré detekujú rozličné nerovnováhy v tele. Toto vyplýva zo skutočnosti, že mnohé nerovnováhy môžu modifikovať frekvenciu, ktorou zvieratá samostimulujú laterálne hypotalamické elektródové miesta. Axóny mnohých neurónov z mediálneho hypotalamu majú synaptické kontakty a ventrálnou tegmentálnou areou. Ich dendrity sa radiálne rozprestierajú naprieč ascendentným a descendentným axónov HĽADACIEHO systému, a tak poskytujú feedbackové slučky, ktoré regulujú energetickosť príjmu potravy. Mnohé z týchto neurónov sú senzitívne k cirkulujúcim zložkám živín, ako sú aminokyseliny, mastné kyseliny a cukor. Iné blízke interoceptívne neuróny – osmoreceptory – sú senzitívne k osmotickým koncentráciám látok rozpustených v krvi. Ďalšie – termoreceptory – sú citlivé na zmeny vnútornej a periférnej teploty. Existujú aj špecializované receptory, ktoré sú senzitívne na rozličné hormóny kontrolujúce sexuálne tendencie. Sú pripojené k iným detektorom, na naše znalosti o ich umiestnení a vlastnostiach ostávajú stále minimálne.

Je dôležité si všimnúť, že umiestnenia elektród, ktoré bývajú u potkanov často samo-stimulované, spúšťajú u mačiek predátorskú aktivitu. Toto je očividne rozumné hľadacie správanie pre mäsožravé zviera nachádzajúce sa na vrchole potravinového reťazca. Vonkajšie správanie nás môže niekedy zmiasť ohľadne funkcií jeho podmieňujúceho mozgového systému. Ako uvidíme v ďalšej kapitole, existuje veľa dôkazov, že predátorská agresivita je

výsledkom vybudenia HĽADACIEHO systému, v protiklade s oddeleným emočným systémom.

Pudy, podnety a apetitívne vybudenie v mozgu

V starej psychologickej terminológi sa myslelo, že mozgové systémy detekujúce telesné potreby, generujú „pudy“, no tento koncept sa už viac nepoužíva. Bolo rozpoznané, že na logickej úrovni môže byť pre koherentné vysvetľovanie správania poňatie pudu nadbytočné. Stačili by motivačné koncepty, najmä preto, že špecifické stavy deprivácie primárne podporujú zvieraciu odpoveď na špecifické externé motivačné stimuly. My tu používame koncept stavu telesnej potreby, na rozdiel od pudu, ktorý indikuje prítomnosť regulatórnej nerovnováhy. Napríklad stav potreby ako pokles energie vedie k dramatickému zvýšeniu motorického vybudenia iba vtedy, ak sú zvieratá v prítomnosti motivujúcich stimulov – teda tých stimulov, ktoré predpovedajú dostupnosť a charakteristiku relevantných primárnych odmien ako napríklad jedla. Na fyziologickej úrovni možno zvýšené vybudenie zmerať zintenzívnením reflexov, ako aj neurálnymi zmenami.

Hlavný typ motivačného procesu v mozgu je vybudenie HĽADACIEHO systému. Hoci HĽADACÍ systém je situovaný tak, aby bol ovplyvnený celým rozsahom telesných stavov signalizujúcich potrebu, rozsah, do akého tieto zdroje vybudenia majú priamy alebo nepriamy vplyv na HĽADACÍ systém ostáva experimentálne nezodpovedaný.

Kľúčovou otázkou tejto kapitoly ostáva: Ako špecifické neuróny vedia, že telo má príliš málo alebo nadbytok dostupnej energie? Zdá sa, že toto sa z veľkej časti dosahuje pomocou špecifických buniek v mediálnej a laterálnej zóne hypotalamu, ktoré integrujú s rozličnými telesnými faktormi. Najskôr sa však zameriame na rôznorodosť vzorcov správania, ktoré zvieratá používajú pri získavaní energie z prostredia. U rozličných druhov nachádzame veľkú variabilitu vzorcov získavania potravy.

Správanie zamerané na požieranie potravy a energetická homeostáza

V divočine existuje toľko jedinečných stratégií kŕmenia sa, koľko je nutričných prostredí, v ktorých žijú rozličné druhy. Vtáky živiace sa semenami si často ukrývajú zásoby jedla do široka-ďaleka a používajú pozoruhodnú priestorovú pamäť pri získavaní svojich skrytých odrobiniek. Všežravce ako potkany vykazujú exploratívne správanie hľadajúc roztrúsené jedlo a často si potravu kopia. Jedia každý deň mnoho malých porcií jedla. Bylinožravce na druhej strane strávia veľa času spásaním nízkoenergetickej potravy, ktorá je skôr prístupná a jedia naraz veľké porcie. Mäsožravce zas pred tým, než majú možnosť zožrať energeticky bohaté jedlo, musia vypátrať, naháňať a zabiť korisť.

Cieľ regulácie energetickej rovnováhy možno dosiahnuť rozličnými vzorcami správania, ktoré sa dajú ľahko pozorovať – od konzumácie jedného jedla za deň po neustále zobanie. Podstata procesu regulácie nie je až taká zjavná. Podstata energetickej regulácie je skrytá hlboko v hypotalame. Regulačné mechanizmy v mozgu zvierat sa cirkadiánne menia. Okrem toho iné psychologické procesy – od strachu až po radosť – môžu na dlhšiu dobu prevrátiť mozgovú regulačnú činnosť. Napríklad vystrašené zvieratá jedia málo. Zvieratá sa nažerú veľa, keď im jedlo chutí, ale ak im nechutí, tak ho pobabrú. Ak sa dá jedlo ťažko zohnať, najedia sa veľa, ale ak je jedla dostatok, jedia častejšie v menších porciách.

Ak všežravce, ako potkany a ľudia, majú zrazu prístup k bohatému chutnému jedlu, nehľadia na svoje aktuálne energetické potreby, ale žerú ako mäsožravce. Ľudia aktívne hľadajú kulinársku rôznorodosť, čo môže dočasne prehlušiť regulačné signály. Variabilita v krátkodobej regulácii sa najviac prejavuje u jedincov, ktorí majú konštitučnú tendenciu k obezite a u tých, ktorí majú sedavý životný štýl. Tak isto, ak majú potkany žijúce v malých klietkach neustály prístup k rozličnému chutnému jedlu, porovnateľnému s typickou ľudskou stravou (tzv. jedlo zo supermarketu), vo všeobecnosti sa z nich stanú horší regulátori a ustália sa na podstatne vyššej telesnej hmotnosti, než akú by si udržiavali normálne. Inými slovami, neustály prístup k chutným koláčikom, čokoláde atď. napomáha prejedaniu a ukladaniu tuku u potkanov aj u ľudí. Na druhej strane ak jedlo nie je chutné, zvieratá majú chronicky nižšiu hmotnosť. Zvieratá tiež lepšie udržiavajú svoju hmotnosť, ak majú prístup k neustálej telesnej aktivite. Všetky druhy cicavcov si udržiavajú dlhodobú energetickú homeostázu pomocou mnohých krátkych epizód jedenia. Jedno jedlo denne nestačí.

Zvieratá si regulujú príjem potravy podľa energetického obsahu jedla, udržiavajú si určitú hladinu prístupnej telesnej energie. Prispôsobujú príjem potravy podľa toho, či je jedlo energeticky bohatšie, alebo chudobnejšie.

Regulácia príjmu potravy je spojená s intercelulárnym metabolizmom. Mozog nepriamo reguluje množstvo energie, ktoré je uložené v tukovom tkanive, a to v špecializovaných areách hypotalamu. Určité formy obezity vznikajú porušením tohto mechanizmu. Okolo mozgových regulačných mechanizmov sa teda otáčajú relevantné psychobehaviorálne procesy. Tieto systémy kontrolujú napríklad intenzitu túžby po jedle, príjemné pocity z jedla, množstvo zjedeného jedla a čas, pokým zvieratá čakajú do ďalšieho jedla.

Podstata energetickej regulácie

Aby sme porozumeli, ako zvieratá udržiavajú svoju telesnú energiu na stabilnej hladine, musíme preskúmať podstatu špecifických nutričných detektorových systémov, ktoré monitorujú telesné energetické transakcie, najmä z dlhodobého hľadiska, a musíme objasniť ich prepojenie s behaviorálnymi kontrolnými sieťami ako je HĽADACÍ systém.

Aby si zvieratá udržali stabilnú hladinu energie a teda stabilnú hmotnosť, musia skonzumovať toľko jedla, koľko spotrebujú pri metabolickej aktivite. U zvierat žijúcich v bežných laboratórnych podmienkach je denný rozdiel v príjme a výdaji nepatrný. Toto vo všeobecnosti platí aj pre väčšinu ľudí počas dlhých časových období, hoci inaktivita a voľný prístup k chutným jedlám napomáhajú instabilite regulačného systému.

Na rozdiel od výdaja energie nie je proces získavania energie kontinuálny. Zvieratá si môžu udržiavať stabilné energetické vzorce pomocou rozličných behaviorálnych stratégií. Aj za podmienok, kedy im je umožnené jesť len jednu veľkú porciu jedla denne, si udržiavajú hmotnosť iba mierne pod normálom. Takýto typ regulácie zvieratá preukazujú aj vtedy, ak dostanú nechutné jedlo alebo musia vynaložiť veľké úsilie, aby sa k jedlu dostali. Za rozličných podmienok teda zvieratá dobre regulujú svoju energetickú hladinu, hoci behaviorálne detaily sú odlišné, z čoho vyplýva, že reguláciu možno dosiahnuť pomocou niekoľkých rozličných vzorcov správania.

Prijímanie jedla a intervaly medzi jedlami majú rozličný efekt v závislosti od denného času. V tej časti dňa, keď sú zvieratá bdelé, ich jedlo relatívne menej zasýti a intervaly medzi jedlami sú kratšie. Keď zvieratá spia, je to naopak. Počas jednej polovice dňa zvieratá

skonzumujú viac jedla ako sú ich energetické potreby, zatiaľ čo počas druhej polovice jedia menej než potrebujú. Tieto dve rozličné fázy denného prijímania potravy korešpondujú s fázami ukladania energie a spotrebovávania energie počas denného energetického cyklu.

Denný telesný energetický cyklus je z väčšej časti regulovaný pankreatickou sekréciou inzulínu. Sekrécia inzulínu začína vo veľkom na začiatku jedenia ako podmienená reakcia na chuť jedla – toto je cefalická fáza inzulínovej sekrécie. Keď je jedlo konzumované, dochádza k veľkej vlne sekrécie inzulínu – k metabolickej fáze, ktorá proporčne závisí od množstva konzumovaného jedla. Tým sa distribuuje prichádzajúca energia do dlhodobých zásobární v tukovom tkanive. Periférne tukové tkanivo nemá priamy efekt na mozgové regulačné mechanizmy príjmu potravy, pretože chirurgické odstránenie tuku má relatívne malý vplyv na apetít. Avšak molekuly signalizujúce nasýtenie vznikajú zrejme v tuku. Počas tej polovice dňa, keď sú tieto tukové zásoby spotrebovávané, ostáva apetít na dlhú dobu znížený. Ak je normálny kontrolný mechanizmus narušený, človek dostane ľahšie hlad, prejedá sa a čoskoro sa stane obéznym. Mnohé poruchy telesnej hmotnosti vzniknú preto, lebo organizmus ostáva vo fáze ukladania energie denného energetického cyklu. Niektoré problémy vznikajú kvôli periférnym dysfunkciám, kým iné odrážajú poruchy niekoľkých mozgových mechanizmov, ktoré monitorujú tok energie v tele.

Nedávno sa zistilo, že hlodavcom obéznym z genetických príčin chýba určitý plazmatický proteín vznikajúci v tukovom tkanive, nazvaný leptín (z gréckeho „chudý“), ktorého majú ich štíhle náprotivky dosť. Keď sa im leptín injekčne dodal, obézne myši sa dostali na normálnu váhu. Účinná medicína proti obezite očividne prinesie firmám veľké zisky, no nateraz sa zdá, že priamo na leptíne sa nebude dať veľa zarobiť. Niektoré formy ľudskej obezity sú spôsobené zrejme nedostatkom receptorov pre tento signálny peptid, než deficitom leptínu.

Mozgové mechanizmy regulácie energetickej rovnováhy

Prísľub biomedicínskej pomoci vo forme lieku pre dlhodobé problémy s telesnou váhou zostáva ne horizonte. Väčšina prác sa vykonáva na všežravých potkanoch, ktoré majú našťastie taký energetický regulačný systém, ktorý je blízky ľudskému. Dospelé potkany majú značnú schopnosť vyvažovať svoju energetickú rovnováhu. Regulácia výdaja môže byť dosiahnutá zmenami v muskulárnej aktivite ako aj spontánnymi zmenami v metabolizme. Avšak veľká časť vyvažovania sa deje aj na strane príjmu, a to zmenami v správaní zameranom na príjem potravy. Skutočnosť, že energetická rovnováha je udržiavaná v čase poukazuje na to, že mozog je citlivý na celkový tok energie a modifikujúce faktory na jednej strane sú vyvážené kompenzačnými zmenami na strane druhej.

Hoci výskumníci predpokladajú, že energetický regulačný mechanizmus existuje niekde v hypotalame, naše znalosti o jeho presnej povahe sú nedostatočné. Niektorí vedci navrhli energostatickú teóriu, „centrum gravitácie“, okolo ktorého je regulovaná energetická rovnováha a príjem potravy. Základný dôkaz pre túto teóriu je to, že zvieratá celkom dobre prispôsobia svoj príjem potravy situácii, kedy im je jedna porcia ich dennej energetickej potreby počas pokusu podaná priamo do žalúdka, a to bez ohľadu na to, aký je to zdroj energie.

Ako pracuje energetický rovnovážny mechanizmus v mozgu? Sú dve možnosti: Prvaá je tá, že mozog iba sleduje cirkulujúce živiny alebo korelujúce látky v krvi a podľa toho prispôsobuje príjem potravy. A druhá možnosť je, že v samotnom mozgu prebieha neustále

integratívny proces závislý od energie, paralelný s telesnými procesmi, a tak mozog prispôsobuje príjem potravy na základe svojich vlastných lokálnych transakcií. V súčasnosti sa zdá, že oba procesy sú platná a kľúč k celkovej telesnej energetickej rovnováhe leží v dlhodobom regulatórnom procese, ktorý operuje celý deň.

Pred mnohými rokmi výskumníci spojili dvoch potkanov do parabiotickej jednotky (siamské dvojičky, ktoré mali spoločný krvný obeh cez spoločnú chirurgickú spojku v koži). Každé z týchto dvoch normálnych zvierat začalo po spojení jesť stále menej a menej a nakoniec malo každé z nich len polovicu tukovej hmoty oproti normálnym potkanom. Každý mozog vnímal ich spojený metabolizmus, ako keby boli dve telá jedinou masou tuku. Z toho vyplýva, že cirkulujúce metabolické signály boli integrované tak, ako keby každé zo zvierat prospievalo polovicou kritického signálu do druhého mozgu. Kritická oblasť mozgu, ktorá pravdepodobne prijíma tento signál, je ventromediálny hypotalamus (VMH). Už dlho sa vie, že lézie VMH majú za následok prejedanie sa a eventuálne obezitu. Keď spojili zviera s poškodeným VMH s normálnym zvieraťom, tak zvieratá s poškodeným VMH neboli ovplyvnené signálmi od neurologicky normálneho siamského dvojčaťa. Na druhej strane normálni partneri detekovali príliš veľa signálov nasýtenia od zvierat s poškodeným VMH. Zatiaľ čo zvieratá s poškodeným VMH sa stále prejedali a stučneli, ich partneri úplne stratili chuť do jedla a úplne vyziabli. Druhý objav sa týkal predpokladu, že VMH vníma určitý typ „signálu sýtosti“, ktorý normálne ukončí príjem potravy. Nálezy viedli k zmene názoru na „centrum sýtosti“. VMH nevytvára krátkodobý signál sýtosti, ale skôr dlhodobý signál integrácie telesnej energie.

Keď vezmeme do úvahy zásadnú úlohu energie pre udržanie života a reprodukcie, neprekvapuje nás, že systémy kontroly príjmu potravy sú lokalizované v niekoľkých mozgových oblastiach, od frontálnej kôry a temporálnych oblastí až po úroveň mozgového kmeňa. Avšak najdôležitejšie objavy sa udiali na úrovni hypotalamu. Poškodenie laterálneho hypotalamu má za následok vážne poruchy príjmu potravy. V skutočnosti, ako sme už videli, okruhy laterálneho hypotalamu vytvárajú hľadacie stratégie, čo vyžaduje veľa senzorickej a motorickej integrácie. Mnohé z týchto psychobehaviorálnych rutín sú vedené interakciami s bazálnymi gangliami. Zvieratá s masívnymi léziami LH majú parkinsonský syndróm a majú problém vykonávať čokoľvek. Majú abnormálne vysoký metabolizmus a ak sa im nedostane dostatočnej starostlivosti, umierajú.

Zvieratá s malými léziami LH sa postupne zotavia, behaviorálne deficity sú minimálne a zvieratá sa ustália ne telesnej hmotnosti, ktorá je iba o čosi nižšia ako normálna telesná hmotnosť. Niektorí vedci preto predpokladajú, že v LH sa nachádza mechanizmus, ktorý nastavuje telesnú hmotnosť. Pretože LH obsahuje nielen HĽADACIE okruhy, ale aj tie, ktoré prispievajú k pôžitku z jedenia, je možné, že lézie LH jednoducho spôsobia to, že jedlo, ktoré je k dispozícii, sa stane menej atraktívnym.

Zdá sa, že VMH obsahuje dlhodobý systém energetickej rovnováhy, ktorý integruje metabolické informácie, hoci funkcia tejto mozgovej oblasti bola v minulosti zle pochopená a označená za „centrum sýtosti“, ktoré ukončovalo príjem potravy. Krátkodobé stimuly sýtosti pracujú priamo cez HĽADACÍ systém laterálneho hypotalamu a inhibujú kŕmenie. Mediálny hypotalamus neobsahuje mechanizmus krátkodobej sýtosti, ale dlhodobý metabolický detektor, ktorý reguluje celkovú energetickú rovnováhu.

Tá istá oblasť mozgu kontroluje aj samičiu sexuálnu vnímavosť. Reprodukcia je počas stavov hladovania vo všeobecnosti znížená. Nástup samičej puberty je do istej miery spúšťaný

aj hmotnosťou, čo poukazuje na to, ako úzko sú v mozgu spojené energetické detektory a systémy samičej sexuálnej vnímavosti.

Priame dlhodobé signály z tukového tkaniva

VMH okrem detekovania metabolických informácií sleduje aj stav periférnych energetických zásob priamo pomocou molekúl ako je napríklad leptín. Zvieratá, ktoré tento proteín riadne nevytvárajú, napríklad geneticky mutované myši, veľmi stučnejú. Myši s inou genetickou mutáciou, ktoré zase nemajú hypotalamický receptor pre tento proteín, tiež stučnejú. Ak sa podobný deficit vyskytne u ľudskej obezity, nie je pravdepodobné, že by bolo účinné podávanie leptínu a v súčasnosti je ťažké obnoviť leptínové receptory u tých ľudí, ktorí ic ´h normálne nevytvárajú.

Okrem nedávno objaveného leptínového systému sú v hypotalame a j niekoľké ďalšie systémy, ktoré spracovávajú informácie o telesnej váhe, ktoré nie sú ešte dobre preskúmané. Zistilo sa, že rozličné endogénne molekuly, väčšinou neuropeptidy, môžu dramaticky znižovať chuť do jedla a telesnú hmotnosť u normálnych zvierat. Patrí medzi ne napríklad GLP-1, fibroblastický rastový faktor a urokortín. Treba mať na mysli, že väčšina z týchto molekúl sú dosť veľké pepetidy, ktoré neprechádzajú hematoencefalickou bariérou. Než ich teda budeme môcť použiť ako zázračné pilulky na zníženie apetítu, budú musieť chemici vytvoriť nové varianty regulačných molekúl.

Aký typ metabolickej informácie integruje VHM?

VMH má také metabolické vlastnosti, ktoré ho odlišujú od ostatného mozgu. Napríklad obsahuje bunky senzitívne na inzulín. Je pravdepodobné, že VMH vysiela krátkodobé signály o stave telesnej energie čiastočne na základe lokálneho sledovania živín. Lokálne zásoby živín napomáhajú vytvárať signál, ktorý tlmí príjem jedla počas stavov sýtosti a podporuje hľadanie potravy počas stavov vyčerpania energie. Tento lokálny mechanizmus zásobovania energiou je inzulín-senzitívny (na rozdiel od ostatných častí mozgu, ktoré nepotrebujú pre utilizáciu glukózy inzulín). Lokálna infúzia glukózy do VMH zníži denný príjem jedla bez toho, aby ovplyvnila veľkosť nasledujúceho jedla. Selektívne odkladanie živín v mediálnom hypotalame je čiastočne spôsobené selektívnym nárastom lipidových zásob. Čím viac energie je zadržiavanej, tým väčšia je supresia príjmu potravy. Ak zásoby postupne miznú, zvyšuje sa príjem potravy. V podoblastiach hypotalamu je zastúpených niekoľko rozličných typov procesov skladovania energie.

Metabolizmus VHM a neurochemická kontrola príjmu potravy

Ako je metabolická informácia z VMH prepojená s okruhmi, ktoré regulujú príjem potravy? Neuroaktívna informácia je získavaná priamo z intracelulárnych metabolických procesov VMH. Hlavný metabolický cyklus v tele, ktorý získava energiu z potravy, je Krebsov cyklus. V metabolických reakciách tohto cyklu vzniká niekoľko neuroaktívnyhc aminokyselín. Jedna z nich, GABA, je pre mozog jedinečná. V mnohých neurónoch má Krebsov cyklus tzv. „GABA-shunt“, ktorým sa vyrába tento hlavný inhibičný transmiter ako vedľajší produkt výroby energie. Toto je veľmi atraktívny spôsob, ktorým môžu byť prepojené mozgové zásoby energie s modulačnou neurálnou aktivitou okruhov kontrolujúcich kŕmenie.

Zvýšenie hladiny GABA počas pokusov na zvieratách silno utlmuje príjem potravy. Ak sa do mozgu potkanov podá EOS (inhibítor GABA-transaminázy, ktorý zvyšuje hladinu GABA tým, že bráni jej odbúravaniu), príjem potravy sa dá znížiť natoľko, že zviera sa vyhladuje na smrť. GABA pôsobí aj na iných miestach v mozgu, reguluje oblasti, ktoré súvisia s hladom.

Ktoré signálne cesty sú teda najviac poškodené pri probléme s reguláciou telesnej hmotnosti u ľudí? Je možné, že hlavný deficit je v tých signálnych cestách, ktoré odovzdávajú informácie vnútri v mozgu následne po tom, ako leptín interaguje so svojimi receptormi.

Multiplicita kontroly príjmu potravy

Reguláciu telesnej energie má na starosti multiplicita mozgových systémov. Dosiaľ sme nezdôrazňovali dôležitosť aminokyselín a mozgových biogénnych amínov. Podanie aminokyselín priamo do hypotalamu môže znížiť príjem potravy. Rovnako tak zvýšenie serotonínovej aktivity a zníženie noradrenalínovej aktivity zníži príjem potravy. Príjem potravy znížia tiež rozličné neuropeptidy – chlecystokinín, oxytocín, CRF a bombesín. Niektoré sa pravdepodobne zúčastňujú priamo na mozgovej kontrole príjmu potravy, zatiaľ čo iné ovplyvňujú príjem potravy vďaka emočným alebo motivačným účinkom. Niektoré neurochemické systémy zvyšujú príjem potravy – napríklad zvýšenie opioidovej a benzodiazepínovej aktivity. Medzi najmocnejšie patrí neuropeptid Y (NPY). Ukázalo sa, že ľudia s bulímiou majú zvýšené hladiny NPY v mozgomiešnom moku. Rozvoj farmaceutických látok, ktoré by redukovali vybudenie týchto systémov, má potenciál priniesť nové lieky kontrolujúce chuť do jedla. Napríklad možno očakávať, že NPY antagonista dokáže výborne kontrolovať chuť do jedla, hoci nedávno vedci vyšľachtili myš bez NPY, ktorá má normálny apetít a reguláciu energetickej rovnováhy. I tak je NPY kandidátom na najhlavnejší neuromodulátor hladu v mozgu.

Okrem vnútorných elementov homeostatických systémov v tele má veľkú úlohu pri regulácii telesných stavov učenie. Keď zvieratám chýba určitý vitamín, cítia sa nedobre, a keď nájdu jedlo, ktoré obsahuje tieto potrebné látky, cítia sa zdravšie. Zvieratá dokážu využiť pocit nastolenia zdravia ako signál pre rozhodnutia, ako sa majú stravovať.

Mnohé pocity, ktoré sprevádzajú reguláciu energetickej rovnováhy, zatiaľ vedci nedešifrovali. Je však pravdepodobné, že telesné konštanty sú udržiavané behaviorálne, aspoň sčasti, a to vďaka schopnosti špecifických mozgových systémov vytvárať pocity – rozličné formy regulačného distresu, keď sú systémy vychýlené z rovnováhy, a rozličné formy uspokojenia, keď sa systémy vracajú do rovnováhy. Takéto stavy s vysokou pravdepodobnosťou prispievajú k regulácii telesnej hmotnosti.

Pôžitky regulačných systémov

Mnohé primitívne pocity sú spojené s príjmom potravy, no pretože tieto pocity nemožno priamo merať, väčšina z nich ešte len čaká na odhalenie moderným výskumom mozgu. Meranie konzumačného správania nie je kontroverzné a mnohí výskumníci sa uspokojili s jednoduchým monitorovaním tohoto správania bez toho, aby sa zamýšľali nad sprievodnými afektívnymi stavmi. Pocity môžeme skúmať iba nepriamo, pretože to nie sú hmatateľné entity. Neurovedci sú náchylní ignorovať neurodynamické procesy, ktoré si treba domýšľať.

Schopnosť mozgu generovať rozličné pocity počas homeostatickej nerovnováhy vytvára mocný vnútorný motivačný mechanizmus pre behaviorálne rozhodnutia. Príjemná chuť znamená, že jedlo je nutrične užitočné, zatiaľ čo horká alebo odporná chuť indikuje, že jedlo môže obsahovať nebezpečné jedy.

Experimentálne sa potvrdilo, že príjemné a nepríjemné pocity provokované externými stimulmi závisia od toho, ako stimuly súvisia s telesnými nerovnováhami. Napríklad, ak je niekto smädný, prvé hlty vody sú príjemnejšie ako posledný. Ak je niekomu zima, je mu príjemná horúca teplota, ktorá je nám počas teplých dní neznesiteľná.

Tieto zistenia nám môžu pomôcť vedecky definovať „pôžitok“. Pôžitok indikuje niečo, čo je biologicky užitočné. Užitočné stimuly sú tie, ktoré informujú mozog o ich potenciálnej schopnosti nastoliť telesnú homeostatickú rovnováhu. Tá istá teplota nám môže byť príjemná alebo nepríjemná v závislosti od našej aktuálnej teploty. Aby sme udržiavali telesnú rovnováhu, mozog vytvára rozličné nepríjemné pocity, ak sa vychýlime z tejto rovnováhy (smäd, hlad, pocti chladu) a keď sa navrátime do rovnováhy, cítime úľavu a pôžitok. Je jasné, že ak chceme pochopiť ako mozog reguluje telesné konštanty, nemôžeme pri tom ignorovať pocity.

Pôžitok nie je iba odpoveď na špecifickú udalosť, ale závisí od vnútorného stavu relevantných fyziologických systémov. Sladká chuť, ktorá nám je príjemná keď sme hladní, už nie je taká príjemná, keď sme sýti. Rovnako je to aj so sexom a inými formami telesného dotyku.

Je rozumnejšie predpokladať, že senzorický pôžitok je prastarý kódovací systém mozgu, ktorý majú všetky cicavce spoločný, než si myslieť, že je jedinečný len pre ľudí. V súčasnosti nevieme, či je v mozgu viac rozličných systémov pôžitku. Pravdepodobne mnohé stimuly konvergujú v jedinom systéme pôžitku, rovnako ako jeden HĽADACÍ systém kontroluje mnohé typy správania. Zrejme existujú rozličné okruhy pre pôžitky z jedla, tepla a sexu. Avšak tieto pôžitky vznikajú na základe rovnakých neurochemických, pravdepodobne opiátových reakcií, v trochu odlišnej časti mozgu.

Neurochémia pôžitkov

Mnohí vedci si myslia, že pôžitok odráža v konečnom dôsledku reakcie opiátových systému v mozgu. Tento názor má v súčasnosti najväčšiu empirickú podporu. Blokáda opiátových receptorov znižuje príjemný pôžitok zo sladkej chuti v pokuse na zvieratách. Sladké látky podporujú vylučovanie opiátov v mozgu. Mozgové opiáty sú dôležité pri chuťových rozhodnutiach. Sme závislí na jedlách, ktoré prirodzene aktivujú naše opiátové systémy. Aj sexuálna odmena má silnú opiátovú zložku. Opiáty sa zúčastňujú na dobrých pocitoch, ktoré sú generované materinským správaním a inými sociálnymi interakciami vrátane dotýkania sa. Mozgové opiáty sa zrejme zúčastňujú na každom pôžitku a slúžia ako všeobecný neurochemický signál, že telo sa navracia do homeostázy.

Myšlienka na záver - Poznámky k niektorým iným motivačným systémom

Naše porozumenie takých procesov ako termoregulácie a rovnováha telesných tekutín je podstatne kompletnejšie než poznanie regulácie energetickej rovnováhy. Nanešťastie naše poznanie ich sprievodných afektívnych stavov je už menšie.

Pitie je kontrolované dvoma rozličnými systémami – osmotickým smädom a volumetrickým smädom. Prvý je určený na sledovanie dehydratácie v krvi pomocou osmoreceptorov v prednom hypotalame, zatiaľ čo druhý reaguje na stratu extracelulárnych tekutín, jeho receptory sú v špeciálnej oblasti na spojnici laterálnych mozgových komôr a tretej komory. Potreba zvýšiť príjem vody pri zníženom objeme krvi je dôležitá najmä v situáciách ako je strata krvi pri zraneniach. Hypovolemický smäd je indikovaný mozgovým systémom, ktorý aktivuje v pľúcach angiotenzín.

NaCl je dôležitým telesným elementom a existuje samostatný mechanizmus, ktorý zaručuje jeho rovnováhu pomocou aldosterónu. Mozog taktiež disponuje mechanizmom, ktorý podporuje túžbu po soli, keď je plazmatická hladina sodíka nízka. V reálnom svete je sodík relatívne vzácny a stáda zvierat idú stovky kilometrov tam, kde môžu lízať soľ. Mozog cicavcov si zapamätá, kde v prostredí sa sodík nachádza, a to aj v čase, keď ho telo nepotrebuje, avšak pripravuje sa na časy, kedy ho môže potrebovať.

Náš mozog obsahuje mnohé typy podvedomej metabolickej pamäte. Naše telo môže automaticky odhadnúť energetický a nutričný obsah jedla a na základe toho robiť budúce dietetické rozhodnutia. Rovnako tak sa môžeme naučiť vyhýbať sa jedlám, ktoré sú pre nás zlé. Stále vieme veľmi málo o neurálnej podstate metabolickej pamäte, ktorá umožňuje organizmu robiť takýto odhad, no opäť nám ukazuje, že mozog je naozaj úžasný.

Konspekt vypracoval: **MUDr. Daniel Ralaus**

Kapitola 10

Neurobiologické príčiny zúrivosti a hnevu[1]

Nature Red in Tooth and Claw : The Neurobiological Sources of Rage and Anger.

Naša zúrivosť je slepá a možno ju vysvetliť len tým, čo je uvedené nižšie. Môžeme ju spätne vystopovať cez líniu nášho rodu, mali by sme vidieť, ako stále viac a viac berie na seba formu fatálnej reflexnej odpovede...Túto formu naberá v detstve. Chlapci, ktorí odtŕhajú kobylkám nohy, motýľom krídla a vypitvajú každú žabu, ktorú chytia, nemajú ani poňatia o čo ide. Ruky tvorov sú v pokušení fascinujúceho zamestnania, ktorému musia podľahnúť...a...my, priami predstavitelia úspešných zákonodarcov jednej scény vraždenia za druhou musíme niesť so sebou tlejúce a hrozivé črty charakteru, pripravené kedykoľvek vzbĺknuť plameňom, aj keď môžeme byť nositeľmi akýchkoľvek viac pacifických vlastností. Tieto črty nesieme v tom zmysle, v akom prežili toľko masakrov.

William James, *Eseje o viere a morálke* (1910)

Centrálna téma

Hoci agresia má mnohé príčiny, najproblematickejšie formy v psychiatrickej praxi vznikajú z hnevu. Ten môžu provokovať rôzne podnety, ale najbežnejšie sú podráždenie a frustrácia, ktoré vznikajú z udalostí obmedzujúcich slobodu konania alebo prístup k zdrojom. Hoci psychológovia zdokumentovali množstvo enviromentálnych precipitujúcich faktorov hnevu a agresie, musia ešte zodpovedať náročnú otázku: Čo je hnev? Jedným z dôvodov, prečo sa tejto téme vyhýbali, je to, že hnev je primitívnym stavom nervového systému, ktorý nie je možné objasniť púhymi slovami alebo udalosťami prostredia. Na objasnenie je potrebné štúdium základných neuroevolučných procesov. V priebehu histórie väčšina pozorovateľov súhlasila s tým, že emócia hnevu je právom človeka od narodenia, vznikajúcim z dedičstva našich predkov. V priebehu tohto storočia sme konečne dospeli k poznaniu (minimálne k čiastočnému) povahy okruhov mozgu, generujúcich tieto silné a často nebezpečné pocity, ktoré prinášajú správanie, ktoré si podľa filozofov morálky minulého storočia „zaslúži pokarhanie“ a ktoré sa vynára z nášho potenciálu „zla“. Moderné dôkazy poukazujú na to, že hnev vzniká z neurodynamiky subkortikálnych okruhov, ktoré zdieľame homológne s ostatnými cicavcami. Umiestnenie týchto okruhov bolo vo všeobecnosti identifikované lokalizovanými elektrickými stimulmi mozgu. Okruhy HNEVU (tu RAGE) prebiehajú z mediálnych oblastí amygdaly cez oddelené (discrete?) zóny hypotalamu a dole do periaqueduktálnej šedi stredného mozgu. Tieto oblasti sú hierarchicky usporiadané tak, že vyššie funkcie sú závislé od integrity tých nižších. Čím viac porozumieme týmto okruhom, tým viac pochopíme základnú povahu samotného hnevu. Poznanie oblastí mozgu, kde je evokovaný hnev nám umožní poznať neurochémiu tejto základnej emócie. Tento poznatok by

[1] Rage, anger, ferocity-rôzne termíny pre zúrivosť, hnev-zlosť, zúrivosť /divokosť, krutosť/

mohol eventuálne umožniť vývoj nového lieku proti patologickej zúrivosti ako aj proti iným poruchám kontroly impulzov, ktoré provokujú agresiu. Bohužiaľ, väčšina foriem ľudskej agresie je vo svojej povahe inštrumentálna alebo predátorská a pochopenie hnevu nám nepomôže vyriešiť prevažne sociálne problémy, ktoré vznikajú z tejto sociopatologickej motivácie. Agresia je teda širší fenomén ako samotný hnev. Agresia nie je vždy sprevádzaná hnevom a hnev nevedie nevyhnutne k agresii, najmä u zrelých ľudí, ktorí dokážu kontrolovať tieto základné impulzy. Keďže tieto dva fenomény nevystupujú vždy spolu, vo výskume zvieracieho mozgu vznikla tradícia prehliadania konceptu hnevu, ktorý nemožno pozorovať priamo. Preto v odbornej literatúre o výskume mozgu len zriedka nachádzame termíny ako *zúrivosť* a *hnev*. V skutočnosti sú študenti bežne odrádzaní od používania tohto konceptu vo vzťahu k správaniu zvierat. Napriek tomu máme nadbytok údajov o hlbokej neurobiologickej povahe zúrivej agresie (alebo „afektívneho výbuchu – affective attack“, ako to nazývajú behaviorálni neurovedci) a boli vytvorené určité prepojenia medzi medzi touto databázou a povahou hnevu a zúrivosti v ľudskej skúsenosti. O týchto prepojeniach sa bude hovoriť v tejto kapitole. Samozrejme, že primitívne neurálne okruhy ZÚRIVOSTI interagujú aj s vyššími kognitívnymi procesmi. Avšak, kým pochopíme ako odhady a iné získané symbolické procesy môžu spustiť alebo inhibovať hnev, musíme najprv obsiahnuť nižšie úrovne okruhu ZÚRIVOSTI a afektívne skúsenosti, ktoré s nimi súvisia. Teda, aby sme pochopili hnev, musíme sa dohodnúť s tou silou mozgu, ktorú prežívame ako vnútorný tlak vybuchnúť (reach out?) a udrieť niekoho.

O agresii

Niekedy zvieratá hrozia, hryžú a zabíjajú sa navzájom. Takéto správanie sa považuje za agresiu. Jej prejavy siahajú od hroziaceho cerenia zubov po trhanie mäsa, od pôvabného strmhlavého letu loviaceho jastraba po prskajúce divadlo mačky zahnanej do kúta, od vystavovania pompézneho sexuálneho operenia po katastrofy dobre naolejovaných pušiek a skrytých bômb. Agresia nie je ani univerzálny ani bezrozmerný fenomén. Veľa bezstavovcov, napr. mäkkýše, nevykazujú v priebehu ich životného cyklu žiadnu zjavn agresiu. Avšak skoro všetky stavovce sú z času na čas agresívne a totosprávanie môže ma niekoľko odlišných enviromentálnych a mozgových príčin.

V mozgu ciavcov boli identifikované tri odlišné agresívne okruhy: predátorský, samčí (intermale) a afektívny útok alebo okruh ZÚRIVOSTI. Iba posledný vyvoláva rozzúrené správanie a predpokladá sa, že aj zážitok hnevu. Napríklad, samci zápasiaci navzájom o prístup k sexuálnym zdrojom sa nejavia byť rozzúrení, ale namiesto toho sa prezentujú ako potenciálni víťazi na súťažnom poli. Samozrejme, že môžu eventuálne byť na seba aj nahnevaní, ak si zakliesnia parohy. Podobne aj predátori, ktorí zabíjajú iné zvieratá nie z hnevu, ale pretože k životu potrebujú potravu. Musíme predpokladať, že lov a zabíjanie je pre predátora asi tak príjemná psychologická skúsenosť, ako je strašná pre korisť. Útok predátora je odlišný typ agresie, ktorý vzniká v iných okruhoch ako hnev alebo sezónne boje o dominanciu medzi samcami „druhov, ktoré bojujú v súbojoch). Avšak , ako uvidíme, nie sú celkom odlišné od okruhov HĽADANIA, o ktorých bola reč kapitole č. 8.

Sú aj iné okruhy agresie? Možno, ale nemáme dostatok dôkazov, aby sme ich považovali za samostatné entity. Napríklad, zabíjanie a ubližovanie mladým (infanticída a zneužívanie detí) je bežným správaním v prírodných a ľudských spoločenstvách, ale tieto tendencie môžu byť vyvolané nejakou kombináciou už spomenutých troch mozgových systémov ako aj inými systémami. Navyše, vzniká defenzívna agresia z iných systémov mozgu? Toto jednoducho

nevieme, ale tu budeme predpokladať, že vzniká z dynamickej zmesi systémov ZÚRIVOSTI a HNEVU.
Navyše k rozlišovaniu medzi jednotlivými formami agresie, všetky formy majú spoločné niektoré črty, napr. riziko telesného poranenia alebo individuálne záujmy týkajúce sa distribúcie zdrojov. U ľudí môžu byť tieto zdroje aj psychologické. Keďže agresia má veľký deštrukčný potenciál, všetky druhy majú nadradené vrodené biologické obmedzenia (napr. iba málo zvierat, okrem ľudí, zabíja iných dospelých jedincov svojho druhu) a vo väčšine ľudských kultúr existuje množstvo spoločenských sankcií proti tomu. Vo všeobecnosti, medzi zvieratami je omnoho menej agresie, keď sa poznali dlhú dobu, ako keď sú cudzinci.
Zvieratá si v stabilných spoločenstvách zvyčajne vyvinú schopnosť akceptovať svoj spoločenský status a teda aj svoje prioritné „právo“ v rade na zdroje, podľa hierarchie dominancie. Medzi tými, ktorí sa poznajú, súboj sa väčšinou skôr rozhodne pohľadmi a gestami než ranami. Avšak ak sa jedinci nepoznajú, majú väčšiu tendenciu k fyzickej konfrontácii a ak ani jedna strana neustúpi, aj ku krviprelievaniu. Na kulturálnej úrovni sa naše zákony snažia zaistiť, aby ľudia neuvalili svoju vôľu na iných; tí, ktorí sa neprispôsobia spoločenským očakávaniam, platia za to väčšinou nejakou formou spoločenskej dane, čo pri troche fantázie môžeme definovať tiež ako agresia.
Na začiatok by som však chcel uviesť výnimku. Jednoznačne najdeštruktívnejšie formy ľudskej agresie- vojny medzi národmi a boje medzi kultúrnymi skupinami ako aj mnohé kriminálne činy –nie sú spôsobené priamo mozgovými okruhmi, ktoré boli nedávno spomínané. Sú to inštrumentálne činy, ktoré vznikajú ako cielené aktivity ľudí. Iba u našich blízkych príbuzných, šimpanzov, boli popísané slabé precedensy - príležitostne sa u nich vyskytujú skupinové agresívne aktivity, ktoré pripomínajú potýčky kmeňov ľudí alebo minivojny proti iným príslušníkom vlastného druhu. Iba málo z toho, čo tu musíme povedať, môže zdôrazniť príčiny podobných inštrumentálnych politických fenoménov v ľudských spoločenstvách, až na to, že agresia sa môže javiť ako rozumná stratégia pre tých, ktorí môžu iba málo stratiť a veľa získať. Samozrejme, že všetky vojnám podobné tendencie u ľudí sú jednoznačne sprevádzané množstvom nenávistných emócií, vrátane lakomstva, nenávisti a triumfu, ale podľa našich najlepších znalostí väčšina týchto komplexných pocitov nie je súčasťou inštinktového potenciálu mozgu starých cicavcov. Vznikli pravdepodobne vo vyšších mozgových oblastiach cestou sociálneho učenia. Bez neokortikálnej vytríbenosti, ktorú ako ľudia máme, ostatné zvieratá jednoducho nie sú schopné mať také zložité myšlienky a pocity, ako majú ľudia. Jednako však, elementárne emócie ako strach a hnev sa samozrejme objavujú na každom bojisku a subkortikálnu povahu týchto stavov mozgu môžeme pochopiť na základe výskumu zvieracieho mozgu.

Evolučné zdroje agresie a zúrivosti
Niektorí jedinci sú viac náchylní k agresii ako ostatní, čiastočne z dôvodu povahy ich neurálnych okruhov, čiastočne z dôvodu utláčajúceho, znervózňujúceho a ochudobňujúceho prostredia, v ktorom žijú. Ako James pokračuje v pasáži z *Esejí o viere a morálke:* „Vďaka našim predkom máme pohotovosť k boju až v morku kostí a ani tisíce rokov mieru ju z nás nedostane.“ Možno vhodný druh vzdelávania a výchovy. Každopádne, experimentami genetickej selekcie u samcov a samíc hlodavcov ukazujú, že je možné selektívnym krížením počas šiestich generácií značne zvýšiť agresivitu a toto kríženie pre agresivitu je rovnako efektívne u samcov aj samíc.

Zdá sa, že aj tendencie k sociopatii u ľudí sú geneticky prenášané; v niektorých rodinách s veľmi vysokou úrovňou agresie sa zistili charakteristické neurochemické črty, ako vysoká plazmatická aktivita monoaminooxidázy A (MAO A), enzýmu, ktorý v mozgu odbúrava niekoľko biogénnych amínov, vrátane serotonínu. Podobne, zvieratá aj ľudia s konštitučne nízkou aktivitou serotonínu v mozgu sú náchylnejší k agresii a impulzívnemu agovaniu iných emócií ako tí s vysokou aktivitou serotonínu. Navyše, muži sú vo všeobecnosti agresívnejší než ženy, čiastočne kvôli vplyvu testosterónu na mozog počas dozrievania plodu a aktivačnému vplyvu testosterónu počas adolescencie. Avšak pokiaľ ide o obranu mláďat, u samíc väčšiny druhov vzniká skoro po narodení mláďat sklon k väčšej defenzíve a asertivite. Môže to byť vyvolané zmenou chemických procesov v určitých okruchoch agresie v mozgu smerom k vzorcom typickejším pre mužov (viď kapitola 13).
U mnohých druhov sú samce disproporčne mohutnejší než samice (napr. „druhy bojujúce v turnajoch“ , ako sú losy a mrože, ktorí sa snažia dostať „do háremu“ mnoho samíc); medzi týmito tvormi je zvlášť evidentná vysoká úroveň agresie medzi samcami. Avšak, súboje sú typicky obmedzené na obdobie párenia, kedy majú zvlášť vysokú hladinu testosterónu. U druhov, kde sú samce a samice mohutnosťou menej rozdielni, je bežnejšie párovanie a rozdiely medzi pohlaviami v úrovni agresie sú menej zrejmé; ale často, ako napr. vo svorkách vlkov, reprodukčne je aktívna len jedna dominantná samica v skupine. U niekoľkých vtáčích druhov sú samice mohutnejšie a agresívnejšie než samci podobný vzorec je evidentný aj u niektorých cicavcov, najviac u škvrnitej hyeny.
Samice hyeny majú nezvyčajne vysokú hladinu cirkulujúceho testosterónu a čo je zvláštne, vzhľad ich vonkajších genitálií pripomína samčie genitálie; bežným pohľadom sa nedájú odlíšiť, keďže samičí zväčšený klitoris je taký veľký ako samčí penis a navyše je schopný erekčnej aktivity. Samice hyen sú teda agresívnejšie než samci a predpokladá sa, že u nich došlo k zvýšenému rozvoju určitých tomu zodpovedajúcich emočných systémov, ktoré sú typicky viac rozvinuté u samcov väčšiny druhov. Novonarodené hyeny, zvyčajne dvojičky, začínajú život s pomerne agresívnym temperamentom a značne vysokými hladinami cirkulujúceho testosterónu. Akoby sa narodili v bojovej nálade a vďaka ich ostrým zubom jedno z mláďat zvyčajne zomrie skôr, než dospeje do jemnejšej fázy mladosti, ktorá je charakterizovaná priateľským hravým súbojom (viď kapitola 15). Avšak, nie je žiaden dôvod veriť tomu, že táto forma agresie vzniká z hnevu, hoci by mohla. Pravdepodobnejšie reflektuje včasné vyjadrenie potrieb dominancie. To však neznamená, že hnev sa nemôže objaviť počas týchto búrlivých antagonistických interakcií.
Hoci je zrejmé, že niektoré podnety z prostredia dokážu precipitovať hnev, emócia nevzniká z týchto udalostí, ale reprezentuje schopnosť určitých typov podnetov zasiahnuť do neurálnych okruhov ZÚRIVOSTI v mozgu. Napr., ľudské bábätko sa typicky nazlostí, ak má obmedzenú slobodu konania, napr. tým, že mu niekto drží ruky pri tele. To podčiarkuje všeobecný a celoživotný princíp. Na čokoľvek, čo bude obmedzovať našu slobodu, budeme nazerať ako na dráždidlo, ktoré si zasluhuje náš hnev, opovrhnutie a revolučný zásah. Samozrejme, že obmedzenie slobody nie je jediným precipitujúcim faktorom nášho hnevu a pohŕdania. Tá istá reakcia sa objaví aj keď niekto opakovane dráždi povrch tela jedinca, alebo keď jedinec nedosiahne očakávanú odmenu, teda, keď je jedinec frustrovaný. Triviálny príklad: Kto nepocítil náhly záblesk hnevu, indukovaného frustráciou z toho, že nejaký automat vzal mince, ale nevydal žiadaný tovar? Väčšina ľudí sa dokáže cez tieto pocity rýchlo preniesť myknutím pleca pomocou kognitívnej intervencie, zvlášť ak dotyčný nie je príliš hladný a má ešte dostatok mincí, aby to skúsil niekde inde. Toto jednoduché pozorovanie

poukazuje na to, že nesplnené očakávania v rámci systému HĽADANIA aktivujú neurálne vzorce frustrácie, pravdepodobne v oblasti frontálneho kortexu, ktoré kalkulujú s možnosťami odmeny. Ako bude detailnejšie vysvetlené neskôr, nesúlad v očakávaní a odmene môže vyvolať hnev zostupnými neurálnymi vplyvmi, ktoré dosiahnu okruhy ZÚRIVOSTI.
Takáto kognitívna precipitácia hnevu by samozrejme vyžadovala predchádzajúce učenie. Na rozdiel od toho, bábätko, ktoré sa nazlostí, pretože má obmedzený pohyb, si v začiatku ani neuvedomuje externý zdroj svojho hnevu, ale vďaka sociálnemu rozvoju a vhľadom do povahy sociálnej dynamiky sa rýchlo učí posúdiť zdroje podráždenia a frustrácie vo svojom svete. A takto sa pripravili neurálne dráhy pre odplatu.
V skutočnosti, ľudský mozog je evolučne „pripravený“ skôr externalizovať príčiny hnevu a „obviňovať“ iných za vyvolané pocity ako obviňovať evolučné dedičstvo, ktoré ako prvé vytvorilo potenciál pre hnev. Samozrejme, má to zmysel pre adaptáciu. Cieľom hnevu je zvýšiť pravdepodobnosť úspechu v smere túžob dotyčného jedinca a v súboji o zdroje. Ale je to aj dilema, ktorú terapeuti často zdôrazňujú, keď apelujú na svojich klientov, aby „prevzali zodpovednosť za svoje pocity.“ Nie sú to iní ľudia, čo spôsobujú náš hnev; oni iba spúšťajú do činnosti určité emočné okruhy. Naše pocity prichádzajú výlučne takto a pravdepodobne iba ľudia majú možnosť pomocou emocionálnej edukácie alebo vôle zvoliť, ktorým podnetom umožnia spustiť emočné okruhy naplno. Zdá sa, že zvieratá túto možnosť nemajú, keďže majú iba limitovanú schopnosť konceptualizácie povahy emócií a zámerov.
Hoci nemôžeme ísť evolúciou späť, aby sme objavili pôvod okruhov hnevu (keďže mozog nevytvára dobré fosílie), môžeme aspoň poskytnúť rozumné scenáre týkajúce sa týchto zdrojov. Pravdepodobne jedným z najranejších evolučných vektorov bola adaptívna výhoda posilnenej psychobehaviorálnej odpovede na fyzické obmedzenia, ako sa to objavuje pri stretnutí predátora a jeho koristi. Ak už raz predátor chytil svoju korisť, existujú dve behaviorálne stratégie, z ktorých môže korisť profitovať. „Obeť“ zostane úplne nehybná, predstierajúc, že je mŕtva, čo môže zmiasť predátora, ktorý uvoľní svoje zovretie. V skutočnosti, tento typ „tonickej imobility“ je bežnou odpoveďou niektorých druhov, ktoré sa stávajú korisťou (napr. králiky, guinejské prasatá, sliepky) a často sa to uvádza senzačnejšou nálepkou „hypnóza zvierat“. Ďalšou stratégiou pre správanie zvieraťa je stať sa náhle veľmi prudkým, čo by mohlo prekvapiť alebo inak odradiť predátora od pokračovania svojho konania, čo by bolo pre obeť šancou na útek. Predpokladám, že to bola tá druhá odpoveď, spočiatku ako adaptívny reflex posilneného pohybu, ktorý viedol evolúciu k plne rozvinutému emočnému systému, ktorý v súčasnosti sprostredkúva hnev.
To, že komplexné formy psychologických obmedzení ako frustrácia by mohli vyprovokovať rovnaký typ psychobehaviorálnej aktivity zdôrazňuje evolúciu emočných systémov. Nové regulácie, vrátane nánosov učenia sa postupne pridávali k pôvodným emocionálnym integratívnym systémom a tým posilňovali a zväčšovali rozsah behaviorálnej regulácie. Inými slovami, z okruhov sa pridávaním hierarchických vrstiev nových regulácií vytvorili emočné systémy (obr. 4.2. a 2.2.).S početnými podnetmi a regulačnými funkciami sa rozšírila miera, do akej môžu zvieratá prejavovať emocionálne regulácie. Avšak nedávno vyvinuté regulácie naďalej kriticky závisia od povahy preexistujúcich funkcií emocionálnych okruhov. U dospelých ľudí môžu byť kortikálne regulácie vypracované do takej miery, že sa do určitej miery môžeme rozhodnúť, či budeme nazlostení alebo nie. Ale vďaka týmto vyšším kognitívnym funkciám aj naopak, môžeme byť nahnevaný ako reakcia iba na symbolické gesto (čo reflektuje, ako učenie v minulosti a súčasné posúdenie dokážu nabudiť emočné systémy).

Odhady, vyššie kognitívne funkcie a agresia

Keďže výskum násilia a agresia sa stal citlivou spoločenskou a akademickou témou (viď pozn. 4), mnoho bádateľov váhalo diskutovať o potenciálnych vhľadoch, ktoré by mohla poskytnúť psychobiologická analýza okruhov agresie. Nie je vo všeobecnosti akceptované, že potenciál pre agresiu je vrodený. Skôr prevažuje názor, že väčšina agresívnych impulzov je spôsobená posúdením udalosti. Tu budem obhajovať myšlienku, že subkortikálne neurálne systémy generujúce hnev sú vrodené, hoci nemožno dostatočne zdôrazniť, že veľký podiel učenia moduluje tieto základné emocionálne sily, pravdepodobne u všetkých cicavcov, ale najviac u ľudí. A naopak je tiež pravdepodobné, že neuropsychické sily, ktoré nazývame hnevom, vyvolávajú určité typy kognitívnych aktivít u ľudí, ako sú myšlienky na pomstu a snahy o odškodnenie. V každom súhrnnejšom vysvetlení zlostného správania je nutné brať do úvahy vyššie cerebrálne schopnosti a je nekorektné domnievať sa, že štúdie na zvieratách dokážu úplne vysvetliť, prečo ľudia prejavujú alebo inhibujú svoju agresiu. Mnohé kognitívne aspekty hnevu sú nepochybne unikátom výlučne ľudského druhu. Čo dokážu poskytnúť štúdie na zvieratách je vhľad do základných zdrojov prvotných pocitov zúrivosti v mozgu.

Dokonca aj limitované tvrdenia ako toto nie sú zvlášť populárne v súčasnom intelektuálnom duchu doby, kde sú myšlienky vytvárané bez potreby opory v dôkazoch. Avšak, je množstvo dôvodov veriť, že subkortikálna anatómia a hlavné neurochemické procesy pocitov hnevu sú značne podobné u všetkých cicavcov. Napr. elektrickou stimuláciou rovnakých častí mozgu ľudí a iných druhov je možné evokovať zlostné správanie a pocity. Tiež je možné manipuláciou s rovnakými neurochemickými procesmi modulovať zlostné správanie u všetkých druhov cicavcov, na ktorých prebiehal výskum. Teda, hlavný rozdiel medzi druhmi bude pravdepodobne spočívať v kognitívnych jemnostiach, ktoré podceňujú a usmerňujú vnútornú emocionálnu silu, ktorú bežne nazývame hnev. (tu chýba jedna veta o material value)

Hoci analyzovať kognitívne aktivity, ktoré sprevádzajú hnev bude medzi jednotlivými druhmi ťažšie, je možné, že niektoré medzidruhové analýzy prinesú nejaké informácie. Napríklad, hnev môže provokovať určité typy primitívnych myšlienok a percepčných zmien u všetkých zvierat. Počas hnevu môžu vnímať rýchle pohyby iných zvierat ako provokáciu, na rozdiel od irelevantných kúskov informácií. Určité narážky od iných zvierat, ktoré boli opakovane asociované s provokáciou hnevu, môžu klasickým podmieňovaním získať schopnosť podporovať zlostné naladenie na dlhšiu dobu. Tento typ kognitívneho učenia, ak už je raz kognitívne prejavený, môžeme nazývať „nenávisť.“ Je teda pocit nenávisti (o niečo viac ako emócia hnevu) podmienený špecifickými znakmi, ktorý sa kognitívne rozšíril v čase? To by mohlo dávať zmysel a vysvetľovalo by to, prečo by sa nenávisť nemala nazýať základnou emóciou, navyše má určité črty, ktorými sa odlišuje od hnevu. Nenávisť je zvyčajne viac vypočítaná, behaviorálne obmedzená a afektívne „chladnejšia“ ako vášnivá „horúčava“ zúrivosti.

V skutočnosti, hnev u ľudí nevyvoláva vždy explicitnú hrozbu alebo agresiu. Zrelí ľudia dokážu vôľovo inhibovať vyjadrenie ich primitívnych impulzov a s veľkou pomocou sociálneho učenia dokážu vyjadriť svoj hnev s chladným odstupom od pichľavých slov. Avšak, keď my ľudia prežívame hnev, hoc aj keď nechceme dať ostatným najavo dôvod, naše mentálne dialógy sú zaplavené obvineniami a pohŕdaním iným(i) jedincami alebo inštitúciou (iami), ktoré v nás vyvolali (alebo sa zdá, že vyvolali) hnev. Týmito vnútornými dialógmi by sa skôr mali zaoberať psychológovia, ale sú tu iné aspekty hnevu, ktoré nie je možné skúmať analýzou slov alebo ľudského konania. Byť nahnevaný znamená mať špecifický druh

vnútorného tlaku alebo sily regulujúcej konanie a pohľad na svet. Túto afektívnu „silu“ v ľudskom mozgu môžeme pomerne dobre pochopiť, ak sme ochotní pripustiť, že vzniká z neuropsychických energií vyvolaných okruhmi ZÚRIVOSTI, ktoré majú spoločné všetky mozgy cicavcov. Podobnú analýzu môžeme spraviť pre mozgové systémy redukujúce hnev.
Z psychologického aj behaviorálneho hľadiska, určité postoje a gestású zvlášť efektívne priredukcii hnevu. Medzi mnohými druhmi zvierat zmierovacie (appeasement) signály - napr. ľah na chrbte a vystavenie zraniteľných častí tela ako brucho a krk-zvyčajne redukujú agresiu jedinca toho istého druhu. Porazené krysy často vydávajú dlhé 22 kHz vokalizácie. Spôsobujú tieto submisívne gestá uvoľňovanie špecifických neurochemických látok, ktoré pôsobia proti tendencii k zlosti, alebo je to čisto kognitívna reakcia? Hoci je nemožné snímať myšlienky zvierat prežívajúcich emócie, budeme tu predpokladať, že existujú určité neurochemické profily, ktoré môžu sprostredkovať mierumilovné vzťahy medzi zvieratami, vrátane chemických procesov, ktoré vznikajú vplyvom okruhov sprostredkujúcich sexualitu (kapitola 12), obživu (kapitola 13) a sociálne väzby (kapitola 14). Ale skôr než pochopíme vplyv týchto faktorov, musíme najprv porozumieť povahe hnevu v mozgu cicavcov.

Všeobecné neurokognitívne substráty hnevu a frustrácie – hypotéza agresie
V tele je hnev sprevádzaný zvýšením aktivity svalstva, spolu so zmenou autonómnych parametrov, ako je srdcová frekvencia, tlak krvi a prietok krvi svalstvom. Ako je to dobre vyjadrené idiomatickým popisom hnevu (napr. „getting hot under the collar“), počas hnevu stúpa aj telesná teplota. V mozgu sa objavuje intenzívna a zacielená tendencia pustiť sa do rušiaceho podnetu. Emočný stav vzniknutý v mozgu je prudká mentálna búrka, ktorú je možné definovať neurofyziologickými a neurochemickými termínmi, ktorá nás rýchlo presviedča, že rušiaci podnet zaslúži opovrhnutie a ublíženie. Predchádzajúce spomienky viažúce sa na epizódu hnevu sú ľahko zapamätané a automaticky ú vyvolané potenciálne plány na pomstu (19). To poukazuje na silné interakcie systému ZÚRIVOSTI a systému kódovania pamäte v mozgu, hoci, ako už bolo spomenuté, z neurofyziologického hľadiska vieme o týchto veciach málo.
Štúdium takýchto vnútorných zážitkov ľudí nám môže poskytnúť nejaké hypotézy týkajúce sa vlastností systémov hnevu, ktoré by bolo možné testovať. Keďže hnev možno najľahšie vyvolať tým, že zhoršíme dostupnosť zdrojov, po ktorých jedinec túži, mal by mať blízke anatomické a neurofyziologické vzťahy k systému HĽADANIA (seeking). V skutočnosti, nabudenie sebastimulujúceho systému znamená zvýšenú možnosť frustrácie, keďže tento systém ustanovuje neurálne podmienky pre afektívny stav veľkých očakávaní...
Podľa našich najlepších znalostí, pozitívne očakávania a možnosť frustrácie vznikajú z neurodynamickej aktivity vyšších mozgových oblastí, ktoré rátajú s možnosťami odmeny – psychologické procesy, ktoré sú blízko napojené na kognitívne funkcie frontálneho kortexu (20). Rýchle potlačenie aktivity v systéme HĽADANIA , pri absencii homeostatickej radosti, ktorá by normálne poukazovala na to, že jedinec dosiahol odmenu, by mala bezpodmienečne vyvolať nabudenie okruhu hnevu. V skutočnosti, takýto efekt bol pozorovaný u zvierat, ktoré mali tendenciu hrýzť, keď skončila odmeňujúca stimulácia mozgu. V podobných situáciách majú ľudia tendenciu zaťať zuby a nadávať. Inými slovami, okruhy ZÚRIVOSTI a HĽADANIA môžu normálne mať vzájomné inhibičné interakcie (viď obr. 3.5), hoci oba môžu byť porovnateľne senzitizované inými procesmi, ako napr. pocit hladu vznikajúci z energetických potrieb tela. To dáva psychologický zmysel, keďže takéto stavy potreby

zvyšujú hodnotu pozitívneho očakávania a teda aj pocity, ktoré sú s tým spojené, ak sa očakávania nesplnia.
Hypotéza frustrácia – agresia je jedna z najviac rozvinutých teórií v psychologickej literatúre (ako je to zdôraznené v slávnej knihe od Dollarda a kolegov, uvedenej v Odporúčanej Literatúre). Zážitky frustrácie boli tradične spájané s hnevom hypotézou, že keď je cieľová odpoveď prerušená, nasleduje agresia. Základným postulátom tohto pohľadu je, že agresia sa zvyšuje proporcionálne k úrovni frustrácie, totiž v priamom vzťahu k intenzite túžby, ktorá je zmarená a počtu, koľkokrát bola zmarená. Tieto predpoklady podporuje aj veľké množstvo údajov u ľudí. Napríklad, deti, ktorým nedovolili zúčastniť sa obľúbenej aktivity majú následne tendenciu prejavovať vyššiu mieru agresie a takéto frustrácie prinášajú na povrch iné temné myšlienky, ako napr. predsudky voči menšinám (22).
Z neurálneho aj afektívneho hľadiska si musíme položiť aj hlbšie otázky. Je pocit frustrácie skutočne odlišný od hnevu, čo sa týka biologického substrátu? Psychobiologické dôkazy nám jednoznačne umožňujú vyvodzovať, že sú tesne späté, keďže opatrenia redukujúce efekt frustrácie, ako napr. antianxiózne látky, poškodenie temporálneho laloku alebo užšie lokalizované lézie amygdaly majú tendenciu redukovať aj emocionálnu agresiu (23). Teda emocionálny pocit frustrácie môže z veľkej časti odrážať mierne nabudenie okruhu ZÚRIVOSTI a tým istým spôsobom anxieta môže odrážať slabé nabudenie okruhu STRACHU (viď kapitola 11). Inými slovami, výstupy kognitívnych systémov mozgu, ktoré zhodnocujú možnosti odmeny môžu mať jednoducho špeciálny prístup k okruhom ZÚRIVOSTI. A hoci je preto málo dôkazov, je taktiež možné, že pocity frustrácie vznikajú priamo z vyšších mozgových aktivít, ako sú tie, ktoré zhodnocujú možnosti odmeny vo frontálnom laloku. Fakt, že pacienti s poškodením frontálneho kortexu sa dokážu veľmi rýchlo nahnevať a tiež u nich môže hnev veľmi rýchlo opadnúť (24) poukazuje samozrejme na to, že frontálne kortikálne vplyvy sú dôležité pri udržiavaní inštinktových zlostných reakcií, ktoré sú spúšťané nižšími oblasťami mozgu.
Hoci je ešte potrebné empiricky demonštrovať, ktoré mozgové systémy sú esenciálne pri generovaní pocitu frustrácie, tieto pocity by mohli vznikať z mierneho nabudenia okruhu ZÚRIVOSTI. Keďže frontálny kortex vypracúva očakávania odmeny, predpokladáme, že neurálne reprezentácie týchto percepcií spätne ovplyvňujú subkortikálne zložky systému hnevu. Avšak v tomto kontexte je dôležité mať na pamäti, že okrem frustrácie existuje ešte množstvo ďalších facilitátorov agresie – vrátane hladu, bolesti a pravdepodobne niektoré z neurálnych efektov testosterónu. Naopak je taktiež vhodné brať do úvahy, že také intenzívne pocity môžu senzitizovať vyššie neurálne substráty, ktoré provokujú frustráciu práve vytváraním pozitívnych očakávaní. Pri faktoroch, ktoré zmierňujú hlad a bolesť môže toto pôsobiť viac priamejšie, než je to pri testosteróne, pokiaľ neberieme do úvahy, že tento hormón môže generovať väčšie očakávania vyvolaním pocitu sociálnej sily a dominancie. Takéto silné pocity môžu pomôcť navodiť stav silných pocitov frustrácie, keď sa veci nedaria tak, ako sa očakávalo, zvlášť v rámci súťaže medzi samcami. Keďže je pravdepodobné, že neurálne interakcie medzi rôznymi systémami agresie prebiehajú na viacerých úrovniach, podobne ako aj ostatné základné emócie, je treba brať do úvahy všetky rozličné formy agresie, ktoré behavioristi zdokumentovali na zvieratách.

Taxonómia – enviromentálne indukované formy agresie.
Hoci hypotéza frustrácia – agresia je veľmi významná v poskytnutí koherentnej psychologickej analýzy agresie, musíme mať na pamäti, že behaviorálne manifestácie agresie

sú značne odlišné. Je niekoľko odlišných mozgových systémov, ktoré môžu precipitovať agresívne činy a ešte viac externých podnetov, ktoré môžu tieto systémy spustiť. Ako sme videli v kapitole 2 a 8, všetky emocionálne okruhy sa zdajú byť utvorené tak, aby umožnili veľký rozsah behaviorálnej flexibility, čo pomáha vysvetliť variabilitu behaviorálnych vzorcov, ktoré možno vidieť pri jednotlivom emocionálnom stave v rámci jedného druhu aj medzi druhmi. Z toho je teda pochopiteľná značná zmätenosť pri kategorizovaní a štúdiu agresie. Taxonómia agresie môže byť založená na (1) možných psychologických príčinách agresie (ako v predchádzajúcom odseku), (2) na varietách behaviorálneho vyjadrenia, ako aj na (3) základe neurálneho systému, ktorý ju vyvoláva. Pozrime sa teraz na možnosť analýzy uvedenú ako druhú.

Na základe vyvolávajúcich príčin možno odlíšiť viac typov agresie, než na základe behaviorálnej manifestácie alebo neurálnych systémov objavených v mozgu. Hoci k agresii vedie veľké množstvo rôznych okolností, niekoľko foriem agresie vzniká pravdepodobne vplyvom rovnakého neurálneho systému. Napríklad agresia, ktorú prejavuje matku pri ochrane svojho potomka nemusí byť fundamentálne odlišná od agresie, ktorú prejavuje samec, ak votrelec ohrozuje jeho teritoriálne „práva“. V oboch situáciách môže byť agresia vyvolaná jedným a tým istým mozgovým okruhom, hoci obe formy možno taxonomicky odlíšiť podľa rôznych psychosociálnych/ behaviorálnych precipitujúcich podmienok. Teda jeden mozgový proces môže byť aktivovaný viacerými odlišnými faktormi.

Kenneth Moyer (25) vytvoril najčastejšie citovanú behaviorálnu taxonómiu na základe vyvolávajúcich príčin agresie: (1) *agresia vyvolaná strachom* sa objavuje, ak zviera nemôže uniknúť z averzívnej situácie; (2) ženy najčastejšie prejavujú *maternálnu agresiu,* keď votrelca vnímajú ako ohrozujúceho pre bezpečnosť jej potomkov; (3) *dráždivá agresia* rezultuje z obťažujúcich okolností prostredia, ktoré nie sú natoľko silné, aby vyvolali útek; *agresia v súvislosti so sexom* sa objavuje v prítomnosti sexuálnych podnetov; (5) *teritoriálna agresia* sa objavuje, keď cudzie zviera vstúpi do teritória vymedzeného sídliacim zvieraťom; (6) *agresia medzi samcami* odráža skutočnosť, že je omnoho pravdepodobnejšie, že samci umiestnení spolu začnú medzi sebou bojovať, než by bojovali samice; *predátorská agresia* je mechanizmus hľadania potravy u niektorých všežravých a mäsožravých druhov. Mohli by sme dokonca navrhnúť ďalšie, ako napr. *hravý súboj, defenzívna agresia* a snáď *milenecké hádky*, ale tieto typy odlíšenia nie sú v súčasnosti veľmi užitočné z hľadiska neurovednej analýzy.

Ako bude zdôraznené neskôr, všetky tieto formy agresie sa na subkortikálnej úrovni neodlišujú. Taxonómie ako je Moyerova, založené na enviromentálnych faktoroch, nereflektujú odlišné typy operačných systémov mozgu, ktoré môžu sprostredkovať agresiu. Niekoľko položiek v jeho taxonómii zdieľa základné črty, zatiaľ čo ostatné nie. Napríklad väčšina výskumníkov považuje predátorskú agresiu z motivačného aj neurologického hľadiska za odlišnú od iných foriem. V skutočnosti, William James vo svojej slávnej práci *Eseje o viere a morálke* možno spája jednotlivé odlišné formy, ako predátorskú agresiu (malí chlapci trhajú krídla motýľom) a tie agresívne vášne, ktoré môžu viesť ku konfliktom medzi samcami a k vojnám. Hoci u väčšiny foriem je to inak, predátorská agresia je z veľkej časti generovaná endogénne a sprevádza ju pozitívny afekt (hoci spolupôsobiaci energizujúci podiel hladu môže byť averzívny) a ja tvrdím, v protiklade k tradičnému chápaniu, že lov pochádza prevažne zo systému HĽADANIA, ktorý som spomínal v predchádzajúcej kapitole. Samozrejme to neznamená, že celý útok predátora alebo akýkoľvek iný emocionálny vzorec z reálneho života je pod kontrolou jediného emocionálneho systému. Predátor určite zažíva

podráždenosť alebo frustráciu, keď sa obeť snaží tak silno, že je možné, že utečie. V reálnom živote náhle posuny v emóciách závisia od úspechu alebo zlyhania špecifických behaviorálnych činov, tak je to aj s meniacimi sa kognitívnymi očakávaniami a hodnotením každej situácie.
Poďme sa teda presunúť k tretej úrovni analýzy a zamerať sa na odlišné okruhy agresie, ktoré existujú v mozgu. Definitívne slovo v tomto smere ešte nepadlo, ale je zrejmé, že existuje menej systémov agresie, než je uvedené v Moyerovej taxonómii. Ako by sme mohli empiricky oddeliť tento zoznam a potom empiricky rozlišovať medzi nimi ? Jedným problémom je, že mnoho enviromentálnych, neuroanatomických a neurochemických vplyvov pôsobí podobne na všetky uvedené formy agresie. Napríklad, dlhodobá sociálna izolácia alebo hlad môžu zvýrazňovať všetky formy agresie a tiež naopak - vysoká aktivita serotonínu v mozgu ich môže všetky redukovať. Tieto spoločne zdieľané dôležité premenné nám neumožňujú vytvoriť užitočné rozlíšenie. Najefektívnejším spôsobom rozlišovania medzi jednotlivými neurálnymi systémami je v súčasnosti spôsob pomocou analýzy agresívnych tendencií „viazaných na podnet“, ktoré sú evokované lokalizovanou elektrickou stimuláciou špecifických okruhov mozgu a ďalší spôsob pomocou analýzy, ktoré premenné modifikujú senzitivitu týchto okruhov.

Variety ESB (electrical stimulation of the brain) indukovanej agresie a ich afektívne dôsledky.
Dôsledná psychobehaviorálna analýza agresívnych epizód evokovaných priamou elektrickou stimuláciou mozgu (ESB) umožnila rozlišovanie medzi neurálnymi dráhami agresie. Pozoruhodný je už samotný fakt, že týmto spôsobom možno vyvolať súvislé vzorce agresie. Keby bola agresia z väčšej časti skôr naučenou odpoveďou (ako doteraz mnohí vedci verili), než vrodeným potenciálom nervového systému (napr. viď príspevok Johna Paula Scotta v Odporúčanej literatúre), bolo by nepravdepodobné, aby lokalizovaná ESB mohla vyvolať útočné správanie. Avšak, od práce Waltera Hessa v 30-tych rokoch (viď „dodatočné myšlienky“, kapitola 4) je zrejmé, že zúrivosť môže byť vyvolaná ESB na špecifické oblasti mozgu.
Moja vlastná prvá skúsenosť s totuto technikou veľa odhalila. Keď som prvýkrát aplikoval ESB mačke, ktorá mala chirurgicky implantovanú elektródu v mediálnom hypotalame, mierumilovné zviera sa v prvých sekundách ESB emocionálne úplne premenilo. Zlostne vyskočilo smerom na mňa s vystrčenými pazúrmi, vycerenými tesákmi, prskalo (27). Mohlo sa otočiť rôznymi smermi, ale ono to malo namierené priamo na moju hlavu. Našťastie ma od rozzúrenej beštie oddeľovalo plexisklo. Za niekoľko sekúnd po ukončení stimulácie bola mačka opäť relaxovaná, pokojná, dala sa pohladkať bez nejakej odplaty.
Ako už bolo spomenuté na začiatku tejto kapitoly, v súčasnosti možno aplikovaním ESB na jemne odlišné mozgové zóny evokovať tri odlišné druhy agresie: predátorskú agresiu, zlostnú, zúrivú agresiu a pravdepodobne agresiu medzi samcami, hoci tá môže mať aj silné zložky z predchádzajúcich dvoch. V centre pozornosti vo zvyšku tejto kapitoly bude zlostná agresia, hoci zhrniem vybrané informácie aj k ostatným dvom (28). Niekoľkí výskumníci v začiatkoch nazvali agresívne správanie vyvolané ESB ako „nepravá zúrivosť“, keďže predpokladali, že zvieratá neprežívali skutočný afekt. Zdalo sa to možné, keďže niektoré subjekty bolo možné pohladkať, aj keď prskali a vrčali (29). Avšak, takéto miesta sú pomerne nízko v mozgovom kmeni a sú v menšine. V súčasnosti sa zdá pravdepodobnejšie, že väčšina umiestnení elektród nad mezencefalom evokuje centrálny stav nerozoznateľný od normálneho hnevu (snáď okrem

faktu, že hnev indukovaný stimuláciou nepretrváva dlhšiu dobu po ukončení ESB, pravdepodobne v dôsledku náhleho uvoľnenia protikladných neurálnych procesov). Pravdepodobne najpôsobivejším dôkazom, že ESB evokuje skutočný afektívny pocit je to, že ľudia, ktorí boli stimulovaní na týchto mozgových lokalitách popisovali pocit intenzívnej zúrivosti (30).

Na logickej úrovni, nie je celkom jasné, či by sa mal zážitok hnevu považovať nepochybne za averzívnu emóciu. Môže sa stať kľudne aj pozitívnou, pokiaľ sa tak dosiahne zmena podmienok v želanom smere. Avšak, môžeme tvrdiť, že väčšina zvierat má počas tejto stimulácie nepríjemnú afektívnu skúsenosť, keďže sa ľahko naučili vypínať ESB, ktorá generuje afektívny atak. (31). Hoci niektoré umiestnenia elektród, zvlášť nízko v mozgovom kmeni, môžu aktivovať len motorické reakcie bez sprievodnej afektívnej skúsenosti, ale väčšina zvierat je pri ESB skutočne rozzúrená. Okamžite smerujú svoj hnev na najnápadnejšiu potenciálnu hrozbu v ich okolí. Avšak zdá sa, že ostatné formy agresie evokované pomocou ESB nie sú sprevádzané hnevom.

Najviac bolo analyzované včasné rozlíšenie medzi *afektívnym* alebo *defenzívnym atakom* a *quiet – biting (doslova potichu hryzúc, ďalej neprekladám- pozn. prekladateľa)* alebo *predátorským atakom.* Počas afektívneho ataku zviera vykazuje piloerekciu, nabudenie autonómneho systému, prská a vrčí, zatiaľ čo počas quiet biting ataku sa zviera metodicky prikráda a veľmi cielene sa vrhá na korisť (32). Následné výskumy z krýs zaviedli podobnú taxonómiu (33). Ďalšia práca s krysami poskytla dôkaz pre tretiu formu: agresiu medzi samcami (34).

Fakt, že len tieto tri formy agresie možno vyvolať pomocou ESB, predpokladá, že mnoho enviromentálnych vplyvov, ktoré načrtol Moyer, konverguje pravdepodobne do limitovanej sady agresívnych operačných systémov v mozgu. Napríklad, materská a strachom indukovaná agresia môže odrážať konvergenciu vstupov do afektívneho ataku alebo systému ZÚRIVOSTI. Na druhej strane agresia medzi samcami, teritoriálna agresia a agresia vo vzťahu k sexu môžu mať určitý spoločný vplyv na systém, ktorý vypracúva *boj medzi samcami,* zatiaľ čo inštrumentálna a predátorská agresia z väčšej časti vzniká zo systému quiet – biting ataku. Samozrejme, ako už bolo spomenuté, musíme zdôrazniť, že pri potýčkach v reálnom svete je pri vzrušení z prebiehajúcich udalostí zapojených súbežne alebo následne niekoľko emotívnych systémov.

Hoci takzvaný quiet – biting systém alebo predátorský systém popísaný u mačiek je určite iný ako ten, ktorý sprostredkúva zúrivosť, poznámka, že je oddelený od systému HĽADANIA je pravdepodobne chybná interpretácia. Veľké množstvo dôkazov poukazuje na to, že obe vznikajú z homologického mozgového systému na základe anatomickom, neurochemickom a funkčnom. Z rovnakých oblastí mozgu vzídu dve formy správania a u krýs elektródy, ktoré najefektívnejšie spustia quiet – biting atak evokujú vždy aj sebastimuláciu (35). Sebastimuláciu facilitujú antianxiózne faktory (36), ako je ESB indukovaný quiet – biting atak (37), a obe správania redukujú látky blokujúce dopamín (38). Je evidentné, že segregáciou týchto dvoch línií výskumu (sebastimulačný systém v laterálnom hypotalame krýs a quiet – biting atak systém u mačiek) sa prehliadla táto ich významná spoločná črta týkajúca sa mozgového substrátu. Podľa našich najlepších znalostí, tieto dva vzorce reagovania sú jednoducho dve odlišné behaviorálne vyjadrenia tendencií HĽADANIA, ktoré vznikajú v homologických systémoch mozgu rôznych druhov. Druhovo špecifické vyjadrenia tohto systému vedú u niektorých druhov k zásobovaniu sa krmivom, u iných k predátorskému stopovaniu.

Ale aké sú rozdiely medzi systémom afektívneho ataku a quiet – biting ataku? Môžeme toto rozlišovanie obhajovať na základe vážnych empirických dôkazov, ako protiklad k rozdielom vo vonkajšom výraze? Nemohlo by to byť tak, že zdanlivo rozličné formy agresie vznikajú z jedného systému a viditeľné rozdielnosti sú dôsledkom aktivácie vonkajších vplyvov, ako napr. blízko lokalizovaných iných emocionálnych systémov- napr. STRACHU alebo PANIKY? Odpoveď bude nie. Podstatné množstvo dôkazov v súčasnosti ukazuje, že systém afektívneho ataku a quiet – biting ataku sú pomerne rozličné systémy v mozgu. Okrem pozorovateľných behaviorálnych rozdielov a neroanatomických odlišností, o ktorých bude reč v ďalších odsekoch, quiet – biting atak je typicky evokovaný ESB dorsolaterálneho hypotalamu, zatiaľ čo miesta evokovania afektívneho ataku sú viac koncentrované vo ventrolaterálnom a mediálnom hypotalame (39). Približná neuroanatómia systému ZÚRIVOSTI je zhrnutá na obrázku 10.3.

U krýs možno tieto dve formy agresie rozlíšiť aj pomocou iných kritérií. Po prvé, s ohľadom na afektívne koreláty, miesta v mozgu evokujúce quiet – biting atak zároveň konštantne podporujú sebastimuláciu, zatiaľ čo miesta evokujúce afektívny atak stimulujú únikové správanie (40). Ten istý trend je zjavný v periaqueduktálnej šedi (PAG), kde afektívny atak a averzívne reakcie možno vo všeobecnosti vyvolať z dorzálnej polovice PAG, zatiaľ čo quiet – biting atak a sebastimuláciu je ľahšie získať z ventrálnej polovice (41). To neznamená, že hnev musí byť nevyhnutne považovaný za výhradne negatívnu emóciu. Ako už bolo spomenuté, ak energické správanie pri zúrivosti produkuje žiadané zmeny v prostredí, rýchlo sa zmieša alebo spojí s pozitívnymi emocionálnymi pocitmi.

Rozlišovanie medzi predátorským a afektívnym atakom môže byť aj z hľadiska vyšších mozgových oblastí, ktoré kontrolujú tieto tendencie, čo možno hodnotiť podľa súbežnej stimulácie dvoch mozgových oblastí. Napríklad, stimulácia spodného jadra stria terminalis facilituje afektívny atak, zatiaľ čo potlačenie quiet – biting atak. (42).

Dva typy ataku možno rozlíšiť aj podľa toho, aké podmienky lákajú zviera. Krysy prejavujúce quiet – biting atak budú okrem atakovania živej koristi hrýzť aj mŕtve myši, zatiaľ čo stimulácia miesta afektívneho ataku toto správanie nepodporí. Na druhej strane, ak sa jedinec stretne s ďalším jedincom svojho druhu, z miest pre quiet – biting atak sa nevyvolá žiaden atak, ale z miest afektívneho ataku budú evokované intenzívne ataky. Zjavne, počas hnevu nie je až tak dôležitý typ cieľa, ako fakt, že je tu živý cieľ, kde možno dať voľný priechod zúrivosti. Pri aplikácii tohto typu ESB na komplexnejšie tvory, ako napr. opice, stimulované zvieratá majú tendenciu vyzúriť sa na submisívnejších jedincoch a vyhýbať sa konfrontácii s dominantnejšími jedincami. Pri opakovanej stimulácii v situácii života v kolónii bol dokonca pozorovaný aj vzostup stimulovaných zvierat v hierarchii dominancie (43). Afektívne a predátorské ataky možno rozlišovať aj farmakologicky. Zatiľ čo malé trankvilizéry ako napr. chlordiazepoxid (Librium) redukuje afektívne ataky a zvyšuje quiet – biting ataky, psychostimulanciá ako amfetamín môžu zvýšiť afekívne ataky , bez výraznejšieho ovplyvnenia quiet – biting atakov. Ak to zhrnieme, okruhy quiet – biting ataku a afektívneho ataku sú jasne rozličné. Teda, ako už bolo spomenuté, existujú predbežné dôkazy, že je možné aktivovať agresívne boje medzi samcami nezávisle od týchto dvoch systémov. Poďme sa teraz bližšie zamerať na detaily každého z týchto systémov „agresie“.

Mozgové okruhy pre afektívny atak (ZÚRIVOSŤ)

Zdá sa veľmi pravdepodobné, že veľká časť motivačnej energie a afektívnych dôsledkov emócie, ktorú bežne nazývame *hnev* alebo *zúrivosť,* pochádza z neurálnych okruhov afektívneho ataku. Najpresvedčivejšie dôkazy poskytujú samozrejme subjektívne popisy ľudí. Jadro systému zúrivosti prebieha z mediálnej oblasti amygdaly smerom nadol, z väčšej časti cez stria terminalis do mediálneho hypotalamu a odtiaľ do špecifických miest PAG stredného mozgu. Tento system je organizovaný hierarchicky (obr. 10.4), čo znamená, že agresia vyvolaná z najvyšších oblastí amygdaly je kriticky závislá od nižších oblastí, zatiaľ čo agresia z nižších miest už nie je kriticky závislá od integrity vyšších oblastí (45). Inými slovami, lézia oblastí mediálneho hypotalamu a PAG dramaticky zmierni zúrivosť vyvolanú v amygdale, ale nie naopak. To pravdepodobne poukazuje na to, že vyššie oblasti zabezpečujú jemné vyladenie činnosti, ktorú produkuje PAG mezencefala. Napríklad, rôzne dráždivé percepcie pravdepodobne vstupujú do systému cez talamické a kortikálne vstupy do oblasti mediálnej amygdaly, zatiaľ čo základnejšie fyziologické "dráždenia" ako hlad a základné hormonálne/sexuálne vplyvy vstupujú do systému cez mediálne preoptické a hypotalamické vstupy.

Keďže primárne vyvinutou funkciou hnevu je kotivovať jedinca, aby efektívne bojoval o enviromentálne zdroje, budeme predpokladať, že medzi systémom HĽADANIA a ZÚRIVOSTI existuje recipročný vzťah (obr. 3.5 a 10.1). Skutočne, ako už bolo uvedené skôr, zvieratá majú nižšiu tendenciu hrýzť počas "odmeňujúcej" stimulácie laterálneho hypotalamu, ako pri jej vypnutí. Navyše, zdá sa, že frustrácia – hlavný precipitator hnevu - vzniká z väčšej často v oblasti frontálneho kortexu, kde neuróny registrujú podmienené stimuly, ktoré predpovedajú prichádzajúcu odmenu (46). Tieto neuróny môžu zaznamenávať podnety súvisiace s odmenou tak, že keď sa CS+ a CS- (t.j. podmienený podnet predpovedajúci prítomnosť odmeny alebo jej absenciu) vymenia, neuróny obrátia svoje vzorce pálenia tak, aby zodpovedali novým vzťahom v súvislosti s odmenou. Neuróny temporálnych lalokov, ktoré na začiatku podobne rozlišujú podmienené asociácie v súvislosti s odmenou však nevykazujú túto schopnosť obrátenej odpovede pri zmene valencie podmienených podnetov (47). Nie je jasné, ktorý typ mozgového tkaniva je dôležitejší pre vznik frustrácie, ale predpokladáme, že frustrácia vzniká zo schopnosti týchto kognitívnych systémov monitorovať pravdepodobnosť blížiacej sa odmeny. Ak system neregistruje očakávanú odmenu, vyššie bunkové zoskupenia vyšlú správy s *oponentným procesom*, ktorévybudia aktivitu systému ZÚRIVOSTI. Podporuje relevantná neuroanatómia takýto scenár?

V súčasnosti už sú k dispozícii detailné mapy mozgových prepojení exekutívneho systému ZÚRIVOSTI, ktoré všetky končia v PAG. Retrográdne aj anterográdne mapy tohto systému ukazujú provokatívne sety spojení (48). Miesta PAG, ktoré podporujú zúrivé správanie, získavajú vstupy primárne zo 6 oblastí mozgu (obr. 10.5), vrátane niekoľkých oblastí kortexu, amediálneho hypotalamu a niekoľkých zón nižšieho mozgového kmeňa. Tu je tých 6 oblastí: (1.) Najvyššie oblasti, posielajúce informáciu priamo do PAG sú z frontálneho kortexu- najmä z mediálnej oblasti obsahujúcej neuróny reagujúce na odmenu ako aj z laterálnejšej oblasti, nazývanej polia frontálneho oka, ktorá pomáha smerovať pohyby očí na najnápadnejší objekt v okolí. Zdá sa to výhodné, že základné okruhy hnevu získavajú informácie z mozgových systémov regulujúcich tieto dôležité integratívne oblasti. (2) Ďalší set vstupov prichádza z orbitoinzulárneho kortexu, zvlášť z oblasti inzuly, kde konverguje množstvo zmyslov, zvlášť tie, ktoré súvisia s bolesťou a pravdepodobne aj so sluchom. Tieto oblasti pravdepodobne

kódujú afektívny obsah určitých dráždení, vrátane vokalizácie a môžu umožniť niektorým špecifickým zvukom priamo ovplyvniť okruh ZÚRIVOSTI. Napr. u ľudí sa často stáva, že ak na nás niekto prehovorí zlostným hlasom, aktivuje to v nás náš vlastný hnev smerom k pôvodcu. (3) Silné vstupy prichádzajú z mediálneho hypotalamu. Táto časť mozgu je nielen časťou trajektórie samotného systému hnevu, ale zabezpečuje aj energetickú homeostázu (viď kapitola 9) a sexuálne záležitosti (kapitola 12), je teda ideálnym miestom, kde tieto vplyvy môžu modifikovať hnev. Napríklad hlad aj testosterón môžu aktivovať okruh hnevu, zatiaľ čo nasýtenie a estrogén sú schopné potlačiť aktivitu v tomto systéme. V stupy z nižších oblastí zahŕňajú (4) vestibulárny complex, ktorý prispieva k rozzúreniu zvieraťa, ktoré má narušenú telovú orientáciu; (5) amínové skupiny buniek, ako locus coeruleus a raphe, o ktorých sa vie, že vykonávajú nešpecifickú modulačnú kontrolu všetkého správania (viď kapitola 6); a (6) jadro samostatného traktu, ktoré zbiera viscerálne informácie cez nervus vagus a je dôležité pre informovanie systému hnevu o tonuse periférnych autonómnych procesov, ako je srdcová frekvencia a tlak krvi. Je dôležité zdôrazniť, že väčšina týchto spojení je recipročná- sú to obojsmerné dráhy vzájomnej kontroly (to znamená, že vyjadrujú recipročný mechanizmus spätnej väzby).

Je známe, že niektoré periférne vstupy môžu kontrolovať senzitivitu systému zúrivosti. Napríklad zvýšená aktivita v *barorecpetoroch* karotíd monitoruje krvý tlak a môže facilitovať senzitivitu okruhu ZÚRIVOSTI. Keď sa zvýši tlak, zvýši sa aj senzitivita systému ZÚRIVOSTI (49). Pravdepodobne najdôležitejšou mozgovou oblasťou pre aktuálnu integráciu všetkých reakcií na hnev je v PAG, teda v oblasti, ktorá tiež posiela recipročnú eferentnú spätnú väzbu k väčšine systémov, ktoré boli uvedené vyššie. Táto reciprocita poukazuje na to, že systém ZÚRIVOSTI je neustále informovaný o svojich aktivitách na všetkých hierarchických úrovniach základnej kontroly okruhu. To má samozrejme veľký adaptačný význam.

Quiet – biting atak

Ako už bolo spomenuté, hlavné mozgové oblasti, ktoré vyvolávajú predátorskú agresiu počas ESB sa značne prekrývajú s oblasťami, kde bola aktivovaná sebastimulácia, hoci výskum quiet – biting ataku prebiehal na mačkách, zatiaľ čo výskum sebastimulácie na krysách. Ak sebastimulácia aj predátorský atakvychádzajú z homologickej základnej mozgovej funkcie, je pochopiteľné, prečo sa vo výskume sebastimulácie využívali mačky len veľmi zriedka. Mačky sa nezačnú správať sebastimulačne tak ľahko ako krysy, a ak áno, nesprávajú sa tak rýchlo a agitovane ako krysy. Je to pravdepodobne z dôvodu stratégie lovu, kedy jej kradmýlov vyžaduje značnú motorickú inhibíciu. Na druhej strane u krýs sa správanie začne prejavovať rýchlo, a zároveň sa správajú energicky, čo pravdepodobne tiež súvisí s ich spôsobom obživy.

A naopak, je omnoho ľahšie vyvolať quiet – biting atak u mačiek než u krýs, pravdepodobne preto, že krysy normálne míňajú viac energie hľadaním a zhromažďovaním potravy než lovom. V jednej z prvých štúdií mapujúcich okruhy agresie v mozgu krýs sa ukázalo, že je značne ťažké demonštrovať quiet – biting atak, pokiaľ neboli subjekty už preselektované pre tendenciu prejavovať predátorský zámer (50). Inými slovami, predátorský atak bolo možné ľahko vyvolať iba u tých zvierat, ktoré už mali preexistujúcu silnú tendenciu priblížiť sa a rázne preskúmať potenciálnu korisť, ako napr. myš. U týchto zvierat stimulácia mozgu v oblasti laterálneho hypotalamueventuálne indukovala systematicé sledovanie a napadnutie dostupnej myši. Avšak, ak nebola k dispozícii myš, tie isté zvieratá prejavovali nejaké iné, na

podnet viazané správanie, ako je jedenie alebo pitie, ktoré je typicky evokované v laterálnom hypotalame (viď kapitola 8). Nebol žiaden dôvod domnievať sa, že quiet – biting atak vzniká v iných okruhoch ako tieto alternatívne správania (hoci terminálna behaviorálna zložka zrejme vyžaduje niektoré odlišné okruhy v mozgovom kmeni a mieche pre diferenciáciu vzorcov konečného správania). V krátkosti, quiet – biting možno pomocou ESB vyvolať ľahko len u tých zvierat, ktoré už prejavili nejaký náznak útoku. Podľa toho, zdá sa, že quiet – biting atak je jednoducho jedným z behvaiorálnych produktov systému HĽADANIA. Hoci výskum tohto správania prebiehal v kontexte agresie, z pohľadu zvieraťa nie je v tejto reakcii hľadania potravy zjavný žiadny hnev. A v skutočnosti je rozumnejšie predpokladať, že emotívny vzorec bol sprevádzaný skôr pozitívnym afektom, keďže mačky práve tak ako krysy počas slabej stimulácie oblastí laterálneho hypotalamu prejavovali kŕmenie, zatiaľ čo silnejšia stimulácia týchto miest vyvolala predátorský atak (52).
Navyše, je potrebné poznamenať, že veľká časť zmien percepčnej sensitivity, ktoré boli zachytené v štúdiach agresie viazanej na podnet u mačkovitých zvierat sa týka skôr (len?) okruhov quiet – biting ataku. Napríklad, počas aplikácie takej stimulácie mozgu dochádza k senzitizácii periorálnych oblastí mačky, teda aj ľahký dotyk pozdĺž línie pier vyvolá orientovanie a hryzenie omnoho pravdepodobnejšie, než by tomu bolo bez stimulácie mozgu (obr. 10.6), (53). Čím silnejší prúd, tým širšia oblasť senzitizácie. Podobný fenomén bol pozorovaný aj u krýs počas stimulácie laterálneho hypotalamu, ktorý podporuje na podnet viazené apetenčné správanie (54), čo ďalej potvrdzuje spoločné zdieľanie týchto systémov u týchto dvoch druhov. Podobným spôsobom tento typ stimulácie senzitizuje kožu človeka, teda aj ľahký dotyk pravdepodobne vyvolá prudký reflex (55). A opäť, čím intenzívnejšia stimulácia, tým širšia oblasť citlivosti. Neurologickým termínom by sme povedali, že intenzívnejšia stimulácia ovplyvní viac dermatómov predlaktia.
Ďalším fascinujúcim asepktom mozgovej stimulácie je, že vyvoláva predátorský temperament iba v tej strane mozgu, ktorá je stimulovaná priamo a to možno pozorovať v senzitizácii zodpovedajúcich zorných polí. ESB aplikovaná na pravú polovicu mozgu vyvolá predátorské správanie v ľavom zornom poli zvieraťa, ale nie v pravom (je potrebné si uvedomiť, že informácia z pravého zorného poľa prechádza do ľavej hemisféry cez kríženie optických nervov v chiasma opticum). Naopak, stimulácia ľavej polovice mozgu vedie k útoku na zvieratá v pravom zornom poli. Inými slovami, stimulácia laterálneho hypotalamu senzitizuje senzorické spracúvanie v tej istej hemisphere, čo senzitizuje odpoveď zvieraťa na podnety z kontralaterálneho senzorického poľa (56). Podľa toho, korisť pohybujúca sa polovicou zorného poľa stimulovaného zvieraťa vyvolá jeho útok, avšak ak dosiahne opačnú polovicu zorného poľa, útočné správanie prestane (57). Podobná unilaterálna senzitizácia vyšších oblastí bola pozorovaná u sebastimulujúcich okruhoch krýs (58), čo opäť podporuje zťah týchto okruhov vk predátorskej agresii.

Agresia medzi samcami a dominancia
Skoro u všetkých druhov cicavcov samce bojujú viac než samice. Neurálnymi termínmi povedané, je to preto, lebo samce majú aktívnejšie okruhy agresie, minimálne tie, ktoré boli evolučne vytvorené na zaistenie reprodukčného úspechu. Samice majú cennejší reprodukčný zdroj (vajíčko a gestačnú schopnosť), takže bolo ponechané na samcov, aby súperili o sexuálnu priazeň samíc. Niektorí špekulovali, že samčia asertivita je selekčný proces riadený samicami, kde najráznejšie samce v populácii majú umožnený preferenčný prístup k reprodukčným možnostiam (59). Drsnejšie povedané, z pohľadu samice, u samca, ktorý

dokáže poraziť svojich rivalov, je väčšia pravdepodobnosť, že je nositeľom bojovných, víťazných génov.
U všetkých cicavcov samča sexualita yžaduje asertívny postoj, takže samčia sexualita a agresivita normálne vystupujú spolu. Tieto tendencies ú v skutočnosti prepletené, a podľa našich najlepších, hoci limitovaných znalostí, okruhy pre tento typ agresie sú lokalizované blízko okruhov ZÚRIVOSTI a HĽADANIA a pravdepodobne s nimi veľmi silno interagujú. Naše vedomosti o systéme agresie medzi samcami sú obmedzené, ale všeobecná neurogeografia systému je zvýraznená zvýšenou denzitou receptorov testosterone a prebieha od mediálnej amygdaly, cez preoptickú, anteriórnu hypotalamickú areu a dole do PAG mozgového kmeňa (čo je značne odlišné od trajektórie systému ZÚRIVOSTI). Sociálnu agresiu medzi samcami by sme mohli odlišovať od iných typov rôznymi spôsobmi, vrátane poškodenia mozgu, ktoré ju ovplyvňuje. Napr. rôzne poškodenia mozgu (vrátane laterálneho septa, nucleus accumbens, mediálneho hypotalamu a raphe) zvyšujú intenzitu agresívnych reakcií voči experimentátorom a koristi, ale majú tendenciu redukovať boj medzi samcami (60). Teda manipulácie na mozgu, ktoré zintenzívňujú hnev a predátorskú agresiu, ako napr. poškodenie ventromediálneho hypotalamu, nezvyšujú nevyhnutne aj intenzitu sociálnej agresie, čo poukazuje na to, že sú v mozgu kontrolované nezávisle.
Zvlášť kritickou otázkou z filozofického aj empirického hľadiska je, do akej miery sa neuróny "podráždené" testosterónom v súvislosti so sexuálnym vzrušením (viď kapitola 12) podieľajú aj na agresívnom nabudení. Sú to výrazne alebo len mierne sa prekrývajúce systémy. Táto otázka je v súčasnosti viac filozofická než praktická, pretože testosterón prúdiaci z testes ovplyvní oba systémy simultánne. Aj tak je to však otázka praktického záujmu, objaviť, do akej miery sú systémy nezávislé a schopné nezávislej modulácie. Keď je to v podstate jeden systém v ľudskom mozgu, potom jediná nádej na zmiernenie negatívnych aspektov tejto neurálnej dilemy by viedla cez edukáciu – doslova, kognitívnu špecifikáciu čo je a čo už nie je akceptovateľné správanie. Hoci nemáme odpoveď pre ľudí, pre škrečkov je táto otázka čiastočne zodpovedaná. Pomocou *c fos* vizualizácie neurálnej aktivity sa zistilo, že mnohé neuróny amygdaly, ktoré sú nabudené pri agresívnych stretnutiach, sú nabudené aj pri sexuálnej aktivite (61).
Hoci je nepochybné, že za normálnych okolností sú samce agresívnejšie než samice (okrem pár výnimike, ako napr. škvrnité hyeny), mozgové mechanizmy zodpovedné za tieto rozdiely boli zistené len nedávno. Testosterón má silný vplyv na expresiu niekoľkých mozgových neurochemických systémov. Najlepšie preskúmaným je neuropeptid arginín – vazopresín (AVP). V mozgu sú rozsiahle systémy založené na AVP; hlavné jadrá (major nuclei) sú situované v prednom hypotalame, s projekciami do hipokampu, oblastí septa a dole, cez diencephalon do PAG stredného mozgu (obr. 6.7), (62).
Testosterón podporuje expresiu AVP v mnohých týchto okruhoch. Podľa toho, samce majú rozsiahlejšie vazopresínergické okruhy než samice. Po vykatsrovaní krysích samcov AVP značne klesol v približne polovici okruhov. To malo paralelu v sexualite aj agresivite (64). Toto správanie sa však vrátilo po vstrektnutí testosterónu mikroinjekciou do príslušného tkaniva hypotalamu. Niekoľko experimentov s priamym ovplyvňovaním AVP systému ukázalo, že zvýšenie hadiny AVP po priamom centrálnom podaní zvyšuje agresiu medzi samcami u krýs (65). Centrálne podaný AVP u škrečkov značne zvyšuje značkovanie teritória, aj pri absencii iných samcov (66). Po podaní antagonistu receptorov AVP do mozgu došlo k reduckii oboch typov správania (67). Tdea zdá sa, že AVP je určite jedným faktorom,

ktorý vyvoláva agresiu medzi samcami; ako uvidíme v kapitole 12, je to zároveň silný faktor vyvolania.....(rozmazaný text.....).
Teda môžeme špekulovať o tom, či molekula ako AVP môže facilitovať agresiu medzi samcami preto, lebo zvyšuje všeobecnejšiu samčiu tendenciu ako je behaviorálna perzistencia - neúprosnosť a jednomyseľné (single – minded?) sledovanie cieľa. Samozrejme, že sa ešte máme čo učiť o tomto systéme agresie v mozgu, ktorý hraje kľúčovú rolu vo vypracúvaní sociálnej dominancie. Na afektívnej úrovni by sme mohli očakávať, že iniciálna motivácia pre agresiu medzi samcami je pozitívna, ..., až neskôr, keď sa objaví frustrácia a hrozí porážka, začínajú intervenovať negatívnejšie emócie. Je možnosť, že systém mozgu sprostredkúvajúce sociálnu hru (viď kapitola 15) sú úzko prepojené so systémami agresie medzi samcami, čo by bolo ďalším dôvodom pre hľadanie súvislostí s pozitívnymi afektami pri okruhoch agresie medzi samcami.
Hoci je zrejmé, že testosterón môže zvýšiť agresiu medzi samcami, mali by sme sa hneď aj pýtať, v akom vzťahu sú tieto procesy k okruhom ZÚRIVOSTI. Hoci dôkazov je málo, súčasným predpokladom je, že sú to zväčša nezávislé, ale veľmi interaktívne systémy. Je možné, že testosterón moduluje aktivitu v systéme ZÚRIVOSTI podobným spôsobom ako v systéme agresie medzi samcami (68), ale to ešte nie je definitívne dokázané. Je málo dôvodov domnievať sa, že testosterón vyvoláva hnev nezávisle od svojich efektov na samčiu asertivitu a od potenciálnych konfliktov a problémov, ku ktorým by to moholo viesť. Agresia medzi samcami je ideálnou behaviorálnou okolnosťou, kde možno evokovať hnev. Vzhľadom na tieto interakcie si nemôžeme byť istí, že testosterón priamo senzitizuje okruhy ZÚRIVOSTI. Napríklad, štúdie na ľuďoch nepreukázali bez pochybností, že testosterón zvyšuje pocity podráždenosti. V skutočnosti, niektoré nedávne štúdie poukazujú na to, že podanie testosterónu nefacilituje tieto pocity a muži, ktorí dostávali testosterón mali typicky tendenciu cítiť sa lepšie, ako tí, ktorí dostávali placebo (69).

Učenie a agresia
Samce mnohých druhov ublížia mladým zvieratám, ktoré sa nachádzajú na novom území, o ktoré majú samce záujem. Z evolučného hľadiska je to adaptívna stratégia. Eliminovaním infertility vyvolanej laktáciou infanticída zvyšuje pravdepodobnosť, že nové samce budú môcť rýchlo oplodniť dostupné samice a tým si zabezpečia vlastných potomkov. Súčasne by samce mali mať prirodzenú, evolučne odvodenú inhibíciu voči ublíženiu svojim vlastným potomkom.
Kvôli posúdeniu tejto možnosti výskumníci monitorovali zvyk zabíjania mláďat u krysích samcov ako funkciu kopulačného zážitku (76). Predpokladalo sa, že ak samce budú mať možnosť páriť sa, aktivuje sa vrodený systém, ktorý v určitom bode v budúcnosti bude znižovať pravdepodobnosť, že samce ublížia svojim vlastným potomkom. Vzhľadom na 3 týždňové gestačné obdobie krysích samíc sa očakávalo, že približne 3 týždne po párení by mohla u krysích samcov poklesnúť tendencia k zabitiu mláďat, teda v čase, kedy by sa mali narodiť jeho vlastné mláďatá. A to sa v skutočnosti udialo (obr. 10.7). Zatiaľ čo na začiatku testovania vykazovalo infanticídu 80% samcov, postupne klesali až na 20% v čase 3 týždňov po párení a potom sa postupne vrátili na pôvodné hodnoty. To poukazuje na špecifickú formu sociosexuálnej pamäte. Zdá sa, že samce krýs „rozoznávajú“ svoje vlastné mláďatá na základe.
Hoci sa doteraz nepreukázalo, ktoré zmeny v mozgu registrujú tento typ pamäte, ktorý umožňuje mierumilovnú koexistenciu, rozumným kandidátom je postupná indukcia oxytocínu

v mozgu. Tento hormón, ktorý je bežnejší u samíc než u samcov (viď kapitola 12), aktivuje opatrovateľské správanie (viď kapitola 13). Okrem toho, že je efektívnym antiagresívnym faktorom (77), u samcov hlodavcov je možné zvýšiť jeho hladinu v mozgu predchádzajúcou sexuálnou aktivitou (viď kapitola 12). Ak podobný mechanizmus existuje u ľudí, tento poznatok by mal dôležité implikácie pre diskusiu o sociosexuálnej politike.
Hoci samice vo všeobecnosti vykazujú menej infanticídneho správania než samce, samozrejme neznamená to, že absentuje, ale často má inú funkciu. Matka môže niekedy zabiť a skonzumovať svoje dieťa v prípade nedostatku potravy, hoci takéto zabitie sa môže vyskytnúť aj kvôli miernejším „politickým" dôvodom. Pravdepodobne naznámejšími aktérmi týchto činov boli kruté šimpanzie samice Passion a jej dcéra Pom, ktoré v skupine, ktorú dlhé roky študovala Jane Goodalová zabili najmenej 3 a pravdepodobne viac mláďat iných samíc (78).
Hoci učenie kontroluje mnohé formy agresie, je dôležité pri sprostredkovaní zúrivosti ? Žiaľ, prakticky neexistuje práca na túto tému a zvieracie modely zlostného správania zostávajú iba slabo rozvinuté- čiastočne preto, lebo väčšina výskumníkov nechce skúmať zlostné zvieratá a čiastočne preto, lebo je pomerne ťažké dostať zlosť pod systematickú laboratórnu kontrolu. Pravdepodobne najlepším prístupom je analýza tendencie k útoku (úderu) organizmov, ktoré sú konfrontované s frustráciou, vyvolanou redukciou odmeny (79). Namiesto jednoznačných údajov však tu môžeme iba uvažovať. Ja by som uvažoval, že klasické podmieňovanie hnevu by malo postupovať ľahko. Ak niekto spája neutrálny podnet s nepodmienenou reakciou hnevu, očakávali by sme, že podmienená reakcia hnevu sa objaví rýchlo. Pravdepodobne jeden z najlepších spôsobov by bolo použitie elektrickej stimulácie relevantných mozgových okruhov, ale podľa mojich vedomostí, doteraz neexistuje v tomto smere žiadna práca. Ak by to fungovalo, bol by to užitočný model analýzy toho, ako sa v nervovom systéme vyvíjajú spúšťacie body hnevu. To by nám umožnilo pochopiť, z farmakologického aj behaviorálneho hľadiska, ako môžeme zvrátiť alebo minimalizovať rozvoj takejto excesívnej senzitivity.

Farmakológia a neurochémia agresivity
Agresivita je jedným z najzávažnejších psychiatrických problémov. Pred érou psychofarmák nebolo nezvyčajným javom, že novoprijatí pacienti prichádzali do psychiatrických nemocníc vo zvieracej kazajke alebo inak zaistení, aby neublížili sami sebe alebo iným. Antipsychotiká, objavené začiatkom 50- tych rokov, ako napr. chlorpromazín, sa rýchlo ukázali ako pomerne efektívne antiagresívne látky, ale iba vo vysokých dávkach. Účinok bol vyvolaný najmä sedáciou, vyplývajúcou z globálnej redukcie aktivity katecholamínov v mozgu. Hoci v súčasnosti môžeme na redukciu násilného správania použiť množstvo novších a špecifickejších antipsychotík, je to stále len o niečo viac ako chemická kazajka. V súčasnosti neexistuje vysoko špecifický farmakologický spôsob liečby patologického hnevu (80).
Avšak existuje množstvo látok, ktoré na zvieracích modeloch dokážu redukovať rôzne formy agresie (81), a niektoré z nich môžu byť efektívne pri patologickom hneve. Zo súčasnej generácie antiagresívnych látok sú to najmä tie, ktoré ovplyvňujú aktivitu serotonínového, GABA, opiátového a oxytocínového systému mozgu. Agonisti opiátových receptorov spôsobujú zvlášť silnú inhibíciu rôznych foriem agresie, čo môže byť čiastočne kvôli ich schopnosti navodiť príjemný pocit uspokojenia a všeobecnej pohody (viď kapitola 9), ale vzhľadom na riziko závislosti je nepravdepodobné, aby sa tento systém mohol využiť medicínsky.

Závislosť od opiátov postupne posilňuje rôzne fyziologické „oponentné procesy“,ktoré majú tendenciu pôsobiť proti vysokým hladinám opiátov v tele. Počas abstinenčného syndrómu sa tieto oponentné procesy uvoľnia a môže sa dramaticky zvýšiť iritabilita a impulzívna agresivita. To je jeden z dôvodov, prečo závislí od opiátov počas abstinenčného syndrómu majú zvýšenú tendenciu iniciovať násilné činy. Samozrejme, že pokiaľ majú vo svojom systéme opiáty, tendencia k agresivite zostáva veľmi nízka. Mala by spoločnosť rozoznať túto „Hlavu 22“ pri svojich rozličných bojoch proti abúzu drog? Čia je to vina, ak závislý od opiátov nemá počas abstinenčného syndrómu legálny prístup k drogám, aby mohol redukovať iritabilitu a v snahe získať takúto látku sa stane agresívnym? Odpoveď nie je zrejmá.

Ešte nie je jasné, ktorá chemická látka mozgu vyvoláva hnev, ale jeden neuropeptid, substancia P, môže byť kľúčovým modulátorom v systéme ZÚRIVOSTI. Zlostné správanie vyvolané stimuláciou mozgu možno zosilniť podaním substancie P do mozgu a pomocou antagonistov substancie P ju možno redukovať (82). Možno niekedy v budúcnosti sa bude v klinickej praxi podávať antagonista substancie P alebo iného peptidu perorálne ako antiagresívna látka. Ak áno, tak to bude vďaka štúdiu ľudského hnevu na základe analýzy systému ZÚRIVOSTI vo zvieracom mozgu.

Ktorý systém v súčasnosti sa zdá byť najpravdepodobnejším v poskytnutí medicínsky užitočnej antiagresívnej látky? Spomedzi biogénnych amínov, norepinefrín (NE) a serotonín (5-HT) kontrolujú hnev, prvý má vďaka všeobecným nabudzujúcim účinkom tendenciu ho zvyšovať a druhý redukovať, tak ako kontroluje všetky ostatné emočné odpovede. Klinicky sa zistilo, že látky blokujúce ß-NE receptory, ako je propranolol, sú klinicky užitočnými antiagresívnymi látkami.

Konspekt vypracovala: **MUDr. Andrea Ševčíková**

Kapitola 11

Zdroje strachu a úzkosti v mozgu

The Sources of Fear and Anxiety in the Brain.

Strach tvorí nepopísateľné muky a úzkosť okolo srdca, a môžeme povedať, že to paralyzuje dušu, ktorá ostáva neschopná vnímať všetko ostatné okrem vlastného utrpenia… Keď silne pôsobí strach, bez akejkoľvek prímesy nádeje, sú tieto necitlivé /nevnímané/ účinky predominantné, ale ak je možnosť úniku, rozum reaguje s neuveriteľnou energiou…umožňujúcou trpiacemu urýchliť jeho únik, s námahou, ktorá by bola neuskutočniteľná v pokojnom stave jeho mysle.

T. Cogan, On the passions (1802)

Na rozdiel od tradičného premýšľania o tejto téme, ktoré učí, že strach jednoducho odráža (vyjadruje) *naučenú anticipáciu* škodlivých udalostí, teraz sa ukazuje, že potenciál pre strach je geneticky zakorenená funkcia nervového systému. To nie je prekvapením. Schopnosť organizmu vnímať a očakávať nebezpečenstvo bolo veľmi dôležité počas evolúcie, že to jednoducho nebolo ponechané na rozmaroch individuálneho učenia sa. Dokonca učenie je dôležité pre živočíchy na efektívne využitie ich systému strachu v reálnom svete, učenie nevytvára strach zliepaním rôznych vonkajších zážitkov. Evolúcia vytvorila niekoľko koherentne fungujúcich nervových systémov, ktoré pomáhajú riadiť a koordinovať zmeny v percepcii, behaviorálne a fyziologické zmeny pomáhajúce prežitie navzdory nebezpečenstvu. Ukazuje sa, že emocionálny zážitok strachu vzniká zo spojenia nervových procesov, ktoré donútia zvieratá schovať sa (zamrznúť), ak je nebezpečenstvo blízko alebo ak nie je úniku, alebo utiecť, ak je nebezpečenstvo blízko, ale dá sa mu vyhnúť. Na porozumenie hĺbky empirickej podstaty strachu u ľudí, musíme skúmať geneticky zakorenené nervové zložky sprostredkujúce homologické stavy vystrašenia u iných cicavcov. Naše chápanie neurobiológie ľudského strachu vychádza hlavne zo základného výskumu mozgu nižších živočíchov. Tieto objavy ukazujú, že schopnosť zažívať strach, spolu so vzorcami autonómneho a behaviorálneho arousalu (nabudenia) typickými pre strach, pochádzajú primárne z okruhu STRACHU, ktorý prebieha medzi amygdalou a periaqueduktálnou šeďou stredného mozgu. Strachové správanie môže byť vyvolané arteficiálne aktiváciou tohoto okruhu a podmienený strach sa môže vyvinúť spárením neutrálnych stimulov s nepodmienenými stimulmi, ako sú elektrický šok, ktorý môže nabudiť emocionálny systém. Inými slovami, podmienený strach pochádza z neutrálnych stimulov, ktoré dosiahli tento systém cez učenie. Vyššie kôrové procesy nie sú potrebné na aktiváciu naučeného strachu, hoci tieto procesy očisťujú typy vnímania, ktoré môžu povzbudzovať strach. Neurochémia kontrolujúca tento emocionálny systém zahŕňa excitačné aminokyseliny ako sú glutamát a rôzne neuropeptidy /napr. CRF, alfa-MSH, ACT, CCK, DBI/, každý z nich môže eventuálne nachádzať pri nepatrne odlišných úzkostiach – napr. strachu z bolesti, strachu z výšky, strachu z predátorov. Anxiolytiká skupiny benzodiazepínov majú čiastočne tlmiaci účinok na tento

emocionálny systém neurálnou inhibíciou cez GABA. Iné anxiolytiká ako buspiron sú schopné zmierniť anxietu úplne odlišným spôsobom, ako je modifikovaním serotonínovej senzitivity v mozgu. Nové prípravky- napr. inhibujúce cholecystokinín (CCK) a iné neuropeptidové receptorové systémy (špeciálne CRF) rovnako ako aj stimulujúce neuropeptid Y a oxytocínový systém- sú značným prísľubom novej generácie anxiolytík. Ďalšie sú viazané na postup našich znalostí systému STRACHU.

Charakteristika strachu

Jeden z najstrašnejších zážitkov života je byť vystavený neočakávanej hrôze. Iné je byť kontinuálne ničený pretrvávajúcimi pocitmi úzkosti, ktoré vás rozožierajú, ničiace vaše vnímanie bezpečia vo svete. Je pravdepodobné, že afektívny vplyv oboch zážitkov sa vynára hlavne z rozdielneho nabudenia jedného a toho istého nervového systému, súvisle riadaceho okruh strachu, produkujúceho hrôzu, keď je náhle nabudený a chronickú úzkosť počas miernejšieho, trvalejšieho nabudenia.

Systém strachu môže byť aktivovaný rôznymi vonkajšími a rovnako aj vnútornými udalosťami. Vonkajšie stimuly, ktoré neustále ohrozovali prežitie druhov počas evolúcie, viedli k často k vyvinutiu schopnosti nepodmienene nabudiť systém strachu v mozgu. Napríklad, laboratórne potkany dávali najavo strach (zvyšovaním zamrznutia a inhibíciou iných motivovaných správaní sa) pri zacítení mačiek alebo iných predátorov (pozri obr. 1.1), dokonca aj vtedy, ak nikdy predtým vo svojom živote nestretli také živočíchy a vyrástli v bezpečí laboratórneho prostredia.

Na doplnenie týchto vrodených tendencií, počas života každého jedinca môžu byť získané rôzne špecifické úzkosti. Tieto bývajú väčšinou spustené špecifickými vonkajšími okolnosťami spojenými s bolesťou alebo iným ohrozujúcim podnetom, ale je dôležité, že tieto pocity sa môžu vynoriť tiež vlastnou dynamikou mozgu (takzvané free-floating anxietes). Vnútorné podnety, ktoré môžu nabudiť systém strachu v rozmedzí od iritačného epileptického lokusu v limbickom systéme po vedomé a rovnako aj nevedomé spomienky na minulé zážitky. Hoci neurálny okruh medzi centrálnou amygdalou a preiaqueduktálnou šeďou (PAG) v medzimozgu sa teraz považuje za hlavný okruh strachu, zostáva možné, dokonca pravdepodobné, že existujú viaceré nervové systémy, ktoré môžu vyvolať stach. Doteraz nemáme prijatú nervovú taxonómiu pre rôzne strachy, ale ja pomenujem niektoré možnosti.

Hoci pocity strachu je rovnako ťažké definovať ako ich aj priamo merať, väčšina ľudí má vrodené pochopenie (znalosť) pre to, čo to znamená báť sa. Pre tých, ktorí to nemajú, predstavte si archetypálnu situáciu. Ste sama v lese, v hlbokej tmavej noci, stratená a malou dôverou vo svoje schopnosti nájsť cestu von z lesa. Mesačné svetlo preniká cez letiace mraky nasledované mrazivým vetrom. Konáre nad vami sa hrozivo kymácajú. Vaša predstava rastie ako drevo v lese s archetypálnymi príšerami a démonmi, ktoré obývali krajinu vašich detských predstáv. Náhle sa konár zlomí a spadne tesne za vami. Reflexne sa vyľakáte o veľa viac, ako by ste sa vyľakali na rovnaký zvuk v bezpečí vašeho dvora, je to kvôli potencujúcemu účinku strachu v pozadí (background fear). Po tejto silnej reakcii, ste chvíľu úplne nehybný, zamrznutý v jednej pozícii, tak ako sa vaša myseľ plní desom, všetky vaše

zmysly sú zamerané na uvedomovaný si zdroj hluku. Vaše kognitívne procesy urýchlene analyzujú rôzne imaginované i reálne možnosti. V tejto analýze je zvuk pripisovaný mýtickému vlkodlakovi alebo skutočnej bombe a môžete sa dať na útek, utekať rýchlejšie ako ste si kedy vedeli predstaviť, že by to vaše nohy zvládali. Ak máte dosť šťastia a nájdete si chvíľkový úkryt (napríklad opustenú búdu v lese), schováte sa , trasiete sa, srdce vám búši (nie z vášho fyzického výkonu), ostanete dlhý čas ostražitý v studenom pote pokiaľ pozorne neprehodnotíte každý nový vonkajší podnet. Môžete mať mokré nohavice, alebo ešte horšie, môže byť mokrá celá cesta.

Našťastie za brieždenia nájdete cestu von z lesa. V budúcnosti budete dávať väčší pozor, aby ste sa nestratili. O tejto epizóde sa vám môže niekoľko nocí snívať. Ak zažijete naozaj hrozné zážitky ako sú vojnové bitky, potom môže zmes strachu a hnevu zrieť v nervových substrátoch vašej psyché dlhé roky až sa môže vyvinúť to, čo sa volá posttraumatická stresová porucha. Aj keby mnohé vyššie kortikálne percepcie vydržali a zhoršovali váš strach, podľa nášho najlepšieho svedomia, výsledný chronický hyperemotívny stav je vytvorený hlbokými subkortikálnymi sieťami, ktoré boli senzitizované a môžu nezávisle fungovať od vašich vyšších kognitívnych funkcií. Z tohto dôvodu, dlhotrvajúci strach a úzkosti môžu viesť ku chronickému psychologickému distresu a nie vždy dobre reagujú na štandardné kognitívne terapie.

Strach je averzívny stav nervového systému charakterizovaný úzkostnými obavami, všeobecnou nervozitou, napätím, hovoriaci jedincom, že ich bezpečnosť je ohrozená. Je to spojené so špecifickými formami autonómneho a behaviorálneho nabudenia. Najčastejším klinickým symptómom strachu je generalizovaná úzkosť. Súčasný DSM IV ponúka štandardné kritériá pre generalizovanú úzkostnú poruchu, kde patria rôzne psychologické symptómy, ako sú nekontrolovateľné úzkostné očakávania, s nervozitou a tendenciou k nadmernej vigilancii a vrteniu sa. Rôzne autonómne symptómy zahŕňajú časté tendencie ku GIT ťažkostiam-žalúdočnej nevoľnosti, hnačkám, častému močeniu, rovnako aj k viscerálnym symptómom ako sú tachykardia, chronická suchosť v ústach, zvýšené povrchové potenie. Niektorí jednici s úzkostnými poruchami sa sťažujú viacej na fyzické ťažkosti, zatiaľ čo u iných prevažujú psychické problémy.

Kde v mozgu sa nachádza štruktúra pre úzkostné reakcie? Očividne je celková nervová regulácia komplexná, zahŕňa veľa kognitívnych analyzátorov, rovnako aj autonómne a somato-motorické okruhy. Zapojená je väčšina mozgu. Avšak existujú určité miesta v mozgu, v ktorých môže elektrická stimulácia vyprovokovať maximálnu úzkostnú reakciu u všetkých cicavcov a toto sú miesta, kde sa nachádza exekutívny systém pre strach. Tieto miesta sú v laterálnej centrálnej oblasti amygdaly, v prednom a strednom hypotalame a najzreteľnejšie vo vnútri špecifických PAG oblastí v stredného mozgu. Samozrejme, táto vysoko prepojená sieť interaguje s mnohými ďalšími emocionálnymi systémami, ktoré sú diskutované v tejto knihe, hlavne s okruhmi zlosti/zúrivosti, (čo prispieva k rovnováhe medzi reakciami boja a úteku), rovnako ako aj behaviorálne nešpacifické zlúčeniny v mozgu ako norepinfrín a serotonín. Mojím cieľom nie je stanoviť všetky zložky globálnej úzkostnej reakcie, ale radšej sumarizovať informácie o tom, čo vieme o centrálnom systéme strachu.

Presný spôsob ako vzniká strach a úzkosť v mozgových tkanivách zostáva v súčasnosti naďalej oblasťou intenzívnych debát a výskumu. Ale pôvodná predstava, ktorá uchvátila psychológov bola- že strach je jednoducho podmienená reakcia na podnety predpovedajúce bolesť- už nie je viac udržateľná. Hoci bolesť je hlavne efektívny stimul na vytvorenie úzkosti a vývin naučeného strachu, samo o sebe to strach nevytvorí. Podľa našich najnovších

poznatkov- subjektívny zážitok hrôzy, spolu s charakteristickými telesnými zmenami- sa šíri z vyššie zmienených okruhov, ktoré sú prepletené s okruhmi zlosti/zúrivosti (RAGE). Avšak v amygdale sú dva systémy úplne jasne oddelené, strach je viac laterálne a zlosť/zúrivosť viac mediálne. Ako bolo spomenuté, okruh strachu prebieha z laterálnycha centrálnych nukleov amygdaly, cez ventrálne-anteriorne a mediálne hypotalamické arey, dole k mezencefalickej PAG. Zamrznutie, rovnako ako aj útekové správanie a autonómne ukazovatele strachu (napr. zvýšená tepová frekvencia a zvýšené vylučovanie) môžu byť vyvolané pozdĺž celej dráhy tohto systému. To, že okruhy strachu a zlosti boli tesne spojené malo evolučný význam, jednou z funkcií hnevu je vyvolať strach v súperovi a jednou z funkcií strachu je redukovať vplyv hnevlivej reakcie ohrozených súperov. Hoci to nebolo empiricky demonštrované, je rozumné predpokladať, že pri nízkych hladinách nabudenia, sú oba systémy vzájomne inhibičné. Pri veľmi náhlych alebo intenzívnych hladinách nabudenia môžu byť obe reakcie strachu aj zlosti/zúrivosti súčasne vybudené. Samozrejme, že existencia systému veľkého strachu nevylučuje existenciu iných systémov, ktoré môžu sprostredkovať iné formy znepokojenia a strachu/nervozity.

Odkedy je mierny strach charakterizovaný hlavne zložkami behaviorálnej inhibície a intenzívny strach je zvyčajne charakterizovaný aktívnym útekom, je dôležité uvažovať o tom, ako tieto diametrálne odlišné tendencie reagovať môžu spolupracovať so systémom strachu. Pozorným sledovaním behaviorálnych odpovedí vyvolaných rôznou intenzitou stimulácie, je jasné, že nízke nabudenie tohto systému môže podporovať zamrznutie a stimulácia vyššej intenzity útek. Zatiaľ nie je jasné, či je zmena v reakcii riadená rôznymi subkomponentami systému strachu na strane stimulačnej elektródy alebo sú rozdielne charaktersitiky reakcie vyvolané rôznymi výstupmi na nabudených synaptických miestach smerom od stimulácie. Ale je možné, že obe tieto strachové reakcie sú riadené rovnakým základným emocionálynm systémom v mozgu.

Predtým, než začneme diskusiu o hlavnom amygdalo-hypothalamo-mezencefalickom okruhu strachu, bude užitočné urobiť prehľad obrovského množstva animálnych modelov úzkosti, ktoré boli vyvinuté behavioristami počas posledných niekoľko dekád. Väčšina preklinickej farmakologickej práce zameranej na indentifikovanie a vývin nových antianxióznych látok je vyplýva zo systematickej analýzy takýchto animálnych modelov. Zatiaľ stále nie je jasné, ako každý z týchto modelov súvisí s nabudením systému strachu oproti iným negatívnym emocionálnym systémom v mozgu. Veľa rozporuplností v literatúre by mohlo byť eventuálne vyriešených vhodnou taxonómiou v mozgových okruhoch sprostredkujúcich úzkosť. Pokiaľ toto nebolo dosiahnuté, pokiaľ väčšina dostupných animálnych modelov zostáva spojená so špecifickými nervovými okruhmi, existujúca literatúra môže budiť dojem chaosu a inkoherencie. Ale prinajmenšom môžeme sumarizovať rôznorodosť modelov systematickým spôsobom a tým sa zamerať na najsľubnejšie smery budúcaho výskumu.

Preklinické modely štúdií strachu

V porovnaní s nedostatkom naturálnych animálnych modelov hnevu existuje nespočetné množstvo modelov strachu. To pravdepodobne odráža rozšírený poznatok, že reakcie strachu sú ľahko naučené a že majú znepokojujúce následky na životy mnohých ľudí. Rôzne preklinické laboratórne modely štúdií úzkosti môžeme prakticky rozdeliť na tie, ktoré použili bolestivé stimuly na vyvolanie úzkostných symptómov /napr. použitím trestov/ a na tie,

v ktorých nebol použitý explicitný trest. Navyše, každá z týchto kategórií zahŕňa niekoľko modelov na analyzovanie zmien naučených strachov a ostatné na stanovenie nepodmienenných alebo inštinktívnych strachových odpovedí, pružných štaroch typov modelov, tak ako je zhrnuté v tab.

Taxonómia animálnych modelov strachu

	S potrestaním	*Bez potrestania*
Naučené	Aktívne vyhýbanie sa	Čiastočné posilnenie vyhasnutia
	Podmienené emocionálne reakcie	
	Trestajúce správanie	
	Pasívne vyhýbajúce správanie	
Spontánne	Zamrznutie až šok	Explorácia „otvoreného poľa“
	Defenzívne zahrabanie sa	Vyhýbanie sa priamemu svetlu
	Stimulácia okruhov strachu	Testy sociálne interakcie
	Reakcie na hlasné zvuky /úľakové/	Labyrint
		Pach predátorov

Hoci je väčšina týchto modelov celkom citlivá na účinok malých trankvilizérov (typicky nazývaných antianxiózne látky), svedčí to o tom, že majú spoločné afektívne znaky, problém pojmu /pojmový/ sa tiahne väčšinou literatúry s touto tematikou. Obvykle sa antianxiózne účinky predpokladajú, keď predtým trestajúcie spôsoby správania nie sú inhibované, ale takéto účinky, môžeme vysvetliť viacerými spôsobmi: zvieratá môžu byť menej úzkostné, alebo môžu byť jednoducho impulzívnejšie alebo dezinhibované. O druhej alternatíve sa zriedka uvažovalo v skorších diskusiách o tom, ako sa môžu animálne modely týkať nášho vnímania ľudskej úzkosti.

Ďalší problém je, že existuje tak veľa rozdielov vo formálnych postupoch a senzitivite liekov medzi jednotlivými experimentálnymi modelmi, že zatiaľ nie je možné obhajovať bežný proces úzkosti, ktorý by bol základom pre všetky úzkosti. Zatiaľ ani nie sú prijaté guideliny týkajúce sa toho, ktoré modely sú najlepšími prediktormi pre určitú špecificky viazanú úzkostnú poruchu u ľudí a prečo. Preto je v súčasnosti v literatúre popisovaných veľa rôznych druhov strachu alebo rôzne spôsoby, akými sa mozog vysporiadava s jedným druhom strachu. Aj keď sa nepokúsim odlíšiť a porovnať tieto modely, ponúknem systamatickú organizačnú schému, ktorá nám pomôže vizualizovať ako rôzne modely spolu súvisia. Modely budú rozdelené na používajúce a nepoužívajúce trest a tiež podľa toho, či vyžadujú učenie alebo nie.

1. kvadrant (naučené s využitím trestov): Prvé použité modely na štúdium strachu jednoducho merali tendenciu zvierat naučiť sa nové reakcie na únik a vyhnutie sa nepríjemným stimulom ako sú elektrické šoky do nôh (realizované pomocou kovových drôtov tvoriacich podlahu). Veľa z týchto modelov bolo hojne využívaných vo farmaceutických firmách na ohodnotenie možného antianxinózneho účinku nových liekov. Ukázalo sa, že tieto špecifické modely neboli zvlášť citlivé na antianxiózne látky, pravdepodobne preto, že naučené správanie sa stalo tak účinné, že testované zvieratá už viacej nezažívali veľký strach. Ďalšie modely skúšali obísť tento problém ustanovením stabilnej základne naučeného správania, pri ktorom môže byť strach vynútený princípmi klasického podmieňovania (tzv.

podmienenou emocionálnou reakciou – conditioned emotional response procedures CER). Tieto dizajny sa ukázali citlivejšie na účinky malých trankvilizérov.

U modelov tohto typu u exprerimentálnych zvierat je najprv úzkosť podmienená systematickým spájaním vonkajších podnetov s averzívnymi udalosťami a potom investigátori hodnotia účinnosť týchto podnetov po potlačení apetitívneho správania. Napríklad, pohotovosť hladných potkanov na stlačenie páčok kvôli potrave môže byť meraná v kľude a rovnako aj počas pôsobenia stimulov strachu. Pôsobením nebezpečného podnetu pravdepodobne vznikol vnútorný stav úzkosti a miera behaviorálnej inhibície bola využitá ako prevádzkový stupeň úzkosti. A tak úlohy/otázky CER /podmienenej emocionálnej reakcie/ boli účinnejšie, keď boli šokové podnety vykonané priamo na apetitívnej základni /baseline/. Eventuálne boli takéto úlohy ešte viac zjednodušené použitím mimovôľových (consummatory baselines) ako je kŕmenie a pitie, ktoré bolo periodicky spojené s podnetom podmieneným alebo dokonca nepodmieneným elektrickou ranou do nohy, veľmi presným meraním toho, ako je zviera ochotné stisnúť páčku, kým očakáva a prijíma mierny trest. Ak bola elektrická rana podmienená špecifickou reakciou zvieraťa- je to považované za potrestanie.

Variáciou tohto modelu je umiestnenie zvierat do dobre osvetlených arén, kde ihneď po vstúpení do tmavej diery alebo pri zostúpení z bezpečného bidielka dostanú elektrickú ranu. V takýchto situáciách sa u zvierat typicky prejavuje dlhšia latencia pre ich spontáne vyhýbavé správanie v sekundovom teste, ak už predtým boli potrestané pri prvom pokuse, meranie „pasívneho vyhýbania sa“ pravdepodobne odráža behaviorálne inhibujúci účinok úzkosti. Inými slovami, bystré zviera, ktoré dostalo elektrickú ranu pri kráčaní po podlahe má „second thoughts- druhé myslenie“ o takom kroku v budúcnosti. Samozrejme tieto modely nerozlišujú medzi účinkami farmakologickej a fyziologickej manipulácie na pamäťové procesy na rozdiel od emocionálnej. Napríklad lieky môžu vyvolať amnéziu u zvierat. Na vyhodnotenie tohto je nutné množstvo ďalších kontrol.

Asi najúčinnejší model tohto typu, ktroý sa značne využíva to, čo nazývame „ zosilnený úľak“. Zvieratá i ľudia majú charakteristickú reakciu na náhle hlasný zvuk. Sila úľakového reflexu sa značne zvyšuje pri súčasnej expozícii klasicky podmienenému stimulu strachu (t.j. svetlo bolo predtým spojené s elektrickou ranou do nohy). Ukazuje sa, že potenciácia úľakovej reakcie je sprostredkovaná systémom strachu, ktorý prechádza od amygdaly do PAG a tieto experimentálne modely môžu byť ľahko zrealizované u ľudí.

Modely 1. kvadrantu boli rozšírené počas úvodnej etapy preklinickej farmakológie od 50-tych do 70-tych rokov, ale ako bolo spomenuté, ich nedostatkom bolo zlyhanie v rozlišovaní medzi antianxióznym účinkom a jednoduchou behaviorálnou dezinhibíciou. Tento nekritický postoj vyvolal dlhožijúcu, ale spornú serotonínovú teóriu úzkosti. Prvá neurochemická teória úzkosti, ktorá bola kedy predložená, bola založená hlavne na observáci či môžu inhibítory serotonínových receptorov zvýšiť trestajúce správanie. Teraz je jasné, že redukcia serotonínu v mozgu vyvolá u zvierat vo všeobecnosti väčšiu mániu a impulzivitu veľmi rozšíreným vzorcom behaviorálnej desinhibície v situáciách, ktoré znamenajú úzkosť rovnako ako aj v tých, bez úzkosti. Podľa toho nárast správania ako reakcia na potrestanie môže jednoducho odrážať generalizované uvoľnenie aktívnych behaviorálnych tendencií, nie redukciu úzkostných pocitov. Hoci niektoré súčasné dáta podporujú, že subtypy určitých serotonínových receptorov môžu v skutočnosti vyvolať úzkosť (špeciálne 5-HT2 a 5-HT3), zatiaľ, čo iné receptory pre rovnaké amíny znižujú úzkosť, v súčasnosti je málo empirických dôvodov dokazujúcich, že serotonínová neuronálna aktivita je hlavným účinkujúcim pri tvorbe aktuálneho zážitku stachu v mozgu. Skôr je jasné, že serotonínový systém moduluje

intenzitu strachu, ale nie viac ako moduluje aj iné negatívne emócie. V skutočnosti väčšina dostupných dát sa stále zhoduje s alternatívnym záverom, že celkový nárast serotonínovej aktivity znižuje úzkosť a produkuje pocity relaxácie. Samozrejme zvyšovanie počtu subtypov serotonínových receptorov objavených za posledných niekoľko rokov (v súčasnosti je známych 15) ukazuje na zložitosť nie ešte úplne integrovanú do akceptovaných znalostí.

2. kvadrant (naučené bez explicitného potrestania): Len jeden model úzkosti sa pokúsil o využitie naučeného bez explicitného potrestania. Úlohou je parciálne posilnenie účinku vyhasnutia (partial reinforcement extinction effect PREE), ktorým dávajú zvieratá najavo silnú reakciu počas vyhasnutia, pretože si pravdepodobne zvykli na frustračné neodmenenie, ktoré bolo ponúknuté ako podoba hlavnému stavu úzkosti. Hoci je tento model citlivý na benzodiazepíny (BZs) a iné anxiolytiká, ako sú barbituráty, ktoré tiež blokujú PREE, predpokladá sa, že frustrácia a strach pochádzajú z odlišných mechanizmov mozgu, v takom prípade to možno nie je validný anxiolytický účinok. Údaje môžu jednoducho dokazovať, že malé trankvilizéry znižujú účinky frustrácie a hnevu, čo je zhodné s údajmi prezentovanými v predchádzajúcich kapitolách.

3. kvadrant (inštinktívna obavná reakcia bez potrestania): Prototypovým modelom tohto typu „otvorenej“štúdie je umiestnenie zvieraťa do neznámej miestnosti. Potom sa meria exploratórna aktivita (ktorá sa zvyšuje ako funkcia opakovaných testov), množstvo výkalov (ktoré je v úvode veľké a znižuje sa ako funkcia testov) a rôzne autonómne indikátory stresu a strachu, ako je zvýšená srdcová frekvencia a sekrécia nadobličkových glukokortikoidov. Snáď kvôli novým nariadeniam o pokusoch na zvieratách v mnohých krajinách sveta, s obmedzeniami používania postupov vyvolávajúcich utrpenie experimentálnym zvieratám, bola teraz vyvinutá široká paleta modelov strachu nepoužívajúca potrestanie. Všetky z nich sa spoliehajú na fakt, že každý druh má špecifické senzorické a percepčné prístupové dráhy do systému strachu. Napríklad, hlodavce nevyžadujú explicitné fyzické tresty na motiváciu, aby sa vyhli udalostiam. Prirodzene uprednostňujú vstúpenie do tmavej diery, prejavujú/vyjadrujú *latenciu vstupu do tmavej diery*. Ak sú donútené zostať na svetlom mieste potkany prejavujú tiež zníženú sociálnu aktivitu, poskytujú *test zníženej sociálnej interakcie,* úzkosti, ktorá je účinne zrušená BZs. Tiež majú sklony vyhýbať sa opusteniu dobre chránených bezpečných miest (napríklad s vysokými stenami) kvôli nebezpečnému široko otvorenému priestoru, poskytujú *test labyrintu,* v ktorom majú dve ramená vysoké steny a dve sú bez stien.

Teraz tiež vieme, že potkany sa skutočne boja, keď cítia možného predátora ako sú mačky a fretky, poskytujú množstvo testov vôní strachu, pri ktorých môžeme merať narušenie nejakého z množstva základných správaní (pri hre boj o život u mláďat). Väčšina z predošlých stupňov strachu bola znížená BZs, ale je pozoruhodné, že test labyrintu a test vône mačky u potkanov nie sú výnimočne citlivé na tieto lieky. Morfín, ktorý je len stredne účinný u týchto modelov, silne bráni narušeniu hravého správania pri zacítení mačky, predpokladajúc, že tieto modely vyvolávajú rozdielne typy vzrušenia /strachu, nervozity/, čo by mohlo vyžadovať rozlíšenie medzi sebou.

4. kvadrant (inštinktívna obavná reakcia vychádzajúca z explicitného potrestania): Analýza nepodmienených (inštinktívnych) reakcií na potrestanie asi zaisťuje najzreteľnejší pohľad na nenaučené mechanizmy mozgu sprostredkujúce strach, keďže potrestanie môže podľa všetkého priamo aktivovať inštinktívne obavné správanie vychádzajúce väčšinou priamo zo

základných (fundamentálnych) systémov strachu. Teraz existuje mnoho takýchto modelov, jednoduchšie –merajúce ako dlho sú zvieratá „zamrznuté“ po „kontextových podnetoch“ spojených s elektrickými ranami, ale aj také, ktoré merajú komplexnejšie správanie ako je tendencia potkanov prekryť drôty dávajúce elektrické rany umiestnené v ich obytných častiach, oba druhy správania môžu byť znížené BZs. Najpresvedčivejší z modelov tohto typu, azda najpriamejšie evokujúci strach, je priama elektrická stimulácia špecifických subkortikálnych oblastí (zahŕňajúcich amygdalu, predný hypotalamus a PAG) na vyvolanie hlavného averzívneho stavu sprevádzaného silnými strachu podobnými vzorcami správania. Tak ako stimulácia mozgu vyvoláva zamrznutie pri nízkych hodnotách prúdu a útek pri vyšších hodnotách, sprevádzaný intenzívnymi autonómnymi indikátormi strachu ako sú zvýšenie defekácie, močenia, srdcovej frekvencie, krvného tlaku a nadobličkovej stresovej odpovede. Tento prístup poskytuje presný odhad lokalizácie hlavného nepodmieneného okruhu strachu v mozgu cicavcov a tiež umožňuje efektívne skúmať dynamiku základných okruhov u celkom umŕtvených subjektov. Keďže niektoré z týchto obavných reakcií boli vyvolané v anestéze, môžeme skúmať zdroje úzkosti bez využitia intenzívnych (a nepochybne nepríjemnych) emočných zážitkov u experimentlnych zvierat, ale tieto prístupy sa zatiaľ nestali módnymi.

Veľa modelov na analýzy strachu predpokladá, že množstvo postupov môže vyvolať úzkosť v mozgu. Hrozivé stavy môžu byť vyvolané bolestivými stimulmi, podnetmi spojenými s averzívnymi stimulmi, rôznymi nebolestivými stimulmi indikujúcimi nebezpečenstvo (ohrozenie) počas evolúcie druhov a snáď aj určitými frustráciami. Tieto modely sú často rozlične citlivé na farmakologické manipulácie, čo môže ovplyvňovať rôzne kognitívne a motivačné regulácie interagujúce s limitovaným počtom nepodmienených úzkostných procesov v mozgu. A tak veľa rôznych stimulov a situácií, ktoré môžu vyvolať úzkostné stavy môže čerpať ich stimulujúci vplyv zo spoločných nervových okruhov. V skutočnosti sa zdá, že takto zvyčajne funguje väčšina emočných systémov- reagovaním na množstvo vstupov a regulovaním množstva výstupov, každý z nich môže byť modulovaný prebiehajúcim procesom učenia. Je nepravdepodobné, že samotný systém strachu v mozgu môže vysvetliť ako všetky predchádzajúce modely ovplyvňujú ich afektívnu silu, ale predpokladáme, že tento systém bude zodpovedný za značnú časť rozdielov. A tak pred podrobnejšou diskusiou o systéme strachu, mi dovoľte zhrnúť niektoré dôkazy o rôznych systémoch úzkosti vychádzajúcich z farmakologickej liečby úzkostných porúch u ľudí.

Typy úzkostných systémov v mozgu

Množstvo animálnych modelov a komplikovanosť úzkosti ukazujú, že by sme mali byť opatrní pri zjednodušovaní problému, s ktorým sme konfrontovaní pri hľadaní definitívneho porozumenia úzkosti v mozgu cicavcov. Dovoľte mi krátko uvažovať o niektorých ďalších emočných systémoch podieľajúcich sa na averzívnych stavoch spojených s úzkosťou. Jedným z nich je systém slúžiaci predovšetkým pri vyvolaní separačnej úzkosti (t.j. panický systém, kapitola 14), meraný podľa stupňa separačného volania rozličných druhov, primátov, hlodavcov a vtákov. Tento okruh je zreteľne odlišný od strachu a vychádza z preoptickej arey a jadier strie terminalis, ďalej cez dorzomediálny thalamus do okolia PAG. Tento systém pravdepodobne sprostredkúva také negatívne pocity ako sú osamelosť a žiaľ a tiež sa môže značne podieľať na náhlych formách akútneho distresu známeho ako panické záchvaty.

Klinicky sa rozdiel medzi mozgovými mechanizmami regulujúcimi panické záchvaty a tými, ktoré regulujú každodennú anticipačnú úzkosť stal očividný pri zistení, že najúčinnejšie antianxinózne látky (napr. BZs ako chlordiazepoxid a diazepam) nepotlačili ani panický záchvat u ľudí, ani separačnú úzkosť u zvierat. Avšak tricyklické antidepresíva ako imipramín a chlorimipramin, ktoré nemajú žiadny zrejmý účinok na generalizované úzkosti, mali zreteľný antipanický účinok u ľudí a tiež redukovali separačnú úzkosť u zvierat. Pozoruhodne ľudia, ktorých panické záchvaty boli účinne zmiernené tricyklikami stále cítili, že záchvaty sa môžu objaviť, z tohto dôvodu si často vedome necenili terapeutický účinok týchto liekov, hoci objektívne mali o veľa menej záchvatov. Inými slovami, anticipačná úzkosť a panika boli modulované rozdielnymi neurochemickými systémami.

Ďalšie symptomatické rozdiely môžeme urobiť medzi desivou úzkosťou a separačnou úzkosťou. Prvá je charakterizovaná generalizovanou úzkostnou tenziou s tendenciou k rôznym autonómnym symptómom ako je tachykardia, potenie, GIT symptómy a zvýšené svalové napätie. Druhá, zvlášť jej intenzívna forma ako je žiaľ, je spojená s pocitmi slabosti, malátnosťou, s autonómnymi parasympatickými symptómami ako je silné nutkanie kričať, plakať, často spojené s tlakom na hrudi a pocitmi hrče v hrdle. Zatiaľ, čo prvý emočný stav láka jedinca vyhnúť sa situáciám zosilňujúcim úzkosť, druhý vedie k premýšľaniu o stratenom objekte túžby a núti ho k vyhľadávaniu spoločnosti milovaných.

V súčasnosti bol predložený presvedčivý argument, že panické záchvaty vychádzajú z primitívnych poplachových systémov pri dusení sa, ktorý môže byť úzko spojený so systémami separačnej úzkosti. A tak hoci systémy paniky a strachu môžeme v mozgu rozlíšiť, podľa očakávania tiež môžu pôsobiť synergicky: chronická úzkosť môže zvýšiť výskyt panických záchvatov a panické záchvaty môžu viesť ku chronickej úzkosti. Účinnosť niektorých nových antianxinóznych látok- ako je alprazolam v redukcii paniky, tiež poukazuje na to, že dva emočné systémy majú nejakú spoločnú neurochemickú reguláciu, snáď kvôli spoločnej nešpecifickej regulácii- zvýšenej serotonínovej a zníženej norepinefrínovej aktivite.

Iný úzkostný stav, ktorý môže vychádzať z rozdielnej neurálnej aktivity je posttraumatická stresová porucha (PTSP), ktorá je charakterizovaná chronickými negatívnymi pocitmi, vrátane zmesi hnevu a úzkosti. Závažnosť PTSP môže byť zmiernená antikonvulzívnou medikáciou ako je karbamazepín, látkou, ktorá nie je trvale účinná ani pri potláčaní panických záchvatov, ani anticipačnej úzkosti. Okrem facilitácie GABA aktivity má karbamazepín aj spektrum iných neurochemických účinkov. Táto látka tiež blokuje „kindling“, čo je expermentálna indukcia chronických epileptických potenciálov v mozgu cestou periodickej aplikácie krátkych elektrických stimulácií oblastí náchylných na záchvaty v temporálnom laloku – ako je amygdala (pozri „Dodatok“, kapitola 5). Nie je to nezvyčajné pre rozdráždené /kindled/ zvieratá dávať na javo chronické emočné zmeny (zvýšenú dráždivosť, rovnako aj vystupňovanú sexualitu), ďalej predpokladáme, že existujú podobnosti medzi týmto typom evokovaných zmien mozgu a PTSP. Rozdráždené /kindled/ zvieratá sa ľahšie vyľakajú ako kontrolné skupiny.

Množstvo ďalších psychiatrických porúch je obvykle spojených s úzkosťou. Napríklad obsedantne-kompulzívne správanie a rituály často vyjadrujú pokys o vyhnutie sa vnucujúcej sa (intruzívnej) úzkosti. Nevieme, či sú tieto incipientné úzkosti nejakým vyššie popísaným systémom. Je pozoruhodné, že inhibítory vychytávania serotonínu- ako je chlorimipramín, ktorý je účinná antipanická látka, je tiež veľmi účinný pri potláčaní obsedantne-kompulzívneho správania, pre oba predpokladáme spoločný neurochemický substrát. SSRI sú

tiež účinné na zníženie separačnej úzkosti u zvierat, hoci ich účinnosť na generalizované úzkostné poruchy je nižšia. Vzhľadom k tomu, že serotonín moduluje všetky emočné systémy (pozri Kapitolu 6), tieto smery výskumu asi nebudú zvlášť užitočné na rozlíšenie emočných procesov.

Skôr sa zdá, že systémy mozgu sporostredkujúce chronickú generalizovanú úzkosť môžeme odlíšiť od tých, ktoré sprostredkúvajú panické záchvaty, separačnú úzkosť a PTSP z hľadiska zúčastnených špecifických systémov mozgu, aj keby mali spoločné mnohé neurálne zložky. Napríklad všetky môžu mať spoločnú hypersenztívnu „poplachovú" zložku, odrážajúcu iniciálnu ostražitú reakciu pri prvom objavení sa ohrozujúceho stimulu v psychologickom horizonte, táto reakcia môže do istej miery vzniknúť z generalizovaného nabudenia mozgu, systémov pozornosti ako sú cholinergné a noradrenergné dráhy pozornosti v mozgovom kmeni (pozri obr. 6.5). Mnoho úzkostí má spoločné nabudenie hypofýzovo-nadobličkové stresové reakcie, hoci prekvapivo tento reakčný systém nie je výrazne zapojený počas panických záchvatov.

V priebehu posledných niekoľko dekád bolo niekoľko systémov mozgu predkladaných ako hlavné substráty úzkosti, vrátane noradrenergného nabudenia z locus coeruleus, serotonergné nabudenie z buniek raphe v strednom mozgu a hippocampo-septálneho behaviorálne inhibičného systému. Každá z týchto teórií ostáva kontroverzná, so vzájomne si odporujúcimi dátami. Snáď najvážnejší problém je jednoducho fakt, že zvieratá sú stále schopné zažívať veľký strach po experimentálnom poškodení týchto systémov. Zvieratá s poškodením vyššie popísaných mozgových štruktúr sa môžu naučiť vyhnúť sa elektrickým ranám do nôh a pokračovať v prejavovaní úzkostného reagovania vo viacerých prediskutovaných modeloch. Podľa toho sa pravdepodobne tieto systémy podieľajú na strachu nešpecifickými spôsobmi. Iste sa značne podieľajú na prakticky každom zvieracom správaní.

Základný systém strachu

Štúdie stimulácie mozgu už dlho predpokladajú, že koherentne fungujúci systém strachu existuje v mozgu. Ako bolo uvedené skôr, tento systém sa rozprestiera od temporálneho laloka (z centrálnych a lateraálnych oblastí amygdaly) cez predný a stredný hypothalamus k dolnému mozgovému kmeňu (cez periventrikulárnu šedú hmotu diencefala a mezencefala) a potom dole k špecifickým autonómnym a behaviorálnym výstupovým zložkám dolného mozgového kmeňa a miechy, ktorá riadi fyziologické symptómy strachu (vrátane zvýšenej srdcovej frekvencie, tlaku krvi, úľakovej reakcie, vylučovania a potenia, súhrn pozri obr. 11.1). Zhodujú sa v tom, že tento neurálny systém sprostredkúva základnú formu nepodmieneného strachu. Malé trankvilizéry využívajú časť svojho antianxiózneho účinku redukovaním nabudenia v tomto systéme.

Keď je tento systém aktivovaný elektrickou stimuláciou mozgu (ESB), u zvierat sa prejavujú rôzne druhy úzkostného správania, od úvodnej reakcie zamrznutia pri nízkych hodnotách po náhlu únikovú rekciu pri vyšších intenzitách. Takto zvieratá normálne reagujú na strach, keď je nebezpečenstvo buď ďaleko alebo blízko. Inými slovami, reakcie umelo vyvolané elektrickou stimuláciou mozgu vyzerajú veľmi podobne ako správanie zvierat, ktoré buď zaregistrovali predátora v diaľke alebo boli nejakým prenasledované. Podobne reagujú zvieratá, ktoré už dostali elektrickú ranu do nohy alebo ju práve dostávajú. Aj keby boli tieto zvieratá výrazne znepokojené, zdá sa nepravdepodobné, že stimuláciou mozgu sa aktivovala dráha bolesti, keďže stimulované zvieratá normálne nekričia/nepištia, ani inak nedávajú

najavo zreteľné sysmptómy spojené s bolesťou. Určitý čas výskumníci verili, že tento druh stimulácie mozgu nevyvoláva subjektívny stav strachu. Mýlili sa.

Tak ako je to v prípade hnevu/zúrivosti opísané v predchádzajúcej kapitole, úzkostné správanie vyvolané stimuláciou mozgu bolo bežne považované za prosté vyjadrenie/zobrazenie riadiacich motorických mechanizmov úniku. Zlyhanie možnej úlohy tohto emočného reakčného systému vyplýva z jednej typickej/zvláštnej skutočnosti/faktu: Aj keby zvieratá reagovali únikom pri stimulácii systému, nenaučia sa ľahko vyhnúť stimulácii mozgu vyvolávajúcej úzkostné správanie. Inými slovami, neutrálny podnet predpovedajúci začiatok elektrickej stimulácie mozgu v systéme strachu sa nestane ľahko podmieneným zdrojom strachu postačujúcim na podnietenie učenia sa rozličných vyhýbavých reakcií. Na porovnanie, periférna bolesť (t.j. elektrická rana do nohy) sa stane ľahko podmieneným zdrojom. Preto výskumníci radšej aktivovali somatické a viscerálne motorické systémy ako emočné integračné systémy strachu ako také. Teraz vieme, že tento záver nebol správny: Zvieratá budú prejavovať podmienený strach na tento druh elektrickej stimulácie mozgu (ESB) pokiaľ budú používané dostatočne senzitívne behaviorálne testy (obr. 11.3). Je možné, že zvieratá sa nevyhýbajú centrálne navodenému starchu v skorších štúdiách, pretože emócie vyvolané ESB sú príliš pervazívne a nemôžu byť efektívne spojené s rôznymi vonkajšími podnetmi. Tiež je možné, že strach po ESB pretrváva do takej miery, že normálne procesy posilnenia nemohli byť náležite zapojené.

Hoci nevieme presne merať subjektívny zážitok, dôkazy správania sa všetkých cicavcov, ktoré boli skúmané svedčia o tom, že silný vnútorný stav hrôzy je vyvolaný systémom strachu. Za prvé, všetky zvieratá sa ľahko naučia vyhnúť sa takej stimulácii, keď je tento druh ESB stimulácie veľmi averzívny. Presnejšie nevyhnutné/bezpodmienenčné naučené reakcie sa podobajú na únik vyvolaný ESB, zvieratá sa učia rýchlejšie. A tak, akt utekania preč je naučený rýchlejšie ako reakcia potlačenia páky. Ak dáme zvieratám príležitosť, tak sa vyhnú zariadeniam, kde v minulosti dostali takú stimuláciu a ak tam nie je žiadna úniková možnosť, tak zamrznú, akoby tam bol prítomný predátor. A tak hoci je určite ťažké trénovať zvieratá, aby sa vyhli (t.j. predišli jej) takejto stimulácii mozgu využívajúcej tradičné behaviorálne postupy, zvieratá reagujú čisto podmienene, ak využijeme jednoduchšie merania naučeného správania. Počas stimulácie tohto systému veľmi nízkymi hodnotami prúdu je prvá odpoveď zvierat narastanie zamrznutia. Len keď sa zvyšujú hodnoty prúdu, môžeme pozorovať dramatickú reakciu úniku. Snáď najdôležitejšie je, že ľudia slovami opisujú silnú predtuchu počas stimulácie týchto oblastí mozgu. Obyčajne je subjektívna úzkostná reakcia opísaná metaforicky. Napr. jeden pacient povedal: “Niekto má práve prenasleduje a pokúšam sa mu utiecť. U iného začiatok stimulácie vyvolal „náhly pocit neistoty, ako keď vchádzate do dlhého tmavého tunela“. Iný zažíval akoby bol na mori „a vlnobitie prichádzalo z každej strany“. Či už sú subjektívne prežívania strachu sprostredkúvané priamo touto dráhou alebo v spojení s inými oblasťami mozgu, to bude predmetom ďalších výskumov. Malé množstvo dôkazov podporuje vysvetlenie, že afektívny zážitok je vnútornou subkortikálnou funkciou, zatiaľ čo bezkôrové zvieratá stále prejavujú únikové alebo úzkostné správanie pri stimulácii týchto okruhov. Na objasnenie toho, ako sú subjektívne vnímané špecifické emócie bude potrebné vysvetlenie primordiálnych nervových substrátov sprostredkúvajúcich afektívne zážitky, ktoré môžu byť usporiadané na takých úrovniach ako je stredný mozog (pozri kapitolu 16). V súčasnosti nevieme detailne ako presne vzniká afektívny zážitok v emočných okruhoch/dráhach, ale pochopenie príslušných behaviorálnych substrátov otvára lákavú cestu na zistenie ako vznikajú vedomé aspekty ľudských a zvieracích úzkostí. Hoci nemáme presné

dôkazy o spojitosti systému strachu, zančný pokrok je v popísaní toho, ako naučené informácie vstupujú do okruhov v amygdale a ako nepodmienené informácie ako je bolesť vstupuje do PAG.

Vzťah medzi bolesťou a strachom/úzkosťou

Okrem rôznych druhov úzkostí existuje aj mnoho iných typov averzívnych vnútorných pocitov-od bolesti po hlad, smäd a iné telesné potreby, ktoré môžu modulovať intenzitu úzkosti. Zvlášť dôležitá je úloha bolesti pri vzniku úzkosti, keďže sa to stalo tradičným spôsobom na podmieňovanie strachom u animálnych modelov. Zvieratá sa ľahko naučia uniknúť z miest alebo sa im vyhnúť, keď tam boli zranené. Súčasné dôkazy svedčia o tom, že systém bolesti a úzkosti môžeme odlíšiť aj vtedy, ak sa silne vzájomne ovplyvňujú na rôznych miestach nervovej osi (vrátane najnižšie oblasti PAG, rovnako aj najvyššie oblasti amygdaly).

Snáď najjasnejší dôkaz disociácie medzi úzkostným správaním u zvierat a úzkostnými stavmi u ľudí je, že tieto stavy nie sú ľahko vyvolané elektrickou stimuláciou klasickej spinotalamickej dráhy bolesti. Je to len na úrovni stredného mozgu, kde sa klasická dráha bolesti rozdvojuje do retikulárnej formácie, kde lokalizovaná ESB vyvoláva také reakcie ako je zamrznutie a únik. Ľudia, ktorí mali stimulované tieto posledné oblasti, typicky udávali skôr stach ako bolesť a zvieratá unikali a vzďaľovali sa bez hlasových známok bolesti. Podobne lézie mozgových oblastí obsahujúcich dráhy úzkosti typicky nedosahujú prah bolesti u zvierat. A tak, aj keby dráhy bolesti zasahovali do oblastí mozgu sprostredkújúcich úzkosť (hlavne PAG mezencefala), nezdá sa, že elektrická aktivácia systému úzkosti vyvolá pocit bolesti u ľudí alebo zvierat.

Avšak je jasné, že systém úzkosti reguluje vnímanie bolesti. Často pozorujeme, že zvieratá a ľudia, ktorí sa boja, nevnímajú svoje telesné poranenia a úzkosťou/strachom navodená analgézia vzniká nabudením bolesť-inhibujúcich dráh serotonínom a endogénnymi opioidmi v blízkosti PAG mezencefala.

Učenie v rámci úzkostného systému

Mechanizmy učenia umožňujú organizmom efektívne priradiť ich špecifické obavy k okoliu primeraným reakciám. Systém strachu obsahuje určitú vnútornú senzitivitu, podľa ktorej reaguje nepodmienene na bolesť a vôňu predátora a iné strach vzbudzujúce stimuly, ale tiež môže utvoriť nové informácie /vstupy/ fungujúce prostredníctvom učenia na informovanie organizmu o ohrozujúcich podnetoch. Niektoré vonkajšie okolnosti vedú k rýchlemu podmieneniu, pravdepodobne kvôli tomu, že určité vnemy majú priamy prístup do systému úzkosti/strachu, zatiaľ, čo neutrálnym stimulom trvá podmienenie dlhšie. Napr. sa zistilo, že u ľudí autonómna reakcia na strach bola rýchlejšia pri spojení s obrázkom nahnevanej tváre, ako pri spojení s obrázkom smejúcej sa tváre. Inými slovami, mozog je predisponovaný na spojenie strachu s potenciálne hrozivou podobou hnevu skôr ako s príjemnou tvárou. Zoskupenie neurónov na báze temporálnych lalokov dekóduje vyjadrenia emócií v tvári, a pravdepodobne odtiaľto pochádzajú evolučne vyvinuté vstupné informácie pre systém strachu , ako aj iné emočné okruhy amygdaly.

Asi existuje niekoľko preferenčných vstupných kanálov do systému strachu, odrážajúcich rozdielne úzkosti/strachy u rôznych druhov. A tak ľudia sa boja na tmavých miestach, vo výškach, pri približovaní sa k neznámym (zvlášť k tým so zlostnými výrazmi tváre), boja sa náhlych zvukov, tiež hadov a pavúkov. Potkany majú sklon báť sa veľmi osvetlených priestorov, otvorených priestorov, vône mačiek a iných potenciálnych predátorov. Ale aj úplne neutrálne podnety môžu vstúpiť do systému strachu v mozgu. Počas posledných niekoľko rokov bol zaznamenaný veľký pokrok v objasnení správania, pri ktorom bol systém klasicky podmieňovaný spojením neutrálneho podnetu a elektrickej rany.

Jedným z najväčších objavov v tejto oblasti bolo zistenie, že podmienená úzkosť/strach vstupuje do systému strachu v centrálnom nukleu amygdaly. Pri bilaterálnom poškodení tejto oblasti mozgu sa u zvierat viac nezvyšuje srdcová frekvencia na podnety, ktorých sa naučili báť. Je jasné, že centrálny nukleus je hlavnou oblasťou mozgu , kde sa tvorí podmienená synaptická regulácia strachu/úzkosti. To poskytuje presné neurogeografické východisko pre analýzu ako môže neurotické správanie vznikať pomocou učenia.

Niekoľko presne zameraných výskumných programov odhalilo presné mechanizmy umožňujúce prostým podmieneným strachom vstúpiť do systému nepodmieneného strachu. Účinné modely boli vyvinuté zo štúdií obavných reakcií na svetlá a zvuky spojené s elektrickou ranou. Predstavte si situáciu, kde elektrická rana nasleduje za zvukom: Zvuk vstúpi do ôsmeho hlavového nervu a po spojení v nukleus cochlearis pokračuje infromácia do colliculus inferior v strednom mozgu, ďalej do mediálneho rohu thalamu a potom do auditórneho kortexu v temporálnej oblasti (obr. 11.4). Môžeme sa pýtať, či poškodenie niektorej z týchto oblastí zmenší podmienenú úzkostnú reakciu a odpoveď je áno, pre všetky oblasti pod kortexom. To má význam, pretože zvieratá ohluchli. Ak je však odstránený len sluchový kortex, podmienená úzkosť ostáva neporušená. To znamená, že podmienené spojenie so systémom strachu vzniká v niektorej subkortikálnej oblasti. Toto dôležité zistenie samozrejme neznamená, že kortikálne spracovanie je irelevantné pre úzkostné učenie. /fear learning/. Komplexné vnímanie strachu pravdepodobne vyžaduje vstup z kortexu, ale zistenia povzbudzujú výskumníkov k hľadaniu priamych spojení z thalamických auditórnych spojov k vyšším oblastiam okruhu strachu v amygdale. Hoci analýza amygdalopedálneho spojenia z auditórneho thalamu nemá pevné spojenie s centrálnou amygdalou ako sa pôvodne očakávalo, našli sa pevné spojenia z mediálneho genikula k laterálnym a bazolaterálnym častiam amygdaly-oblastiam, ktoré skoršie ESB štúdie označovali ako okruhy strachu v temporálnych lalokoch. Tieto laterálne amygdaloidné oblasti spájajú priamo centrálne jadro amygdaly, ktoré spája axónmi s nižšími časťami hypothalamu a stredného mozgu, kde sú informácie rozdeľované do rôznych, hormonálnych, autonómnych a somatických výstupových kanálov, ktoré charakterizujú celkovú úzkostnú reakciu. Inými slovami, priame thalamo-amygdalové spojenie môže prenášať nižšiu auditórnu infromáciu priamo do systému strachu bez účasti kortexu. Avšak ďalšie práce poukazujú, že vyššie kortikálne spracovanie je potrebné na vstup komplexnejšej auditórnej informácie do systému strachu. Pri prenesení týchto výsledkov na ľudí, by sme mohli predpokladať, že kortex dekóduje afektívne slovný obsah toho, čo je povedané na rozdiel od dekódovania nahnevanej alebo obavnej reči, ale zatiaľ na to u ľudí neexistujú dôkazy.

Väčšina podmieňovania prebiehajúceho v amygdale je sprostredkovaná glutamátovými synapsami, keďže môžeme procesu podmieňovania zabrániť umiestnením antagonistov n-metyl-d-aspartát (NMDA) glutamátových receptorov priamo v laterálnej amygdale. Keďže blokáda beta-adrenergných synáps koncentrovaných v amygdale vedie k zníženiu upevnenia

a udržania obavnej informácie, môže byť strach vyvolaný aj zvýšením NE systémov. Predpokladá sa, že aj u mnoho iných amínov a neuropetidov lokalizovaných v amygdale sa preukáže vplyv na celkovú integráciu úzkostných reakcií. Je možné, že rôzne peptidy tu pomáhajú spracovať rôzne typy obavných pocitov a vnemov. V každom prípade predchádzajúce výsledky potvrdzujú, že emočné učenie môže existovať bez intervencie vyšších oblastí kognitívneho mozgu. Existujú priame anatomické vstupné miesta z thalamu do príslušných okruhov amygdaly, ale je tiež jasné, že viac nepriamych kortikálnych a hipokampálnych spojení tiež sprostredkúva informácie o vonkajších ohrozeniach. Napr. hipokampus informuje zvieratá o ohrozujúcich aspektoch v ich okolí, ale nespracúva samostatné stimuly strachu ako to robí amygdala. Podmieňovanie, rovnako ako aj afektívne zážitky môžu pravdepodobne tiež vzniknúť v nižších úrovniach okruhu strachu (t.j. na hypothalamickej a mezencefalickej úrovni), ale takéto dôležité otázky musia byť empiricky dokázané.

Len čo budú do detailov prepracované mechanizmy učenia, bude môžné špecifikovať ako môžu nové farmakologické manipulácie ovplyvniť odpodmieňovanie dávno naučených úzkostí. Antagonisti glutamátu dokážu blokovať nielen sprostredkovanie podmienených úzkostí, ale tiež ich zánik. Zatiaľ čo glutamát facilituje učenie aj odučenie úzkostí, rovnako aj väčšinu iných foriem učenia, táto informácia pravdepodobne neprinesie žiadne užitočné klinické intervencie.

Veľký počet kognitívnych štúdií dokazuje, že glutamát sa podieľa na prakticky každej forme pamäti a kognitívnom spracovaní informácií. Všetky kortikálne informácie zostupujú do bazálnych ganglií cez glutamátové synapsy (pozri obr. 4.9). Ako uvidíme v ďalšej časti, glutamátové receptory neregulujú len úzkostné podmieňovanie, ale regulujú nepodmienené úzkostné reakcie. Lieky ovplyvňujúce glutamátové receptory budú užitočné v klinických skúškach, v len ak budeme mať šťastie pri hľadaní variantov receptorov, ktoré by umožňovali špecifickú moduláciu procesov odpodmieňovania. To sa v súčasnosti zdá neuveriteľné.

Pravdepodobnejšie farmakologická modulácia rôznych neuropeptidov, vrátane CRF, alfa-MSH, ACTH, NPY a iných poskytne špecifickejšiu neurochemickú reguláciu úzkosti ako poskytuje glutamát. Tieto systémy sú základnými zložkami systému strachu a poskytujú vynikajúce smery pre ďalší vývoj nových liekov. Naše vedomosti o účinku malých trankvilizéroch (t.j. anzianxióznych látkach) spočívajú v interakcii s BZ receptormi, čo zatiaľ prinieslo najviac informácií o tom, ako vzniká úzkosť a ako ju môžeme regulovať.

Neurochémia a farmakológia strachu/úzkosti

Najužitočnejšie poznatky pre mediícnu o strachu a úzkosti vyplynú z porozumenia neurochemických systémov modulujúcich obavné impulzy. Veľké množstvo dôkazov bolo zhromaždených o systémoch v mozgu citlivých na BZs. BZ receptory sa nachádzajú pozdĺž dráhy úzkosti/strachu z centrálnej amygdaly, dolu cez ventrálnu amygdalofugálnu dráhu, cez predný a stredný hypothalamus a dole cez substancia nigra do PAG a nucleus reticularis pontis caudalis (RPC), kde dochádza k modulácii úľakového reflexu strachu. BZ receptory sú tesne prepojené s funkciou gamma-aminomaslovej kyseliny mozgu (GABA). Glutamát je najvýkonnejší excitačný transmiter, je to metabolický produkt GABA-dekarboxylačnou cestou, je to najpervazívnejší inhibičný trasmiter a je schopný strach/úzkosť rovnako ako aj iné emočné a motivačné procesy. BZs redukujú strach facilitáciou GABA aktivity vo viacerých častiach mozgu, vrátane priamej inhibície okruhu strachu.

Objav BZ-GABA receptorového komplexu bol jedným z najdôležitejších objavov na vysvetlenie toho, ako môžu BZs a staršie antianxinózne látky (alkohol a barbituráty) inhibovať bojazlivosť. BZ receptory podporujú GABA vňzbu, ktorá potom zvýši neuronálnu inhibíciu systému strachu facilitáciou prílivu chloridu do neurónov. Inými slovami, úzkosť je BZs potlačená hyperpolarizáciou neuronálnych elementov vedúcich úzkostné informácie nervovou osou. Zatiaľ čo agonisti BZ receptorov, ako sú rôzne malé trankvilizéri BZ-typu, potláčajú aktivitu v okruhu strachu/úzkosti, tiež môžu modulovať vyššie kognitívne spracovávanie relevantných informácií (úzkostných myšlienok a úsudkov), snáď účinkom relatívne početných BZ receptorov neokortexu.

Antagonisti BZ receptorov (ako je flumazenil) sú zvyčajne sami o sebe behaviorálne inaktívne, svedčiac o tom, že signály endogénnej úzkosti nie sú prítomné na BZ receptorových miestach. Samozrejme, že takíto antagonisti BZ receptorov môžu blokovať antianxinózny účinok exogénne podávaných BZs, rovnako ako aj úzkosť vyvolanú skupinou liekov nazývanou „inverzní agonisti" BZ receptorov, ktorí znižujú inhibíciu v okruhu strachu a môžu vyvolať chronickú úzkostnú poruchu. Tento koncept „inverzných agonistov" bol najprv vytvorený objavom rôznych beta-carbolinových liekov majúcich opačný účinok ako BZs, aktívne inhibujú vstup chloridu do neurónov interakciou s BZ-GABA komplexom, a tým aj šírenie úzkosti u ľudí i zvierat.

Kľúčová otázka je, ktorá endogénna molekula mozgu normálne funguje na BZ receptoroch. Aj keď ešte nemáme definitívny dôkaz a veľa prirodzených metabolitov mozgu má nejaký účinok na BZ receptory, nejaký čas bol kľúčovým kandidátom endogénny peptid nazývaný diazepam viažúci inhibítor (DBI), ktorý sa zdá podporuje úzkosť po uvoľnení z BZ receptora, asi efektom inverzného agonistu. Zatiaľ nemáme presvedčivé dôkazy o tom, že DBI je v skutočnosti hlavný úzkosť vyvolávajúci transmiter v mozgu, hoci väčšina súhlasí s tým, že ak nejaký transmiter funguje na BZ receptore, tak je to pravdepodobne inverzný agonista. V každom prípade existujúce dáta svedčia o tom, že BZs podporujú upokojenie, do istej miery podporením GABA inhibície v systéme strachu/úzkosti.

Existujú neurotransmitery vedúce priamo signál úzkosti nervovou osou? Existuje niekoľko možných kandidátov. Hoci NE a serotonín (5-HT) boli ponúkané ako špecifické úzkostné transmitery, neskôr bola táto hypotéza nepravdepodobná, keďže biogénne amíny fungujú ako nešpecifické regulačné systémy pre všetky správania. Hoci zvýšenie NE a 5-HT aktivity liekami ako yohimbin a m-chlorfenylpiperazin (MCPP) môže vyvolať zážitok úzkosti u ľudí, tieto účinky môžu byť nešpecifické. Môžu jednoducho odrážať účinky nabudenia zvyšujúce sa pri akýchkoľvek sklonoch existujúcich v nervovom systéme, skôr ako odrážajú nejaký špecifický typ emočného nabudenia. Niekoľko ďalších neuropeptidov a aminokyselín moduluje úzkostné správanie špecifickejšie a silnejšie, prinajmenšom v animálnych modeloch, v ktorých to bolo skúmané.

Jedna alternatíva je, že samotná aminokyselina glutamát- neurotransmiter, ktorá sprostredkúva učenie strachu, je tiež kľúčový transmiter na utváranie nepodmienenej reakcie na strach. Silný syndróm strachu/úzkosti môže byť vyvolaný podaním glutamátového agonistu-kyseliny kainic a tiež špecifickým agonistom NMDA v PAG alebo nižších a vyšších oblastiach v blízkosti komorového systému. Za niekoľko minút po umiestnení týchto látok do mozgu začnú mať zvieratá spontánne záchvaty lietania (často v prikrčenej polohe) spojené s viditeľnými psychickými mukami. Vizuálne orientované zvieratá ako vtáky začnú rýchlo rytmicky kývať hlavou, stále vydávajú zvuk, oči im vyliezajú z jamôk pripomínajúc veľkú hrôzu. Tieto epizódy môžu byť inhibované vhodným antagonistom glutamátového receptoru

(blokujúcimi kainát alebo NMDA receptory). Ako sme už spomenuli, glutamátové receptory sú v mozgu rozšírené a len s pozoruhodným šťastím (napr. objavom jedinečných variánt emočne-špecifických antagonistov alebo modulátorov glutamátových receptorov) by sme mohli vôbec dúfať o vývoji antianxinóznych látok založených na týchto vlastnostiach. V súčasnosti sú neuropeptidy sľubnejšími cieľmi pre farmakologický rozvoj prebiehajúceho hľadania nových a užitočných spôsobov regulácie úzkosti. Čo sa týka DBI, niekoľko ďalších anxiogénnych neuropeptidov má anatomické dráhy pozdĺž dráhy strachu/úzkosti. Centrálne podávanie neuropeptidov CRF, alfa-MSH, ACTH a CCK môže podporiť množstvo úzkostných symptómov u zvierat. Napr. CRF (pozri obr. 6.7) zapríčiňuje agitované nabudenie a môže znížiť rôzne pozitívne motivované správanie, vrátane kŕmenia, sexuálneho a iných pozitívnych sociálnych aktivít. Zvieratá majú sklon zamrznúť v prostredí, kde predtým dostali CRF. Naopak, zamrznutie vyvolané elektrickou ranou do nohy je zmenšené antagonistami CRF receptorov. Mali by sme zopakovať, že CRF vznikajúce z paraventrikulárneho jadra hypothalamu tiež reguluje hypofýzovo-nadobličkovú stresovú reakciu (pozri obr. 6.9), ktorá prakticky sprevádza všetky emócie a mnoho psychických rozrušení, hlavne depresiu. Domnievame sa, že CRF receptoroví antagonisti nakoniec prinesú silné antianxinózne a antistresové látky. Nonpeptidoví CRF antagonosti už boli vyvinutí na perorálne použitie.

Neuropeptid alfa-MSH podporuje pigmentové zmeny maskovacieho typu u viacerých rýb a plazov. Ak sú takéto zvieratá vystrašené, ich koža má sklon sfarbiť sa do čierna. Hoci tento peptid nereguluje pigmentáciu kože u vyšších stavovcov, model energického/rázneho zamrznutia/schovania môže byť vyvolaný u vtáčat centrálnym podaním tohto peptidu. ACTH pochádzajúce z rovnakého segmentu génu proopiomelanocortinu (POMC) ako alfa-MSH má podobný účinok. Hoci existuje málo porovnateľných údajov o vzorcoch správania cicavcov, mikroinjekcie vysokých dávok ACTH do PAG môžu vyvolať mohutný únik/útek, rovnako ako aj zamrznutie u potkanov a iných zvierat. Afektívne účinky takýchto manipulácií by mali byť zhodnotené podmieneným zamrznutím a príkladmi vyhýbania sa miestu, ale očakávame, že centrálne účinní antagonisti týchto neuropetidových receptorových systémov môžu znížiť úzkostnú behaviorálnu inhibíciu.

CCK cholecystokinín je dobre preskúmaný anxiogénny peptid. On a rôzne jeho fragmenty môžu vyvolať panické záchvaty u ľudí a široké spektum úzkostných príznakov u zvierat, čo bolo využité v rôznych úzkostných modeloch popísaných predtým. Podľa animálnych modelov by sme mohli očakávať, že antagonisti CCK by mali mať antipanické a/alebo antianxinózne účinky, ale predbežné klinické práce nie sú sľubné.

Zdá sa, že rôzne iné neuropeptidy a antagonisti neuropeptidov znižujú symptómy úzkosti následným centrálnym podávaním. Centrálne podávané opioidy- oxytocín a somatostatín sú veľmi účinné látky na redukovanie separácie vokalizácie v ohrození (pozri kapitola 14). Súčasné práce s údajnými antagonistami neuropeptidu Y (NPY) svedčia o tom, že môžu vyvolať úzkosť u animálnych modelov. Ak budú takéto zistenia podporované ďalšími výskumami, nakoniec to môže priniesť zvlášť užitočnú skupinu liekov: okrem redukovania aspektov strachu, antagonista NPY by mal značne zvýšiť chuť do jedla, keďže je to najsilnejší súčasne známy peptid podporujúci chuť do jedla. Tiež mnoho steroidov môže modulovať úzkosť. Zvlášť dôležitou dimenziou budúceho výskumu je precíznejšie špecifikovanie toho, ako tieto rôzne neurochemické nosiče sprostredkúvajú vstupy a výstupy do systému strachu. Prenášajú určité neurozlúčeniny špecifické úzkosti, zatiaľ čo iné sú nepriamymi modulátormi systému strachu? Budúci výskum by mal byť schopný rozuzliť odlišné aspekty reakcie

úzkosti/strachu a poskytnúť presnejšie metódy farmakologickej regulácie rôznych úzkostných porúch.

Bežná liečba úzkosti v klinickej praxi

Pokrok v liečbe úzkostí bol otázkou náhody a výnimočného šťastia v priebehu prvých dní biologickej psychiatrie. Až do objavu benzodiazepínového typu malých trankvilizérov boli jediné lieky, ktoré mohli úspešne regulovať úzkosť u ľudí opioidy, alkohol, barbituráty a meprobamat. Nanešťastie majú tieto lieky mnoho vedľajších účinkov, najhorším je úzka bezpečnostná hranica, kde rozdiel medzi klinicky účinnou dávkou a letálnou dávkou (ED/LD pomer) je dosť malý, čo zvyšuje pravdepodobnosť náhodnej smrti alebo suicidia. Zásadná zmena v liečbe úzkosti nastala po nečakane šťastnom objave lieku chlordiazepoxidu (CDP). Účinnosť CDP bola identifikovaná v 1960 roku počas záverečnej fázy výskumu tesne pred plánovaným ukončením relatívne neúspešného výskumného programu BZs v laboratóriách Hoffman-LaRoche. Takmer ako posledná možnosť bola nájdená jedna z BZs molekúl-CDP, ktorá bola veľmi účinná pri krotení divých zvierat v miestnej zoo. CDP sa veľmi rýchlo stal veľkým úspechom v regulovaní rôznych úzkostných porúch, ale mnoho rokov nikto nevedel, čo robí CDP a príbuzné BZs v mozgu. Teraz to už vieme.

Vstup CDP do farmaceutickej praxe pod názvom Librium, bol rýchly kvôli významnej špecifite a bezpečnostnej hranici v porovnaní s predtým používanými látkami. CDP môže redukovať úzkosť v dávke menšej ako je stotina letálnej dávky, čo je obrovský pokrok medzi všetkými ostatnými antianxióznymi látkami a čoskoro boli dostupné mnohé ďalšie účinné BZs ako diazepam (Valium). V úvode liečby BZs často pozorovaný mierny sedatívny účinok viedol k rýchlej tolerancii, zatiaľ čo antianxinózne účinky pretrvávali aj pri dlhodobom užívaní. V úvode sa zdalo, že tieto lieky nevyvolávajú fyzickú závislosť pri bežnom užívaní. Avšak dlhodobé užívanie vysokých dávok, čo sa stalo bežnou praxou nakoniec viedlo k rozvoju závislosti a abstinenčného syndrómu pripomínajúceho delirium tremens pri odňatí alkoholu. Toto svedčilo o tom, že obe látky účinkujú na spoločných substrátoch v mozgu a teraz je už preukázané, že oba pomocou GABA aktivity.

BZs rýchlo nahradili všetky ostatné antianxinózne látky na trhu, bolo objavených niekoľko ďalších medicínskych využití vrátane inhibície svalových spazmov, účinnej kontroly určitých typov záchvatov, zvlášť tých pochádzajúcich z limbického systému. BZs sa ujali aj ako spánok vyvolávajúce látky kvôli svojej skríženej tolerancii (a relatívne malým toxickým účinkom) a stali sa účinnou medikáciou na zmiernenie alkoholových abstinenčných príznakov. Inými slovami, jedincom veľmi dlho zvyknutým na prijímanie vysokých dávok alkoholu mohli byť podávané BZs bez toho, aby sa u nich rozvinuli závažné symptómy deliria tremens pri odňatí alkoholu. Samozrejme, čím dlhšie ľudia užívali BZs, tým viac bol podporovaný vznik závislosti v ich mozgu.

Tiež sa predpokladalo, že molekuly tejto skupiny by mohli byť schopné zvrátiť niektoré príznaky opilosti. Antagonisti BZ receptorov ako napr. flumazenil, môže zmierniť niektoré príznaky opilosti, ale nie toxické účinky alkoholu. Tieto lieky určite nikdy nebudú predávané, pretože neznižujú hladinu alkoholu v krvi a výrobcovia by mohli byť zodpovední za nehody spôsobené ľuďmi užívajúcimi tieto lieky.

Veľká skupina BZs sa nakoniec dostala na trh, ale nie pred 1979 rokom, kedy bol konečne identifikovaný BZ receptor v mozgu, neskôr boli na periférii identifikované viaceré typy BZ receptorov regulujúce mimovôľové svalové spazmy. BZs sú teraz šité na mieru a na trhu pre

špecifické poruchy, aj keby bolo ich pôsobenie v neurónoch rovnaké pre všetky tieto typy. Prax používať špecifické látky pre každú poruchu nie je založená na zásadných rozdieloch v ich spôsobe pôsobenia, ale skôr v rozdielnej účinnosti a rýchlosti vstupu a výstupu z mozgu. A tak krátkobobo pôsobiace BZs sa používajú pri poruchách spánku, a dlhodobopôsobiace BZs sa používajú pri alkoholových abstinenčných príznakoch a úzkosti.

Aj keby sa stali BZs veľmi bezpečnými liekmi, ich hlavná nevýhoda je už zmienený syndróm závislosti pri dlhodobom užívaní. Ďalšie vedľajšie účinky zahŕňajú zvýšený apetít, dezorientáciu a poruchy pamäti (zvlášť u starších ľudí) a odblokovanie agresívnych sklonov u pasívne agresívnych jedincov. Podľa všetkého tento posledný účinok, ktorý je svojím spôsobom paradoxný z pohľadu schopnosti BZs redukovať agresívne záchvaty (pozri kapitolu 10), vyjadruje odblokovanie uvoľnenie základnej iritability, ktorá bola pod kontrolou prevládajúcej úzkosti alebo iných sociálnych inhibícií. Kvôli nedostatkom BZs, ale aj značné zisky motivovali farmaceutické firmy vynaložiť úsilie na vývoj ďalších antianxinóznych látok.

Veľa antianxinóznych kandidátov čaká na svoju príležitosť, ale len jedine buspiron (Buspar) sa dostal do pozornosti farmaceutického trhu, ktorého profil účinku je úplne odlišný od profilu účinku BZs. Zdá sa, že terapeutický efekt tejto látky je založený na modulácii úzkosti cez 5-HT systém. Buspiron ma relatívne selektívny účinok na stimuláciu 5-HT-1 A receptorov, ktoré sú predominantne koncentrované v serotonínovom strede neurónu. Na tamto mieste buspiron redukuje 5-HT neuronálnu aktivitu v mozgu a tým znižuje uvoľňovanie serotonínu vo vyšších oblastiach mozgu. Hoci väčšina výskumníkov verí, že buspiron znižuje úzkosť redukciou 5-HT aktivity, nemali by sme zabúdať na postsynaptické 5-HT-1 A receptory v mozgu (pozri obr. 10.7) a je možné, že postsynaptický účinok buspironu, ktorý facilituje 5-HT aktivitu, je oveľa dôležitejší pri regulácii úzkosti ako presynaptické účinky redukujúce serotonínovú aktivitu. Zatiaľ, čo k redukcii uvoľňovania 5-HT dochádza veľmi rýchlo po podaní buspironu, účinná regulácia úzkosti nastupuje až o niekoľko týždňov, je pravdepodobné, že účinky buspironu vychádzajú z dlhodobého regulačného účinku lieku, snáď na postsynaptickej senzitivite 5-HT systému. A tak môže byť antianxinózny účinok buspironu spôsobený dlhodobou facilitáciou 5-HT senzitivity v mozgu.

Terapeutické účinky buspironu sú miernejšie ako účinky BZs, ale tiež majú menej vedľajších účinkov. Buspiron nemá žiadny sedatívny účinok, nemá žiadne krátkodobé lákavé psychické účinky (a preto nevedie k zneužívaniu) a tiež nevyvoláva závislosť alebo abstinenčné príznaky po náhlom vysadení. Nanešťastie je len málo účinný u ľudí užívajúcich dlhodobo BZs. A tak je buspiron najlepšia prvá voľba pri zahájení dlhotrvajúcej farmakoterapie masívnej úzkosti. Na rozdiel od alprazolamu nemá buspiron žiadnu účinnosť ako antipanická látka.

Kvôli bežným fyziologickým príznakom úzkosti ako sú palpitácie a potenie, ostávajú stále liekmi voľby beta-noradrenergné blokátory ako propranolol. Betablokátory sú všeobecne považované za vhodnú medikáciu pri symptomatickej regulácii úzkosti v spojení s určitými aktivitami ako sú prezentácie a vystúpenia na verejnosti. Na záver, je pozoruhodné, že u MAO inhibítorov – fenelzínu bola zistená vysoká účinnosť pri ovládaní sociálnej fóbie a iných neurotických porúch osobností. Na druhej strane tricykliká sú účinné pri redukcii incidencie panických záchvatov, tiež pri redukcii detských úzkostí ako sú školské fóbie a enurézy, ktoré môžu vznikať z nadmerne aktívneho núdzového systému v mozgu (pozri kapitolu 14).

Prehľad problému strachov a úzkostí v mozgu

Je málo pochybností o tom, že existuje vysoko koherentný systém strachu v mozgu, ktorý značne prispieva ku všetkým emočným reakciám typicky nazývaným úzkosť, ale aj intenzívnejším formám úzkosti a hrôzy. Hoci zatiaľ nie je známe ako pomáha systém strachu vytvárať fenomenologický zážitok úzkosti, vedúci k rozšírenej manifestácii strachu v mozgu, čo je dokázané Fos imunohistochémiou. Ako sme už spomenuli skôr, zdá sa, že sa do toho zapája celý mozog.

Okrem ohrození a nebezpečenstiev skutočného sveta, ESB pozdĺž dráhy strachu vyvoláva silné úzkostné reakcie a zodpovedajúce negatívne afektívne stavy u experimentálnych zvierat a ľudí. Farmakologické a chirurgické zníženie aktivity tohto systému môže upokojiť zvieratá i ľudí. Veľa prejavov strachu pochádza priamo z nervového systému, a je to len otázkou času, kedy s nástrojmi modernej neurovedy porozumieme mnohým subjektívnym pocitom strachu.

Konenčné dáta týkajúce sa zdrojov afektívnych zážitkov musia vychádzať zo subjektívnych informácií od ľudí budúcich rôznych manipulácií mozgu, napr. skanmi mozgovej aktivity počas emočných príhod. Hoci dáta dostupné zo zobrazovacích technológií môžu byť zavádzajúce a tiež dosť necitlivé pri prechode do hlbších štruktúr mozgového kmeňa ako do tých, na ktoré sme sa tu zamerali, súčasné práce dokazujú, že amygdala je nabudená u rôzne vzniknutých úzkostí.

Tiež počas posledných niekoľko rokov viaceré neuropsychologické štúdie dokázali, že poškodenie amygdaly môže znížiť podmienenú úzkosť u ľudí aj u zvierat a že ľudia s takýmto poškodením mozgu už viac nie sú schopní rozpoznať vyjadrenie emócií v tvári. V nedávnej kazuistike, u mladého muža s rozsiahlym bilaterálnym poškodením temporálnych lalokov až za amygdalu dochádzalo k nevedomému emočnému podmieňovaniu a naďalej uprednostňoval jedincov, ktorí s ním zvlásť dobre zaobchádzali.

Viacerí veria tomu, že vedomý údaj o afektívnych zážitkoch je sprostredkovaný naozaj vyššími oblasťami mozgu- amygdalou a frontálnym kortexom, prijateľným názorom je, že k pocitu úzkosti prispieva každý z emočne riadených systémov. Všetkým, ktorí skúmali dekortikované zvieratá je jasné, že sa stále môžu veľmi úzkostne správať a afekt úzkosti je pravdepodobne primitívny stav vedomia, ktorý môže byť vyvolaný staršími oblasťami mozgového kmeňa ako PAG (pozri kapitolu 16). Aj keby zážitky úzkosti u normálnych dospelých boli vážne závislé na neurálnom spracovaní najvyšších úrovní systému strachu, pravdepodobnosť, že mladé zvieratá, ktoré stratili svoje vyššie oblasti systému, môžu stále zažívať úzkostné afekty pomocou nižších úrovní systému strachu, je dosť možné, že to zatiaľ len nebolo adekvátne zhodnotené. Ak existujú takéto nízke subkortikálne úrovne afektívneho spracovania, mali by sme byť schopní demonštrovať nejaké úzkostné podmieňovanie, obzvlášť podmienenú uzkosť a miesto preferencie počas stimulácie nižších oblasti systému strachu u zvierat s kompletne poškodenými laterálnymi a centrálnymi jadrami amygdaly v skorom veku (ako na obr. 11.3). Ešte musíme vykonať veľa práce.

Pre sto rokmi Freud nariekal nad faktom, že prakticky nič nevieme o vzniku úzkosti v mozgu. Teraz máme množstvo dôležitých dôkazov poukazujúcich na špecifické okruhy v primitívnych častiach mozgu, ktoré sa museli vyvinúť dávno pred vyvinutím solídnych kognitívnych schopností. To dodáva zvláštny význam známemu múdremu výroku prezidenta Franklina D. Roosevelta počas II. svetovej vojny, že „ jediná vec, ktorej sa musíme báť je

samotný strach“. V podstate schopnosť mozgu obávať sa, mať strach je vývojový proces vychádzajúci skôr z vnútorných nervových príčin ako jednoducho z hrôz okolia.

Už v dávnej minulosti bola dobrými pozorovateľmi zaznamenaná existencia primitívnych stavov bojazlivosti. Môj obľúbený je popis Jacka Londona ako sa vyvinul inštinkt stachu u jeho psieho hrdinu Bieleho tesáka. Mladý vlk „sa nikdy nestretol s ničím, čoho by sa bál. Napriek tomu je v ňom strach. Prišiel som na to vďaka vzdialenej histórii tisícky životov. Bolo to dedičstvo, ktoré dostal priamo...cez všetky generácie vlkov, ktoré tu boli predtým. Strach!- to dedičstvo Divočiny ktorej nemôže ujsť žiadne zviera“. Tento fiktívny popis obsahuje viac ako len zrnká pravdy pre ľudí. Pretože aj my máme také dávne emócie, výskum zvieracieho mozgu môže nakoniec objasniť ako zažívame strach v interakcii so svetom.

DODATOK: Vrodený strach- vôňa predátora

Psychológia bola typicky zameraná na to ako sa zvieratá učia bojazlivému správaniu, ale teraz, keď už vieme, že niektoré strachy reprezentujú vrodené schopnosti mozgu, môžeme sa začať pýtať, ako mohli vzniknúť vrodené strachy. Podľa všetkého určité vzory senzorickej stimulácie majú priamy vstup do systému strachu. To je do značnej miery potvrdené rozvojom vzorov strachu (úzkosti u ľudských mláďat. Deti mladšie ako 2 roky sa najviac boja náhlych zvukov, cudzích ľudí, bolesti a straty fyzickej podpory, ale všetky tieto strachy spoľahlivo slabnú s vekom. Iné strachy sa vyvinú len počas dospievania diaťaťa. Napríklad postupné obávanie sa zvierat, cudzích ľudí, tmy a špeciálnych myšlienok napr. strachu z utopenia sa alebo smrti. Nanešťastie je takmer nemožné skúmať biologické zdroje týchto strachov v ľudskom mozgu.

Napriek tomu môžeme ľahko skúmať niektoré vrodené strachy u zvierat. Napr. ako to bolo ukázané na obr. 1.1, potkany majú prirodzený strach pri vôni predátora. Keď vložíme veľmi tenký chlp mačacej srste (len niekoľko miligramov), správanie potkanov sa výrazne zmení, menej sa hrajú, menej jedia a sú ostražitejšie. Takéto zvieratá len tak nezamrznú (aj keď je to správanie podnietené) ale navonok sa zdajú byť zmätené, nervózne z niečoho, hoci sa neboja chlpu ako takého. Aj keď väčšina sa nakoniec chlpu vyhne, niektoré zvieratá idú veľmi blízko, čuchajú a ďalej to skúmajú. Ako tento čuchový podnet v skutočnosti vstúpil do dráhy strachu v mozgu potkana?

Tak ako všetky cicavce, potkan má hlavný olfaktorický systém (MOS=main olfactory system) prenášajúci informácie z olfaktorického epitelu do olfaktorického klbka, ktorým je ďalej informácia distribuovaná do rôznych častí mozgu, vrátane viacerých okruhov amygdaly a hypothalamu. Tento systém bol primárne vytvorený na zisťovanie zápachu zo vzdialených zdrojov. Iný olfaktorický systém nazývaný vomeronazálny komplex, tie známy ako akcesórny olfaktórny systém (AOS), vedie k zbieraniu informácií od bližších objektov. Zvieratá musia byť v skutočnosti veľmi blízko pri zdroji, aby mohli správne vyhodnotiť vzorku (had šľahá vidlicovým jazykom tam a späť do úst, vtedy ochutnáva vzduch, či tam nie sú nejaké usadené molekuly, priamo akcesórnym olfaktorickým systémom na hornom podnebí úst plazov).

Ktorý z týchto systémov využíva potkan pri reakcii rozrušenia pri zacítení vône predátora? Na túto otázku môžeme odovedať po selektívnom poškodení MOS, lokálnou aplikáciou síranu zinočnatého jednej skupine zvierat a eliminációu AOS vstupu- prestrihnutím vomeronazálneho nervu pri vstupe do mozgu na mediálnom povrchu MOS v ďalšej skupine. Pôvodne sme robili tieto pokusy v očakávaní, že vôňa mačky bola emočne účinná cez distálny olfaktorický systém (cez MOS). To by dovolilo potkanovi vnímať blížiaceho sa predátora,

aby sa mohol efektívne schovať alebo uniknúť. Celkom prekvapivo vôňa vyvolávajúca úzkosť sa do mozgu dostala cez AOS! To bolo merané schopnosťou deštrukcie MOS a AOS znížiť alebo odstrániť hru redukujúci účinok po zacítení vône mačky. Preto dôkaz svedčí o tom, že skôr kratší olfaktorický systém sprostredkúva averzívny účinok vône mačky, ako dlhší. Toto dovolí potkanom vyhnúť sa miestam, kde boli predátori a pravdepodobne aj tým, kam by opäť mohli prísť, keďže väčšina predátorov je teritoriálna. Zdá sa, že olfaktorický strach z mačiek nie je evolučný plán, čo dovoľuje potkanom detekovať predátorov plížiacich sa v diaľke.

Majú aj ľudia podobný duálny olfaktorický systém? Dlhý čas mali výskumníci týchto štruktúr zdanie, že len niekoľko detí má takýto stále fungujúci systém. Ale teraz sa zá, že aj mnoho dospelých má v skutočnosti fungujúci AOS. Narastá počet dôkazov, ktoré sa môžu uplatňovať pri stupni nášho sexuálneho vzrušenia- čo je témou ďalšej kapitoly. Toto je tiež pervazívna funkcia AOS u zvierat. Niektoré spoločnosti sa snažia objaviť nové parfémy zamerané na tento primitívny systém pomáhajúci robiť neuvedomelé úsudky o príjemnosti a erotickom potenciále nášho spoločenského sveta. Či AOS sprostredkúva aj strach u ľudí ostáva zatiaľ nevyjasnené.

Konspekt vypracovala: **Mgr. Marta Poliaková**

Kapitola 12

Rozmanitosti lásky a túžby

Významné porozumenie sociálnym emóciám sa objavilo len nedávno. Prvá kapitola tejto časti je venovaná najprimitívnejšej a najvzrušujúcejšej forme sociálneho "stretnutia", sexuálnemu správaniu, ktoré je očividne dobre zastúpené už v "reptalian" mozgu. Počas dlhého priebehu evolúcie cicavcov, ktorá bola poháňaná čiastočne sexuálnou kombináciou génov, vyvinula sa široká paleta stratégií správania na výber partnera a rozmanitosť existujúceho sexuálneho správania je obrovská. Ako je zhrnuté v kapitole 12, vieme, že mužská a ženská sexualita sa odlišuje systémom TÚŽBY, hoci veľa procesov je spoločných.
V kapitole 13 uvidíme, že sexualita dala základy aj starostlivosti. U cicavcov tak viditeľnú emocionálnu tendenciu poskytovať starostlivosť mláďatám môžme pozorovať len v primitívnej forme u plazov. Napriek tomu sa jednoduchá tendencia poskytovať rodičovskú starostlivosť pravdepodobne vyvinula pred oddelením sa rodu cicavcov a vtákov od ich spoločného predka. Odhaduje sa to na základe silnej rodičovskej potreby väčšiny vtáčích druhov a nedávnych paleontologických dôkazov, podľa ktorých niektoré dinosaury mohli prejavovať rodičovské tendencie. Akokoľvek, rodičovská oddanosť sa počas vývinu systému STAROSTLIVOSTI nesmierne rozšírila v rámci "mammal" mozgu, zatiaľ čo zostávajúce sa zakorenili v sociosexuálnych procesoch, ktoré sa vyvinuli skôr.
Komplexné sociálne emócie sa u cicavcov objavili ruka v ruke s evolúciou limbického systému. V kapitole 14 je zhrnuté, že najdojímavejšou výhodaou evolúcie emocionality bola schopnosť mláďat oceňovať sociálnu podporu. Tento sociálny zmysel sa úzko viaže s vokalizačným systémom v mozgu. Rovnako ako systém STRACHU a HNEVU umožnil zvládať archetypálne mimoriadne situácie, ktoré ohrozovali prežitie, disstres zo separácie alebo PANIKA, systém umožňuje cicavcom pomocou citlivého emocionálneho barometra monitorovať úroveň sociálnej podpory, ktorej sa im dostáva. Ak sociálny kontakt chýba, organizmus zažíva bolestivé pocity separácie a mláďa protestuje (plačom) silne v snahe znovuobnoviť kontakt a starostlivosť. Neurovedecká analýza tohto systému bude mať mnoho aplikácii pre porozumenie každodennej osamelosti, ako aj rôznych psychiatrických ochorení, napr. detskej depresie a objavení sa panických atakov.
V poslednej kapitole zameranej na špecifický emocionálny systém budem pátrať v subkortikálnom okruhu, ktorý produkuje hravosť. HROVÝ systém bitky popísaný v kapitole 15 je dôležitý pri učení rôznych emocionálnych a kognitívnych zručností, vrátane ašpirácií na

sociálnu dominanciu a kooperáciu, ktoré ovplyvňujú správanie rozličnou intenzitou počas celého života každého zvieraťa. HROVÝ systém podporuje založenie sociálnej štruktúry a pomáha zaistiť učenie sa sociálnym zručnostiam, ktoré môžu uľahčiť úspech v rozmnožovaní. Ide o jeden z najväčších systémov v mozgu, ktorý môže vyprodukovať šťastie a radosť. Napokon, v kapitole 16 sa budem venovať pestrosti kritických problémov týkajúcich sa vyššieho mozgového systému emocionality, vrátane tak základných aspektov organizácie mozgu ako je podstata "Self", ktorý musí pochopiť neuroveda, pokiaľ niekedy chceme porozumieť tomu, ako vznikajú afektívne pocity v mozgu. Pokúsim sa objasniť niektoré z najťažších a najdôležitejších problémov neurovied, ale nanešťastie sú to tie, ktoré sú horko-ťažko zachytiteľné empiricky. Aby sme vedecky posúdili takéto námety, musíme pracovať súčasne na vysoko teoretickej a základnej empirickej úrovni. Mnohí predpokladajú, že nie je pravdepodobne žiadna koherentná neurálna reprezentácia "Self" v mozgu, ale ja budem zastávať pozíciu, že je to neurálna entita a že rozviedla základnú motorickú reprezentáciu organizmu ako aktívneho tvora vo svete.
Táto neurálna reprezentácia môže byť základom u zvierat, aby mali afektívne zážitky. Aby som nám uľahčil rozprávanie o tak komplexnej funkcii mozgu, zmienim sa o prapôvodnom neurálnom substráte, hlboko v mozgovom kmeni, ako "Self" (Simple Ego-type Life Form, jednoduchá životná forma ego-typu). Rozviniem myšlienku, že tento mechanizmus je početne znovuzastúpený v mozgu počas vývoja a že umožňuje v strede gravidity vynoriť sa emocionálnemu vedomiu vo vývine mozgu. Taktiež sa pri emocionálnych zážitkoch dospelých ľudí ráta s vyššími mozgovými reprezentáciami emocionálneho systému, tu obhajovaná pozícia je, že takéto vyššie funkcie nemôžu byť živené bez integrity nižších funkcií.

"Aký druh lásky... je to to posvätné manželstvo?" spýtal sa rozpačito ...
"Pravá láska. ... Keď medzi mužom a ženou existuje takáto láska, potom je manželstvo možné," povedala.
"Áno, ale ako sa dá rozumieť tomu, čo sa myslí ´pravou láskou´? povedal placho džentlmen so žiarivými očami a rozpačitým úsmevom.
"Každý vie, čo je to láska," odvetila dáma, evidentne chcejúc ukončiť s ním konverzáciu.
"Ale ja neviem", povedal muž. "Musíte definovať, čo tým rozumiete ..."
"Prečo? Je to veľmi jednoduché", povedala, ale prestala uvažovať. "Láska? Láska je výhradné uprednostňovanie jednej osoby pred ostatnými, " povedala dáma.
"Uprednostňovanie na ako dlho? Na mesiac, dva dni alebo pol hodiny?" povedal sivovlasý muž a začal sa smiať.

Lev Tolstoj, Kreutzerova sonáta (1889)

ÚSTREDNÁ TÉMA

Mužská a ženská sexualita je podriadená odlišnej mozgovej kontrole, hoci obidve zdieľajú množstvo vplyvov. Prvotný plán pre oboch, ženský aj mužský plod, je u cicavcov, nie však u vtákov, najskôr ženský. Niektorý tomu hovoria "nesplnený, premeškaný" plán, keďže maskulinizácia vyplýva z organizačného efektu fetálneho testosterónu, ktorý sa u ľudí objavuje počas druhého trimestra tehotenstva. Iní by to mohli nazvať "bezchybný" plán, pretože ženský mozog koordinuje využitie oboch mozgových hemisfér oveľa efektívnejšie než mužský mozog. Na rozdiel od niektorých mýtov o stvorení, u cicavcov radšej mužské vzniká zo ženského než naopak. Ak by išli všetky biochemické udalosti počas fázy špecializácie pohlavia podľa plánu maskulinizácie, prvotný ženský mozog by bol maskulinizovaný vnútromaternicovo načasovanou sekréciou testosterónu a jeho premenou na aktívny organizačný hormón, estrogén. Rozvíjajúci sa ženský mozog je chránený profylaktickými molekulami ako alfa-fetoproteín, ktorý neutralizuje efekt tehotenského estrogénu, ktorý má inak tendenciu maskulinizovať mozog. Maskulinizovať znamená, že niektoré oblasti mozgu, najmä špecifické nukleárne skupiny v anteriórnom hypotalame, rastú u mužov rýchlejšie než u žien, zatiaľ čo ostatné oblasti zostanú menšie, napr. corpus callosum, ktoré spája obidve mozgové hemisféry. Tento organizačný efekt mozgu skorej hormonálnej sekrécie vedie k vysvetleniu určitých homosexuálnych tendencií, hormóny, ktoré napokon spúšťajú organizáciu mužského mozgu (testosterón zaromatizovaný na estrogén), sú odlišné od tých, ktoré spúšťajú organizáciu mužského tela (testosterón zmenený na dihydrotestosterón alebo DHT 5*a*-reduktázou). Vďaka tomuto rozvetveniu kontrolných faktorov pre organizáciu mozgu a tela je možné, že mužský typ tela obsahuje ženský mozog a ženský typ tela má mužský mozog. Opakovane sa u zvieracích modelov ukázalo, že stres počas tehotenstva môže prekážať normálnym procesom maskulinizácie mozgu desynchronizáciou základných fyziologických procesov. Ak sa neonatálny testosterón vylučuje príliš skoro, pred tým než sú receptory schopné obdržať správy, normálny maskulinizácia sa neobjaví. Stres v tehotenstve tiež poškodzuje aromatizačnú aktivitu, ktorá spomaľuje premenu testosterónu na estrogén. Tieto rozdielne pohlavné potenciály v mozgu stanovené počas fetálneho vývinu sú aktivované maturáciou syntézy gonádových steroidov počas puberty. Rovnako je známe, že mužské a ženské sexuálne potreby vyplývajú z rôzneho neurálneho systému. Možno najjasnejšie je to pri vtáčích piesňach, kde samčí systém spevu počas dvorenia v mozgu rastie a zmenší sa vo fáze rozmnožovania. Cicavce však preukázali veľké funkčné rozdiely mozgu medzi pohlaviami. Napríklad poškodenie preoptickej oblasti má škodlivejší vplyv na mužské sexuálne správanie než na ženské, kým ventromediálne hypotalamové poškodenie má opačný efekt, znemožňuje ženské potreby viac ako u mužov. Tieto arey v mozgu sú u žien a mužov organizované odlišne. To, či máme mužský alebo

ženský mozog zahŕňa veľa vecí, ale najpreukázateľnejším efektom je vyššia prevalencia arginino-vazopresínového okruhu (AVP) a rozsiahlejší okruh oxytocínu u žien. Niektoré iné neuropeptidy regulujú sexualitu medzi pohlaviami odlišne. Existencia takýchto systémov mozgu pomôže konečne vysvetliť mnoho behaviorálnych a emocionálnych rozdielov v sociosexuálnych tendenciách medzi mužmi a ženami. Nachádzame sa na pokraji porozumenia silným pocitom, ktoré regulujú sexualitu, ale veľká časť afektívnych neurovied zostane pripravená, kým precízne poznatky nevystriedajú dôveryhodné hypotézy.

PODSTATA SOCIOSEXUÁLNYCH POCITOV

Vrelé a priateľské spoločenstvo je základom mentálneho zdravia ľudí a pravdepodobne aj väčšiny cicavcov. Dá sa ospravedlniť, že niekto nazýva najuspokojivejšie dlhodobé vzťahy láskou, ale sex je tak isto neodmysliteľný u väčšiny druhov stavovcov. Niektorí ľudia sú náchylní označovať prechodnú vášeň sexuálnej túžby ako láska. Je nádherné, keď sa spájajú formy "lásky", ale u ľudí to neplatí akosi pričasto a u zvierat je koncept lásky vedeckou komunitou oveľa úspešnejšie prepracovaný. Z chybného odlišovania dvoch veľký foriem lásky vyplynulo veľa nedorozumení a nesúhlasu. Ako spieva Tina Turner: Čo s tým má láska? (What´s love got to do with it?) a ako priblížil kreatívny výskumník ľudskej duše, Lev Tolstoj, v *Kreutzerovej sonáte*, veľký podiel sociálneho chaosu môže vzniknúť, keď tieto dve formy popletieme. Príslušníci nášho druhu pravidelne dokazujú, že sex a sociálna vrelosť alebo starostlivosť nemusia ísť ruka v ruke, a v primitívnych oblastiach mozgu, ktoré rozvíjajú tieto pocity, prevláda zmätok. Sexualita a starostlivosť sú kontrolované do istej miery nezávisle a do istej závisle. Dvojtvárnosti podstaty ľudskej vášne a vrelosti môžeme porozumieť len odhalením základného systému mozgu. Samozrejme ľudia môžu zažívať množstvo sociálnych pocitov. Niektoré z nich vychádzajú z našej sexuálnej podstaty a niektoré z jemnejších pocitov priateľskej akceptácie, starostlivosti a sociálnych väzieb. Synovská/dcérska láska - láska medzi rodičom a dieťaťom - sa zdá byť navonok celkom odlišná od sexuálnej túžby, ale ako sa domnieval Freud, môžu mať spoločné dôležité črty. Neskôr uvidíme, že nálezy modernej psychobiológie môžu byť využité na podporu tohto stanoviska; kľúčové molekuly, oxytocín, sa náchadzajú pri oboch, hoci pôsobia na rôzne časti mozgu. Aj náš kultúrny vývin poukázal na spájanie sexuálnej túžby a našej potreby sociálnych väzieb v neoddeliteľnom celku nazývanom manželstvo, v zákutiach mozgu však nie je záruka, že takýto spoločenský zväzok bude mať úspech. A tak Tolstoj prostredníctvom svojich protagonistov v Kreutzerovej sonáte kričí od zúfalstva: "´Áno, viem,´ skríkol sivovlasý muž. ... ´Hovoríte o tom, čo sa predpokladá, že je, ale ja hovorím o tom, čo je. Každý muž zažíva to, čo vy nazývate láska, ku každej peknej žene´" (s. 120). Pokračuje v predpokladoch, že veľa ľudí sa zosobáši len kvôli možnosti súložiť " a výsledkom je buď klam, alebo nátlak, donútenie. ... A ...manžel a manželka sa zaviažu k vonkajšej povinnosti žiť

spolu počas ich života a začnú sa po mesiaci nenávidieť, chcú sa rozísť, ale stále žijú spolu, vedie to k strašnému peklu" (s. 171) vzájomne "zasadenej" psychickej bolesti a odcudzenia. Samozrejme je pravdepodobné, že ľudské väzby nie sú od podstaty úplne monogamné, ale naša neurobiológia je kompatibilná s dlhodobými mnohonásobnými a paralelnými vzťahmi. Nemoderný pohľad nášho kultúrneho dedičstva by mohol nesúhlasiť. V každom prípade evolučný psychológovia v súčasnosti jasne dokázali, že muži a ženy hľadajú partnerov typickými spôsobmi podľa rozdielnych atribútov: množstvo výskumov zameraných na výber partnera u ľudí naznačuje, že ženy hľadajú druhov, ktorí sú silní a ochotní investovať prostriedky do ich "záujmov", kým muži sa nechávajú viac ovplyvniť mladosťou a krásou, konkrétne externými indikátormi spôsobilosti k rozmnožovaniu.

SEXUÁLNE POCITY

Mnohé psychologickému procesy v ľudskom mozgu uľahčujú úspešné sociálne a sexuálne vzťahy. Tyrania túžby môže niekoho viesť k pocitom morálnej hanby a vytratenia sa "fyzična", zatiaľ čo akceptovanie sily túžby môže viesť k jedinečnej extáze psychofyzického pôžitku. Plné akceptovanie prirodzenosti vášne u každého, tak ako je rozpracované v Tantrickej Budhistickej filozofii, je dokonca odporúčané ako cesta k osvieteniu. V každom prípade, je nevyhnutným faktom života, že evolúcia zabudovala do mozgu jednoznačné pocity sexuálnej túžby rovnako ako potenciál pre sociálnu oddanosť a klamanie, ktoré môžu slúžiť k maximalizácii úspechu reprodukcie. (Toto je samozrejme nadnesený neformálny spôsob na vyjadrenie sa k tejto záležitosti, keďže evolúcia ešte neskončila; existujú nekonečné vzorce možností k reprodukcii - niektoré úspešné, iné neúspešné - viazané na miestne sociálne a environmentálne podmienky.)

Zažívame rôzne pocity, ktoré voláme sexuálna láska a túžba, pretože naša biologická povaha z nás urobila spoločenské tvory. Evolúcia mozgu nám a ani iným zvieratám neposkytla vrodené kognitívne porozumenie, že náš zmysel pre fyzickú krásu a potešenie z kopulácie sú naplánované na zaistenie reprodukčného cieľa. Je to niečo, čo sa ľudský druh naučil prostredníctvom vhľadu, a stále je pre mnohých ťažké prijať. Kognitívny vhľad obvykle určuje sexuálne správanie menej než naliehavé pocity túžby, ktoré sa znižujú len s vekom, stresom a ochorením.

Takisto nedokážeme definitívne vysvetliť, ako v mozgu vznikajú erotické pocity, neurovedy nám v posledných desaťročiach dali len základné kúsky skladačky. Rovnako už máme PET a MRI obrazy sexuálneho vzrušenia a orgazmus. Prvé dôkazy týkajúce sa neurálnych zdrojov sexuálnych pocitov u ľudí uskutočnil Robert Heath len pred 3O rokmi. Zistil, že sa počas sexuálneho vzrušenia u ľudí prejavujú masívne zmeny elektrickej aktivity mozgu vrátane „SPIKING“ v septálnej arey. Keď umiestnil acetylcholín (ACh) do mozgovej arey jednej

schizofreničky, popisovala pocity bezprostredného orgazmu. Tieto pocity boli navodené aj elektrickou stimuláciou mozgu (ESB).
Paul MacLean zmapoval opičí mozog z miest, z ktorých bolo možné vyvolať genitálne vzrušenie (erekciu) lokalizáciou ESB. Objavil široký záber tkaniva vo vyššom limbickom systéme, v ktorom sa vyvolávajú sexuálne odpovede. Zahŕňa septálnu areu, lôžkové nucleolis stria terminalis a preoptickú areu, všetky smerujú cez anteriórny hypotalamus do mediálneho zväzku predného mozgu laterálneho hypotalamu. Tieto mozgové regióny sťažka budú figurovať v našej diskusii o neurálnom substráte sexuálneho správania v tejto kapitole a nasledujúcej kapitole o materskom správaní. Pred tým než budem pokračovať v podrobnom opisovaní výraznej časti neurobehaviorálnych dôkazov, ktoré sú k dispozícii, stručne zvážime širšie sociálne pozadie, v ktorom sa musí sexualita rozvinúť.

SOCIOBIOLÓGIA SEXUÁLYCH VÄZIEB

Týraný protagonista Kreutzerovej sonáty porovnával tvrdú skutočnosť sexuálnych potrieb mužov s jemnejšou štruktúrou sociálnych očakávaní žien. Ktorý pohľad je ten správny - obraz mužov, ktorí netúžia po ničom inom len sexe, alebo obraz žien, ktoré hľadajú oddanosť? Evidentne oba, ale túžby mužov a žien nie sú také odlišné ako ich vykreslil Tolstoj. Ženy potrebujú sex rovnako, ako muži potrebujú oddanosť, a je ťažké nájsť oddanosť v manželstve bez sexu. Len keď je sexuálny apetít utíšený veľkou reproduktívnou aktivitou alebo možno keď je scvrknutý vekom, postačí milujúci druh. Takže mladší ľudia potrebujú viac sexuálnej vášne vo svojom živote, kým starší ľudia majú tendencie byť spokojní s priateľským druhom. Ale každý je schopný zažívať oba záväzky a klamať za účelom úspešnej reprodukcie. Manželstvo je samozrejme vynález ľudí, aby sa uistili, že predchádzajúce bude všeobecne prevládať nad neskorším. Iné druhy ušli veľký kus cesty k minimalizácii mužského záletníctva.
Na pretrvanie manželských vzťahov potrebuje byť krehkosť ľudských väzieb upevnená kulturálnymi mandátmi. V súčasnosti stále niekto odhaduje, že každé druhé manželstvo končí rozvodom. Prečo sa to deje? Možno preto, že starostlivosť, sexuálna motivácia a hľadanie sily sú čiastočne nezávislé, ale prepletené v mozgu spôsobom, ktorý dodnes úplne nechápeme. Evolúcia napreduje prostredníctvom kontinuálneho zväčšovania a posilňovaním stratégií podporujúcich schopnosť reprodukcie. U niektorých druhov a za určitých okolností to môže byť múdra evolučná stratégia, aby sa rozmnožovali a nechali niekoho iného starať sa o potomkov. Samce sú menšou biologickou investíciou, nielen pretože sú schopní produkovať nadmerné množstvo spermií, ale aj pretože nie sú schopní otehotnieť, čiže je väčšia pravdepodobnosť, že na rozdiel od samíc odídu bez založenia dlhodobého vzťahu, pretože samice nosia plod. Takáto blesková taktika sa stáva kontraproduktívnou, keďže jednotlivec

sám má veľké problémy úspešne vychovať potomkov do reproduktívneho veku. Ale vklad samcov sa mení ohromne u druhov cicavcov a vtákov. Niektoré druhy nevytvárajú pretrvávajúce väzby, iné zostávajú spolu celý život.
Stratégie rozmnožovania zanechali nezmazateľné znaky na správaní každého tvora. U niektorých rýb sa samček viac venuje potomkom ako samička, u mnohých vtákov je zodpovednosť rovnaká, kým u cicavcov je zodpovednosť za potomstvo viac ponechávaná na matke. Niektoré druhy sú výnimočné tým, napr. človek, že otec sa stal v mnohých kultúrach veľkou mierou aktívnym participantom. U niektorých cicavcov, napr. u opíc TITI z Južnej Afriky, sa otcovia prirodzene viac starajú o mláďatá, možno ako stratégia, ktorá umožňuje matke mať dostatok času na hľadanie potravy. Vlastne súčasné kultúrne myšlienky na Západe sa snažia primäť mužov stále viac smerom k psychológii vtákov alebo TITI opíc, dokonca hoci nie je záruka, že neurálne podpory mužskej podstaty celkovo súhlasia s takýmito plánmi. Veľa mužov je spokojnejších s menšími záväzkami, než aké si želá spoločnosť, aj keď iní prejavujú trvalú oddanosť.
Keďže cicavce majú výraznú rozmanitosť stratégií rozmnožovania, mali by sme byť opatrní pri ich zovšeobecňovaní od jedného druhu k inému. Takisto u niektorých druhov sú veľké aj interindividuálne rozdiely. Veď žiadny jeden antropoidný plán nemôže byť rozoznaný v rámci našich veľkých opičích bratov: zatiaľ čo gibony si vyberajú do života "slobodného" partnera, gorily preferujú háremový typ rodinnej štruktúry, orangutány žijú sociálne izolovaní a obe pohlavia sa stretávajú za účelom párenia, kým šimpanzy sú celkom spoločenské, promiskuitné a uprednottňujú partnerov nevyberavo. Tak nám dokonca ani naši najbližší vývinový bratranci neposkytnú jasný pohľad na našu pravú sexuálnu prirodzenosť. Ľudia sa pomocou svojej bohatej predstavivosti môžu podieľať na všetkých týchto spôsoboch.
Keďže ľudské samice "zatajili obdobie najvyššieho sexuálne vzrušenia a aktivity", bez akéhokoľvek zvodného prejavu a pachu, ktorý by upozorňoval na ovuláciu, mnohí predpokladajú, že sa naša sexualita výrazne oddelila od bezprostredného rozmnožovacieho záujmu. Ľudská sexualita je pravdepodobne úzko prepojená so sociálnymi väzbami ako aj s rozmnožovaním. Moja rozprava o "nižších" druhoch sa tak môže len pokúsiť vniesť zrozumiteľnosť do myslenia o určitých zásadných problémoch. Biologické obmedzenia, ktoré u cicavcov sú, neobsahujú recept na to, aká by ľudská sexualita mohla byť. Ako obvykle, dôkazy subkortikálnych výskumov mozgu nám len môžu povedať, čo je;neinformujú o tom, čo by mohlo byť; hlavne pokiaľ ide o tvora tak komplexného, akým človek je. Pravdepodobne najočividnejším faktom je, že mužský mozog má veľa SIMPLEMINDED znakových detektorov na rôzne aspekty ženského tela, ktoré ľahko vyvolajú sexuálne vzrušenie. Ženskú zmyselnosť nie je možné upútať tak vizuálne, ale mužské telo očividne tiež vyjadruje veľa sexuálnych a iných sociálnych správ. Napríklad nedávno sa dokázalo, že mužský model

plešatosti pomáha signalizovať, že niekto je relatívne prívetivý a nie veľmi hrozivý, zatiaľ čo veľký "porast", najmä na tvári, skôr vyjadruje opačnú správu.
Sociobiológovia predpokladajú, že ľudský mozog je kognitívne pripravený uvažovať nad širokou rôznosťou problematiky rozmnožovania - od sexuálnej súťaživosti k sexuálnemu naplneniu, od rodičovskej starostlivosti k sociálnym spojenectvám, ktoré maximalizujú celkovú spôsobilosť. Tiež je nepravdepodobné, aby ostatné cicavce mali podobné myšlienky, sú spontánne pripravené emocionálne sa vyrovnať s
veľmi podobnými záležitosťami. Tendencia pomôcť príbuzným je rozšírená od podstaty.
Teraz naozaj veríme, že reprodukčné potreby ovplyvnili evolúciu mnohých jemných mozgových a telesných mechanizmov. Celá sociobiologická disciplína predpokladá analýzu psychologickej, behaviorálnej a genetickej komplexnosti, ktorá sa objavila v evolučnej histórii v službe reprodukčnej spôsobilosti. Rovnako nie je možné priamo pozorovať sexuálne pocity, je nevyhnutným faktom, že existujú pravdepodobne u všetkých cicavcov a môžu byť rovnako intenzívne ako iné telesné potreby ako napr. smäd a hlad. Sexualita sa jasne nachádza na osi našich pokusov rozpoznať procesy, ktoré psychológovia tradične zvykli nazývať motivácia, v ktorej telesná potreba je podriadená správaniu, od toho, čo nazývali emóciami, pre ktoré nebol žiadny jasný dôkaz. Sex očividne nie je základom telesného prežitia akéhokoľvek individuálneho člena ktoréhokoľvek druhu, "len" základom prežitia druhu ako takého. Inak povedané, nie je to len okrajová telesná potreba, ale potreba mozgu, ktorá má vážne dôsledky pre každý druh. Takže nie je prekvapujúce, že ide o telesnú a psychologickú funkciu, ktorá je vysoko spolitizovaná ako v zvieracej, tak aj ľudskej spoločnosti.
V súčasnosti vieme so značnou istotou, že sexuálne pocity sú výsledkom jednoduchých hormonálne regulovaných mechanizmov emocionálne-limbického mozgu, ktorý má rovnaký základný význam ako u ostatných cicavcoch. Pridať nedočkavcom silné sexuálne pocity a túžby do štruktúry mozgu bez odhalenia reproduktívneho zámeru týchto pocitov bol pozoruhodný krok prírody. Nanešťastie obvyklá sexuálna edukácia mladých ľudí sa len zriedka snaží objasniť typy neurálnej štruktúry, z ktorej vzniká zmyselnosť a erotická túžba. Sčasti je to nepochybne preto, že väčšinu ľudí takéto neurálne detaily nezaujímajú. Tu sa priamo zameriam na mozgový substrát tejto žiadostivej túžby, ktorú sme zdedili po našich predkoch. To málo, čo sme sa my ľudia naučili o týchto veciach - o mnohých erotických mozgových molekulách v mozgových areách, ktoré poháňajú naše sexuálne túžby a správanie - sa zistilo len v niekoľkých posledných dekád. Ale väčšina periferálnych hormonálnych mechanizmov bola známa oveľa dlhší čas.
Fakt, že gonádové hormóny riadia sexuálne správanie, bol rozpoznaný dávno a experimentálne popísaný v polovici 18. storočia a začal štúdiami A. A. Bertholda kastrovanými hlodavcami v roku 1849. Berthold demonštroval, že dospelé sexuálne charakteristiky sa neobjavili u tých hlodavcoch, ktorým odobrali pohlavné žľazy a že plné

spektrum elánu hlodavčích samcov sa znovu objavilo po implantácii semenníkov. Na začiatku 18. storočia bolo preukázané, že aktívnym faktorom kontrolujúcim ako fyzické, tak aj psychologické prejavy samčej sexuality je testosterón. Ale takmer storočie uplynulo, než bol rozpoznaný špecifický mozgový systém pri rozvíjaní sexuality. Teraz vieme, že nie je žiadny iný spôsob ako porozumieť základnej povahe sexuálnej túžby a vášne, než prostredníctvom komplikovanosti psychoneuroendokrinológie a výskumom mozgu. Už sa viac nebudem vracať k periferálnej a hormonálnej mašinérii, ktorá je pokrytá množstvom textov. Namiesto toho sa zameriam na nedávno objavené neuroanatomické, neurochemické a neurobehaviorálne otázky, ktoré sú teraz pripravené na prepojenie so psychológiou. Nanešťastie vedci zaoberajúci sa mozgom sú náchylní obmedzovať diskusie o sexuálnom správaní a majú tendencie ignorovať sexuálne pocity, ktorých neurodynamika sa nedá priamo pozorovať. Takže si to vyžaduje určitú predstavivosť a teoretickú odvahu rozlíšiť nejasné obrysy jednoduchých mechanizmov mozgu, ktoré vytvárajú sociosexuálne pocity, ktoré sú tu naším najpoprednejším záujmom. Môžme ale len vedecky pátrať po takýchto emóciách v kontexte objektívnych behaviorálnych a mozgových údajov. Ako bolo pripomenuté vyššie, pri afektívnych vedách musí ísť vždy ruku v ruke úroveň analýzy - behaviorálna, psychologická a neurologická.

ROZMANITOSŤ SEXUÁLNEHO SPRÁVANIA

Je úžasné vidieť rozmanitosť dvorenia a ostatné sexuálne stratégie, ktoré sa vyvinuli za účelom úspešnej reprodukcie. Napríklad sexuálne zručnosti a sklony rôznych druhov rýb naznačujú, že by sme mali viac akceptovať behaviorálnu rôznorodosť ako normu než výnimku. Veľmi obmedzená rola samčeka DEEP-SEA ANGLER je prehrýzť sa do tela samičky, aby sa stal neustálym spermie darujúcim "otrokom", ktorý voľne visí z jej oveľa masívnejšieho tela, ich reprodukčné funkcie sú pod jej hormonálnou kontrolou Na druhej strane morský ostrež (sea bass) si vyvinul stratégiu "obchodovania s vajíčkami", vďaka ktorej si páry recipročne vymieňajú rolu samčeka a samičky počas fázy úspešného rozmnožovania, čím minimalizujú potenciál samčekov k záletníctvu (minimalizovať bleskovú taktiku u samčekov, ktorá by nemohla viesť k nasledujúcemu vkladu pri starostlivosti o mláďatá). Rovnako sú tu aj hermafroditi, napr. živorodky, ktorí pri neprajných podmienkach využívajú sebaoplodnenie. Tieto osobitosti nie sú obmedzené len na nižšie živočíchy.

Niektoré cicavce tiež majú nezabudnuteľné sociosexuálne sklony. Napríklad ako sme spomenuli v kapitole 10, samice hyen majú zväčšený klitoris (alebo pseudopenis), ktorý je pri akomkoľvek meraní rovnako impozantný ako samčí orgán a je celkom schopný erektilnej aktivity. Tento prívesok používajú najmä za účelom sociosexuálnej komunikácie, hlavne na prejavenie dominancie. Aj hyenie mláďatá sa rodia, pravdepodobne dosť bolestivo, cez úzky uterinárny kanál, ktorý prechádza cez tento zväčšený klitorijný orgán. Nezvyklý

reproduktívny aparát hyeních samíc vyzdvihuje kľúčový aspekt ich sociálnej reality - neobyčajne silnú rolu samíc v hyenej spoločnosti. Samice sú trvale nadriadené samcom. To, ako sa v priebehu evolúcie podporovala sociálna sila a dominancia hyeních samíc, zostáva nejasné, ale pravdepodobne bola dosiahnutá aspoň sčasti hormonálne navodenou maskulinizáciou určitých procesov mozgu a častí tela. U mnohých cicavcov majú vitalita samčej sexuality a asertivita (sociálna dominancia) tendenciu ísť spolu a sme konečne na začiatku porozumenia základných neurálnych súvislostí. To, že samčia sexualita a agresivita sa vzájomne ovplyvňujú v základnej rozlohe v subkortikálnych arách mozgu, vieme s určitosťou (viď. kapitola 10). Význam tejto interakcie v sexualite ľudí zostáva bohužiaľ s nejasnosťami.

Väčšinu nášho porozumenia vo veci mozgového substrátu sexuality sme získali analýzou zmeny mozgovej aktivity u zvierat vyvolanej hormónmi. S určitou puritánskou rezistenciou sa akceptovali implikácie tejto práce na ľudí, možno reprezentujúc kultúrne zaujatý spoločenský postoj oddeľovať súčasné kultúrne podmienky ľudí od našej zvieracej minulosti. Neúspešné rozpoznanie spoločnej podpory sexuality u cicavcov ide sčasti na vrub oslnivej pestrosti sexuálnych stratégií v prírode, ako aj očividnému faktu, že veľa ľudských stratégií je sprostredkovaných kognitívne, pružným komplexom myšlienok a vôľového výberu pohlavného postoja, ktorý väčšina menších mozgov nemôže nadobudnúť. Preto sa príliš verí tomu, že základné detaily mozgu môžu tak výrazne medzidruhovo variovať, že ich nie je možné pretransformovať. Ale ako sa zbiera viac a viac neurobiologických dôkazov, sú tieto presvedčenia čoraz menej obhájiteľné. Je nešťastím, že sa v tejto dôležitej oblasti ľudského prežívania tak veľa psychológov a ostatných sociálnych vedcov pokúša vykonštruovať želateľný systém presvedčení, ktoré však neodrážajú psychickú realitu.

Povrchová rozmanitosť je stále rôznorodá od druhu k druhu. Napríklad neurálne načasovanie sexuálneho vnímania sa dramaticky odlišuje u zvierat, ktoré sú vnímavé počas roka a sezóny rozmnožovania, ich pohlavné žľazy sa zväčšujú a zmenšujú na začiatku jari a jesene s nárastom alebo ubúdaním dostupnosti denného svetla. Sezónni "rozmnožovači" sú typický chodením do veľkých vzdialeností, aby zdôraznili ich "prístupný" status, na rozdiel od ľudí a iných druhov vrátane laboratórnych potkanov, ktorí zostávajú sexuálne aktívni počas celého roka. Napriek tejto rôznorodosti môžme byť presvedčení, že sa zachovali mnohé všeobecné princípy sexuality u všetkých druhov cicavcov; tu sa zameriam na tie otázky, ktoré by sa dali najlepšie aplikovať na ľudí. Tým nehovorím, že ľudia si nemôžu na základe slobodnej vôle vybrať, že budú prehliať tieto mechanizmy. Určite môžu, najmä ak sú buď kvalifikovaní v klamaní, alebo neobyčajne svätí. Našťastie ostatné zvieratá, ktoré nedokážu klamať a nemajú žiadnu očividnú potrebu cvičiť si svoju vôľu, vyjadrujú svoje myšlienky jasne svojím správaním.

Aby sme sa priblížili biologickej povahe veci, prvý princíp, ktorý potrebujeme akceptovať, je, že samčia a samičia sexualita je v mozgu tak odlišne organizovaná, ako sú odlišné ich telá. Taktiež je očividne nutné poznať mechanizmy utvárania pohlavnej identity, iná hodnota pohlaví je podstatne odlišná záležitosť, vzhľadom k odlišnému typu mechanizmov v mozgu a psychologickej hodnote, ktorými sú obdarení. Ako už bolo spomenuté, muži sú lákaní mladistvou krásou, kým ženy možnosťou zdrojov. Toto môžme vidieť aj v iných spoločenstvách primátov. Samce šimpanzov zvyčajne bojujú kvôli mäsu a sexuálnym záležitostiam a rovnako počas spoločenských stretnutí, zatiaľ čo samice preukazujú agresivitu hlavne v kontexte hľadania ochrany, protikladne kvôli rastlinnej potrave a ochrane mláďat. V určitom význame, najmä u ľudí, sú odlišné pohlavné očakávania ovplyvnené kultúrne, ale sú tu mnohé psychobiologické rozdiely, ktoré nie sú jednoducho len záležitosťou výberu alebo učenia. Napríklad samce sú viac agresívne a orientované na silu, kým samice sú viac starostlivé a sociálne motivované. Nedávne dôkazy metabolizmu v mozgu ľudí rozhodne naznačujú, že oblasť temporálneho laloka (kde je okruh agresivity) je aktívnejšia u mužov, zatiaľ čo arey cingulus (kde je okruh starostlivosti a iných sociálnych emócií) sú aktívnejšie u žien. Takéto prirodzené medzipohlavné rozdiely (aspoň na úrovni populácie) by nemali byť dlhšie záležitosťou debát, pre empirické fakty sú úplné/ohromné. Mohli by sme ale pochybovať o tvrdeniach vytvorených len pre fakty, ktoré boli nedostatočne zhromaždené. Napríklad podľa našich odhadov je tendencia k hravému klbčeniu celkom porovnateľná ako u samcov, tak aj u samíc, aspoň v prípade laboratórnych potkanov (viď. kapitola 15). Údaje o ľuďoch a ostatných primátoch nie sú dostatočne dobre zhromaždené, aby sme mohli vylúčiť spomenutý vplyv sociálneho učenia na pohlavné rozdiely. V každom prípade by sme k termínom mali pristupovať s faktom, že v našom mozgu sú vnútorné neurochemické a psychobehaviorálne mechanizmy, ktoré nám pomáhajú vytvárať určité sexuálne rozdiely. Bez biologickej podpory by ale ľudia nemali žiadnu sexualitu alebo starostlivosť. Je skutočne pozoruhodné ako ďaleko tieto rozdielne regulácie siahajú v evolúcii mozgu.

EVOLUČNÉ ZDROJE SEXUALITY CICAVCOV

Ak sa umiestní do mozgu samcov žiab a jašteríc prirodzene sa vyskytujúci 9-aminokyselinový petptid nazývaný vazotocín, začnú vydávať zvuky ako pri dvorení a prejavovať sexuálne správanie. Pri objavení sa príležitosti "nasadnú" na samičku a zovrú ju a začnú kopulovať. Povedané inými slovami jednoduchý chemický mozgový systém môže spustiť komplexné a zladené následky sexuálneho správania. Nie je ešte známe, čo v prirodzených podmienkach spúšťa uvoľňovanie tohto transmiteru v REPTALIAN mozgu, ale jasné je, že testosterón podporuje syntézu vazotocínu a veľké množstvo sociálnych stimulov pravdepodobne dráždi systém k aktivite. Evolučne príbuzným hormónom u rýb je mesotonín.

Pri kontrole určitých aspektov sexuálneho správania u cicavcov kľúčovú úlohu mali dvaja potomkovia týchto hormónov plazov a rýb. Každý sa od vasotocínu odlišuje len jednou aminokyselinou. Oxytocín má väčší vplyv na sexualitu a sociálne správanie samíc, kým vazopresín (ktorý sa od oxytocínu líši len dvomi aminokyselinami) má schopnosť riadiť samčiu sexualitu.

Racionálne je celkom uspokojivé objaviť, že títo nástupcovi/potomkovia oveľa starších molekúl stále kontrolujú sociálne a sexuálne správanie cicavcov. Vazopresín, ktorý je hojnejší v samčom mozgu, je dôležitý hlavne pri prenose mnohých aspektov samčej sexuálnej vytrvalosti (vrátane dvorenia, značenia teritória a medzisamčej agresivity). Oxytocín, ktorý sa viac vyskytuje v samičom mozgu, pomáha sprostredkovať sociálnu a sexuálnu vnímavosť samíc (hlavne tendenciu samíc hlodavcov, keď zahajujú prejavenie lordózneho postoja, charakteristického refexu "prehnutého chrbta" "prístupných" samíc). Oveľa pozoruhodnejšie je, že po narodení mláďat, tieto synaptické modulátory podporujú rodičov - hlavne matky, ale z času na čas aj otcov - aby sa starali o potomkov (viď. kapitola 13).

Aby boli naše súčasné poznatky najlepšie, nie je kompletné oddelené sexu sa týkajúce prostredie v mozgu u samcov a samíc. Vasopresínový systém môže pomáhať energizovať niektoré z agresívnejších aspektov materského správania (chránenie mláďat pred zranením/ ublížením); naopak oxytocínový systém môže podporovať niektoré nežnejšie aspekty samčieho správania (tendencia otcov nebyť agresívny voči svojim potomkom a byť ich oporou). Nemôžme príliš vyzdvihovať, že oxytocín mozgu nie je úplne vyhradený pre funkcie samíc. Taktiež má úlohu pri riadení samčej sexuality, rovnako ako vasopresín môže mať určitú úlohu u samíc (redukovanie sexuálnej pripravenosti a zmenšovanie materskej agresivity).

Priamo do mnohých areí mozgu samcov umiestnený oxytocín podporuje sexuálne vzrušenie (vyvoláva erekciu), ejakuláciu a orgazmus. Je to niečo mätúce, že hippokampus by mohol byť vysoko citlivým tkanivom mozgu na vznik takýchto vplyvov, pretože sa všeobecne predpokladalo, že jeho funkciou je prevažne prevod spomienok z krátkodobej do dlhodobej pamäte. To samozrejme vedie k možnosti,ž e oxytocín vyvoláva erekciu a tým aktivuje sexuálne spomienky. V každom prípade sa oxytocín v mozgu objavuje pri sprostredkovaní behaviorálnej inhibície alebo "refraktórnej periódy", ktorá nasleduje po orgazme samcov. Možno tento peptid umožňuje sprostredkovať postorgazmové pocity, ako napr. rozkoš, ktorá obvykle nasleduje po kopulácii, nevinímajúc ľudí.

Môže sa zdať paradoxné, že tá istá chemická látky v mozgu sprostredkováva aj sexuálne vzrušenie, aj sexuálne nasýtenie, ale takáto rafinovanosť už viac neurovedcov neudivuje. Zmeny v behaviorálnych vplyvoch sú obvyklé vo výskume neuropeptidov a môžu korešpondovať s dynamikou vyvolaných psychologických procesov. Malé množstvo alkoholu môže uľahčiť sociablitu, vysoké hladiny hraničia s jej narušením. Ako bude

prediskutované podrobnejšie neskôr, podobné vplyvy je možné dosiahnuť endogénnymi opoidmi, kde nízke dávka morfínu môžu podporovať sexualitu, ale vysoké ju narušujú. Takéto dôsledky môžu byť sprostredkované nepatrne odlišnými okruhmi, systémami receptorov alebo doteraz ešte nepreskúmanou emocionálnou dynamikou týchto aktívnych systémov ako funkcia toho, koľko z podaného neuromodulátora sa počase uvoľnilo.
V mnohých iných situáciách majú neuropeptidy určitý efekt v nízkych dávka a diametrálne odlišný efekt vo vysokých dávkach. Jeden významný príklad, o ktorom budem hovoriť komplexnejšie neskôr, oxytocín má schopnosť v malých dávkach upevniť sociálne spomienky, kým vo vysokých tieto spomienky ruší. Na najjemneších hladinách sa aktivita oxytocínu v mozgu objavuje, aby pomohla upevňovať sociálne väzby, ktoré môžu byť základom budúcich reciprocít a "priateľstiev", zatiaľ čo nadmerná aktivita môže viesť k sociálnej odmeranosti. Jedno moderné vedy preukázali, že mozog je plný jemných častí a paradoxov a že logika nie je takým dobrým radcom v prírodných vedách, čo sa týka poznatkov, ako dôkladné pozorovanie!
Uvažujme teraz nad tým, ako sú organizované základné impulzy samčej a samičej sexuality, je nevyhnutné rozpoznať dôležité rozdiely medzi organizáciou mozgu samcov a samíc, niektoré z nich sa objavujú počas fetálneho vývinu, niektoré sa stanú zjavné, len keď sú aktivované takéto plány diferenciácie zvýšeným prílivom hormónov v puberte. Jemne budem rozlišovať medzi údajmi zvierat a implikáciami ľudí, pretože dôkazy naznačujú, že základné subkortikálne hladiny neuronálnej mašinérie sú značne podobné.

GENETICKÉ POHLAVIE A FETÁLNE SEXUÁLNE ROZDIELY

Kedykoľvek zvýšené poznanie rozdielov medzi *organizačnými* a *aktivačnými* komponentami sexuality závisia na našom pochopení toho, čo znamená byť mužom a ženou (samcom a samicou). Predstaviť si tieto odlišné procesy nám umožňuje fotografická analógia. Hormonálne vzorce, ktoré sa dostavia na miesto počas fázy organizácie vývinu plodu, pomáhajú "odkryť" stopu mužskosti a ženskosti na vyvíjajúcich sa okruhoch mozgu, ako aj na telesnom zjave. Hormóny vylučované na začiatku puberty eventuálne "rozvinú" exponovaný "negatív", a tým aktivovať latentné mužské alebo ženské sklony, ktoré zostávajú pomerne skryté v rámci okruhov mozgu od nemluvňaťa. Ak sa nezladí organizácia mozgu a tela, jedinec cez bolestivú skúsenosť objaví, ktoré pohlavie bolo predominantne vpečatené do jeho alebo jej mozgu a do ktorého sa vyvinulo. Toto môže byť stresujúca a osamotená psychologická cesta.
Výskumy na zvieratách naznačujú, že mužské a ženské póly sexuality v mozgu odrážajú extrémy gradientu, ktorý umožňuje rátať so sprostredkovanými typmi. Mužská a ženská sexualita sa líši do značnej miery, každé pohlavie má vlastne okruhy pre obidve formy správania, ale sú typicky odlišné v ich stupni. Faktom je, že mužský a ženský mozog má

odlišné, ale spoločné psychosociálne sklony umožňujú, aby boli v skutočnom svete sexuálne potreby v celku komplikované. Možná zmena ráta s medzipohalvnými variantmi, ktoré sa spoločnosť snaží zladiť odvekými kultúrnymi očakávaniami, ktoré sú niekedy založené na netolerancii a ignorácii. Na tento problém bolo bolestne poukázané, keď sa prezident Clinton pokúsil otvoriť dvere armády homosexuálom na začiatku jeho funkcie v roku 1993, ale sila ignorácie a diskriminácie prevážila.

Vedci skúmajúci mozog celé desaťročia sa domnievajú, že v mozgu sú vnútorné organizačné vzorce, ktoré sprostredkúvajú určité formy homosexuality. Značne potvrdzujúca história, ktorá bola doteraz prepracovaná na zvieracích modeloch, len pomaly presakuje našich všeobecných kultúrnych predstáv. Aby som upozornil svojich študentov na túto históriu, typicky som sa ich opýtal zdanlivo hlúpu otázku: "Koľko pohlaví poznáme?" Najskôr boli zmätení, ale odvážni študenti chceli poskytnúť rozumnú a očakávanú odpoveď: "Dve." Povedal som im, aké je zvláštne, že sa naša moderná spoločnosť stále drží takýchto prevedeckých pohľadov, "štyri a viac" je určite presnejšia odpoveď. Toto je samozrejme presvedčenie niektorých pôvodných amerických kmeňov ako správny popis ich sociálneho sveta. Veria, že okrem prevažujúcich variantov *muž v mužovi* a *žena v žene* príroda niekedy stvorí *mužskú myseľ v ženskom tele* a *ženskú myseľ v mužskom tele.* Základná výstižnosť tohto názoru bola teraz po rokoch potvrdená vedeckými výskumami vývinu a vyjadrením okruhov sexu v rámci mozgu hlodavcov. Rozhodne by niekto mohol argumentovať, že môže ísť o nekonečné číslo permutácií pri biochemicky determinovaných gradientoch makulinizácie a feminizácie mozgu. Na naše účely sú "štyri" akokoľvek určite presnejšia ako "dve", ako odhad hlavných typov identít pohlavia (mozog/telo) a sexu (telo), ktoré v súčasnosti existujú na svete. Samozrejme že detaily boli prepracované na nižších živočíchov, existujúce dôkazy naznačujú, že podobné princípy platia aj u ľudí.

Povedané jednoduchšie, organizačná história mozgu funguje takto. Niekto sa typicky narodí buď genetickou ženou (so vzorcom XX na pohlavnom chromozóme" alebo genetickým mužom (so vzorcom XY). Chromozóm Y poskytuje mužom faktor determinujúci semenníky (TDF), ktorý koniec koncov zobúdza mužský pohlavný systém k produkcii testosterónu. Vzorec XX umožňuje veciam progredovať v pokračujúcom femínnom spôsobe, pokiaľ nezasiahne nejaký externý zdroj testosterónu (alebo výstižnejšie jeden z jeho metabolitov). Spôsob, ktorým pokračuje vývin mužského mozgu a tela, je determinovaný načasovaním a intenzitou výsledných hormonálne organizovaných signálov, menovite testosterónu a dvoch blízko príbuzných metabolických produktov, estrogénu a dihydrotestosterónu (DHT). Posledné dva steroidné hormóny normálne kontrolujú výslednú trajektóriu vývinu mozgu a tela, respektíve kým XY dieťa je stále v maternici - stále chránené pred kultúrnymi vplvymi jeho budúceho sociálneho sveta (obr. 12.3, TEXT: Oboje, mozog aj telo cicavcov sú v základe organizované podľa plánu ženských charakteristík. Mužskosť sa objavuje z dvoch

odlišných vplyvov testosterónu na tkanivo tela - maskulinizácia mozgu začína byť sprostredkovaný estrogénom (E) a tela dihydrotestosterónom (DHT). Odlišné tkanivá môžu zmeniť testosterón na odlišné produkty kvôli enzýmom, ktoré obsahuje. DHT sa vyrába v bunkách obsahujúcich 5-*a*-reduktázu a E v tých, ktoré obsahujú aromatázu.).
Tieto hormóny môžu podobne ovplyvniť ženský vývin, ak sa stane, že sú v tehotenstve prítomné v dostatočne vysokých hladinách. Každopádne vzorec XX pohlavného chromozómu informuje ženské telo o výrobe proteínov ako je steroidy viažúci faktor alpha-fetoproteín, ktorý môže skrížiť vplyv medzipohlavnej organizácie pohlavných steroidov počas raného vývinu. To chráni ženský plod pred začatím maskulinizácie všeobecne vysokými hladinami materských estrogénov. Ak nie je dostatok týchto faktorov chrániacich neúspech alebo ak sú hladiny materského estrogénu tak vysoké, že saturujú alfa-fetoproteíny, ktoré sú k dispozícii, ženský vzorec pristúpi k mužskému vzorcu vývinu - niekedy u oboch, mozgu aj tela, niekedy u jedného, ale nie u druhého, všetko závisí od hormonálnych detailov, ktoré sa ukážu.
Štyri základné typy organizačných permutácií môžu byť nahradené očividnými formami medzipohlavných identít: prítomnosť mužského mozgu v ženskom tele a ženského mozgu v mužskom tele. Fakt, že indivíduá, ktoré vyzerajú navonok ako muži, môžu vnútorne cítiť ako ženy, a indivíduá, ktoré vyzerajú ako ženy, môžu cítiť ako muži, pramení z jednoduchej biologickej skutočnosti. Signály, ktoré spúšťajú detské mozgy a telá na prijatie rôznych možností vývinu pohlavia, sú oddelené (obr 12.3). Najskôr sú všetky plody femínne a maskulinita sa objavuje z odlišných prenatálnych signálov, ktoré povedia mozgu a telu, aby bolo maskulinizované. Po tom, čo TDF gén primäje mužský plod vyrábať testrosterón, musia nastať rôzne kritické udalosti, než sa môžu fenotypy mužského mozgu a tela plne prejaviť (obr. 12.3). Po prvé sa testosterón musí zmeniť v dvoch odlišných jednofázových reakciách na estrogén a DHT. Konečným organizačným signálom, ktorý povie mozgu, aby začal s maskulinizáciou, je estrogén, a signálom, ktorý spustí vývin tela po typicky mužskej línii, je DHT. Tieto sexuálne potenciály, ustanovené v mozgu a tele počas tehotenstva a obdobia nemluvňaťa, sa plne neprejavia až do puberty.
So súčasnými vedomosťami o organizačnej fáze psychosexuálneho vývinu viac nie je prekvapujúce, že testostrón, steroidný hormón spájaný v populárnych predstavách so ženskou sexualitou, pomáha organizovať u mnohých druhov vnútorné aspekty mozgu mužského pohlavia. Aby sme to pochopili, je nutné porovnať metabolizmus testosterónu (obr. 12.3). Po tom, čo je testosterón syntetizovaný z cholesterolu, cez mnohé kroky zahŕňajúce prechodný progesterón a dihydroepiandrosterón, môže byť zmenený dvomi rôznymi spôsobmi. Jedným spôsobom môže byť zmenený na DHT za asistencie enzýmu 5-*a*-reduktázy. Druhou cestou je zmena na estrogén za účasti enzýmu aromatázy. Tieto produkty testosterónového metabolizmu sú rozhodujúce súčasti, ktoré udávajú, či genetická mužskosť bude pokračovať po mužskej ceste v rámci vývinu tela a mozgu, oboje pred a po puberte. Rozličné formy

homosexuality a bisexuality sú podporované "chybami", ktoré sa objavia počas určitých kontrolných bodoch týchto biochemických procesov - ak vývin mužského mozgu v senzitívnom období nie je zaplavený testosterónom alebo ak chýba emzým aromatáza, ktorá mení testosterón na estrogén.
Ak je ženský mozog počas senzitívnej fázy vývinu príliš vystavený estrogénu (konkrétny čas je u každého druhu iný), následkom budú mužské charakteristiky v ženskom tele. Takéto ženy budú v dospelosti uprednostňovať typicky mužské správanie, ale len keď sú ich mozgy vystavené v tom čase aktivačnému efektu testosterónu. U ľudí sa dá chlapčenské správanie vyvolať aj "materinskou" injekciou diehylstilbestrolu (DES), estrogenického hormónu, ktorý bol podaný matkám počas druhého trimestra, aby sa zabránilo potratu v 194O-tych a 5O-tych rokoch.
Naopak absencia fatálneho estrogénu, ale s dostatočným množstvom DHT, mužské telo sa môže vyvinúť so ženským okruhom skrytým v mozgu. Prirodzene sa vyskytujúca situácia tohto typy organizačného vývinu bola objavená v malej skupine ľudí v Dominkánskej republike. Tímto chlapcom, nazývaným GUEVEDOCES, čo doslova znamená "penis v 12", geneticky chýba 5-*a*-reduktáza. Majú pri narodení ženský zovňajšok s určitým zväčšením klitorisu a bez zreteľných semenníkov (ktoré sú prítomné, ale zostávajú nezostúpené v rámci tela). Ich fetálne žľazy zjavne produkujú testosterón v obvyklom čase, a pretože majú normálnu aktivitu aromatázy, testosterón sa mení na estrogén a nie na DHT. Preto sú ich mozgy, ale nie telá, plne organizované po mužskej línii. Keď títo chlapci prídu do puberty a začne sa vylučovať testosterón, vyvinú sa im typicky mužské telá - s nárastom ochlpenia, zhrubnutia hlasu, zväčšenia penisu a napokon zostúpením semenníkov. Začnú sa objavovať typicky mužské sexuálne potreby. Pubescentné erotické túžby chlapcov tak začnú byť orientované na ženy, hoci boli vychovávaní počas celého detstva ako dievčatá. Toto pravdepodobne naznačuje, že mužský mozog je inštinktívne pripravený odpovedať na určité črty ženskosti, vrátane charakteristík tváre a tela, intonácie hlasu, ako aj spôsobu bytia.
U ľudí sú ešte ďalšie fascinujúce varianty psychosexuálneho vyjadrenia, ktoré asi majú biologickú základňu, ale sú menej dobre známe. Napríklad niektoré ženy majú extra chromozóm (XXY) a prejavuje sa u nich Klinefelterov syndróm, ktorý je charakteristický mimoriadne malými žľazami. Tieto deti sú často temperamentovo pasívne, sociálne závislé a mentálne pomalé. Na druhej strane chlapci s extra mužským chromozómom (XYY) boli viac hostilnejší a agresívnejší v porovnaní s normálnymi chlapcami, hoci sú tieto zistenia dokonca datované/Staomódne??. Okrem toho veľa drog môže meniť normálny vývoj základných organizačných psychosexuálnych procesov, čo by mohlo varovať ženy pred užívaním alebo vystavením sa environmentálnym toxínom počas tehotenstva.
Tieto fascinujúce detaily skorého vývinu nás informujú o dômyselnej skutočnosti prírody: aj muži a ženy sú najtypickejšie biologicky ustanovené póly sexuálnej identity, ohromné číslo

gradácií môže byť vyvolané normálne sa vyskytujúcimi variáciami základných hormonálne kontrolovaných mechanizmov, ktoré určujú diferenciáciu pohlaví. Kvôli tomuto nepredstavujú biologické formy homosexuality psychologickú perverzitu prameniacu z nenormálnych psychosociálnych zážitkov, ale jednoducho reprezentujú prirodzené varianty, ktoré sa môžu objaviť v priebehu vývinu. Nie je tu samozrejme zahrnuté, že ľudia si niekedy dobrovoľne vyberú pohlavnú rolu v súlade s ich nevyspytateľnými alebo neurotickými kognitívnymi túžbami. Je možné, že niekto je v strede biologického gradientu medzi maskulinitou a feminitou, my môžme od týchto jedincov očakávať, že budú vysoko bisexuálni, s maximálnym výberom, ktorým smerom orientovať svoje erotické tendencie. Pretože sú skutočné dôvody typicky schované v mozgu, je ťažké rozoznať kto je kto a nemalo by to vadiť. Erotický výber každého by očividne mal zostať individuálnou záležitosťou, kým nejde o nútenie alebo zneužívanie detí.

Jedným slovom, hlavnou úlohou pohlavných chromozómov je určovať, ktoré enzýmy a hormóny budú vyplavené počas vývinu reprodukčného aparátu. XY chromozomálny vzorec povie mužskému telu, aby produkovalo testosterón počas kritickej fázy vývinu, nastavením pohybu a kaskády zmien v protypickom type mužského mozgu. Tento typ maskulinizácie mozgu sa môže vyskytnúť aj u žien, ktorý môže sprostredkovať v dospelosti "prekrížené" sexuálne správanie a erotické tendencie. Tradičný XX vzorec ženskosti sa objaví dokonca aj u genetických mužov, ak sa nenastane raná sekrécia týchto hormónov. Mozgové substráty sexuality, ktoré sú organizované týmito ranými hormonálnymi skúsenosťami, tak pomáhajú daterminovať ktorý typ pohlavnej identity, erotických túžob a sexuálneho správania bude jedinec prejavovať v puberte, keď začne zvýšenie hypotalamových gonadotropných hormónov a steroidov pohlavných žliaz "aktivovať" sexuálne tendencie (obr. 12.4, TEXT: Pohľad na hypotalamovú a anteriárnu hypofyzálnu kontrolu sekrécie pohlavných steroidov. Hypotalamový hormón uvoľňujúci gonadotropín, tiež známy ako LH-RH /leutenizačný hormón-uvoľňujúci hormón, leutenizing hormone-releasing hormone/, aktivuje uvoľňuvanie lutenizačného hormónu a hormónu stimulujúceho folikuly, ktorý sprostredkúva sekréciu estrogénu z vaječníkov a produkciu testosterónu semenníkmi.).

Takisto sú presné detaily hormonálnej kaskády kontrolujúce tieto rané organizačné udalosti meniace sa od druhu k druhu dostatočne podobné u potkanov a ľudí, ktorí pracovali na predchádzajúcich vzorcoch, objasnili vzorce, ktoré boli následne objavené neskôr. Ale predvídateľné sú rozdiely v závažnosti "skríženého" pohlavného vplyvu, ktorý môžme dosiahnuť u rôznych druhov. Napríklad existujúce dôkazy svedčia o tom, že u potkanov sú zmeny v mozgu potkanov počas maskulinizácia väčšie než u ľudí, čo môže byť v súlade s väčšími priemernými rozdielmi v rozmeroch tela samcov a samičiek. Zvyčajne sa priemerné medzipohlavné rozdiely rozmerov tiel posudzujú podľa indexu krajnosti v sexuálnych roliach každého druhu. Tak sa predpokladá, že "turnajové druhy", napr. losy a mrože, u ktorých je

medzi samčia rivalita a hľadanie dominancie nad samicami veľká, budú prejavovať najväčší pohlavný dimorfizmus. Pri porovnaní s týmito tvormi sú relatívne biologicky ustanovené rozdiely u ľudí malé. Na druhej strane u takých druhov, akým sú hyeny, môžme predpokladať, že tabuľky sa môžu zmeniť, ale nie sú ešte zhromaždené dostatočné údaje.

ČO JE ORGANIZOVANÉ FETÁLNYM TESTOSTERÓNOM V SAMČOM MOZGU?

V skorších rozpravách o hormónoch veľa nedorozumení pramenilo z neúspešného priblíženia jasného rozdielu medzi spôsobmi ako hormóny organizujú samčie a samičie mozgy počas fetálneho vývinu a ako neskôr aktivujú fyziologické a neuropsychologické zmeny, ktoré sprevádzajú pubertu. Vzhľadom na rozvetvenie hormonálnej kontroly vývinu tela a mozgu (obr. 12.3) rozumieme teraz tomu, prečo vnútorná, pravá pohlavná identita a telesná morfológia nie vždy ladia. Aby sme to zhrnuli, aj ľudia, aj potkany môžu mať samičí typ mozgu v samčom type tela (ak DHT bol prítomný v nedostatočnej kvantite, ale estrogén nebol) alebo môžu mať samčí typ mozgu v ženskom tele (kde bol estrogén prítomný, ale DHT nie).

Hoci je nepravdepodobné, že tieto biologické fakty vysvetlia všetky homosexuálne tendencie, pravdepodobne platia v mnohých prípadoch, najmä v tých, ktoré zahŕňajú jednoznačné vnútorné želanie transexuálnej transformácie, ktorá v našej modernej spoločnosti môže jednotlivcov podnietiť k operáciám zmeny pohlavia. Nedávne dôkazy naznačujú, že transsexuáli majú preukázateľné rozdiely v lôžkových jadrách stria terminalis, jednej z mnohých areí mozgu, ktoré kontrolujú sexuálnu motiváciu. Takže mnohí muži, ktorí sa snažili o operatívnu zmenu na ženy, mali viac ženský typ organizácie mozgu. Pochopiteľne, že väčšina ľudí by si želala, aby ich vnútorne prežívaná sexualita a pohlavná identifikácia ladila s ich vonkajším zjavom. Zaiste musia byť mnohé varianty organizácie základných okruhov, ale v súčasnosti máme žalostne málo detailných informácií.

Hoci socializácia samozrejme ovplyvňuje sexuálne roly, ktoré si jednotlivec vyberie, nezdá sa byť teraz tak rozhodujúca, ako sa všeobecne verilo v aréne základných sexuálnych pocitov, emócií. Napríklad dominikánski XY muži s nedostatkom 5-α-reduktázy neprežívali extrémne ťažkosti s preorientovaním svojich životov ako mužov počas puberty, dokonca aj keď boli vychovávaní ako dievčatá. V porovnaní s tým chlapci, ktorí prišli o svoje genitálie ´predčasne´ a ktorí boli počas ich detstva vychovávaní ako dievčatá, zažívali v puberte značný emocionálny distres a zmätok, keď sa od nich očakávalo, že sa budú správať ako ženy. Je to tak pravdepodobne preto, že majú odtlačok, stopu mužskosti pevne orazítkovanú vo svojich mozgoch.

Čo to presne znamená, keď tvrdíme, že mozog bol maskulinizovaný? Hoci všetky detaily ešte neboli vyriešené, mužský a ženský mozog sa líšia v mnohých dôležitých ohľadoch. Napríklad

ženy všeobecne vykazujú väčšiu hemisférovú koordináciu, keďže je ich pravý a ľavý lalok integrovaný rozsiahlejšie pomocou priestrannejších spojení nervových vlákien corpus callosum. Toto môže mať dôležité implikácie pre vyššie mozgové funkcie, akou je tendencia žien v reči používať obe hemisféry, kým muži majú sklon využívať len ľavú stranu svojho mozgu. Preto ženy často ľahšie znovu získajú schopnosť hovoriť po ľavostrannej mozgovej porážke ako muži. Nanešťastie kvôli nedostatku vhodných zvieracích modelov, nedá sa tomu dobre porozumieť na neuronálnej úrovni. Najviac preskúmané rozdiely mozgu súvisiace so sexom sa našlo v subkortikálnych areách. Pozoruhodne jasné neuroanantomické a neurochmické rozdiely sa našlo v neurálnych systémoch, ktoré obsahovali vysoké hladiny sexuálnych steroidných receptorov (sex-steroid receptors), ktoré sú známe tým, že existujú vo všetkých zreteľných varietách, aké by sa mohli očakávať – vrátane tých pre testosterón, DHT, estrogén a progesterón.

Najrozsiahlejšie subkortikálne rozdiely sa našli v anatómii a chémii mediálnej preoptickej arey (Preoptic area – POA), kde mali samce prakticky všetkých študovaných druhov signifikantne rozsiahlejšiu neurálnu hustotu ako samice. U potkanov sa najviac maskulinizovaná zóna nazýva sexuálne dimorfické jadrá preoptickej arey (sexually dimorphic nuclei of preoptic area – SDN-POA). U samíc väčšina neurónov z tejto oblasti mozgu odumrie počas fetálneho vývinu kvôli nedostatku testosterónu alebo presnejšie jeho produktu estrogénu, ktorý je silným faktorom rastu týchto neurónov. U ľudí sa homologické mozgové oblasti nazývajú intersticiálne jadrá anteriórneho hypotalamu (INAH). Niektoré štúdie zdokumentovali, že sa pohlavné rozdiely v špecifických jadrách INAH ľudského mozgu úzko podobajú na tie, ktoré sa našli u potkanov, hoci sexuálny dimorfický rast týchto areí nie až tak veľký. Toto pravdepodobne pomáha vysvetliť, prečo behaviorálne sexuálne rozdiely nie u ľudí tak veľké, ako sú u niektorých iných druhov, u ktorých sa tieto hypertrofované hypotalamické okruhy podieľajú na rozvinutí sexuálneho správania typického pre mužov. Dokonca aj keď sa z veľkej časti vie o týchto záležitostiach u potkanov, v súčasnosti je málo priamych dôkaz u ľudí. Preto sú generalizácie hazardnými, ale môžu pomôcť so smerovaním nášho myslenia.

MOZGOVÁ KONTROLA SAMČIEHO SEXUÁLNEHO SPRÁVANIA

Sledovaním puberty sa veľmi starostlivo študovali organizačné dopady vplyvu POA na samčie sexuálne tendencie u všetkých cicavcov. Ak je POA area poškodená, sexuálne správanie samcov vážne poškodené (obr. 12.5). U niektorých tvorov, ako sú potkany, množstvo raných hrových zážitkov môže čiastočne premôcť tento deficit. U iných, ako sú mačky, hra nepodporuje znovu nastolenie sexuálnych funkcií. Celkove vplyv tejto oblasti na sexualitu sa súčasne zdá byť evidentnejší v správaní ako psychologických oblastiach, ako

zdôraznili štúdie, ktoré porovnávali zmeny v sexuálnom správaní a sexuálnej motivácii po navodení lézie POA.
U sexuálne skúsených potkanov je táto area pre vývoj sexuálneho správania dôležitejšia ako pre vývoj sexuálnej motivácie. Samci potkanov po lézii POA, ktorí mali hojné sexuálne skúsenosti, stále vyhľadávali prístup k prístupným samiciam, dokonca aj keď sa nepokúšali s nimi kopulovať. Inými slovami, ich sociálne spomienky, situované asi v cigulárnom (cingulate) kortexe, amygdale a neďaleko arey temporálnych lalokov, sú stále schopné motivovať sociálny prístup, hoci sexuálne stretnutie nie je iniciované. Možno je to preto, že viac nemôžu zažívať sexuálne uspokojenie. Neurofyziologicke štúdie primátov naznačujú na silné neurálne vzrušenie v POA, nielen keď zvieratá kopulujú, ale aj keď samci pristupujú k subjektu ich túžby. Keď sa približujú k iným objektom ich túžby, napr. k trsu banánov, nebol pozorovaný porovnateľný efekt!
SDN-POA u potkaních samcov obsahuje hojne testosterónových receptorov, ktoré v dospelosti aktivujú sexuálne tendencie samcov. U niektorých druhov menej hojné receptory DHT taktiež prispievajú k vzrušeniu. Vykastrované potkanie samce, ktoré stratili svoje sexuálne nadšenie, vášeň, môžu byť znovu „vzpružené“ jednoducho podaním testosterónu rovno do POA. Samozrejme že potkanie samce, ktoré nie sú veľmi sexuálne aktívne (tzv. „nefunkčné, nepodarkové“, duds), majú v tejto časti mozgu menej testosterónových receptorov v porovnaní so sexuálne činorodými zvieratami (tzv. „žrebci). Hoci estrogén počas detstva pomáhal organizovať toto tkanivo typicky samčím spôsobom, nezohráva zjavnú úlohu pri aktivácii sexuality dospelých samcov.
Hlavné sexuálne rozdiely v anatómii a neurochémii mozgu sa tak isto našli v iných rozmanitých areach mozgu ako v amygdale, hlavne v mediálnych oblastiach (ktoré tak isto zohrávajú dôležitú úlohu pri rozvinutí záchvatu zúrivosti a agresivity medzi samcami), kde sú vysoké koncentrácie sexuálnych steroidných receptorov. Neuróny v anteriórnych oblastiach mediálnej amygdaly potkaních samcov reagujú rovnako na kopulačné skúsenosti ako aj na agresívne, kým niektoré bunky z posteriórnejších oblastí, ako sa zdá, reagujú selektívnejšie na ejakuláciu, a tak možno na ich orgazmické skúsenosti.
Androgénové ako aj estrogénové receptory sú koncentrované v mnohých rovnakých oblastiach mozgu, vrátane POA, ventromediálneho hypotalamu, akvaduktálnej šede a nadol k nižším úsekom miechy, odkiaľ sú kontrolované aj samčie, aj samičie sexuálne reflexy. Medzi samcami a samicami sú vo všetkých týchto oblastiach jemné anatomické a neurochemické rozdiely, pričom najnápadnejší je v spodnej mieche, nukleus bulbocavernosus, ktoré je nesporne väčšie u samcov ako u samíc. Ako už bolo naznačené, v kortexe sú taktiež niektoré rozdiely, ako aj v komisúrach, ktoré spájajú obe hemisféry, ktoré sa bez zľutovania podieľajú na odlišných kognitívnych štýloch samcov a samíc.

Mnohé oblasti mozgu vykazujú neurochemické rozdiely, ale sme len na začiatku pochopenia, ktoré z nich kontrolujú rozmanité aspekty sexuálneho správania, sexuálnej túžby, sexuálneho uspokojenia a mnohých ostatných sexuálnych rozdielov dokumentovaných v behaviorálnych tendenciách zvierat a ľudí – hlavne v takých túžbach akými sú agresivita, explorácia, strach a starostlivosť. Takisto je rozumné predpokladať, že porovnateľné rozdiely v ľudských mozgoch kontrolujú silu psychologických a sexuálnych stratégií, ktoré samce a samice ľudí využívajú pri hľadaní reprodukčného prístupu, úspechu, ale je len žalostne málo objektívnych dôkazov, ktoré by podporili takéto presvedčenia. Samozrejme je ťažké predstaviť si, ako by sa získala takáto dokumentácia, nielen kvôli pervazívnym metodologickým ťažkostiam (napr. je nemožné kontrolovať faktory diferenciálneho učenia u ľudí), ale takisto kvôli pervazívnemu vplyvu problematiky politickej korektnosti na poli týchto poznatkov.
V naše spoločnosti je pre mnohých ťažké akceptovať akékoľvek jasné rozdiely medzi pohlaviami. Taktiež sa zdá, že ostatní by boli potešení, keby akékoľvek jasné rozdiely prikrášlili „naturalistickými falickosťami (naturalistic phallacies), ktoré sa pokúšajú transformovať faktické „je“ stanovisko na etické „by malo“ stanovisko, čím propagujú rozličné spiatočnícke pohlavie skresľujúce politické agendy. Hojné dáta neurovied teraz naznačujú, ako môžu mozog a neurobiologické rozdiely medzi pohlaviami podporovať alebo brzdiť určité psychologické a behaviorálne tendencie – od agresivity po starostlivosť. Tieto sú ohraničené tým, že majú následky na objavenie sa dlhodobých zmien, ktoré by sme mohli hľadať v sociopolitickej aréne nevery ľudí. Ako sa stále vyrovnávame s týmito objavujúcimi sa faktami a impozantne ich začleňujeme do nášho nazerania na svet, je tu veľká výzva pre našu kultúru. Naše hľadanie spravodlivosti, slušnosti musí očividne stále veľmi posilniť prosociálne ľudské kvality, ktoré nás zušľachťujú ako starajúce sa tvory (viď. kapitola 13 a „Dotatok na záver, kapitola 16).

STRESOM INDUKOVANÁ SUPRESIA MASLULINIZÁCIE MOZGU

Hoci je príroda silne disponovaná na vytváranie relatívne nesporných samčích mozgov v rámci samčích tiel a samičích mozgov v samičích telách, teraz sme videli, že môže jednoducho vytvárať iné permutácie. Tie môžu mať za určitých okolností adaptívne následky. Napríklad môžu viesť k odlišným stratégiám dvorenia/nahovárania, ktoré by aktuálne mohli zvýšiť reproduktívne spôsobilosti: Nie tak jasne maskulinizované samce by mohli uspieť u samíc prejavením správania, ktoré budú niektoré považovať za atraktívnejšie ako tendencie k samčej brutálnosti, ktorá je tak evidentná pri súbojoch mnohých druhov. Inak môže prítomnosť takýchto jedincov v sociálnej skupine poskytnúť psychologické dispozície, ktoré zvýšia reproduktívnu výhodu ich príbuzných (napr. zvýšené pomáhajúce správanie u homosexuálnych samcov). Ďalšou myšlienkou je, že za určitých okolností, ako sú obdobia

zvýšeného sociálneho a environmentálneho stresu, môže byť zvýšená úroveň homosexuality adaptívna kvôli limitovaniu reprodukcie, ktorá by mohla ukázať ako príliš nákladná.
V každom prípade je v súčasnosti pevne vžité, že potkanie matky, ktoré boli počas tehotenstva veľmi stresované, majú sklon mať vo zvýšenej miere homosexuálnych mužských potomkov. Stres v tehotenstve rozbehne vnútorné neurochemické zmeny, ktoré majú tendenciu zanechať mozgy mužských potomkov v ich prvopočiatočných ženských podmienkach.
Keď je tehotná potkanica počas posledného trimestra trojtýždňovej gestačnej periódy (počas tretieho týždňa) vystavená akejkoľvek palete stresorov, mnoho mužských potomkov, keď dosiahnu pubertu, sa prejavuje pohlavnou nejasnosťou. Obvykle experimentálny stres využitý na takýchto matkách pozostáva z predĺženej imobilizácie s pretrvávajúcim vystavením jasnému svetlu, ktoré nemajú potkany radi a ktoré spôsobuje termoregulačné nepohodlie. Ale mnohé iné stresory, ako elektrické šoky do labiek alebo preplnenie priestoru (tlačenica), boli využité s podobnými výsledkami. V normálnom vrhu nestresovaných matiek sa z asi 80% samcov v puberte stali „žrebci“, kým zvyšok boli asexuálni „nepodarkovia“, ktorí sa prejavovali malým typicky samčím alebo samičím sexuálnym správaním. Medzi samčími mláďatami stresovaných matiek ale len asi z 2O% sa stali „žrebci“, kým 60% bolo buď bisexuálnych (prejavovali sa samčím správaním s vysoko vnímavou samicou a samičie správanie v reakcii na „žrebcov“), alebo sa inak prejavovali výlučne samičím sexuálnym správaním (napr. sa prejavovali lordózou, charakteristickým pre samice špecifickým vnímavým vzorcom, keď na ne vyskočí sexuálne vzrušený samec). Zostávajúcich 20% je asexuálnych, ako v nestresovaných vrhoch. Z perspektívy, že homosexuality môže podporovať starostlivosť, je pozoruhodné, že je pravdepodobnejšie, že homosexuálne a bisexuálne samce stresovaných matiek prejavujú materské správanie v porovnaní s ich normálnymi náprotivkami.
Tieto percentá môžu byť značne zmenené podmienkami sociálnej výchovy mláďat. Samčí potomkovia stresovaných matiek sa prejavujú „normálnejším“ sexuálnym správaním, ak sú počas dospelosti ubytovaní so sexuálne skúsenými samicami. Hoci prejavenie sa homosexuálnych tendencií sa mení ako funkcia environmentálnych podmienok, o dramatickom náraste potenciálu pre tieto druhy pohlavnej nejasnosti sa v súčasnosti vie, že pramenia z faktu, že stres v tehotenstve spôsobuje fyziologické zmeny, ktoré pôsobia proti normálnej maskulinizácii mužského mozgu.
Fetálne náhle vzplanutie testosterónu, ktoré normálne maskulinizuje potkaních samcov, sa objaví niekoľko dní pred narodením (asi 19 dní fetálneho veku). Pod vplyvom podmienok stresu v tehotenstve sa naruší rozhodujúca kaskáda udalostí, takže sa peak sekrécie testosterónu objaví niekoľko dní skôr ako by sa mal, keď mozgové tkanivo ešte nie je pripravené prijať organizačnú správu. Je to ako keď uzáver organizačnej kamery cvakol bez

toho, aby bolo zložené viečko na objektíve: Hoci sa vylučuje dostatok testosterónu, jednoducho príde príliš skoro a neurálne zobrazenie mužskosti nie je adekvátne otlačené do mozgu. Okrem toho stres v tehotenstve oslabuje enzým, ktorý pomáha syntetizovať terstosterón v gonádach. Delta-3β-hydroxysteriod dehydrogenázy je inhibovaný, najmä okolo 18. a 19. dňa gestácie, keď je enzým normálne k dispozícii vo vysokých hladinách. Podobne aromatáza mozgu, ktorá umožňuje testosterónu zmeniť sa na estrogén, je inhibovaná v tom istom čase. Tieto faktory sa kombinujú takým spôsobom, že mozgy zasiahnutých samcov zostávajú podobnejšie samičím. Napríklad SDN-POA sa feminizuje kvôli nedostatku normálnej typicky samičej progresie buniek v tejto arey, keďže chýba efekt estrogénu pri podporovaní rastu nervov.

Nedávna práca klarifikovala, či ide o psychologické následky stresu v tehotenstve, ktoré spôsobujú demaskulinizáciu alebo či stačia so stresom súvisiace psychologické zmeny: Zdá sa, že účinok je priamym výsledkom odpovede tela matky na stres. Čo sa týka niektorých významných stresových hormónov, nadbytok sekrécie opioidov (asi β-endorfínu) sa objaví, aby zmiernil demaskulinizujúci efekt stresu. Uvoľnovanie β-endorfíny hypofýzy je čiastočne protiregulačným hormonálnym mechanizmom, ktorý pomáha predchádzať iným nadmerným odpovediam na stres, ako sú tie prameniace zo sekrécie adrenokortikotropného hormónu (ACTH). Možnou úlohou opioidového komponentu v neurovývinoých zmenách indukovaných stresom bolo zhodnotenie jednoducho blokovaním opioidových receptorov počas stresu v tehotenstve s dlho pôsobiacimi drogami ako naltrexon; výsledkom bolo úplné obnovenie maskulinizácie. Abnormality indukované stresom v rôznych biochemických parametroch, akým je redukcia produkcie aromatázy, sa tak isto upravili.

Pretože blokáda opiátových receptorov môže u ľudí mierne zvýšiť psychologické vnímanie stresu, tieto závery naznačujú, že opoidový komponent stresovej odpovede, ako opak akejkoľvek psychologickej odpovede na stresor, je základným elementom v kaskáde udalostí, ktoré vedú k neúspechu fetálnej maskulinizácii. Táto línia výskumu predpokladá, že vonkajšia administrácia opoidov u tehotných matiek môže demaskulinizovať samce, a sú dôkazy na to, že je tomu tak aj u zvierat. Treba sa zamyslieť nad tým, či by sa podobné zmeny objavili u mužských potomkov žien závislých na opiátoch počas tehotenstva. V súčasnosti to nevieme, ale predpoklad je jasný: U chlapcov narodených matkám, ktoré počas druhého trimestra užívali opiáty, by sa dalo očakávať, že u nich bude vyšší výskyt homosexuality, ako u potomkov nie závislých žien.

Ovplyvňuje stres u tehotných vývin ženských potomkov? Predpokladalo sa, že odpoveďou je nie, ale zaznamenali sa nejaké behaviorálne rozdiely u žien. Najpozoruhodnejším je v súčasnom kontexte to, že ženskí potomkovia stesovaných matiek sa prejavujú slabšími materskými tendenciami v porovnaní s tými od nestresovaných matiek – práve naopak aké vzorce sme videli u mužských potomokov, ktorí mali tendenciu byť starostlivejšími. Takéto

zmeny v starostlivosti boli vyhodnotené využitím postupu „senzitizácie“ alebo „konkavity“ /concaveation/, pomocou ktorého majú zvieratá, ktoré ešte nemali pohlavný styk (jedno či samce alebo samice), priamy prístup k potkaním mláďatám. Po niekoľkých dňoch vystavenia (v ich prítomnosti) tieto spočiatku nematerské zvieratá začali prejavovať také správanie ako zachraňovanie mláďat a túliť sa k nim (viď. aj kapitolu 13). Samiciam stresovaných matiek trvalo dlhšie, kým sa u nich prejavil tento typ senzitácie, zatiaľ čo u samcov sa v porovnaní s kontrolnou skupinou prejavilo starostlivé správanie skôr.
Inou naliehavou otázkou je, či sa u detí prejavujú rovnaké zmeny v mozgu, keď sú ich matky vystavené stresu. Hoci je k dispozícii niekoľko pozitívnych nálezov, všeobecne sa považujú za kontroverzné. Napríklad bolo zaznamenané, že jedna vysoko stresujúca historická udalosť, konkrétne roky poklesu šťastia Nemecka počas 2. svetovej vojny, viedla k zvýšenému výskytu homosexuálnych jedincov, na základe neskoršieho merania ich sexuálnej preferencie. Inými slovami, chlapci narodení počas vrcholových rokov vojnového stresu, vykazovali vyšší výskyt homosexuality ako tí, ktorí sa narodili v čase mieru pred vojnou a po vojne. Tak isto sú niektoré práce týkajúce sa úrovne vnímania stresu počas jednotlivých trimestrov tehotenstva k homosexualite u mužských potomkov. Hodnotený stres počas druhého trimestra niektorí výskumníci uvádzali ako súvisiaci s vyšším výskytom homosexuality u potomkov. Samozrejme vedecká obozretnosť vždy odporúča pokúsiť sa extrapólovať zvieracie údaje na podmienky ľudí. Ako jeden vedec, ktorý urobil veľa takýchto prác, ukázal, Optimistické závery, ... že tento (napr. stres) symptóm poskytuje priame vysvetlenie homosexuality u mužov, by mal byť prijatý s určitou obozretnosťou. Zároveň však trvanie na tom, že tieto zistenia nemajú žiadne implikácie na záležitosti ľudí, je podporovaním excesívneho obozretného postoja k zásadnej dynamike ľudského tela a mozgu.
Jedným slovom, dokonca aj keď environmetálne vplyvy jasne modifikujú niečie sebavnímanie, zdroje pohlavnej identity, ako genetické pohlavie samé, sú z ťažka zakorenené v biológii. Hoci by bolo pochabé usudzovať, že sexuálne preferencie sú plne kontrolované prírodou, viac už nemôžme nebrať do úvahy vrodené biologické vplyvy. Dôvod, prečo sa tieto faktory počas predchádzajúcich ér krížového sexuálneho (cross-sex) výskumu neposudzovali kompletnejšie, bol, že snahy väčšiny výskumníkov sa viac zameriavali na úlohu hormonálnych vzorcov, ktoré sa objavovali počas aktivačnej fázy sexuality pri nástupe puberty, ako na tie, ktoré sprevádzajú organizačné fázy fetálneho vývinu. Očividne tieto skoré hormonálne sekrécie sa stále ťažko študujú u ľudí, takže sa musíme uspokojiť so zlomkami nepriamych dôkazov, ktoré sa môžu zhromaždiť z klinických dôkazov.

SEXUÁLNE SPRÁVANIE MUŽOV A ŽIEN: AKTIVIVAČNÁ FÁZA

Odtlačok, ktorý vznikne v mozgu u mužského a ženského plodu vplyvom raných hormonálnych prílivov, sa naplno rozvinie počas puberty (obr. 12.4). Vášnivé (zanietený,

náruživý, nadšený – passionate) potenciály nervového systému sa oživia obnovenými prílivmi sekrécie hormónov. Keď zvieratá kopulujú, neuróny rozsiahlych oblastí mozgu sa „rozsvietia“, ako je vidieť prostredníctvom Fos imunocytochémie. Oblasti sú rozšírené v mediálnyej subkortikálnej zóne, ale hlavne o oblastiach, ktoré majú vysokú koncentráciu hormonálnych receptorov. Tieto oblasti mozgu produkujú transmitery, čiastočne pod kontrolou pohlavných hormónov, ktoré sú dôležité najmä kvôli normálnej sexualite. Rozmanité kontroly – emocionálne, kognitívne, behaviorálna a fyziologické – musia byť očividne z hľadiska vhodného sexuálneho správania u oboch, u mužov aj u žien, zosynchronizované. Takže vedecký pokrok v tejto oblasti bude rásť v závislosti od našej schopnosti objektívne rozumieť a objektívne kvantifikovať tieto rozličné komponenty prehľadaním/preskúmaním našich pervazívnych metodologických problémov, s neopomenutím kulturálnych predsudkov. To významne sťažuje relevantný ľudský výskum. Najzreteľnejšími znakmi sexuality sú behaviorálne znaky a existujú vynikajúce techniky študovania apetetívnych (proceptívnych) a komnzumatórnych (receptívnych) aspektov sexuálneho správanie u nižších živočíchov. Preto sa tu z veľkej časti zameriam na správanie laboratórnych potkanov. Nesmieme však zabudnúť na to, že dokonca aj v laboratórnom výskume mozgu sa oveľa viac prác venovalo konzumatórnym (napr. kopulačným) komoponentom ako preceptívnym, dvoriacim alebo apetetívnym komponentom sexuálneho správania. Dokonca bohužiaľ viac empirických prác skúmalo samčie skony (náchylnosť) ako samičie, a tak naše faktické správy zostávajú trochu nesúmerné. Tento pohlavný predsudok zodpovedaný v otázkach sa postupne zmenil, keď do tejto oblasti bádania vstúpilo viac výskumníkov žien.

Vo všeobecnosti skúsení potkaní samci, ktorí boli vo svojich klietkach sami, boli vždy pripravené na trochu sexu. Na druhej strane samice neboli. Potkanie samice majú 4-dňový sexuálny cyklus (estrus – stav alebo obdobie zvýšeného sexuálneho vzrušenia a aktivity) a len na niekoľko hodín počas estrusových dní sú ochotné participovať na kopulácii. U väčšiny druhov sa prírody uistila, že sexuálne vzrušenie u samíc je pevne koordinované s vrcholom plodnosti.

Niekoľko druhov, vrátane ľudí, nevykazuje túto korešpondenciu a ľudksé samice môžu byť citlivé počas celého mesačného cyklu. Inými slovami ľudské samice vykazujú „utajenú ovuláciu“ s nie jasným estrusovým cyklom, čím je sexuálne správanie okolo vrcholu mesačného cyklu menej pravdepodobnou udalosťou, ako je tomu u väčšiny iných druhov. To znamená, že sexuálne túžby a pravdepodobnosť oplodnenia sa u nášho druhu do značnej miery oddelili, čo môže napomôcť podporeniu k investovaniu muža a vytvoreniu párovej väzby s jednotlivou ženou. Inými slovami, samci u ľudí nemôžu na základe žiadnych vonkajších znakov identifikovať, ktorá samica ovuluje. Takže kvôli reprodukčnému úspechu

musí byť dlhší čas viac pozorný, láskavý voči potrebám jednej samice, než je to charakteristické pre väčšinu cicavcov.
Ak je ľudksá samica ochotná ponúknuť dostatočné sexuálne uspokojenie jednému samcovi, redukuje sa možnosť, že bude plytvať alebo investovať svoje zdroje inde. Toto by mohlo očividne dať sexualitu ľudských samíc mimo tej, ktorá sa pozorovala u väčšiny iných druhov. To by však mohlo byť ovplyvnené veľmi miernymi zmenami v motivačnom substráte, akým je zmena na mužský vzorec testostrónovo mediačného eroticizmu, pričom sa zachovali ostatné subkortikálne princípy ženskej sexuality zhrnuté vyššie. Taktiež musíme pamäť na to, že neurálne programy sexuality u ľudí sú oveľa viac „otvorené" pre vyššie mentálne ovplyvnenie ako u iných druhov. To je dôležité hlavne vtedy, keď sa priblížime k stereotypnému sexuálnemu správaniu, ktoré vykazujú samci väčšiny druhov.
U potkanov a väčšiny iných cicavcov je všeobecnou stratégiou samcov (uľahčenou testosterónom) vykazovať veľmi vytrvalé vyhľadávanie mnohých sexuálnych interakcií (pre tento vzorec správania sa začal používať termín „cruising" - zábavná plavba, lietať, plávať, križovať) sprevádzané vyžarovaním mohutných, ráznych overtúr (predohra) (vzorce dvorenia, ktoré sú charakteristické 50 kHz vokalizáciou), ktoré keď samica nenamieta, kulminujú do stereotypného konzumačného (alebo kopulačného) správania. Počas tejto finálnej fázy, samce nasadnú zozadu na samice, dotýkajú sa jej slabín prednými labami, aby vzrušili chrbát (arched-back), zvýšením receptívneho postoja zadku, stehien nazývaný lordóza. Hneď na to potkaní samec začne so súborom rýchlych vrážajúcich pohybov nazývaných zavádzanie (penisu do pošvy – intromissions), ktoré ak sú správne prevádzané, vedú k zavedeniu penisu do vagíny. Po sérii intramisií samec ejakuluje, čo je sprevádzané „hlbokým zavedením, preniknutím" a potom „odpadne", často sa zvalí počas tohto procesu. Potom sa venuje osobným záležitostiam s intenzívnou starostlivosťou o svoju genitálnu oblasť so zmenenou zamietajúcou (odmietajúcou) vokalizáciou na 22 kHz (alebo „Nemám náladu"). Podľa všetkého je toto všetko sprevádzané rozličnými emocionálymi zmenami, ale na tieto stavy môžeme usudzovať len z vonkajších znamení, akými sú zmeny v hlasových vzorcoch a špecifické afektívne merania ako test preferencie miesta.
Sexuálne vzrušená potkania samica má k dispozícii paletu aktívneho správania, aby prilákala, pritiahla samcov. Toto „koketné" apetenčné alebo proceptívne správanie sa zdá byť navrhnuté na to, aby zaujalo pozornosť samca a nalákalo ho k sledovaniu a venovaniu sa jej. Najzreteľnejším správaním u potkanov je opakované behanie k a od samca alebo skončiť so skákajúcim a „poletovacím" spôsobom s krútením hlavy a množstvom vokalizácií o 50 kHz. Veľa z tohto správania takisto charakterizuje správanie pri prosení o hru, ktoré predchádza zápaseniu hravého klbčenia u mláďat (viď. kapitola 15). Ak je samec vzrušený a usiluje sa o samicu a nasadne (vyskočí) na ňu, samica mu uľahčí prístup: keď sa dotkne jej slabín, samica zaujme lordózny postoj – ktorý, aby sme rozviedli predchádzajúci popis, pozostáva

z momentálnej rigídnej nehybnosti s napomáhajúcim klenutím chrbta tým spôsobom, že zadok sa vyvýši a chvost je laterálne pretiahnutý, aby dovoľoval samcovi intromisie a ejakulovať.
Jedným z bežných meraní samičej sexuálnej receptivity je kvocient lordózy, ktorý je pomerom množstva nasadnutí (vyskočení) potrebných na vyvolanie lordózneho reflexu. Veľa sa vie o tom, ako mozog hlodavcov rozvíja tento reflex, ale na nešťastie je tu nedostatok informácií o mechanizmoch mozgu, ktoré sprostredkovávajú aktívne apetenčné komponenty sexuálneho správania samíc. Keďže samice nevykazujú žiadne behaviorálne komponenty podobné ejakulácii (či zažívajú čokoľvek ako orgazmus je neznáme), je oveľa zložitejšie uvažovať o charakter sexuálnych zážitkov u potkaních samíc ako u samcov. Stručne povedané, charakter sexuálnej odmeny u samíc zostáva nie tak dobre pochopená, ako sú podobné procesy u samcov.

FYZIOLOGICKÉ SUBSTRÁTY SEXUÁLNEJ AKTIVÁCIE U SAMÍC

U väčšiny druhov (pravdepodobne dokonca ľudí) hormonálne zmeny, ktoré periodicky pripravujú vajíčka na oplodnenie (napr. postupné zvýšenie estrogénu nasledované rýchlym nárastom progestrónu), pripravujú aj mozog samíc na zvýšenú sexuálnu receptivitu. Tá pozostáva z niektorých samostatných neuropsyhologických zmien, vrátane (1) zníženia agresivity voči sexuálne vzrušeným samcom, (2) aktívnej tendencie o snahu získať pozornosť samcov a (3) senzibilizácie kopulačného reflexu lordózy u samíc. U mnohých druhov je ovulácia sprevádzaná jasnými vonkajšími znakmi sexuálnej pripravenosti, akou je opuchnutie a sčervenanie anogenitálnej oblasti alebo produkcia atraktívnej vône (odóru). V laboratóriu sa dá využiť skúsený potkan ako detektív na určenie samíc, ktoré sú v plodnom období: Vynaloží oveľa väčšie úsilie na preskúmanie anogenitálnej oblasti receptívnych samíc ako nereceptívnych, a ak mu dovolia, rýchlo bude nasledovať kopulácia.
Je jasné, že lordózny reflex samíc zahŕňa mechanizmus chrbtice, ktorý je pred-senzitizovaný vyššími mechanizmami mozgu, aby reagoval na hormonálne vzorce, ktoré napomáhajú utváraniu sexuálnej receptivity. Toto je preto, že latencia lordózneho reflexu od momentu stimulácie slabín je kratšia ako vedenie rýchlosti potrebnej pre neuróny chrbtice, aby poslali informácie hore do mozgu a späť do miechy. Tak je fyzická receptivita samíc nastavená pripravenosťou potenciálov, ktoré sa objavia z vyšších oblastí mozgu. Kritické okruhy, ktoré senzitizujú lordózny chrbticový reflex cez posilnenie zostupných vplyvov, vychádzajú z centrálnej šede stredného mozgu a ventromediálneho hypotalamu (VMH) – oblastí mozgu, ktoré ako sme videli pred tým, sú veľmi zahrnuté do regulácie energetickej rovnováhy, ako aj do rozvinutia mnohých iných emócií (naznačujúc spôsob, ktorým by mohla byť sexuálna pripravenosť ovplyvňovaná inými emocionálnymi a motivačnými procesmi). Ukazuje sa

pravdepodobným, že znížený príjem potravy a zvýšená sexuálna receptivita samíc počas estrusu odráža všeobecný efekt hormonálne indukovaných senzitívnych zmien v týchto oblastiach mozgu. Nemusí mať význam, že u vyhladovaných zvierat je menšia pravdepodobnosť k páreniu ako u dobre najedených, a väzba medzi energetickou rovnováhou a pripravenosťou k páreniu môže byť neurálne „dohodnutá“ priamo v rámci VMH. Očividne je nerozumné snažiť sa o reprodukciu, keď sú energetické zdroje nízke a príroda sa uistila, že je nepravdepodobné, aby sa to stalo.
Ako už bolo naznačené, hormonálnymi vzorcami, ktoré vyvolávajú receptivitu u samíc, sú vysoko cirkulujúce hladiny estrogénu nasledované rýchlym zvýšením progesterónu (ktorý sa typicky vyskytuje, keď príde vajíčko do vajcovodov). Sexuálna reciptivita môže byť u potkanov spoľahlivo vyvolaná, ak sa simuluje tento hormonálny vzorec vhodným režimom injekcií. Naopak, samice ľudí si ochotné viac ako väčšina iných cicavcov dopriať si sex nezávisle na ich hormonálnom stave, ale takisto jasné, že je nutné vykonať lepšie štúdie týkajúce sa sexuálne-emočnej motivácie žien, pred tým, ako vylúčime dôležitosť hormonálnych fluktuácií. Prinajlepšom samice ľudí vykazujú len mierne počas ovulácie trend zvýšenej receptivity. Samozrejme, ako uvidíme, hormonálna kontrola sexuality samíc môže byť u ľudí značne odlišná ako u ostatných druhov. Takisto v súčasnosti nie je dosť štúdií analyzujúcich pocity (zážitky) erotizmu u ľudí ako funkcie menštruačného cyklu, aby sa priblížili akékoľvek definitívne závery týkajúce sa úlohy ovariových hormónov pri zmene prychologických reakcií súvisiacich so sexualitou.

NEUROCHEMICKÁ AKTIVÁCIA SEXUALITY U DOSPELÝCH: EROTICKÉ HORMÓNY SAMCOV A SAMÍC V AKCII

Hoci sme začiatočníci v porozumení toho, čo pre mozog znamená byť maslinizovaný alebo feminizovaný, aké typy dynamických neurochemických zmien vlastne sprostredkovávajú sexuálnu túžbu u samcov a samíc v dospelosti? Keďže je príbeh komplexom a stále v predbežných fázach vývoja, obmedzím svoje diskusie na niekoľko kľúčových príkladov chemického prostredia mozgu, ktoré boli zvážené na predchádzajúcich stranách. Toto chemické prostredie bude takisto dôležité v nasledujúcich kapitolách iných sociálnych emócií. Ako bolo uvedené v kapitole 11, samčí mozog má viac AVP, hlavne v neurónoch umiestnených v niekoľkých častiach mozgu, vrátane amygdaly, septálnej oblasti a anteriórneho hypotalamu. Hladiny AVP v niektorých z týchto okruhov sa zvýši ako mláďatá prechádzajú pubertou a začnú sa prejavovať sexuálne potreby. Tieto chemické systémy pomáhajú posilniť trvalé charakteristicky samčie správanie, aj agresívne aj sexuálne. Samozrejme, keď je extra AVP umiestnené do POA u samcov hlodavcov, obsesívne strážia a značkujú svoje teritórium a stanú sa značne bojachtivými. Toto je to isté správanie, ktoré je

zvýšené nástupom puberty a testosterónu. Taktiež je poškodené po kastrácii. Samozrejmé, ako už bolo spomenuté, ak je táto časť mozgu poškodená, rýchlo sa poškodí sexualita samcov, kým sexualita samíc zostane do značnej miery neovplyvnená. U samcov, ktoré sa kastráciou stali sexuálne lenivé, môže byť sexuálna dychtivosť obnovená umiestnením testosterónu priamo do tejto oblasti mozgu. To je možné len sčasti, pretože testosterón stimuluje výrobu AVP v okruhoch kontrolujúcich sex cez priamy vplyv na genetický aparát, ktoré kóduje prejavenie sa AVP. Blízkosť okruhov kontrolujúcich sexualitu a agresivitu v mozgu samcov by nás mohla viesť aj k zastaveniu a obdivu nad možnosťou funkčných vzťahov.

V určitom zmysle je toto samčou dilemou: Hormonálne stimuly, ktoré podporujú sexualitu, takisto zvyšujú určitý typ agresivity. Ak samce zvierat kastrované, značne sa poškodí aj ich sexuálne nadšenie/horlivosť, aj ich útočnosť, tak ako to robia hladiny AVP takmer v polovici neurálneho systému v mozgu. Hoci sexuality môže pokračovať aj bez AVP v mozgu, je lenivá, s nedostatkom vysokej úrovne vytrvalosti charakteristickej pre sexuálne vzrušených samcov. Keďže kastrácia vedie k značnému poklesu sexuality u normálnych samcov, vedie k rýchlemu zastaveniu sexuality u geneticky oslabených zvierat, ktoré majú v mozgu zo začiatku málo vazopresínu (napr. potkany druhu Brattleboro).

Počas sexuálnej aktivity sa do cirkulácie z hypofýzy uvoľňuje AVP počas anticipačnej fázy sexuálneho vzrušenia samcov, ktorá predchádza ejakulácii (obr. 12.6), a AVP sa zdá byť dôležitejšie pri sexuálnom cravingu samcov ako samíc. Samozrejme, keď sa samiciam v mozgu umelo zvýši AVP, sexuálna receptivita klesne. Snáď prítomnosť tohto samčieho sexuálneho faktoru narúša sexualitu samíc tým, že zostanú agresívnejšie (viď. kapitola 10). Samozrejme, že krátko po pôrode sa zvýši v mozgu samíc AVP, a snáď táto neurochemická zmena napomáha pripraviť cestu pre materskú agresivitu. Pochopiteľne má AVP iné funkcie v mozgu, vrátane celkového vzrušenia/nabudenia, pozornosti a snáď niektorých foriem pamäti, hlavne sociálnych spomienok. Nemalo by nás prekvapiť, že len málo okruhov v mozgu samíc obsahuje tento peptid. A tak keď výskumníci predpokladali, že AVP je prevažne samčím sexuálnym faktorom, je nutné mať na mysli, že hovoria len relatívnych termínoch. Naproti tomu mozog samíc obsahuje viac oxytocínových neurónov ako mozog samcov a genetická výroba oxytocínu je pod kontrolou hormónu vaječníkov estrogénu. Úloha tohto neuropeptidu pri sexualite nie je taká nevyrovnaná, ako tá vazopresínu v mozgu samcov. Zavedenie oxytocínu priamo do mozgu môže zvýšiť sexualitu aj u samcov, aj u samíc, ale zjavne iným spôsobom. U samcov oxytocín podporuje schopnosť erekcie a uvoľňuje sa do cirkulácie vo veľkých množstvách pri orgazme (obr. 12.6). Nanešťastie nie sú k dispozícii žiadne porovnateľné údaje u samíc. V každom prípade je v súčasnosti uvoľnovanie oxytocínu v mozgu kľúčovým kandidátom na to, že je podporovateľom rozkoše orgazmu a takjednuým z mediátorov behaviorálnej inhibície všeobecne pozorovanej u samcov po kopulácii.

Je určitá krása vo fakte, že oxytocín, prevažne neuromodilátor u samíc, je dôležitom hráčom hlavne v záverečných komponentoch orgazmu sexuálneho správania u samcov. V tejto úlohe môže umožniť porozumieť si navzájom obom pohlaviam. Samozrejme, mohli by sme vidieť, že sexuálne aktivita môže povzbudiť tento chemický systém v mozgu samcov, a tým napomôcť podporeniu starostlivého správania (viď. kapitola 13). Keďže oxytocín moduluje fázu orgazmu sexuálnej aktivity u samcov, zdá sa, že u samíc je dôležitý aj vo fáze dvorenia, ja v kopulačnej fáze. V menej klinických termínoch, aktivuje koketnosť aj sexuálnu túžbu u samíc. Tieto túžby sú pravdepodobne podporované špecifickými zmenami v špecifických častiach mozgu.

Ako už bolo spomenuté, veľkou oblasťou mozgu, odkiaľ vychádza senzibilizácia sexuálnej nedočkavosti/dychtivosti u samíc, je ventromediálne nuklues hypotalamu (viď. obr. 12.5). Dlho sa vie, že táto oblasť je jedinečne dôležitá pre normálnu receptivitu samíc. Poškodenie môže vážne narušiť sexuálnu vnímavosť, zaitaľčo u samcov má na sexualitu malý vplyv. Teraz vieme, ako sa to deje. Pohlavné hormóny, ktoré pripravujú telo na oplodnenie, takisto dramaticky zmenia neurochemickú citlivosť v tejto časti mozgu. Samozrejme, hormonálne idukovaná receptivita (napr. po niekoľko dní podávané estrogénové injekcie, po nich podaný progesterón niekoľko hodín pred behavioránym testovaní) vedie k nesporným anatomickým a neurochemickým zmenám v mediálnom hypotalame. Hlavným neurochemickým princípom sprostredkujúcim túto zmenu je oxytocín. Pripravenosť hormónov (práve ako normálny estrus) vedie k polyferácii oxytocínových receptorov v mediálnom hypotalame, ako aj k expanzii dendritických centier, ktoré sa fyzicky zväčšia, dosiahnutím prichádzajúcich oxytocinergných nervových terminálov, ktoré vznikajú v zadnejších neurónoch. Toto dopĺňa okruh, ktorý senzitizuje lordózny reflex miechy (a podľa všetkého pripravuje psychologicky samice na lákavé, zvodné interakcie so samcami). Predpokladá sa, že otvorenie a zatvorenie tejto brány má podstatný vplyv na afektívne erotické pocity, zážitky samíc.

Receptivita samíc môže byť značne zvýšená zavedením oxytocínu do rôznych oblastí mozgu, ktoré normálne obsahujú oxytocínové okruhy, ale iba ak boli samice adekvátne zásobené estrogénom. Naopak, sexuálnu receptivitu znemožnia oxytocínoví antagonisti zavedené do týchto oblastí mozgu. Samice po blokovaní oxytocínových receptorov nevykazujú sexuálnu receptivitu a aktívne odmietajú nedočkavé kroky samcov. Samozrejme, že vrieskajú a nariekajú, ak sa samec pokúša nasadnúť na ne, dokonca ho môžu napadnúť. Zmätené samce pravdaže zúrivo prenasledujú samicu, pretože ich čuchový zmysel ubezpečuje, že samica musí byť v receptívnom stave. Sexuálne správanie samcov je takisto veľmi narušené oxytocínovými antagonistami, čo opäť naznačuje, že samci a samice majú niektoré faktory kontrolovania svojich sexuálnych túžob spoločné. Môžeme si povšimnúť, že na rozdiel od prípadu vizuálneho podráždenia/vzrušenia u ľudských samcov (ktoré podľa všetkého odráža dobré spracovanie vizuálneho prísunu do tkaniva amygdaly v mediálnych temporálnych

lalokoch), u potkanov je pach samíc pri kontrolovaná sexuálnych túžob nevyhnutnejší ako fyzický výzor.
V súčasnosti vieme priamo len veľmi málo o úlohe týchto chemických systémov pri kontrolovaní ľudksej sexuality (kvôli ťažkému získaniu takýchto dôkazov), ale ako už bolo poznamenané, niektoré zaujímavé paralely sme získali z analýzy plazmových peptidov u mužov. AVP sa zvýši počas masturbačnej fázy vzrušenia, ale rýchlo klesne pri orgazme. Na druhej strane oxytocín zostáva počas úvodného sexuálneho vzrušenia nízko, ale je silne uvoľňovaný počas orgazmu a zostáva vyšší na určitý čas po ňom (obr. 12.6). tieto zmeny pravdepodobne korešpondujú so zmenami erotických nálad, ktoré sa dejú v mozgu – AVP podporovaná sexuálna nedočkavosť a oxytocínom podporované sexuálne potešnie/rozkoš. Primitívne oblasti mozgu cicavcov obsahujú afektívne systémy, ktoré sa vytvorili, aby sa zaručilo, že samce a samice budú vyhľadávať sexuálnu spoločnosť jeden druhého. Ako uvidíme v nasledujúcej kapitole, tieto isté chemické pochody sa zužitkujú pri vybudovaní okruhov, prostredníctvom ktorých sú rodičia eventuálne primäti, aby sa starali o svojich potomkov. Zdá sa, že tieto isté chemické systémy budujú putá medzi matkou a dieťaťom a taktiež môžu upevňovať lásku, priateľstvá a sociálne preferencie u dospelých (viď. kapitola 13 a14). Avšak je ešte veľa čiernych miest v tomto príbehu.
Sexuálne vzrušenie môže dať podklad pre sexuálnu žiarlivosť. Napríklad jedným zvlášť neobvyklým zistením je, že „žiarlivostná“ väzba samca k samici môže závisieť od faktu, že počas sexuálnej aktivity bol v jeho mozgu aktívny AVP. Aspoň u stepných hrabošov, dosiaľ jediného skúmaného druhu, môže sexuálna aktivita zvýšiť pravdeposobnosť, že samec bude napádať potenciálnych votrelcov. Samce, ktorým je umožnené kopulovať, sa stanú agresívnejšími voči ostatným samcom, ktorí vstúpia do ich teritória. Ak sú ale AVP antagonisti umiestnení so mozgu tesne pred sexuálnou aktivitou, nevyvinie sa u týchto poľných myší takýto žiarlivostný postoj. Na drujes strane ako sa do mozgu samcovv prítomnosti samice jednuducho podá AVP, bez toho, aby mu bola umožnená akákoľvek sexuálna aktivita, samec sa bude k ostatným samcom správať výhražne. Ak by niekto chcel generalizovať tieto behaviorálne závery na ľudí, je môžné predpokladať, že tendencie k sexuálnej žiarlivosti sú u samcov podporované uvoľňovaní AVP počas sexuálnej aktivity. Samozrejme, že je nepravdepodobné, aby zvierací behavioristi používali pri interpretovaní svojich práctak subjektívny termín ako žiarlivosť, tak jemná emocionálna záležitosť môže byť ohodnotená len prostredníctvom výskumu na ľuďoch. Avšak pravdepodobnosť, že sa niekedy uskutočnia takéto práce u ľudí, sa zdá byť veľmi malá, ale ak sa objavia orálne účinní AVP antagonisti, môžeme očakávať, že zníži sexuálnu žiarlivosť u mužov.

NEUROCHÉMIA SEXUÁLNEHO POTEŠENIA/ROZKOŠE

kľúčovou emocionálnou otázkou súvisiacou so sexualitou je: Čo znamená, neurochemických a neurofyziologických termínoch, zažívať sexuálne potešenie/rozkoš? Táto otazka sa na báze dostupných dôkazov ťažko zodpovedá a do značnej miery sa musíme spoľahnúť iba na špekulácie. Sexuálne potešenia/rozkoše by samozrejme mohli byť pravdepodobne subkategorizované pod neurologicky odlišné pre a post orgazmové fázy. V súčasnosti nemáme žiadnu absolútnu istotu, že ostatné zvieratá dokonca zažívajú orgazmus. Ľahšie sa dokazuje, že samce zažívajú, pretože vykazujú jasnú odpoveď ekakuláciou, ktorá u ľudí veľmi súvisí s emocionálnym prežívaním orgazmu, čo je ale oveľa ťažšie posúditeľné u samíc. Samozrejme je možné argumentovať, že nie je jasný adaptívny význam orgazmu samíc u tvorov, ktorých sexuálny apetít je hormonálne ohraničený, tak ako sú samice väčšiny druhov cicavcov. Len keď sa objaví väčší sociálny výnos pre rozšírenie sexuality (tak ako v prípade ľudí), bude signifikantý evolučný tlak na objavenie sa rozumného stabilného vzorca orgazmu samíc. Ako bude prediskutované podrobnejšie v nasledujúcej časti, orgazmus sa pravdepodobne vyvinul ako vnútorný signál toho, že sa našiel „Pán Pravý“. Dokonca i keď samice iných druhov nemôžu zažívať orgazmus, niekto netvrdí, že nemôžu prežívať zo sexu radosť. Je pravdepodobné, že pozitívne erotické pocity/zážitky sú u oboch pohlaví očividne kritickými pri udržiavaní sexuálnych aktivít.

Hoci sú okruhy oxytocínu a vazopresínu v mozgu vynikajúcimi kandidátmi na organizovanie oboch, správania a emocionálnych pocitov/zážitkov spojených so sexualitou, sú len dvomi mimoriadne prominentnými kandidátmi v rozrastajúcom sa zozname chemických pochodov, ktoré rozvíjajú libido. Napríklad jeden neuromodulátor, ktorý ešte spomenieme lutenizačný hormón uvoľňujúci hormón (LH-RH), ktorý kontroluje sekréciu gonadotropínov z hypofýzy (viď. obr. 12.4) a je zastúpený rozsiahlym systémom v mozgu, ktorý všeobecne nalseduje oxytocínový neurálny systém. Zavedenie LH-RH do mozgu môže selektívne zvýšiť sexuálnu receptivitu samíc potkanov a je v určitom klinickom záujme určiť, či môže tento agent zvýšiť libido u ľudí. Určitý úspech v liečbe sexuálnych porúch sa dosiahol periferálnym zavedením tohto agentu u mužov aj žien (s pozitívnejším efektom pozorovaným u žien), ale niekto ho ešte nevpichol priamo do ľudského mozgu, aby sa zistilo, či bude mať subjektívny vplyv.

V súčasnosti jedným zo spôsobov, ako môžeme určiť, aké chemické pochody sa podieľajú na sexuálnom odmeňovaní, je prostredníctvom vedenia štúdií o preferencii miesta u zvierat. Jeden prístup, ktorý sa využíval, bolo zhodnotiť preferncie tých miest, kde mali zvieratá príležitosť kopulovať. (v týchto štúdiách bolo zvieratám umožnené mať sex v jednom z dvoch prostredí a samci zvierat trávili viac času na mieste, kde mali sex.) Keďže dopamín aj opioidy sú zapletené do sprostredkovania odmeňovania v mozgu, výskumníci určili, či by mohla byť preferencia miesta vyvolaná sexom modifikovaná buď agentami blokujúcimi dopamín alebo

opiáty. Takéto experimenty jasne naznačili, že pri tlmení sexuálnej odpmeny u samcov je efektívnejšie blokovanie opiátove ako blokovanie dopamínu. Tento efekt bol samozrejme dosiahnutý obmedzeným blokovaním opiátových receptorov v preoptickej oblasti, kde je sutuované sexuálne dimorfické nukleus.
V tomto kontexte je taktiež pozoruhodné, že opiátový narkomani, ktorí „si pichajú“ tvrdé drogy ako heroín, uvádzajú pocity orgazmového návalu s teplým erotickým pocitom situovaným v bruchu, kde droga rozpáli ich systém. Tak sa zdá, že sexuálne potešenie/rozkoš a chuťové potešenie/rozkoš (viď. kapitola 9) sú sprostredkovávané podobnými chemickými pochodmi, ale pravdepodobne v iných oblastiach mozgu. Ale zapletené sú ja ostatné chemické pochody. Napríklad, ako bolo spomenuté na začiatku tejto kapitoly, zavedenie Ach do septálnej oblasti u ľudí vyvolalo pocity orgazmu. Pretože je Ach dôležitý pre tak mnoho mozgových funkcií, nevyužije sa príliš pri liečbe sexuálnych a erotických porúch. Ako už bolo tiež naznačené, je vysoká pravdepodobnosť, že sekrécia oxytocínu vedie k pocitom/prežívaniu orgazmu, mohlo by ale byť, že väčšia časť tejto sekrécie súvisiacej s orgazmom (nepr. Obr. 12.6) je výsledkom súčaného opioidového uvoľňovania v mozgu. Teraz je potrebných viac zvieracích štúdií, ktoré by v tomto type odmeňovania súčasne zhodnotili úlohu rôznych petidových systémov,akým je vazopresín, oxytocín a LH-RH. Všetky takéto štúdie musia kontrolovať efekty sociálneho odmeňovania, ktoré sú nezávislé na sexuálnom odmeňovaní. Okrem toho veľmi naliehavo potrebujeme viac štúdií v týchto líniách, ktoré sa zameriavajú na samičiu stránku sexuálnej interakcie. Kým bude prevedenie takýchto prác veľmi náročné, zostanú subjektívne erotické vplyvy systémov sprostredkovaného sexuálneho správania zakryté rúškom tajomstva.

NIEKTORÉ EVOLUČNÉ ZÁLEŽITOSTI TÝKAJÚCE SA ORGAZMOVÝCH REAKCIÍ U ĽUDÍ

Reprodukčné záležitosti pravdepodobne napomáhali smerovaniu evolúcie rozličných sexuálnych interakcií, ako aj mechanizmov sexuálneho potešenia/rozkoše u každého druhu. Napríklad prečo sú schopné samice ľudí prežiť niekoľkonásobný orgazmus, kým samce ľudí potrebujú obdobia kľudu (napr. postejakulačnú pauzu), skôr ako môžu znova pokračovať v sexuálnej aktivite? To nevieme, ale možno je to tak preto, že telo samcov musí mať čas, aby obnovilo zdroje spermií pred tým, ako malo biologický význam pokračovať v sexuálnej aktivite, zatiaľ čo samice nie sú ničím takto nútené. Prečo samce možu vo všeobecnosti dosiahnuť orgazmus oveľa rýchlejšie a spoľahlivejšie ako samice? Nevieme, ale možno preto, že základné reproduktívne reflexy u mužov (napr. ejakulácia) užšie súvisia s prežívaním orgazmu ako u žien. Reprodukcia byn ebola možná bez mužskej ejakulácie a dá sa ľahko porozumieť tomu, prečo by priblíženie sa k orgazmu u mužov mohlo ešte viac posilniť

sexuálnu aktivitu. K oplodneniu vajíčok zjavne môže, na druhej strane, efektívne prísť bez orgazmu ženy, hoci je možné, že takéto reakcie podporujú extrakciu spermií a poháňanie hore uteriným kanálom a dokonca do vajcovodov.
Keďže sa zdá, že orgazmus ľudských samíc je veľmi nezávislý na jednoduchých reprodukčných záležitostiach, môže súvisieť s viac sociálnymi záležitosťami ako vytváraním pút, väzieb. Z tejto výhody by sa mohlo porozumieť tomu, prečo sú ženy schopné niekoľkonásobných ale menej predvídateľných orgazmov (aspoň pri interpersonálnom sexe) v porovnaní s mužmi. Orgazmu smôže poskytovať novú emocionálnu cestu pre identifikovanie a posilnenie určitých kvalít muža. Machanisticky môže orgazmus žien jednoducho plynúť z mechanizmov v mozgu, ktoré sa vyvinuli, aby sprostredkovali orgazmus mužov; alebo môže byť evolučne sa objaveným stavom, pravdepodobne ako exaptation odvodená z aspektov mechanizmou orgazmu mužov. Očividne je príjemné veriť tomu, že orgazmus mužov a žien je v termínoch neurofyziológie mozgu v podstate rovnaký (práve penis a klitoris sa vyvinuli z rovnakého pôvodného tkaniva), ale zostáva túto zhodnosť dokázať.
Jednou dôležitou líniou dôkazov, ktoré podporujú myšlienku, že erotizmus samcov a samíc u ľudí sa približoval, je zistenie, že sexuálna túžba u žien viac závisí od testosterónu nadobličiek ako u väčšiny cicavcov, ktorých receptivita rozhodujúcejším spôsobom závisí od estrogénu a progesterónu vaječníkov. Ak je orgazmus žien vlastne procesom, ktorý sa teraz vyvinulv zmysle evolúcie, jednou povokatívnou myšlienkou je, že to môže pomôcť ženám identifikovať správne charakteristiky sociálneho pripútavania sa a tak je prevdepodobné, že bude podporovať budúce potreby ženy. Rozhodujúcim faktorom však je, že v súčasnosti to jednoducho nevieme.
Stále je možné, že sa v mozgu sexuálne odmeňovanie u mužov a žien odlišuje v určitých základných smeroch a veľké množstvo neurochemických pochodov, od galaninu po cystokyninu v preoptickej oblasti, môže osvetliť túto dôležitú stránku života ľudí. Bez dobrého zvieracieho modelu sexuálneho uspokojenia samíc však bude najťažšie zhodnotiť takého záležitosti. Takisto keďže je hormonálna kontrola sexuálnej túžby u samíc ľudí tak odlišná od zvierat, môže byť nemožné zaviesť jednoduchý laboratórny model pre tieto procesy.

UČENIE V RÁMCI SEXUÁLNEHO SYSTÉMU V MOZGU: PRÍPAD VTÁČIEHO SPEVU

Ako bolo pozorované pri všetkých ostatných základných emocionálnych systémoch, sexuálne okruhy mozgu môžu podporiť naučené správanie. Samozrejme, že sa dlhý čas všeobecne predpokladalo, že pohlavná identita je naučená, ale v súčasnosti uznávame, že je to v najlepšom z polovice pravda. Hoci nemôžme odmietnuť ľudský výber, najväčšia časť

sexuality je sprevádzaná, ako u ostatných zvierat, typmi neurálnych systémov, ktoré príroda ustanovila v mozgu samocov a samíc. Samozrejme, že to, ako každý organizmus vo svete využíva sexualitu, sa podrobuje veľkou mierou učeniu., hlavne s rešpektom k rituálom nahovárania a špecifických sexuálnych preferencií. Takéto záležitosti sú najprovokatívnejšie zdôraznené nedávnymi objavmi a tom, ako je rozvinutá pieseň v mozgu vtákov (tiež viď. Apendix B).
je typickým príkladom, že samce spievajú, aby prilákali samicu a zahnali súperiacich samcov, ktorí by vstúpili do ich životného priestoru. Pieseň sa obvykle objavuje v období roka, a to na jar, kedy gonády vtákov narastú veľmi rýchlo do maximálnych rozmerov, čo nasleduje po úbytku, ktorý sa objavil počas prechádzajúcej jesene a zimy. Pozoruhodným pozorovaním bolo, že zároveň s meniacou sa veľkosťou gonád, takisto rašili von a vzďaľovali sa podľa období okruhy mozgu, ktoré sprostredkovávajú spievanie. Na rozdiel od tkaniva mozgu cicavcov, mozog vtákov má schopnosť produkovaťnové neuróny dokonca aj v dospelosti. Na jar sú samce vybavené rastúcim množstvom neurálneho tkaniva, hlavne v oblastich mozgu, ktoré vytvárajú spev. Tieto udalosti sú sprostredkované fluktuáciou hladín testosterónu. Keď testosterón klesne, mozog samcov, ktorý spostredkováva návrat spevu a zostáva, v relatívnych termínoch, tak malý ako ich gonády.
O skupinách vyšších štruktúr mozgu u vtákov sa teraz zistilo, že sú pod neurotrofickou kontrolou testosterónu a preukázalo sa, že, že tieto štruktúry nadobudli veľa zo svojich behaviorálnych kompetencií ako dôsledok raného učenia. Hoci je značná rozdielnosť medzi jednotlivými druhmi vtákov, najobvyklejšou témou je, že vtáčia pieseň nie je plne formovaná geneticky; lepšie povedané, u väčšiny druhov je len základná forma druhovo charakteristický „notový zápis“ vložený do geneticky určovaných spojení týchto okruhov. Pre úplnosť, funkcie okruhov musia byť optimalizované prostredníctvom učenia a vtáky musia byť schopné počuť svoje vlastné začiatočnícke pokusy pri vytváraní piesne. Bez skorej expozície svojej vlastnej piesni budú samce väčšiny druhov PASSERINE (malé vtáky žijúce blízko pri zemi, majú nohy so 4 palcami usporiadanými tak, aby pevne uchopili bidlo) (napr. spevavce) vykazovať len malé kúsky piesní ich predkov. Pri chýbaní akéhokoľvek lepšieho rolového modelu sú niektoré druhy schopné priblížiť sa piesňam iných druhov, ktoré počuli počas svojej mladosti, ale väčšina je schopná plne zlepšiť len piesne svojho druhu. A toto zlepšenie vyžaduje skúsenosť. Proces zdokonaľovania sa objavuje v tých špecifických oblastiach mozgu, kde sa môžu neurálne okruhy posilňovať zvyšujúcim sa prílivom testosterónu.
V sexuálnej oblasti, ako v kdekoľvek inde, je jasné, že príroda a starostlivosť idú ruka v ruke so skúsenosťou privádzajúcou organický potenciál geneticky hlboko zakorenených systémov k svojmu plnému potenciálu. Dvorenie a sexuálne štýly ľudí sú obvykle naučené. Vášeň, ktorá ich sprevádza, nie je (naučená). Zdá sa byť pravdepodobné, že biologické faktory majú vplyv ako v skrytých túžbach ľudkého srdca, tak aj vo vtáčích piesňach na jar.

POZNÁMKA NA ZÁVER: Viac o pôvode sexuálnej rozkoše/potešenia

Takže sa spýtajme ešte raz: do akej miery majú tu zhrnuté štúdie zvierat implikácie na ľudské podmienky? Keďže vyššie úroveň vplyvu kortexu v mozgu ľudí poskytuje základné princípy kulturálnej kontroly, môže byť sila subkortikálnych emocionálnych okruhov pri sexuálnej kvalite v živote jednotlivca rozhodujúca – schopnosť podporiť receptivitu a potenciu a mať zážitok intimity a potešenia/rozkoše. Neurovedy eventuálne poskytnú nové formy pomoci pri týchto ašpiráciách ľudského srdca a ďalšie lieky budú účinnejšie ako afrodiziaká z minulosti. Už sa objavili správy o tom, že u ľudí je intranazálny oxytocín schopný uľahčiť sexuálnu výkonnosť. Ako bolo spomenuté skôr, tento peptid je dosť účinný pri zvyšovaní sexuálnej aktivity u hlodavcov, ako samcov, tak aj samíc. Mohol by sa tento poznatok bežne využívať na zvýšenie sexuálneho fungovania ľudí? Môžeme si byť istí, že veľa farmaceutických firiem teraz hľadá nové afrodiziaká, ktoré budú založené na spoľahlivých poznatkoch mozgu cicavcov, oproti neviazaným presvedčeniam z folklóru a približným odhadom antickej tradície. Predaj prášku z rohu nosorožca môže v niektorých častiach sveta pokračovať dovtedy, kým tu je trh s poverami a s časťami tiel ohrozených zvierat, ale takéto praktiky sú založené skôr na viere a sile placebo efektu, ako na spoľahlivých poznatkoch. Ako sme videli v kapitole 8, mozog cicavcov je vybudovaný tak, aby zostavil systémy pre vieru, a ak sú raz upevnené, dá s nimi pohnúť tak ťažko ako s horou.

Jednou molekulou, ktorá má vedecky potvrdené kvality afrodiziaka, je johimbin, ktorý blokuje v mozgu norepinefrínove receptory typu alfa-1_A. Okrem toho sa zistilo, že MAO-Binhibítor 1-deprenyl podporuje sexuálny elán a dlhovekosť u starnúcich samcov potkanov. Hoci je nutné, aby sme sa viac naučili o týchto fascinujúcich systémoch pred tým, ako budeme môcť formulovať užitočné prepojenie so psychiatrickou problematikou, zdá sa, že základné sexuálne potreby sú kontrolované podobnou neurochémiou aj u potkanov, aj u ľudí. Tým ale nie je povedané, že cesta od biológie k správaniu je jednosmerná ulica. Takisto je tu feedback od správaniu k biologickým procesom. Ako pri väčšine komplexných systémoch mozgu, sú komplexné dvojsmerné interakcie medzi mozgom a prostredím, v ktorom pôsobia. Keď ľudia sledovali zmeny sexuálnych hormónov ako funkcie rôznych sociálnych výziev, objavili sa niektoré fascinujúce fenomény.

Zistilo sa, že zvieratá vykazujú pozoruhodne konzistentné hormonálne fluktuácie ako funkciu ich sociálneho úspechu, a podobné zmeny sú evidentné aj u ľudí. Ako bolo spomenuté v kapitole 10, víťazi sociálnych stretnutí typicky vykazujú nárast testosterónu, ktorý je v obehu, kým porazení vykazujú pokles. Je rozumné predpokladať, že tieto zmeny by mohli podporovať neurochemické aktivity, ktoré uľahčujú libido u mužov (a preto zvyšujú ich reprodukčný úspech), dokonca aj keď tieto vplyvy majú byť ešte zdokumentované.

Naopak je v tomto kontexte takisto zaujímavé posudzovať, ako by mohli environmentálne psychosociálne premenné modifikovať fyziologický substrát sexuálnych a reprodukčných tendencií u samíc. Dosiahlo sa veľa fascinujúcich pozorovaní: 1) mladé samice, vrátane ľudských, typicky dospejú sexuálne oveľa skôr, keď do ich prostredia vstúpi cudzí samec. 2) Sociálna stimulácia môže modifikovať úrovne telových enzýmov kontrolujúcich výrobu a spracovanie sexuálnych steroidov. 3) Skupiny samíc primátov, ako aj vlkov a iných druhov, sa snažia o fyziologické ovplyvnenie s ostatnými, aby kontrolovali, ktoré zvieratá sa v skupine budú rozmnožovať (pravdepodobne cez čuchové podnety). 4) Napokon, začíname objavovať, že čuchový zmysel môže byť v ľudskom bytí tiež silno senzitizovaný na určité pachy, ktoré môžu zosynchronizovať sexuálne cykly a tak môžu koordinovať sociosexuálne aktivity.

Ľudia sú vo všeobecnosti menej závislí na čuchových podnetoch pri sexuálnom vzrušení ako väčšina iných cicavcov, ale súčasné práce naznačujú, že sexualita ľudí je stále spojená s určitými telesnými pachmi. Jasnovidecký podnikatelia v priemysle s parfémami venujú veľkú pozornosť týmto zisteniam dúfajúc, že budú profitovať cez výrobu a distribúciu pachov/vôní, ktoré môžu zosilniť nálady, ktoré kontrolujú naše správanie na afektívnej periférii nášho vedomia. Objavujúce sa poznatky týkajúce sa existencie vomeronazálneho orgánu a prídavný čuchový systém bude u ľudí nepochybne silne figurovať pri úspechu týchto snáh.

Konspekt vypracovala: **MUDr. Monika Janíková**

Kapitola 13

Láska a sociálna väzba – zdroje výchovy a materinského správania

Love and the Social Bond: The Sources of Nurturance and Maternal Behavior

Láska prichádza tíško...
Ale spoznáš kedy je tam,
pretože náhle...
Už nie si nikdy sám...
A už nie je žiaden smútok
V tvojom vnútri.

J.W. Anglund, „Láska je zvláštny druh pocitu.“

Centrálna téma

Aj keď existuje veľa zlých foriem rodičovstva, je aj veľa dobrých a výchovných foriem. Odveký záujem tehotnej ženy je neistota, ktorú cíti ohľadne svojej schopnosti vychovať a milovať svoje prvé dieťa. Nech je to akokoľvek, príroda spontánne vedie k starostlivosti o takéto záležitosti, prinajmenšom u nižších živočíchov, tým ako sa rozvíja sekvencia biologických dejov, ktorá vedie k pôrodu dieťaťa. Vyvíjajúce sa fyziologické zmeny, ktoré pripravujú telo na pôrod dieťaťa, taktiež pripravujú matkin mozog na výchovu dieťaťa. U väčšiny živočíchov toto zahŕňa jej rolu primárneho ošetrovateľa. Samce môžu byť cvičené na prejavenie vysokého stupňa opatrovania a výchovy, ale ich starostlivosť je iba zriedkavo tak prirodzená, alebo tak intenzívna ako je to pre matku. Iba pri druhoch kde účasť samca je absolútne esenciálna pre prežitie potomstva, ako je to u niektorých vtákov a pravdepodobne i u ľudí, kde dieťa je bezmocné dlhšie než u ktoréhokoľvek iného živočícha, môže byť opatrovateľské správanie rovnako mocné u mužov, ako je to u žien. Na druhej strane u veľa druhov rýb kde je bežná vonkajšia fertilizácia, otcovia typicky ostávajú dozerať a chrániť vajíčka, kým samičky odchádzajú vábiť ďalšieho prístupného samca. Výchova sa mohla objaviť nezávisle niekoľkokrát v evolúcii rozličných druhov, ale u cicavcov pravdepodobne základný pud prichádza z homológnych mozgových okruhov, aj keď špecifické správanie, ktoré tvorí rodičovstvo, môže výrazne varírovať od druhu k druhu. Ľudia samozrejme prejavujú väčšiu behaviorálnu komplexnosť pri snahe postarať sa o dieťa ako ostatné druhy, ale naše správanie je stále sčasti motivované primitívnym emocionálnym systémom, ktorý zdieľame s ostatnými cicavcami.

Kedy sa motivácia k výchove objavila v evolúcii mozgu cicavcov? Významné evolučné zmeny sa museli objaviť keď sa živočíchy s pudom starostlivosti o potomstvo objavili na povrchu zemskom. Podľa všetkého toto bolo dosiahnuté preto, lebo poskytovaná rodičovská starostlivosť je rozhodujúca kompetitívna výhoda pre prežitie určitých druhov. Ale ako sa mohla výchova vyvinúť zo štádia bez výchovy? Nemôžeme sa posunúť späť v evolučnej histórii, ale vieme, že časť scenára bola napísaná s tými istými starobylými

chémikáliami, ktoré generujú sexuálne pudy. U cicavcov mozgové oxytocínové okruhy ležia v neurálnom jadre počiatočného materského záujmu, ktorý nasleduje po pôrode. Ako sme videli v predchádzajúcej kapitole, táto chémia je potrebná na regulovanie mužskej i ženskej sexuality. Výchovné okruhy v matkinom mozgu a opateru - vyžadujúce okruhy u dieťaťa sú úzko prepletené s tými, ktoré kontrolujú sexualitu v limbických areách mozgu. Táto konfluencia /splynutie/ poskytuje miernu podporu kontroverzným a široko diskutovaným Freudiánskym predstavám infantilnej sexuality a možným vzťahom medzi materskou láskou a ženskou sexualitou. Výchovné okruhy môžu viesť k k rýchlemu učeniu materského správania, ktorý sa potom stane trvalou súčasťou matkinho repertoáru správania. Muži sa tiež môžu naučiť opatrovateľskému správaniu a je zaujímavé, že sexuálna aktivita môže posilňovať antiagresívne, ošetrovateľské substráty v mužskom mozgu. Konečne lúštime starodávne neurosymbolické procesy, ktoré prvé vedú k výchove a sociálnej väzbe v cicavčom mozgu. Táto práca má dôležité dôsledky pre biologické zdroje priateľstva a lásky, rovnako ako sociopatie a psychických porúch emocionálneho kontaktu ako napríklad autizmu. Aj keď ešte máme málo informácií o tom ako operujú tieto systémy v ľudskom mozgu, naše porozumenie týchto sporných otázok v animálnom mozgu je pôsobivé. V tejto kapitole sa budem znova zaoberať pracovným predpokladom, že informácia získaná zo živočíchov sa bude dať primerane dobre aplikovať na porozumenie základných emocionálnych tendencií u ľudí. Pravdaže emócie ktoré sprevádzajú výchovu sú nežné, hrejivé a jemné a v súhrne kortikálne sprostredkované pohnútky ľudských spoločností, ako sociálne city, môžu byť rýchlo nahradené inými pohnútkami. Podobne u ľudí, kde starostlivosť o dieťa je sprevádzaná mnohými nepríjemnými drobnými prácami ako výmena plienok, je niekedy zložité vidieť emocionálne pôžitky výchovy okom úplne bez akejkoľvek zloby. /ujaundiced eye/.

Celkový prehľad ľudskej výchovy

Ľudské spoločenstvá boli svedkami mnohých foriem výchovy. V súčasnosti žijeme v ére orientovanej na dieťa, zatiaľ čo v mnohých predchádzajúcich dobách starostlivosť o dieťa bola tvrdšia a neľútostnejšia, produkovala emočné zranenia, ktoré mohli mať nespočetné /nevýslovné/ účinky na chod ľudskej histórie. Ako Robert Burton napísal vo svojej klasike, *Anatómia melanchólie*: „Ak človek utečie zlej opatrovateľke, môže byť zničený vychovávaným zlom...Rodičia...veľakrát previniac sa, že sú príliš prísni, vyhrážajúci sa, kárajúci, kričiaci, bijúci, alebo otrasní /striking/; pomocou ktorých ich úbohé deti sú tak skľúčené a zastrašené, aké by nikdy neboli...šťastná hodinka v ich životoch.“ Všeobecne sa verí, že kruté včasné skúsenosti môžu modifikovať emocionálne rysy povahy na celý život. Mohli by sme sa vyhnúť mnohým vojnám a iným ľudským tragédiám spôsobeným megalomanickými tendenciami istých individualít a skupín v celej histórii ak by vodcovia boli vrelo vychovávaných ako deti?

Rodičovské štýly stále enormne varírujú od kultúry ku kultúre, závislé na existujúcich tradíciách a ekologických základných statkoch konfrontované rozličnými spoločenstvami. Napríklad nie príliš dávno v určitých arktických pôvodných spoločenstvách, ako sú napríklad Eskimáci Netsilik zo severnej Kanady, dlhodobé spoločenské záležitosti často prevyšovali krátkodobé emocionálne záležitosti. Narodené dievčatká, ktoré mali iba malú nádej nájsť si vhodného partnera, pretože žiadni chlapčekovia približného veku v kmeni sa v tom čase nenarodili, boli ponechané rodičmi zomrieť v snehu iba s malým prejavením nešťastia, alebo

ľútosťou a výčitkami. V našej kultúre sa takéto správanie považuje za zločin. Toto znova ukazuje, že medzi ľuďmi je biológia nie je nevyhnutne osudom, pretože máme možnosť robiť rozumové rozhodnutia.

Pre ľudí je živenie dieťaťa rovnako ekonomická ako emocionálna otázka a ekonomické záujmy často prevažujú. Prednosť tohto je zrejmá aj u niektorých nižších druhov, kde matky zabíjajú niektoré z ich slabších potomkov. Keď zdroje životného prostredia sú nedostatočné, tento zvyk môže zvýšiť pravdepodobnosť úspechu pre prežitie potomstva. Takto je množstvo investícií do potomstva iba čiastočne emocionálnou otázkou. To je jeden z dôvodov, že je tak veľa zmätku a rozmanitosti v praktikách starostlivosti o dieťa v ľudských kultúrach i naprieč rôznymi druhmi /živočíšnymi/.

Zatiaľ čo my v súčasnosti akceptujeme dlhé obdobie závislosti počas detstva, isté africké kmene podnecovali stupne skorej nezávislosti, ktoré sú nevypočuté v našej kultúre. V kmeni Digo z východnej Afriky je väčšina detí naučená chodiť na toaletu už v jednom roku života a skoro potom sú povzbudzované sa správať ako relatívne nezávislý členovia ich pevne stmelenej rozšírenej rodinnej skupiny. V našej jadrovo-rodinnej kultúre, rodičia ročného dieťaťa iba začínajú uvažovať o učení chodenia na toaletu. Na oveľa staršie deti je stále podrobne dohliadané a je im ponúkaná iba malá príležitosť pre nezávislú činnosť vo väčšej komunite. Samozrejme typy výchovy ako u Dingo sa môžu objaviť iba v spoločenských situáciách kde sa celá rodina ?(dedina)? stará o deti. Ako hovorí africké príslovie: Je treba iba jednu ženu na porodenie dieťaťa, ale treba celú dedinu na to ho vychovať.

Mnohorakosť rodičovstva u ostatných druhov je tiež rozsiahla, v rozsahu od častého, vysoko pozorného rodičovstva, ako je to u potkanov ktorí kŕmia svoje potomstvo každých pár hodín a predvádzajú intenzívne hľadacie a záchranné správanie ak mláďatá sú stratené alebo rozptýlené, k veľmi strohému a zriedkavému rodičovstvu, ako u zajacov, ktorý kŕmia svoje odlúčené vrhy iba raz za deň a zdá sa, že nevlastnia motivačnú, alebo neurobehavioránu výbavu na záchranu malých zajačikov, ktoré sú rozptýlené z hniezda.

V našej kultúre sa všeobecne verí, že deti, ktoré prišli z milujúcich a podporujúcich rodín, a ktorým sú poskytnuté veku primerané výchovné výzvy, majú najlepšiu šancu vyrásť do vitálnej a nezávislej dospelosti. Ak to zoberieme z inej stránky, veľa expertov súhlasí, že „bezpečná základňa“ je nevyhnutná pre optimálny osobnostný rast u detí. Chronická neistota pravdepodobne prináša so sebou dospelých, ktorí majú ťažkosti s intimitou a dôverou a pravdepodobnejšie budú predvádzať /to act out - predvádzať, stvárňovať/ ich nedostatok sebaistoty zaťažovaním ostatných svojimi neistotami. Ale čo je podstatou tejto milujúcej a podpornej „bezpečnej základne“, o ktorej hovoria psychológovia? Zrejme je to čiastočne spôsob akým sa rodičia správajú k svojim deťom, ale vedie to tiež hlbšie do našej afektívnej podstaty ako biologických bytostí.

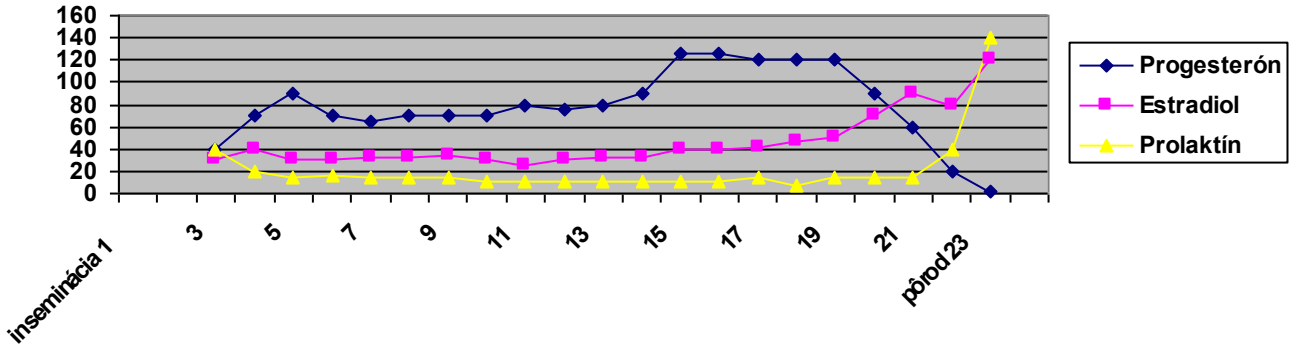
Fyziológia výchovného správania

Aj keď spôsoby vychovávania detí obrovsky varírujú, emocionálne dimenzie sociálnych /vzťahových/ väzieb sú pravdepodobne kontrolované vysoko zakonzervovanými biologickými procesmi, ktoré riadia vyjadrovanie rodičovského aj detského správania a z toho vyplývajúce pocity, ktoré rodičia a deti rozvíjajú jeden pre druhého. Pred narodením ich prvého dieťaťa sa ženy obyčajne obávajú či budú primeranými matkami, ale tieto obavy typicky zmiznú ako keby zázrakom, rýchlo potom ako porodia dieťa.

Súčasné výskumy mozgu poukazujú na to, že sociálne vzťahy sú zakorenené v rozličných chemických pochodoch mozgu, ktoré sú normálne aktivované priateľskými a podpornými formami sociálnych interakcií. Ako bude spracované v tejto a v nasledujúcich dvoch kapitolách, takéto pudy sú kontrolované neuropeptidmi ako napríklad oxytocín a prolaktín, rovnako ako endogénnymi opioidmi ako endorfíny (endo- znamená produkované v tele, nie z vonka a –orfíny znamená podobné morfínu). Napríklad, opioidy napodobňujú účinok heroínu v mozgu a majú silný účinok na naše pocity špeciálne na naše negatívne odpovede na sociálnu izoláciu. Výskum na zvieratách ukazuje, že oba okruhy – oxytocínový i opioidný sú aktivované rozličnými príjemnými pro -sociálnymi aktivitami ako napríklad česanie, hra, sexuálne inerakcie /interchanges/. Takže takéto neurochemické zmeny v mozgu môžu povzbudiť pocity bezpečia u detí rovnako ako rodičovské a sexuálne správanie u dospelých a s tým spojené sociálne emócie, napríklad i lásku.

Pravdaže pre naše rozumové schopnosti sa my ľudia začíname pripravovať na dieťa mesiace pred jeho príchodom, ale stále sa zdá, že tesne pred pôrodom je špeciálny čas, kedy prevládnu silné biologicky podmienené motivácie. Toto je pravdepodobne kvôli mnohým hormonálnym zmenám, takým ako sú zosumarizované v tabuľke 13.1, ktoré ohlasujú pôrod.

Hormonálne zmeny počas tehotenstva:



Tabuľka 13.1 Cirkulujúce hodnoty progesterónu, estradiolu a prolaktínu počas tehotenstva u potkana.

Aj keď tieto dáta sú od potkana, základné vzorce sú dosť podobné s všetkými ostatnými cicavcami a tieto zmeny, umelo navodené, sú známe ako spúšťače výchovy mláďat. Inými slovami, evolúcia nenechala dôležité udalosti rodenia a následnej výchovy a pripútavania na náhodu, alebo rozmar individuálneho učenia.

Všetky cicavce majú neuronálny operačný systém, ktorý sa vyvinul na to, aby im pomohol sa pripraviť na starostlivosť o deti, aj keď niektorý z nich, ako napríklad Netsilikovia spomenutí už skôr, neuplatňujú možnosť hrejivej sociálnej akceptácie pri okolnostiach, ktoré ako veria sa spreneverujú dlhodobej stabilite ich kultúry. Pravdepodobne Netsilikovia, rovnako ako iní rodičia, ktorí opúšťajú svojich potomkov, to robia ešte predtým ako proces vytvárania vzťahu príliš pokročil. Niektoré druhy, ako napríklad potkany a ľudia, majú tzv. „vzťahové okno“ (bonding window), ktoré ostáva otvorené dlhý čas, zatiaľ čo pre ostatných, včítane bylinožravcov ako napríklad ovce a veľa vtáčích druhov, prístup do okna je

uzatvorený niekoľko málo hodín po pôrode. Táto variabilita sa objavuje na reflektovanie motorickej zrelosti mláďat pri narodení. Zvieratá, ktoré sú zvyčajne korisťou sú typicky zrodené mobilnejšie a tak môžu utiecť z predátorského nebezpečenstva skoro po narodení. Tieto zvieratá majú i sklon žiť v čriedách kde sa mláďatá môžu rýchlo osamostatniť od rodičov. Tak sa nutne u oviec musia matky a mláďatá rýchlo naviazať. Predátori na druhej strane sú typicky narodený nezrelí a proces vytvárania vzťahu, nakoniec z pohľadu potomstva môže byť natiahnutý v období dlhšej periódy bez oslabovania ich šancí na prežitie.

Niektoré mláďatá, napríklad mláďatá potkanov sa naväzujú rovnako silno na miesto svojho hniezda, ako na svoje matky. Rovnako aj potkanie matky ochotne akceptujú cudzie mláďatá v ich hniezdach a začínajú sa o ne starať bez väčšej nervozity, alebo agresivity. Ovce a iné kopytníky, na druhej strane, budú odmietať mláďatá ostatných. Navzdory týmto vonkajším medzidruhovým rozdielom, sa v súčasnosti zdá, že ich vzťahové chemikálie sú skoro rovnaké. Iba jednoducho operujú v rôznych časových rámcoch a s rozličnými ekologickými obmedzeniami. Tieto fascinujúce medzidruhové rozdiely tu môžu dostať malú dodatočnú pozornosť, mojou snahou bude sumarizovať zásadné fyziologické princípy, ktoré môžu mať podstatnú medzidruhovú obecnosť, rozširujúcu sa sľubne aj na humánnu úroveň.

Vieme veľmi veľa o opatrovateľských systémoch v cicavčom mozgu a táto kapitola pokrýva niektoré súčasné informácie, ktoré teraz treba integrovať do moderného psychologického myslenia. Niektoré pozoruhodné neurochemické systémy, ktoré podporujú oba druhy správania – sexuálne aj materské a ešte viac subtílnych sociálnych procesov bolo odkrytých vnútri subkortikálnych úsekov vnútorného nervového systému, vrátane oblastí ako Cingulum, septálna oblasť, lôžkové jadro strie terminalis a preoptické a mediálne oblasti hypotalamu spolu s ich príslušnými mezencefalickými projekčnými oblasťami. V súčasnosti sa mozgový oxytocín, opioidy a prolaktínový systém zdajú byť kľúčovými účastníkmi v týchto subtílnych pocitoch , ktoré my ľudia nazývame akceptáciou, výchovou a láskou- pocity ľudskej solidarity a tepla. Aj keď veľa ľudských interakcií a kognitívnych skúseností tiež prispieva k prežívaniu materstva, bez základných náladu a správanie- meniacich neuropeptidov, by tieto zážitky ostali pravdepodobne plytké a bez emočnej intenzity.

Keď majú ľudia nerovnováhu v týchto chemických systémoch, zažívajú citové problémy, ktoré ak sú dostatočne závažné, môžu byť považované za psychiatricky signifikantné poruchy vzťahového (bonding) systému. Napríklad popôrodná depresia a psychóza, ktoré korelujú s vysokými hodnotami cirkulujúceho β-kazomorfínu (opioidný peptid derivovaný z mlieka) nie sú u ľudí zriedkavé. Možno tendencie k sociopatii, charakterizované neschopnosťou zdieľať emócie druhých sú tiež sprevádzané abnormalitami v týchto sociálnych chémiách. To isté môžeme aplikovať u psychiatrických stavov charakterizovaných sociálnymi a emocionálnymi deficitmi, ako ranný detský autizmus. Oba tieto problémy sú oveľa bžnejšie u mužov ako u žien, čo svedčí o nápadných rodovo (gender) -súvisiacich rozdieloch v základných mozgových okruhoch. Bohužiaľ naše porozumenie týmto systémom v ľudskom mozgu je nedostatočné, ale vedomosti týkajúce sa týchto systémov na zvieracích modeloch, sa rýchlo rozširujú.

Pohlavné rozdiely v okruhoch výchovy.

Používam termín opatrovacie (CARE) okruhy, aby som uznal existenciu vnútorného mozgového systému, ktorý podporuje opatrovateľské správanie matiek a občasne i otcov k ich potomstvu. U potkanov plné materské správanie zahŕňa budovanie hniezda, zháňanie

všetkých roztratených mláďat dohromady, spočívať nad nimi a tak ich zahrievať a za prítomnosti laktácie pomáhať mláďatám pri cicaní. Vo väčšine druhov sú matky obratnejšie v týchto činnostiach ako otcovia, pravdepodobne pre vitálnejšie opatrovateľské systémy v ich mozgoch, ale toto by nemalo svedčiť o tom, že samce nie sú schopní výchovy. Ako uvidíme i samce potkanov, špeciálne ak sú mladí, budú v správnych podmienkach predvádzať materský typ starostlivosti.

Očividne, ľudia na rozdiel od väčšiny ostatných živočíchov, môžu vedome oceniť význam starostlivosti o dieťa, ale napriek tejto kognitívnej podpore, otcovia pravdepodobne poskytujú starostlivosť o dieťa inštrumentálnejšie ako matky. Matky sú náchylnejšie sa intenzívnejšie zapliesť do vzťahu s dieťaťom ako otcovia a vykazujú väčšiu vytrvalosť, teplo a túžbu efektívne komunikovať s dieťaťom. Typicky sa viac znepokojujú ak je dieťa v nepohode a toto je evidentné i u zvierat.

Tak teda najväčší rozdiel v ľudskej výchove je na emocionálnej rovine- väčšina matiek má obvykle silnejšie a pozitívnejšie emocionálne odpovede v situáciách výchovy ako otcovia. Pravdaže sú pre toto pravidlo obmedzenia závislé od včasnej mozgovej organizácie u jedinca (viď predchádzajúca kapitola), včasné výchovné zážitky, prevažujúce kulturálne pravidlá a individuálne filozofické perspektívy. Jednako pre evidentné pohlavné rozdiely na biologickej úrovni, budem volať výchovné opatrovateľské (CARE) okruhy, okruhmi materinského správania v kontexte tejto diskusie.

Pre našu schopnosť konceptualizovať sociálne role, ľudské matky a otcovia sa môžu starať o dieťa rovnako dobre, ale iba matka vie poskytovať výživu z jej prsníkov. Je tiež náchylnejšia ponúkať citové puto z emocionálnych hĺbok neznámych väčšine mužov. Vieme, že zo všetkých cicavcov, ktorý boli bližšie skúmaní, je práve samičí mozog pripravenejší starať sa o deti ako typický samčí mozog. Pravdaže to mohla byť evolúcia materinských okruhov, ktorá v začiatkoch viedla bytosti po cicavčej dráhe, ktorá teraz robí nás ľudí sofistikovanými sociálnymi bytosťami, akými sme. Neprekvapuje ak sa široko zaoberáme touto otázkou, že materské pudy sa pravdepodobne objavujú (i.e., were *exaptations)* z podskupiny subkortikálnych systémov, ktoré iniciálne ovládajú ženské sexuálne pudy. To by tiež bolo pochopiteľné, previazať rodičovské emócie v skorších psychobehaviorálnych systémoch, ktoré posmeľujú jednotlivcov stretávať sa za účelom párenia. A tak materinská výchova a vytváranie vzťahov sa mohli objaviť z evolučného „fušovania- vŕtania“ v preexistujúcich procesoch skôr, ako prostredníctvom úplne nových foriem mozgového „inžinierstva“. Ako to formuloval Francois Jacob, laureát Nobelovej ceny v molekulárnej biológii: „Prirodzená selekcia... funguje ako fušer...ktorý nevie presne čo ide vyrobiť, ale používa všetko okolo seba čo nájde... aby vyrobil nejaký druh pracujúceho objektu... Evolúcia robí krídlo z nohy, alebo časť ucha z kúska čeľustí... Prirodzený výber... neprodukuje novinky od piky. Pracuje to na tom čo už existuje.“

To je esenciálny význam exaptácie *exaptation* – utilizácia existujúcej funkcie na iný účel. Pravdaže pre moderné ukazovatele neurovedy možnosť, že je nadvláda sexuálne zaujatých častí limbického systému položilia základy pre rodičovskú starostlivosť a výchovu. Evolúcia týchto systémov tiež priviedla ženy k špeciálnej citlivosti a vnímavosti na krik z nepohody od detí (viď kapitola 14) a interagovanie s nimi intímnejšie a pravdepodobne i hravejšie po celú dobu detstva (viď kapitola 15).

Aj keď nemáme presné dáta pre ľudí na predpoklade, že podobné neurálne riadenie stále ovláda naše najhlbšie sociálne cítenie, venujem nasledujúce dve kapitoly detailnej diskusii o relevantných záležitostiach zvieracieho mozgu. Pre reciprocitu medzi materinským

správaním a systémami potrieb u dieťaťa a dôležitosť týchto systémov na pochopenie normálneho ľudského správania a jeho patológií, vyskytne sa i nejaké prekrývanie materiálov. Premisou bude, že ak vychovávame naše deti dobre (ak sa o ne dobre staráme), majú bázu istoty, pretože ich mozgové chemikálie evokujú príjemný pocit, že je „všetko v poriadku“. Ak sú deti zanedbávané, iné chemické vzorce v ich mozgu prevládnu. Tieto druhé chemické vzorce nepodporujú istotu a sociálnu efektívnosť, ale skôr motivujú správanie založené na pretrvávajúcich pocitoch hnevu a emocionálnej nepohody. Ak tieto pocity pretrvávajú príliš dlho, objaví sa depresia, môžu nastať osobnostné zmeny a najcitlivejšie indivíduá môžu ostať psychicky poznačené na celý život.

Najprv sa pristavme ako sa mohli objaviť nové formy cicavčieho sociálneho správania z preexistujúcich riešení v mozgoch predkov stavovcov, ktorí sa nestarali o svoje mláďatá. Napriek všetkému sa rodičovská starostlivosť rozvinula zo spôsobu života, ktorý bol nerodičovský, spôsobu, ktorý stále prevláda vo svete plazov. Väčšina plazov rodí svoje mláďatá a necháva ich samotné aby sa o seba sami postarali. Aj keď množstvo druhov – napríklad krokodíly- prejavujú nejakú rodičovskú starostlivosť, je to nedostačujúce cicavčím štandardom. Ak jednoducho uvažujeme o tom, že všetky mláďatá prichádzajú na svet pomocou dobre regulovaného pôrodného procesu, bude rozumné predpokladať, že iniciálny impulz pre výchovu môže byť úzko spojený s biologickými mechanizmami, ktoré už existujú pre privedenie mláďat na svet. Pravdaže, ako môžeme vidieť, výchova sa pravdepodobne objavila z neurochemických procesov, ktoré kontrolovali párenie a kladenie vajec u plazov.

Evolučné a sexuálne zdroje materského záujmu: Hypofýzárne peptidy a rodičovské správanie.

Ako bolo spomenuté v predchádzajúcej kapitole, vasotocin je prastará mozgová molekula, ktorá kontroluje sexuálne pudy u plazov. Táto istá molekula, prekurzor cicavčieho oxytocínu, tiež pomáha privádzať plazie mláďatká na svet. Keď morská korytnačka, po tisíckach míľ migrácie, pristane na pláži jej predkov a začne kopať svoje hniezdo, prastaré systémy rodenia sa aktivujú. Hormón vasotocín je vylučovaný zo zadnej hypofýzy na uľahčovanie pôrodu mláďat. Hladiny vasotocínu v krvi matky korytnačky sa začína zvyšovať, keď pristane na pláži a rastie ďalej ako kope jamu dosť veľkú aby prijala veľmi veľa vajec a dosiahne ešte vyššie hodnoty, keď uloží jedno vajce za druhým. Pri skončení jej namáhavej práce ukryje vajcia, kým cirkulujúci vasotocín klesá na bezvýznamné hodnoty (Obrázok 13.2). Jej materská zodpovednosť je naplnená a ona sa opäť vydáva na dlhú cestu morom. O týždne neskôr novovyliahnuté korytnačky sa objavia na svete a vcupkajú nezávisle do mora bez pozorného, starostlivého oka matky, ktorá by ich viedla a chránila.

U cicavcov sa prastaré molekuly, ktoré kontrolujú plaziu sexualitu a kladenie vajec vyvinuli do oxytocínových a arginín-vazopresínových (AVP) okruhov v mozgu (pozri obrázok 6.7 a 12.2). Ako sme prejednali v predchádzajúcej kapitole, oxytocín sa stal prevládajúcim v ženskom sexuálnom správaní a AVP prevláda v mužskom. Teraz tiež vieme, že oxytocín – hormón, ktorý pomáha porodiť cicavčie mláďatá tým, že podporuje uterinné kontrakcie a pomáha kŕmiť ich spúšťaním vylučovania mlieka z tkaniva prsníkov – tiež slúži na uľahčovanie materinských emócií a pridružených tendencií k činnosti v mozgu nových matiek. Jednako tieto psychobiologické účinky sa môžu objaviť iba ak rozmanitosť

fyziologických a hormonálnych zmien súvisiacich s pôrodom, sa prvý krát udiala v mozgu a tele matky.

Prvý kľúč, že existuje vnútorný telový signál na podporenie materinského správania bol fakt, že transfúzia krvi samičky potkana, ktorá práve porodila, môže podnietiť materinské správanie do panenskej samičky. Nie je to ešte úplne jasné, čo presne krvou roznášané (blood-borne) signály sú, pretože oxytocín osamote nemôže vykonávať túto funkciu. Môže to byť celá symfónia hormonálnych zmien, ktorá predchádza pôrod. Ako je zosumarizované na obrázku 13.1, estrogén, ktorý zostal na nízkych hodnotách počas tehotenstva, rapídne rastie ako sa blíži pôrod. Progesterón, ktorý bol počas tehotenstva vysoký, začína klesať. A pravdaže je prítomný strmý rast prolaktínu, ktorý indukuje tvorbu mlieka v ancinárnom žľazovom tkanive matky.

Tieto hormonálne zmeny ohlasujúce nastávajúci pôrod, tiež pripravujú matku na prejavovanie materských pudov pred skutočným príchodom dieťaťa (detí). Ľudské matky bežne prejavujú nutkavé náhlenie pri prípravách doma, niekoľko dní predtým ako dieťa príde a potkanie matky začínajú stavať hniezda a začnú byť dychtivejšie interagovať s maličkými potkanmi. Tieto tendencie sú bežné u veľa druhov a sú špeciálne jasné ak už matka v minulosti porodila. Táto zvýšená materská túžba korešponduje vrcholu troch nedávno spomenutých hormonálnych zmien, dosahujúcich najvyšší bod (apex) niekoľko hodín pred pôrodom u potkanov. Ako bolo spomenuté už skôr, ak niekto spôsobí tento vzorec hormonálnych zmien cestou injekcie, môže tiež podnietiť rozvinutie sa materinskej starostlivosti u panenských potkanov. Prolaktín môže byť rozhodujúca zložka v udržiavaní sledu prirodzeného správania, nie iba preto, že mozgová injekcia prolaktínu vyvoláva opatrovanie a výchovu, ale samičky, ktoré sú nematerinské, pretože im bol chirurgicky odstránený z hypofýzy, sa postupne stávajú materinskými, keď je prolaktín nahradzovaný pomocou injekcií. Ale čo sú relevantné zmeny v mozgu, ktoré vyplývajú z týchto hormonálnych manipulácií?

Aj keď veľa neurálnych zmien vyplýva z takýchto periférnych hormonálnych fluktuácií, zvýšená vnímavosť a citlivosť oxytocínových okruhov v mozgu je hlavným javom. Počas posledných pár dní tehotenstva a prvých pár dní laktácie, sú prítomné mimoriadne zvýšenia počtu oxytocínových receptorov v niektorých oblastiach mozgu, ako aj rasty počtu hypotalamických neurónov, ktoré začínajú spracovávať tento neuropeptid. Oba tieto efekty sú kontrolované zvyšovaním estrogénu na konci tehotenstva a k vyvolaniu dochádza v okruhoch, ktoré podporujú rodičovskú výchovu a starostlivosť. Tieto účinky estrogénu na génovú expresiu syntézy oxytocínu a expresie receptorov môže byť ďalej upevňované stimulačným účinkom novonarodených mláďat, ako aj ďalšími hormonálnymi zmenami v tele.

Tieto zmeny sú sprevádzané dodatočnými úpravami v oxytocínových systémoch. Počas laktácie oxytocínové bunky začínajú medzi sebou komunikovať priamo, cestou vývoja takzvaných *gap junctions* medzi priľahlými oxytocinergnými neurónmi, tým že im umožňujú precízne synchronizovať ich neurálne posolstvá. Tomuto pomáhajú stimuly satia pri dojčení dieťaťa, aby mohli efektívnejšie spúšťať sekréciu oxytocínu z matkinho mozgu, podľa všetkého na podporenie materskej nálady, tak ako jeho vypustenie je nevyhnutné pre uvoľnenie mlieka z prsníkov.

Mozgový oxytocín a materská schopnosť.

Kritická otázka je či a k akému významu tieto mozgové zmeny fakticky sprostredkúvajú afektívne a behaviorálne komponenty materinských pudov. Po dlhý čas sa verilo, že oxytocín nebol esenciálny pre materstvo, kým sa neeliminoval periférny oxytocín (odstránením zadnej hypofýzy u dojčiacich matiek) sa neeliminovalo následné materinské správanie. Bolo to iba vtedy, keď odlišný oxytocitonergický nervový systém nebol objavený v mozgu (viď kapitola 6), táto rola oxytocínu bola opäť vzatá do úvahy. Väčšina príslušnej práce bola doteraz urobená na potkanoch a ovciach a z tohto dôvodu skutočné závery musia byť obmedzené iba na tieto druhy; ale s ohľadom na cesty evolúcie, možnosť, že výsledky sa nevzťahujú na ostatných vrátane ľudí je veľmi malá.

Počiatočné štúdie, ktoré hodnotili schopnosť oxytocínu sprostredkovávať materské správanie boli založili pozoruhodne prudký začiatok materinských tendencií u samičiek potkana, keď tento peptid bol podaný priamo do mozgového komorového systému. Podobné účinky boli pozorované u ovcí. Jednako len dôkazy sa rýchlo stali mätúce a protichodné. Pokým niekoľko výskumníkov bolo schopných spustiť úplné materinské správanie (stavanie hniezd, zachraňovanie a snahu o starostlivosť) u panenských samíc potkana, ďalší neuspeli. Opakovať takéto sklamania bolo veľmi nepríjemné, ale súčasnejšie práce odhalili, že veľa z týchto problémov bolo metodologických.

Normálne, panenské samičky potkana majú tendenciu pokladať pachy novorodených mláďat odpudzujúcou, možno preto aby ich odradila od strácania času kontaktom s cudzími mláďatami. Takto, i keby tieto zvieratá boli v materskej nálade, nemali by predvádzať materské správanie ak odpor preváži materinské pudy. Oxytocín sám nie je zrejme schopný prekonať túto olfaktorickú „nechuť", hoci aj by komplex fyziologických zmien, ktoré sprevádzajú pôrod to celkom dobre spĺňal – menenie čuchovej averzie na atraktivitu. Inými slovami, oxytocín rýchlo spúšťa materské správanie u panenských potkaních samíc iba ak im bolo preventívne zabránené očuchať mláďatá.

Okrem toho aby sme získali mohutný materinský efekt z oxytocínových infúzií do mozgu, panenské samičky potrebujú byť pripravené injekciami estrogénu tak, že príslušné oxytocinergné receptorové pole má šancu proliferovať (prirodzené matky pravdaže pripravuje ich vlastný estrogén, ako bolo opísané už skôr). Konečne a trocha mätúco, oxytocín je efektívny iba ak zvieratá boli prispôsobené na testovacie komory počas niekoľkých hodín, ale nie ak boli úplne prispôsobené počas celého dňa alebo dlhšie. To znamená, že ak zvieratá už majú primerane dobre zavedenú väzbu k miestu, majú ťažkosti vyformovať nové sociálne väzby. Snáď testované zvieratá, ktoré sa iba zoznamujú so situáciou, sú v prechodnom neuropsychologickom stave, ktorý zvyšuje ich motiváciu založiť si novú rodinu a primerane modifikovať ich životné prostredie. V každom prípade pravdepodobnosť, že endogénny oxytocín fakticky normálne podporuje takéto behaviorálne tendencie je potvrdená schopnosťou antagonistov oxytocínových receptorov redukovať nástup materského správania nasledujúceho po prvom pôrode. Prekvapivo táto manipulácia nezruší materské správanie, ktoré už bolo úplne vyvinuté.

Tak ak sú všetky podmienky správne, oxytocín vpravený priamo do mozgu môže vyprovokovať materské správanie, ale celkom isto nie je jedinou zložkou, ktorá to vie urobiť. Ako bolo spomenuté, vpravenie prolaktínu do mozgu tiež facilituje materinské tendencie. Fakticky teraz vieme, že existujú na prolaktíne založené nervové systémy v mozgu a ako bolo

už naznačené, je tu aktívne vychytávanie tohto skôr veľkého peptidového hormónu do mozgu z cirkulácie.

Ako bude diskutované ucelenejšie v nasledujúcej kapitole, materská kompetencia (schopnosť) môže byť zvýšená miernou facilitáciou opioidnej aktivity, aj keď vysoké hladiny opioidov zmenšujú materský záujem, rovnako ako spoločenskosť a družnosť vo všeobecnosti. Súčasne sa zdá byť pravdepodobné, že časť uspokojenia odvodená z primárneho aktu opatrovania sa objaví zo súčasného vylúčenia oxytocínu a opioidov v limbickom systéme, rovnako ako ďalšie chemikálie, ktoré treba identifikovať. Pokiaľ oxytocín môže byť špeciálne dôležitý v iniciálnom spúšťaní materského správania, prolaktín, opioidy a sociálne učenie sú dôležité pri jeho udržiavaní ak sa už materinský vzorec správania objavil.

Skúsenosťou navodené upevňovanie materského správania.

Malo by byť zdôraznené, že dobre zavedené materské správanie viacej už nevyžaduje vyburcovanie mozgového oxytocínu. Blokáda oxytocínu narúša materské správanie iba ak je vykonaná matkám počas pôrodu ich prvého vrhu mláďat. U zvierat, ktorým bolo umožnené materské správanie na pár dní, oxytocínoví antagonisti nemajú žiadny viditeľný efekt na schopnosť materstva. Inými slovami nemôžu blokovať predchádzajúce sociálne učenie.

Schopnosť za pár dní normálnej materskej skúsenosti utužiť materskú kompetenciu (schopnosť) je tiež zreteľná v štúdiách, ktoré sa zamerali na výchovu po poruche jedného z primárnych zdrojov mozgového oxytocínu, nucleus paraventricularis (PVN). PVN lézie vykonané pred pôrodom oslabujú následné materské správanie, ale tie ktoré sú vykonané po pár dňoch normálneho materského fungovania to nespôsobujú. Zdá sa, že učenie, ktoré sa vynorí zo spontánneho používania tohto vnútorného operačného systému mozgu, sa rýchlo stáva funkčne autonómnym, v každom prípade na krátky čas. Inými slovami, keď raz bol návyk upevnený, materské správanie môže pokračovať nezávisle od pôvodných spúšťacích procesov.

Analýza týchto mechanizmov učenia si zaslúži viac experimentálnej pozornosti ako doteraz získalo. Podobné vzorcu, ktorý vidíme pri iných emóciách, veľké množstvo učenia je pravdepodobne kontrolované vo vyšších úsekoch okruhov starostlivosti (CARE), ako predná kôra cingula a lôžkové jadro strie terminális. Je stále otvorenou otázkou či pokračujúca (pretrvávajúca) oxytocínová aktivita je nevyhnutná pre pokračovanie (trvanie) účinného materského správania v dlhších časových úsekoch. Aj keď nie sú žiadne relevantné ľudské dáta pre takéto záležitosti, možno sekrécia oxytocínu počas úspešnej epizódy opatrovania pokračuje pre posilnenie pocitovej skúsenosti uspokojenia v sociálnej interakcii. Občasná absencia takejto satisfakcie (aká sa môže objaviť s centrálne podanými antagonistami) je očividne nedostatočná na odradenie matky od pokračovania v jej materských povinnostiach, keď už raz sa utvorila sociálna väzba a môže kognitívne ovplyvňovať sociálne záväzky.

Jednako by neprekvapovalo ak by materinský elán sa postupne znížil bez posilňovania poskytovaného periodickým vylučovaním oxytocínu v mozgu. Ak toto je ten prípad tak dlhodobá sústavná blokáda oxytocínu môže viesť k pozvoľnému úpadku materskej starostlivosti. Môžeme tiež očakávať, že chronická oxytocínová blokáda by redukovala skúsenosťou indukované materské správanie, ktoré môže byť normálne vyvolané v nematerských zvieratách dlhodobou expozíciou mláďatkám. Ako bude prediskutované neskôr v tejto kapitole, sociálna skúsenosť sama o sebe, bez fyziologického aktu pôrodu je

dostatočná na vyvolanie výchovno-opatrovateľských motívov v panenských potkanoch oboch pohlaví. Jednako rolu oxytocínu v týchto procesoch ostáva empiricky vyhodnotiť.

Rovnako ostáva determinovať či absencia oxytocinergickej transmisie mozgu robí materskú skúsenosť menej uspokojujúcejšou. Toto by mohlo byť testované umožnením matkám opatrovať v jednom prostredí, kým ich mozgový oxytocínový systém je zablokovaný príslušným receptorovým antagonistom a v priľahlom odlišnom prostredí bez blokády. V súčasnosti by väčšina vedcov predpokladal , takéto zvieratá by vykazovali preferenciu miesta len pre prostredie v ktorom plne prežívali ich mozgové oxytocínové systémy v akcii, ale my to ešte nevieme. Pravdaže v našom laboratóriu sme opakovane skúšali získať mohutne podmienenú preferenciu miesta pomocou centrálne podaného oxytocínu, ale neboli sme úspešní. Oxytocín funguje iba keď je doplnený ďalšími sociálnymi podnetmi. Na porovnanie, je ľahké získať jednoduché účinky odmeny pomocou opiátov a psychostimulancií.

Ak to zhrnieme, zdá sa že materské správanie je v úvode vyvolané zmenenou vnímavosťou a synaptickou citlivosťou v mozgových oxytocínových systémoch. Táto citlivosť je spôsobná veľmi významnou proliferáciou oxytocínových receptorov, zmene podobnej tej, ktorá sa objaví v maternici tesne predtým ako nastanú pôrodné bolesti. V mozgu najväčšia proliferácia oxytocínových receptorov je pozorovateľná v lôžkovom jadre strie terminális (BNTS), ak je táto oblasť zničená, materské správanie je závažne poškodené. Štúdie tohto druhu začínajú objasňovať detaily okruhov materskej starostlivosti (CARE) v cicavčom mozgu.

Nervová sústava pre materské správanie.

Konkrétne mozgové okruhy, ktoré kontrolujú rozličné komponenty plného materského správania sa rozprestierajú široko-ďaleko v podkôrových oblastiach mozgu (Obrázok 13.4). Časť sústavy zostupuje z preoptickej arei pozdĺž dorzálnej dráhe cez habenulu do mozgového kmeňa a časť cez hypotalamickú dráhu do ventrálnej tegmentálnej arei (VTA) dopamínového systému a ďalej. VTA komponenty môžu facilitovať všeobecné tendencie zháňania, ktoré sú základné pre záchranu (mláďat) a stavenie hniezd, pokiaľ ostatné dráhy môžu byť dôležitejšie vo výchove a opatrovaní. Napríklad odlišný nervový okruh, ktorý kontroluje vylučovanie mlieka zostupuje z laterálneho stredného mozgu dole do segmentov miechy, ktoré inervujú bradavky.

Je to špeciálne pozoruhodné, že nervová sústava pre materské správanie (estrogén-responzívne populácie oxytocínových buniek) sú situované vnútri dorzálnej preoptickej arei (POA) práve nad mozgovými areami, ktoré rozpracováva samčiu sexualitu. Tieto bunky pravdepodobne kontrolujú výchovu u oboch pohlaví, ale je ich viac u samíc, čiastočne pre induktívny efekt estrogénu. Špecifické ventromediálne zóny hypotalamu, ktoré kontrolujú samičie „lordózne“ správanie (kde oxytocínové systémy tiež proliferujú účinkom estrogénu a progesterónu) sa nezdajú byť nevyhnutné pre materské správanie. Jednako lézie BNTS a blízkej POA môžu eliminovať v podstate všetky aspekty materského správania. Ako bolo spomenuté, relevantné nervové dráhy vystupujú z POA laterálne a zostupujú v mediálnom zväzku (bundle) v prednom mozgu s key terminális nachádzajúcim sa vo VTA.

Bolo stanovené, že oxytocinergické synapsy, ktoré končia na dopamínových bunkách VTA fakticky usmerňujú materinské správanie. Oxytocínové injekcie do VTA môže indukovať materské správanie, zatiaľ čo porovnateľné injekcie sú neefektívne v amygdale, septe, alebo v POA. Poškodenie týchto vzostupných dopamínových systémov môže tiež vážne

narušiť materské správanie, vrátane selektívne-dopamínových neurotoxických lézií VTA, rovnako ako laterálneho hypotalamu a dopamínových cieľových zón v nucleus accumbens. Pravdaže tieto formy poškodenia ohrozuje mnoho iných druhov apetenčného správania. Ako bolo diskutované v kapitole 8, VTA –centrovaný vyhľadávací (SEEKING) systém je nešpecifický apetenčný systém, ktorý môže sprostredkovať rôzne cieľovo zamerané formy správania. Ak toto oxytocín-VTA prepojenie je relatívne nešpecifické, dodatočné oxytocínové vplyvy, možno nižšie v mozgovom kmeni, môžu byť nevyhnutné pre spájanie špecifických motivačných okruhov pre materské správanie, ako napríklad senzibilizácia na afektívne odpovede na špecifické formy somatosenzorických stimulov, ako napríklad satie. Ešte nevieme, kde sú tieto okruhy situované, ale niektoré kľúče k nim existujú. Alternatívne je možné, že oxytocínový vstup do VTA môže vnútorne kódovať subtyp apetenčnej dychtivosti, ktorá je špecificky nasmerovaná smerom k vyjadreniu materského správania.

V akom úseku sú mozgové okruhy pre sociálne väzby porovnateľné s tými, ktoré riadia materské správanie. Je rozumné predpokladať , že neurochemické uspokojenia pôrodu a prirodzených pudov materstva by mali mozog pripraviť na formovanie sociálnej vzťahovej väzby k dieťaťu. Avšak potrebujeme sa pozrieť aj na sociálnu väzbu zo strany dieťaťa a mechanizmy, ktoré môžu byť čiastočne odlišné (pozri nasledujúcu kapitolu na plnšiu diskusiu týchto rozdielov). Práca na takýchto otázkach je iba v začiatkoch, ale zdá sa, že existuje značný prienik medzi dvoma procesmi prinajmenšom na neurochemickej úrovni, dokonca i keď ešte nevieme presne kde v mozgu sa väzbové procesy objavujú. Hlavný neurochemický kandidáti sú v súčasnosti endogénne opioidy a AVP. Neuroanatomicky najlepšími kandidátskymi areami sú vyššie mozgové oblasti, kde poškodenie môže porušiť materské schopnosti (kompetentnosť): amygdala, septálna oblasť a kôra cingula. Čím tieto špecifické mozgové oblasti prispievajú k materskej kompetentnosti (schopnostiam) bude musieť byť vysvetlené sofistikovanejšími psychobiologickými výskumami ako boli doteraz vedené. Iste budeme musieť dávať viac pozor na také otázky ako napríklad, ktoré mozgové mechanizmy sprostredkovávajú sociálne vzťahové väzby, priateľské interakcie, spoločenskosť (družnosť) a rozličné sociálne spomienky, v závislosti od špecifických percepčných a behaviorálnych schopností.

Mozgové systémy pre sociálne väzby.

Sociálne viazanie má enormnú psychiatrickú dôležitosť, pretože ak je nevhodne utvorená, organizmus môže trpieť ťažkými dôsledkami na zvyšok jeho života. Pevná vzťahová väzba sa zdá, že dáva dieťaťu dostatočnú istotu skúmať a objavovať svet a tvár a rozličnosť životných výziev ako sa objavujú. Ako John Bowlby dojemne zdokumentoval v sérii jeho kníh, dieťa, ktoré nikdy nemalo bezpečné zázemie počas detstva, môže prežiť zvyšok života s nestálosťou, neistotou a emočnými ťažkosťami.

Doteraz sme nevedeli nič o neurochemickej podstate sociálnych väzieb. Aj keď všetci ľudia cítia osobnú intenzitu ich priateľstiev, rodinných väzieb a romantických vzťahov, nebol prakticky žiaden spôsob štúdia ako tieto pocity môžu byť zostavené zo špecifických mozgových aktivít. Počas minulých rokov bolo urobených niekoľko prielomov: objav, že neurálne okruhy, ktoré sprostredkovávajú separačnú úzkosť sú pod kontrolou mozgových opioidov a ako už bolo diskutované, rozvíjajú porozumenie neurochemických základov materského a sexuálneho správania. Dodatočne niekoľko skupín výskumníkov začali dekódovať ako synovský/dcérsky imprinting (vpečatenie) a sexuálne naviazanie sú

neurochemicky ovplyvňované v mozgu. Tieto smery výskumu nezávisle napredovali nejaký čas, ale teraz prichádzajú k sebe v celkom zaujímavými spôsobmi.

Prvý neurochemický systém, ktorý ako bolo zistené, uplatňuje silný inhibičný účinok na separačnú úzkosť, je opioidný systém mozgu. Za tohto predpokladu je to silný nový spôsob ako chápať sociálne vzťahové väzby. Sú tu výrazné podobnosti medzi dynamikou závislosťou od opiátov a sociálnou závislosťou (viď obrázok 13.5) a je teraz jasné, že pozitívne sociálne interakcie získavajú časť potešenia z nich tým, že uvoľňujú opioidy v mozgu. Napríklad opioidný systém mladých zvierat je celkom aktívny počas hravého klbčenia a keď staršie zvieratá zdieľajú priateľskú chvíľu vzájomnou starostlivosťou o telo, ich opioidné systémy sú aktivované (viď kapitola 14 a 15). Nakoniec sexuálne uspokojenie (ukojenie) nastáva, prinajmenšom sčasti, uvolnením opioidov v mozgu. Z tohto všetkého je lákavé vytvoriť hypotézu, že jeden dôvod prečo sa ľudia stávajú závislými od externých opiátov (napr. alkaloidov, ako je morfium a heroín, ktoré sa viažu na opiátové receptory), je pretože sú schopné umelo vyvolávať pocity uspokojenia (potešenia, radosti, ukojenia) podobné tým, ktoré sú normálne dosiahnuté sociálne indukovaným uvolnením endogénnych opioidov ako sú endorfíny a enkefalíny. Týmto skutkom sú jednotlivci schopní farmakologicky vyvolať pozitívne pocity prepojenia (oddanosti, náklonnosti, vzťahu), ktoré iní získavajú zo sociálnych interakcií. Nie je to zvláštne, že títo ľudia sa stávajú aj intenzívne pripútanými (klasicky podmienenými) k výbave spojenej s ich drogovými skúsenosťami, alebo, že závislí majú tendenciu stať sa sociálne izolovanými, s výnimkou blížiaceho sa absťáku a zháňania drogy? Pravdaže, pretože opiátová závislosť u ľudí je častejšia tam, kde sociálna izolácia a odcudzenie sú endemické. Výskumníci boli schopní zvýšiť opiátovú spotrebu u experimentálnych zvierat iba tým, že ich izolovali od spoločenstva. Tieto sociálne problémy sú pochopiteľnejšie vo svetle faktu, že pozitívne sociálne emócie a vzťahové väzby sú z nejakého dôvodu v mozgu sprostredkovávané prirodzene sa objavujúcimi návykovými procesmi na opioidnej báze. (Pozri tabuľku 13,5 a kapitolu 14).

Jedným metodologickým problémom v štúdiu sociálneho viazania sa u cicavcov bol nedostatok účinných laboratórnych modelov. Na porovnanie u vtákov existujú skvelé modely. Konrad Lorenz originálne opísal silnú formu sociálneho učenia, ktoré sa môže objaviť v detstve, kedy mladé zvieratá silno „vpečaťujú“ pod dostupnými sociálnymi podnetmi. Novonarodené vtáky druhov, ktoré sa rodia relatívne zrelé (napr. predčasne vyzreté druhy ako sliepky, kačky a husi) sa typicky naučia dychtivo nasledovať prvý pohyblivý objekt na ktorý narazia. Týmto spôsobom obvykle mladé zvieratá začínajú dychtivo nasledovať svoje matky a Lorenz ľahko trénoval divé husi aby sa k nemu správali ako k ich náhradnému rodičovi. Inými slovami novonarodené húsky, ktoré boli oddelené od ostatných husí a bolo im umožnené stráviť veľa podstatného času s Lorenzom, si ho špeciálne obľúbili a sústavne by ho nasledovali akoby bol matriarchom kŕdľa. V dospelosti sexuálne túžby môžu tiež byť vedené týmito včasnými vpečateniami, aby nabrali medzidruhový kurz, ktorý sa zdal z perspektívy človeka, hoci nie evolučnej, byť komický. Napríklad Lorenz živo opísal ako mu dvoril drozd, ktorého vlastnoručne vychovával od detstva. Veľký diel neurovedeckej informácie je prístupnej pri imprintingu, vrátane ukážky špecifických mozgových zmien (viď ďalšia kapitola), ale stále uspokojivo nevieme rozumieť neuroanatomickým cestám a neurochemickým faktorom, ktoré usmerňujú tieto účinky. Veľa bádateľov verí, že vasotocín u vtákov a oxytocín u cicavcov sú kľúčové faktory, ale relevantné dôkazy sú je nedostatočné.

Nech je to akokoľvek, vďaka súčasnému vývoju účinného cicavčieho modelu na štúdium vytvárania vzťahu, pádne dôkazy od laboratórnych potkanov napovedajú, že

centrálny oxytocín môže sprostredkovať vzťahovú väzbu dieťaťa k matke. V podstate experiment spočíval v oddelení mláďat od matky na pár hodín a následne stretnutie sa znova na pol hodinu. Tesne pred každým znova stretnutím povrch brucha matky bol nasprejovaný odlišným pachom (buď citrónovým, alebo pomarančovým), ktorý poskytoval odlišnú zmyslovú kvalitu epizódam stretnutí. V kontraste k tomu, kontrolné zvieratá boli iba znova spojené s chumáčom vaty presiaknutým rovnakou vôňou. Toto sa uskutočnilo v troch následných pokusných stretnutiach, ktoré sa všetky uskutočnili počas jedného dňa. Nasledujúci deň príťažlivosť podmieňovaného pachu a ďalších pachov pre mláďatá bola vyhodnotená použitím rozličných meraní vrátane priblíženia sa v dráhach a testoch preferencie miesta. Čisto iba mláďatá, ktoré boli spojené s mamou vykazovali selektívne priblíženie sa a priťahovanie k vôni, ktorá bola asociovaná so stretnutiami s matkou. Táto príťažlivosť bola kompletne blokovaná u zvierat, ktorým boli podané oxytocínoví antagonisti. Jednako však podávanie oxytocínu zvieratám v dobe keď boli „zjednotené“ s chumáčom vaty nebolo dostatočné k navodeniu takejto príťažlivosti.

Vzhľadom na dôležitosť oxytocínu na materské správanie sa, bol i obrovský záujem o určenie či molekula moduluje negatívne emócie , ktoré sa objavujú zo separácie. Pravdaže ako bolo detailne prediskutované v kapitole 14, oxytocín a vasotocín sa ukázali ako extrémne silné inhibítory kriku z odlúčenia u rozličných druhov, potvrdzujúc, že spoločenský komfort je sprostredkovaný rovnakými chemickými látkami v mozgu, ktoré pomáhajú sprostredkovať materské a sexuálne správanie.

Okrem toho je pozoruhodné, že molekula oxytocínu má zvláštne vlastnosti na zvýšenie citlivosti mozgového opioidného systému. Organizmy typicky vykazujú toleranciu voči opiátom, ako v prípade závislých, ktorí si musia podávať stále sa zvyšujúce množstvá na získanie rovnakej psychickej odpovede. Oxytocín dokáže vývoj tejto tolerancie inhibovať. Možnože sekrécia oxytocínu u kojacich matiek blokuje toleranciu na opioidnú odmenu a takto sprostredkuje dvojitý spôsob materskej skúsenosti k získaniu sociálnych potešení, nie iba priamo aktivovaním na oxytocíne založenom sociálnom odmeňovacom systéme, ale i podporovaním vysokého emočného nabudenia v mozgových opioidných skúsenostiach. Bolo by zničujúce ak by matky stratili svoju schopnosť cítiť intenzívne sociálne uspokojenie z výchovy a starostlivosti keď sú deti ešte stále dosť malé. Mimochodom by malo byť zdôraznené, že samčí pohlavný faktor AVP má malú schopnosť redukovať separačnú úzkosť, ale ako neskôr uvidíme môže facilitovať sociálne spomienky. Súčasné práce u samcov tiež svedčia o tom, že AVP je dôležitý prvok v sexuálnej väzbe, ako ukázali tendencie hrabošov poľných ochraňovať a uprednostňovať spoločnosť určitých samičiek. Samčie stepného hraboša, špeciálneho spoločenského druhu myší, si vyberú trávenie času s tými samičkami, v ktorých spoločnosti zažívali zvýšené hladiny AVP.

V súčasnosti AVP, oxytocín a opioidný systém sa zdajú byť hlavnými hybnými silami v konštrukcii a udržovaní sociálnych väzieb u cicavcov. Vasotocín, ktorý je homológnym peptidom u vtákov, môže tiež byť dôležitým v riadení sociálnych preferencií, ale to ešte doteraz nebolo dokázané. Zvieratá tiež preferujú trávenie času s inými zvieratami, v ktorých prítomnosti zažívali vysokú mozgovú oxytocínovú a opiátovú aktivitu. A tak sa zdá, že priateľstvo je stmelené rovnakými chemickými systémami aké sprostredkujú materské a sexuálne pudy. Možno je to jeden z primitívnych emocionálnych dôvodov, že sme ochotnejší pomôcť rodine a priateľom ako cudzím (fenomén nazývaný sociobiológmi príbuzenský výber „kin selection“). Nie iba to, že sa jednoducho cítime dobre v súvislosti s tými ktorých už poznáme, ale dokonca ich tváre, hlasy a spôsob existencie vtláča mocnejšie

afektívne vpečatenia (imprintings) do našich spomienok. Ako tento vpečaťujúci proces nastáva?

Oxytocín, AVP a sociálne spomienky.

Ako k tomu prichádzame, že príjmame a oceňujeme priateľov nad cudzincov? Hoci odpoveď na túto otázku ostáva komplexná a zle porozumená, môžeme predpokladať centrálnu úlohu pre mozgové chemické procesy, ktoré pomáhajú posilniť a konsolidovať spomienky vytvorené z pozitívnych sociálnych skúseností. Emočne sú tam smerovania k súvislostiam s typom väzbového procesu matka - dieťa, ktorý tu bol diskutovaný, rovnako ako emocionálne systémy, ktoré vytvárajú separačnú úzkosť (viď kapitola 14) a sociálnou hrou (viď kapitola 15). Nech je to akokoľvek, tieto záležitosti afektivity interagujú s rozličnými kognitívnymi mechanizmami špeciálneho účelu.

Pokým ľudia spoznávajú jeden druhého veľmi dobre pomocou zraku a zvuku za pomoci spojení špeciálneho zámeru na rozpoznania tváre a hlasu v zvláštnych areách v temporálnych lalokoch, potkany to obecne uskutočňujú pomocou pachu (čuchu). Tento druh sociálneho rozpoznania bol používaný na vyvinutie účinného zvieracieho modelu na analýzu sociálnych spomienok, rátajúc s tým, že potkany sa zoznamujú pomocou vzájomného skúmania, špeciálne v ano- genitálnej oblasti (ako to robia i psy). Ak sa už zvieratá poznajú, trávia o dosť menej času skúmaním jeden druhého ako ak sú cudzinci.

Znižovanie sociálneho skúmania ako rastie dôvernosť reflektuje sociálne spomienky a umožňuje jednoduchý spôsob na analýzu neurochémie mozgových procesov ktoré sú za tým. Bolo zistené, že podanie AVP skoro po sociálnom stretnutí posilňuje sociálne spomienky (prinajmenšom u samcov, naproti tomu zasa – samičky treba ešte otestovať!). Opačne podanie antagonistov AVP (rozličné molekuly, ktoré pôsobia proti komunikácii na synapsách AVP) môže zablokovať spomienky. Pokým dáta naznačujú, že oxytocín takisto oslabuje konsolidáciu takýchto spomienok, súčasnejšie práce dokázali, že iba veľmi vysoké dávky vyvolávajú takýto účinok. Fakticky nízke dávky oxytocínu, ktoré sú skôr v prirodzenom fyziologickom rozmedzí, tiež posilňuje sociálne spomienky. A tak tie isté mozgové chemické pochody, ktoré facilitujú rozličné priateľské sociálne a sexuálne formy správania tiež pomáhajú upevňovať spomienky, ktoré sa objavujú z týchto skúseností.

Ostáva záhadou presne kde a ako spomienky šírené oxytocínom sú upevňované v mozgu. Jednako zaujímavo hippocampus, ktorý je kľúčovou mozgovou oblasťou na konsolidáciu spomienok má vysokú oxytocínovú a AVP senzitivitu. Je tiež hodné zmienky, že schopnosť oxytocínu spôsobovať erekciu u samcov potkana je zvlášť rýchlo dosiahnutá infúziou neuropeptidu do hippocampu. To je mätúce, pretože hippocampus sa obecne nepovažuje za schopný kontrolovať sexualitu. Nech je to ako chce, táto dilema môže byť ľahko vyriešená ak niekto želá pobaviť možnosťou, že táto manipulácia môže evokovať sexuálne vzrušivé spomienky v „mysli“ potkana.

Oxytocín a spolužitie v mieri (milujte sa, nebojujte! – make love not war!).

Ďalší výskum oxytocínu sprostredkoval ďalší prekvapujúci kúsok neurosociálneho puzzle. Chemické reakcie, ktoré usmerňujú potešenie a rodinné hodnoty sú tiež schopné dramaticky redukovať iritabilitu a agresivitu. Bolo už dlho známe, že ľudské spoločnosti, ktoré podporujú ľudskú blízkosť, dotýkanie sa a slobodné plynutie intimity, majú tendenciu byť vo svete

najmenej agresívnymi. Napríklad bolo dokumentované, že spoločnosti, ktoré prejavujú vysoký stupeň fyzickej náklonnosti voči nemluvňatám a deťom a povoľujú predmanželský sex sú obecne menej fyzicky násilné, pokiaľ ale tie, ktoré sú skromné vo fyzickej náklonnosti a trestajú predmanželský sex majú tendencie byť násilnejšími. Toto pravdaže dáva ťažký údel zmyslu evolúcie: Ak je niekto dobre sociálne uspokojený, je iba malý dôvod bojovať. Akokoľvek banálne to môže znieť, podstata je hlboká a podporovaná výskumom mozgu. Rovnako opioidy ako oxytocín (ale nie AVP!) sú mocné antiagresívne molekuly a majú tiež mocný inhibičný efekt na separačnú úzkosť. Na súčasné účely nám dovoľte sa sústrediť na oxytocínovú časť príbehu.

Podanie oxytocínu redukuje všetky formy agresivity, ktoré boli študované. Možno najneobvyklejšia je infanticída – tendencia živočíchov, zvlášť cudzích samcov zabíjať mláďatá v teritóriu, ktoré úspešne napadnú, čo je zvlášť bežné (zlé) správanie samcov potkana. Oxytocín, či už podaný periférne, alebo centrálne, dramaticky znižuje tieto tendencie. Keďže bolo zistené, že sexuálne skúsenosti umožňujú oxytocínovú syntézu v samčom mozgu, môžeme predpokladať, že prístup k sexuálnemu kontaktu bude u samcov tiež znižovať agresivitu. Pravdaže ako bolo spomenuté v kapitole 10, bol v súčasnosti zistené, že sexuálna aktivita znižuje tendenciu k infanticíde u samcov potkana. Tieto mierumilovné tendencie rastú ako funkcia počtu týždňov, ktoré nasledovali po kopulácii, dosahujúc vrchol tri týždne po sexuálnom styku.

Tento zaujímavý fakt dáva dobrý evolučný zmysel: Samec potkana má v svojom mozgu mechanizmus, ktorý znižuje pravdepodobnosť, že zabije svoje vlastné mláďatá. U potkanov to obyčajne trvá tri týždne od termínu úspešného oplodnenia do termínu pôrodu. A tak to prinúti samca potkana zastaviť sa v svojom spôsobe zabíjania mláďat maximálne v období nasledujúcom 21 dní po sexuálnej aktivite. Ako bolo spomenuté v kapitole 10 (viď obrázok 10.7) toto je presne čo sa stane. Aj keď to ešte nebolo dokázané, že tento účinok je priamo pripísateľný pokračujúcemu účinku dynamiky mozgového oxytocínu, je to isto rozumné miesto pre výskumníkov k hľadaniu fyziologického vysvetlenia. U hlodavcov jednako len bolo dokázané, že voľný prístup k sexuálnemu uspokojeniu môže viesť k obrovskému trojnásobnému zvýšeniu hladín oxytocínu v niektorých častiach samčieho mozgu. Očividne sex vedie u samca k syntéze opatrovateľských a antiagresívnych chemikálií v mozgu. Pravdaže samica je už vybavená hojnou aktivitou v tomto systéme. Možno mozgové zmeny, ktoré privádzajú samčie chemické procesy bližšie k tým samičím je niečo čo privedie samce aby sa stali podporujúcimi a opatrujúcimi otcami. Je to sociálne príťažlivá myšlienka, ale iba neskorší výskum nám povie aký má význam rozvrátenie silného pozitívneho prepojenia , ktoré tiež existuje medzi sexuálnou túžbou a vzbudením samčej žiarlivosti a podporením tendencie k agresivite (viď kapitola 10).

Skúsenosťou navodené materské správanie.

Dáva dobrý evolučný význam pre zvieratá „nestrácať“ veľa úsilia staraním sa o mláďatá iného zvieraťa – čas, ktorý by bol lepšie strávený starostlivosťou o osoh vlastných génov. A tak je mätúce, že samotné vystavenie maličkým nemluvňatám môže vyvolať u niektorých zvierat opatrovateľské správanie, tento fenomén bol značne študovaný u potkanov.

Odkedy sa táto otázka dá skúmať iba u živočíchov, ktoré normálne nepáchajú infanticídu, iba isté individuality môžu byť testované na indukciu výchovy. Tým laboratórnym potkanom, ktoré nepáchajú infanticídu môže byť navodené pozvoľne

nastupujúce materské správanie pomocou jednoduchého manévra – ich opakovaným vystavením maličkým potkanom. Hoci aj nie sú na začiatku touto možnosťou nadšení (čiastočne i pre pachovú averziu diskutovanú už skôr), zvieratá postupne začínajú prejavovať záujem o mláďatká a nakoniec väčšina z nich bude prejavovať dobre zorganizované materské správanie.

Táto umelá indukcia materského správania bola pomenovaná rozličnými autormi ako *konkavácia (concaveation)* alebo *senzitizácia*. Mohlo by to prísť ako malé prekvapenie, že dospelé potkanie panny typicky prejavujú toto správanie rýchlejšie (okolo štyroch až sedem dní). Tento nález ukazuje, že dospelé mozgy ženského pohlavia môžu byť senzitizované omnoho pohotovejšie, ale ešte nevieme ako a kde v mozgu je tento fenomén rozpracovávaný. Zdá sa, že to korešponduje so vzostupom prolaktínu a vylučovaním oxytocínu z hypofýzy. Jedna rozumná hypotéza je, že skúsenosť s mláďatami vedie k zvýšenej génovej expresii tých neuropeptidov vnútri relevantných mozgových okruhoch, ale ostáva to empiricky dokázať. Stojí za zmienku, že u mladých potkanov, ktoré normálne prejavujú krátke prirodzené obdobie veľkého záujmu o mláďatká (možno potkania analógia, alebo dokonca homológia hrania sa s bábikami), *senzitizácia* napreduje rapídnejšie a trocha rýchlejšie u mladých samčekov ako samičiek. Jednako však táto perióda zvýšenej „fascinácie“ mláďatkami má krátku životnosť a počas celej adolescencie dorastajúci potkany nie sú tak veľmi upútavaní mláďatám potkana.

Tendencia mladých potkaních samcov rýchlejšie senzitizovať ako samičiek naznačuje, že organizačný účinok včasných hormónov, ktoré určujú mužský mozog neinhibujú proces senzitizácie. Pravdaže rýchlejšia senzitizácia môže byť pre samcov adaptívnejším spôsobom ako získať včasnú skúsenosť s opatrovateľsko-výchovným správaním, ktoré môžu v neskoršom živote potrebovať. V tomto kontexte je hodnotné znova zdôrazniť, že samci od prenatálne stresovaných matiek (t.j. tie s homosexuálnymi tendenciami opísanými v predchádzajúcej kapitole) vykazujú rýchlejšiu senzitizáciu ako ich „normálne“, nestresované náprotivky. Naproti tomu samičky od tých istých stresovaných matiek vykazujú opačný trend, ich osvojovanie si materských tendencií je oslabené.

Či sú tieto účinky prítomné u iných druhov, ako napríklad ľudí, a či sú spôsobované zmenami vnímavosti mozgových oxytocínových systémov ostáva neznáme. Nech je to akokoľvek, potencionálne implikácie týchto objavov na porozumenie procesom, ktoré prispievajú ľudskému sociálnemu viazaniu sa, rovnako ako problémy vo výchovno-opatrovateľskej motivácii si zaslúžia širšiu pozornosť. Môžu takéto problémy vysvetliť emocionálne ťažkosti a rozdiely temperamentu, ktoré existujú medzi ľudskými matkami? Môžu byť ťažkosti v ľudských vzťahoch vysvetlené narušením tejto neurálnej dynamiky? Majú ľudské matky špeciálnu šancu, kedy sa najefektívnejšie naviažu na svoje deti? Majú matky s ťažkosťami s viazaním sa ťažkosti v nábore (?recruiting?) príslušných mozgových látok? Môže byť v takýchto prípadoch poskytovaná lekárska asistencia? A možno najdôležitejšie, môže byť otcom, ktorí sa zdajú byť inštinktívnejšie menej opatrovateľskí ako matky, navodené aby boli opatrovateľskejší uľahčením istých neurochemických procesov? My v súčasnosti jednoducho nevieme, ale môžeme začať uvažovať o takýchto otázkach. Možnosť, že jednoduché podanie oxytocínu (v mozgu dostupnej forme) bude podporovať sociálne tendencie sa zdá byť veľmi malá. Veľa dynamických zmien v citlivosti vnútri tohto systému spočíva v rozrastaní a lokalizácii oxytocín receptívnych oblastí, ktoré široko varírujú ako vlastnosť druhov a miesto fyziologickej variability.

Druhy sa taktiež široko líšia (rôznia) v temporálnej dynamike procesov sociálnych väzieb. Z nejakého dôvodu to súvisí s tým ako zrelý je potomok v čase pôrodu. Ako už bolo naznačené, zvieratá, ktoré majú veľmi závislé (t.j. nezrelé) potomstvo, ako potkany a ľudia, vo všeobecnosti prejavujú širšie „šance“ na sociálnu akceptáciu ako nezávislé druhy ako ovce, ktoré sa rodia veľmi vyzreté. Všeobecne potkanie matky izolujú svoje potomstvo v hniezdach a prejavujú veľkú mieru tolerancie ak ich deti sú nahradené cudzími. Zdajú sa byť spokojné tak dlho pokým nejaké mladé ostávajú v hniezde, pretože sa zdajú byť viac naviazané na všeobecnú koncept mať deti vo svojich hniezdach ako k ich špecifickým vlastným deťom, podľa všetkého preto, že výskyt cudzincov bol vzácny v ich evolučnej histórii. Na druhej strane u väčšiny bylinožravcov sa rodia deti motoricky vyvinuté a matky musia urýchlene vytvoriť diskriminujúce vzťahy. Ovce sú z tohto pohľadu zaujímavý druh. Matky typicky tolerujú a kŕmia iba svoje vlastné jahniatka, alebo iba tie jahňatá, s ktorými si vyvinuli vzťahovú väzbu počas prvej hodiny - dvoch po pôrode. Toto je v prvom rade založené na olfaktorických rozpoznávacích procesoch. Ak sú ovca a mláďa rozdelené na pár hodín po pôrode, šanca pominie a matky potom odmietnu ponuky vlastných starostlivosť žiadajúcich mláďat, odstrkujúc ich hlavou a odopierajúc im možnosť kojenia.

Jednako ako bolo naznačené už predtým, ako sa dvere príležitosti uzatvorili, môžu byť ešte raz otvorené pomocou dvoch manipulácií. Po prvé „pripomenutím“ matke ovci zážitku pôrodu pomocou umelej vaginocervikálnej stimulácie, ktorá matky uvedie do nálady akceptácie jahniat na ďalšiu hodinku dve. Naviažu sa a prejavujú plnú materskú starostlivosť. Ako vieme z výskumu sexu (?pohlaví?) zosumarizovanom v predchádzajúcej kapitole, tento typ stimulácie aktivuje oxytocínový systém v ženskom mozgu a možno to je kľúč. Pravdaže ďalšia metóda znova navodenia väzby je jednoduchým podaním oxytocínu do matkinho mozgu. Toto znova otvorí šancu materskej akceptácii. Mimochodom, malo by byť spomenuté, že opioidy u oviec nevyvolávajú aktívnu akceptáciu jahniat, ale redukujú tendenciu ovce aktívne odmietať cudzie mláďatá. A teda je možné, že oxytocín je dôležitejší ako endogénne opiáty v riadení materskej vnímavosti prinajmenšom u ovcí.

Uvažujúc nad dôležitosťou oxytocínu v sexuálnom správaní a riadení vzťahov matka-dieťa, musíme sa domnievať, že sexuálne interakcie medzi plnoletými dospelými môže neurofyziologicky uľahčovať upevňovanie sociálnych vzťahov, a to umožňovať starostlivejšie formy ľudskej lásky. Nech je to ako chce, predtým ako je vypovedaný posledný príbeh, budeme musieť zvládnuť veľa komplexných empirických detailov, vrátane záležitostí súvisiacich s povahou altruizmu a emócií ako sebeckosť a žiarlivosť.

Myšlienky o altruizme

Tým, že sú v cicavčom mozgu okruhy a neurochemické procesy pre výchovu a tým, že sú u cicavcov sú sociálne väzby do značnej miery naučený fenomén, možnosť, že ľudia budú schopní úprimne rozširovať lásku a altruizmus voči cudzincom rastie. Pravdaže na nás okamžite spraví dojem keď gorila Binti z Brookfieldskej ZOO na periférii Chicaga zachráni malého chlapca, ktorý spadol do jej „obydlia“. Tento znepokojujúci čin spravil na mnohých dojem a istotne vznikol z druhu okruhu starostlivosti (CARE), ktorý zdieľame s cicavcami. Na pomoc pripomínania takýchto udalostí a oslavovania očividnej podstaty materských inštinktov a vzťahovej väzby bol objednaný obraz materstva zobrazený na obrázku 13.3.. existencia materskej starostlivosti môže rozšíriť naše uvažovanie o altruizme.

Jednako však nám sociobiológovia radili, že „skutočný altruizmus“ nemôže u nijakého živočícha existovať, pre obetovanie blaha jedného v záujme iných by to bola sebaobranná genetická stratégia. Sebaobetovanie sa typicky vyskytuje vo vzťahu k rodine, keď to pomáha jedincovmu vlastnému genofondu. Ja keď je toto všetko pravda, mali by sme si pripomenúť, že u cicavcov sú mechanizmy sociálnych vzťahov založené na učení a sú isto pervazívnejšie ako *vrodené* mechanizmy na „rozpoznanie príbuzenstva“. Môžeme sa naučiť milovať iné živočíchy. Je zvlášť dôležité vyzdvihnúť, že skúsenosť materstva je mocnou silou v podporovaní budúcej výchovy. A teda pokým opatrovateľské pudy panenských samíc potkana potrebujú veľa dní na to aby boli senzitizované, tie zo samičiek, ktoré sa už raz matkami stali sú obsadené rapídne, obyčajne počas menej ako jedného dňa. Podobný proces existuje i u ľudí.

Nadobudnutie opatrovateľského správania zanecháva u bytosti zdanlivo nezmazateľnú stopu v spôsobe jeho existovania vo svete. Aj keď učenie najskôr pôsobí v prítomnosti genetických príbuzných (pre jednoduché geografické dôvody), v kozmopolitnom ľudskom svete sa vzťahy môžu stať tolerantnejšími. Masová komunikácia (masmédiá?) potenciálne môže podporiť širšiu sieť než je v prírode bežná, pravdaže za predpokladu, že dlhodobé „okno pre vzťahy“ ostane pre ľudí čiastočne otvorené ako dospievajú. Toto široké, i keď krehké okno šancí môže byť najväčšou nádejou pre budúcnosť ľudstva.

V každom prípade prosociálne spojenie a tendencie k naviazaniu môžu byť vyšľachtené a získať rovnaký význam ako testosterónom poháňané silné pudy. Pravdaže oba môžu byť niekedy produktívne prepojené ako sú na medzinárodných aktivitách ako sú Olympske hry. Ako to môže byť dosiahnuté v iných arénach ľudského života si zaslúži viac pozornosti od sociobiológov a politických vedcov (pozri „dodatočnú myšlienku“ (nápad) Kapitola 16). Či a ako si môžeme zvoliť podporu alebo brzdenie výchovy naprieč kultúrnymi a geografickými hranicami ostáva spoločenskou a politickou otázkou závažných rozmerov.

DODATOČNÁ MYŠLIENKA:
Efekt „prostej (čistej) expozície“

Jeden z najzvláštnejších všeobecných psychologických fenoménov súvisiaci s tým čo tu bolo prediskutované sa nazýva efekt „prostej expozície“. Ak jednoducho vystavujeme zvieratá rôznym stimulom, začnú si vyvíjať preferencie pre tieto stimuly špeciálne ak boli spojené s pozitívnymi afektívnymi skúsenosťami. Tento efekt je pervazívny a platí pre všetky druhy a väčšinu objektov, ktoré boli študované. Ak niekto bol vystavený istým objektom a miestam, začne tieto objekty a miesta preferovať. Pravdaže väzba k miestu rastie s prostej expozície, ktorá mohla byť jeden z procesov predchádzajúcich sociálnemu viazaniu. Väčšia časť čistej expozície operuje na podvedomej úrovni a môže byť spojená s ďalšími predvedomými hodnotiacimi emočnými stimulmi. Napríklad bolo dokázané, že ak vystavíme amerických študentov písaniu čínskych znakov, ktorým nerozumejú, z ktorých niektoré sú predchádzané prezentáciou smejúcej sa tváre, subjekty budú neskôr preferovať tie znaky pred tými, ktoré boli ukazované bez afektívneho úvodu.

Príťažlivosť známych skúseností môže mať ďalekosiahle následky: Ľudia, ktorí boli vystavení istým ideám často tieto idei začnú preferovať. Možno najdojemnejším príkladom toho je ľahkosť, s akou ľudia vedia obraňovať ideály, v ktorých vyrastali od detstva, alebo čo i len určitú dobu a ako ľahké a prirodzené je odporovať novým ideám ostatných. I keď si niekto môže pohotovo vybaviť výnimky z tohto pravidla. (napr. ako stručne vyjadruje fráza

„čo človek má to si neváži“), prostý efekt expozície je pozoruhodne výrazné experimentálne zistenie. Pravdaže niekto môže navrhovať, že sociálne viazanie, alebo imprinting môžu byť iba odrazom procesu tohto typu.

Tento efekt môže byť použitý na fokusovanie vedcovej pozornosti na možnosť, že nevedomé hodnotiace procesy môžu byť dôležité generovaní emocionálnych stavov a hodnotení. Pravdaže je možné, že tento fenomén môže byť reflektovaný v mnohých psychobehaviorálnych procesoch opísaných v tejto kapitole. Ak je to tak, mohlo by byť dôležité ujasniť neurobiologické opory efektu prostej expozície, ale relevantný výskum je nedostatočný.

Môže byť užitočné uvažovať či niektoré z chemikálií, ktoré participujú na rozpracovaní sociálnych procesov môže hrať rolu aj vo vytváraní tohto zaujímavého fenoménu. Môžu byť opioidy a oxytocín rovnako ako ďalšie vzťahové chemikálie dôležité v utváraní a modulovaní efektu prostej expozície? Naopak aká môže byť rola ďalších afektívne pozitívnych neurochemikálií ako dopamín, ktoré sa nezdajú byť dôležité pre vytváranie vzťahov? Ak začneme chápať efekt prostej expozície, môžeme i osvetliť čo to znamená cítiť sa relaxovane a pohodlne v určitej situácii. Efekt prostej expozície môže byť hlavným afektívnym procesom ktorý umožňuje živočíchom aby si dostatočne navykli na nové situácie. Je pocit „de ja vu“ generovaný uvoľnením takýchto chemikálií? Efekt čistej expozície môže byť zvlášť prospešnou adaptáciou pre zvieratá, ktoré migrujú, rovnako ako pre tie, ktoré sú vystavované variete rozličných stimulov.

Pravdaže pomocou čistej expozície môže byť podporovaná sociálna tolerancia. Spomeňme si na mačiatka, ktoré sme vychovali s potkanmi (viď kapitola 2). Neútočia na potkany keď vyrastú. To hovorí silnou rečou pre výhody vystavovania detí rozmanitosti ďalších individualít a kultúr keď sú malé. Čím viac zo sveta zažili, tým viac dokážu akceptovať odlišnosť. Múdre vlády podporujú používanie masmédií na takéto účely, radšej ako na podkopanie podpory pre verejné vysielanie, výchovné snahy a dotácie na humanitu ako je populárne v niektorých reakčných spiatočníckych stranách.

V sumári, špecifické mozgové systémy ležia v srdci komplexného neuroevolučného programu, ktorý vytvára hlbokú sociálnu prirodzenosť cicavcov. Psychobiológovia začali spoznávať a rozmotávať neurálne opory, ktoré kontrolujú sociálnu motiváciu vnútri starého cicavčieho mozgu. Výchovné správanie sa môže stať zvykom, najmenej sčasti nezávislým od základných mozgových substrátov, z ktorých bol v úvode vytvorený. Potenciálne dôsledky týchto smerov výskumu sú vážne.

Konspekt vypracovala: **Mgr. Hanka Vojtová**

Kapitola 14

Osamelosť a sociálna väzba Zdroje smútku a žiaľu v mozgu

Loneliness and the Social Bond: The Brain Source of Sorrow and Grief

Pozn. k prekladu:
sorrow= zármutok
grief= žiaľ
sadness=smútok
bond=väzba
attachment=vzťahová väzba
distress=1.utrpenie, núdza bolesť; 2.núdza, tieseň, nebezpečenstvo, ohrozenie
distress calls=volanie v distrese, volanie distresu; separation call=separačné volanie; isolation calls=volanie v izolácii; nem. Ruf der Verlorenen=volanie strateného
distress vocalization=DV=volanie v distrese

Ústredná téma

Jedným z veľkých tajomstiev psychológie je povaha toho „niečoho“, čo Walt Whitman ospevuje vo svojom majstrovskom diele „I Sing the Body Electric“. Ten jemný pocit sociálnej prítomnosti je takmer nezachytiteľný až do chvíle, keď sa stratí. Cítime sa jednoducho normálne a príjemne, keď sme v kruhu priateľskej spoločnosti a ten istý pocit je ešte hrejivejší, keď sme s tými, ktorých hlboko milujeme, najmä ak sme ich dlhšie nevideli. Často tieto pocity berieme ako samozrejmosť, podobne ako vzduch. To by sme však nemali, lebo keď tento normálny pocit náhle preruší neželaná strata partnera alebo nečakaná smrť milovaného človeka, uvrhne nás to do jednej z najhlbších a najťažších emocionálnych bolestí, akých sme ako sociálne bytosti schopní. V bežnom jazyku tieto emócie voláme zármutok (sorrow) alebo žiaľ (grief) a môžu prechádzať do paniky v jej najintenzívnejšej a najprudšej podobe. Tú istú emóciu v menej akútnej, ale trvalejšej podobe voláme osamelosť (loneliness) alebo smútok (sadness). Táto psychická bolesť nám dáva vedieť, akí boli pre nás dôležití tí, ktorých sme stratili. Definovať „dôležitosť“ („importance“) v psychologickej terminológii nie je jednoduché, v etologickej je to jednoduchšie. Najviac žialime, keď sme stratili tých, do ktorých sme vložili veľké genetické úsilie (naše deti), alebo tých, ktorí nám pomáhali rozvíjať sa (naši rodičia, priatelia, príbuzní) – v skratke, keď stratíme tých, s ktorými nás spájajú sociálne väzby. Samozrejme je strata rodiča najkritickejšia, keď je človek mladý a ešte závislý; bolesť je menej intenzívna a dlhšia, keď dospelé dieťa stratí rodiča v pokročilom veku. Na druhej strane, keď dospelý stratí dieťa, navždy to zničí jeho emocionálnu a genetickú budúcnosť a jeho bolesť je rovnako intenzívna a dlhotrvajúca ako bolesť dieťaťa, ktoré príde o opatrovníka. Tento typ psychickej bolesti pravdepodobne vzniká v emočnom systéme mozgu, ktorý sa u cicavcov vyvinul veľmi skoro, aby upovedomil jedincov o stave ich sociálneho prostredia a pomohol vytvárať naše sociálne väzby. Neuroveda sa snaží

vyrovnať s týmito vnútornými procesmi mozgu a je stále jasnejšie, že niekoľko prastarých emocionálnych systémov riadi naše sociálne sklony. V priebehu evolúcie mozgu sa systémy sprostredkujúce separačný distres vyvinuli čiastočne z už existujúcich okruhov bolesti. Tu nazveme tento neuronálny systém PANICKÝM okruhom. Nabudí sa, keď sú mláďatá separované od ich podporného sociálneho systému. Toto nabudenie môžeme merať viacerými spôsobmi, asi najefektívnejšie monitorovaním „separačného volania" (separation call), ktoré vydávajú mláďatá, keď sú ponechané osamote na neznámom mieste. Keďže na moduláciu intenzity fyzickej bolesti sa vyvinuli systémy opioidov, neprekvapuje, že tie isté neurochemické látky môžu utíšiť bolesť vyvolanú sociálnou izoláciou. Ako sme zmienili v predošlej kapitole, túto prácu podnietilo uvedomenie si pozoruhodných podobností v dynamike opioidovej a sociálnej závislosti. Ďalšie systémy podieľajúce sa na utíšení tejto emócie sú neuronálne aktivity založené na oxytocíne a prolaktíne. Dnes už vieme, kde sú PANICKÉ okruhy uložené v mozgu a ktoré neurochemické látky prenášajú správu o distrese. Toto poznanie sa týka podstaty našej povahy ako sociálnych bytostí a umožňuje nám vytvárať vierohodné hypotézy o tom, ktoré neurochemické pochody prispievajú k vytváraniu emocionálnych väzieb s našimi blízkymi. Existencia takýchto systémov v mozgu môže eventuálne pomôcť vysvetliť zdroje ľudskej empatie, altruizmu a lásky, ako aj depresie a autizmu.

O povahe sociálnej väzby

Predstavte si archetypálnu situáciu: Život mláďaťa morskej vydry úplne závisí od starostlivosti jeho matky. Po tom, ako prispel sexuálne, sa otec už nestará o svoje mladé. Je plne na matke zabezpečiť starostlivosť aj potravu aj na otvorenom mori. Život mláďaťa sa plne točí okolo oddanosti matky. Keď sa matka ponorí pod tmavú hladinu, aby hľadala potravu, mláďa ponechané bez nej po čase začne volať (plakať) a agitované plávať naokolo. Ak by mláďa takto nevolalo v distrese medzi vlnami, mohlo by sa navždy stratiť. Jeho bezpečie a budúcnosť sú jednoznačne spojené so zvukovo-hlasovým (audiovocal) vláknom vzťahovej väzby, ktoré ho viaže k jeho matke. Takto to platí pre všetky cicavce. Na počiatku sme úplne závislé stvorenia, ktorých prežitie je založené na kvalite našich sociálnych väzieb – jednom z veľkých tajomstiev a darov prírody.

Ešte pred pár desaťročiami boli behaviorálni vedci presvedčení, že sociálne väzby sa vytvárajú na základe zážitku posilnenia cez dostávanie konvenčných odmien. Predpokladali, že deti milujú svojich rodičov jednoducho preto, že im dávajú potravu, vodu, úkryt a teplo. Neexistoval dôkaz o tom, že by mozog obsahoval emocionálne systémy, ktoré by priamo sprostredkovali sociálne väzby a sociálne emócie. Tento behavioristický pohľad sa začal meniť, keď sa ukázalo, že ľudské mláďatá prestanú prospievať, keď sa im nedostáva fyzickej náklonnosti. Klasické štúdie Reného Spitza v 40-tych rokoch 20. storočia ukázali, že deti v sirotincoch pre svoje prospievanie potrebovali aj inú potravu ako len jedlo a vodu. Bez starostlivého ľudského kontaktu mnohé predčasne umreli a tá istá skúsenosť sa opakuje v sirotincoch v Rumunsku a iných východoeurópskych krajinách. Dnes je všeobecne akceptovaným faktom, že všetky cicavce majú vrodené psychobehaviorálne systémy, ktoré sprostredkúvajú sociálne väzby ako aj mnohé iné sociálne emócie, od intenzívnej príťažlivosti až po zúfalstvo separácie.

Ten istý fenomén možno teraz pozorovať u mnohých ďalších tvorov, od primátov po vtáky, ale detaily sa výrazne líšia od druhu k druhu. Najúplnejší výskum rozmanitých behaviorálnych a fyziologických zmien, ktoré sprevádzajú sociálnu izoláciu, sa uskutočnil na potkanoch a primátoch a ich reakcie sú dosť podobné. Napr. aj keď mladé potkany vydávajú separačné volanie len krátko po separácii, vykazujú mnoho iných dlhotrvajúcich zmien vrátane redukcie telesnej teploty, spánku a vylučovania rastového hormónu, spolu s nárastom nabudenia mozgu (arousal), behaviorálnej reaktivity, cicacích tendencií a sekrécie kortikosterónu. Vzorec týchto reakcií je ovplyvnený komplexnými fyziologickými reguláciami, ale aj porozumenie emočným zmenám v mozgu bude pre vysvetlenie tohto komplexu symptómov podstatné.

Začíname rozumieť neurálnej povahe separačného distresu a s ním úzko prepletených systémov sociálnej vzťahovej väzby. Nie je prekvapením, že sú evolučne a neurochemicky v úzkom vzťahu k emocionálnym systémom, o ktorých pojednávali predošlé dve kapitoly. Môj predpoklad je, že detailná analýza tých mechanizmov v mozgu, ktoré produkujú separačný distres – registrovaný na základe separačných volaní a fyziologických dôsledkov sociálnej izolácie – predstavuje pre nás významný spôsob, ako porozumieť neurobiologickej povahe sociálnych väzieb. Tu sa zameriam na prvotný systém mozgu, ktorý sprostredkúva emocionálne muky zo straty niekoho, koho milujete.

Máme dobré dôvody sa domnievať, že neurochémia, ktorá špecificky inhibuje separačný distres alebo PANICKÝ systém, tiež podstatne prispieva k procesom, ktoré vytvárajú sociálne vzťahové väzby a závislosti – procesom, ktoré tonizujúco zachovávajú emocionálnu rovnováhu a zabezpečujú duševné a fyzické zdravie počas života cicavcov.

Mozog cicavca obsahuje prinajmenšom jeden integrovaný emocionálny systém, ktorý sprostredkúva vytváranie sociálnej vzťahovej väzby. Afektívne komponenty tohto systému sú dichotónne – správanie a emócie separačného distresu na jednej strane a na druhej strane sociálna odmena alebo upokojenie kontaktom. Podľa existujúcich údajov je nabuditeľnosť tohto systému regulovaná početnými senzorickými vstupmi a jeho evolučné korene možno siahajú k primitívnejším riadiacim mechanizmom, ako sú tie, ktoré rozvíjajú väzbu na miesto u plazov, základné afektívne mechanizmy bolesti a základné vymoženosti živých tvorov, ako je termoregulácia a pod.

Jednou z kľúčových tém pre budúci výskum bude, či procesy sociálnej odmeny existujú aj nezávisle od neurochemických látok, ktoré inhibujú separačný distres. Je vzdialená možnosť, že žiadny jasne odlíšený proces sociálnej odmeny nie je, pretože všetky systémy, ktoré sa tu angažujú – opioidový, oxytocínový a prolaktínový – inhibujú separačný distres dosť dobre. Možno by tento jedinečný odmeňovací systém mohol súvisieť s odmenami získavanými z interakcií, ako je hravé klbčenie (rough-and-tumble play), ale pre definitívne stanovisko nemáme dostatočné neurologické dôkazy. V súčasnosti je z prístupov k porozumeniu sociálnej vzťahovej väzbe najuskutočniteľnejší ten, ktorý sa zaoberá mechanizmami mozgu riadiacimi emócie separačného distresu.

Skúsenosť osamelosti a nesexuálna láska

Sociálne väzby asi v mozgu cicavcov idú ruku v ruke so skúsenosťou osamelosti, žiaľu a inými emóciami sociálnej straty. Byť sám a osamelý, zostať bez starostlivosti alebo stáleho zdroja erotického uspokojenia patrí medzi najhoršie a najbežnejšie ľudské emocionálne

bolesti. Ako som sa zmienil (obr. 13.5 a 14.1), mechanizmy separačného distresu v mozgu sa pravdepodobne vyvinuli zo starších mechanizmov bolesti. Láska čiastočne predstavuje neurochemicky podložený pozitívny cit, ktorý neguje tie negatívne emócie.
Sociálne väzby pravdepodobne podporuje schopnosť určitých interakcií (a sprievodných neurochemických látok) zmierniť ten mierny separačný distres, ktorý nazývame osamelosťou. Mozgové opioidy boli prvými neurochemickými látkami, u ktorých sme objavili, že výrazne znižujú separačný distres. Podľa predpokladov opioidovej teórie vzťahovej väzby (attachmentu) (obr. 13.5) drogy ako morfium, ktoré silne znižujú volanie (plač) u cicavcov (obr. 14.2), tiež významne zmierňujú žiaľ a osamelosť u ľudí. Ako sme spomenuli v 13. kapitole, opiátové závislosti môžu vznikať, pretože máme systémy v mozgu, ktoré počas evolúcie vznikli na sprostredkovanie rozličných potešení, vrátane potešení z priateľských sociálnych vzťahov; jedincov, ktorí nenájdu uspokojenie vo svojom osobnom živote, to môže zvádzať k pokusom uspieť farmakologickými prostriedkami a to môže viesť k sociálnej izolácii. Napr. francúzsky umelec Jean Cocteau sa vo svojom denníku rozpomína, ako ho ópium oslobodilo „od návštev a ľudí sediacich naokolo“.
Skutočnosť, že tieto molekuly dokážu zmierňovať smútok, bola zdokumentovaná pred mnohými tisícročiami: v Homérovej Odysei sa stretávajú bojovníci, ktorí sa účastnili trójskej vojny, aby zachránili trójsku Helenu. Hoci sa Helena vrátila do Grécka, mnohí vojaci vrátane Odysea sa spoza tmavovínového mora nevrátili. Na spomienkovom zhromaždení sa na Helenino zdesenie myšlienky a pocity účastníkov oslavy temne obrátia k ich strateným druhom a

„bodavá bolesť žiaľu sa zdvihla v každom...
Ale tu napadlo Helene,
že do vína, ktoré pili,
vleje liek na bolesť, kúzlo zabudnutia.
Ktokoľvek sa napije z tohto nápoja vo vínovej čaši
nebude v ten večer schopný sĺz –
ba ani uvidieť vlastnými očami syna či brata,
pri vlastnej bráne zraneného bronzovými zbraňami.“

Je pravdepodobné, že analgetikum, ktoré Helena použila, bol výťažok buď z ópia alebo kanabisu. Väčšina predpokladá, že to bolo ópium a moderné farmakologické dôkazy tento záver podporujú. S vtedajšou obmedzenou znalosťou farmakológie mohla Helena podporiť veselú, družnú náladu látkou, ktorá aktivuje významný proteín synaptickej membrány, o ktorom dnes vieme, že ide o mí a delta opiátové receptory (k distribúcii pozri obr. 6.8). Tieto receptory patria v mozgu k najsilnejším modulátorom bolesti a sú tým pravým zdrojom opiátovej závislosti u ľudí. V skutočnosti boli identifikované tri rôzne typy opiátových receptorov a opiátových transmiterov v mozgu: endorfíny interagujú primárne s mí receptormi, enkefalíny s delta receptormi a dynorfíny s kappa receptormi. Separačný distres najvýraznejšie inhibujú s tými opioidmi mozgu, ktoré interagujú s mí receptormi, ktoré tiež sprostredkujú opiátovú závislosť. Najsilnejšou endogénnou molekulou na spôsob opiátov, ktorá interaguje s mí receptormi, je β-endorfín, ktorý má tiež najväčšiu schopnosť zmierňovať separačný distres. Máme dobrý dôvod veriť, že viaceré endogénne opioidy sú dôležité v regulácii sociálnych emócií, vypracovávaní sociálnych vzťahových väzieb a rôznych foriem ľudskej lásky, ako starostlivej, tak i erotickej. Starostlivá láska vzniká medzi rodičmi a deťmi a zdá sa v niektorých ohľadoch zjavne odlišná od sexuálnej. Ale sú skutočne tak veľmi

rozdielne v hlbších zákutiach mozgu? To jednoducho neviem, lebo láska je príliš zložitý koncept na to, aby sme ju biologizovali bez istých konceptuálnych rizík. Vznikli už teoretické špekulácie bez nespochybniteľných dát, podľa ktorých emocionálne zaslepenie a erotická láska by mohli byť podporované dopamínovými systémami mozgu a jemnými psychostimulantami dopamínového typu, ako sú fenyletylamín, ktorý je v dosť vysokých dávkach obsiahnutý v čokoláde (ktorú mnohí „milujeme“). Podobne možno argumentovať pre anadamid, endogénnu molekulu kanabinoidného typu, ktorá je v čokoláde tiež prítomná. Podklady pre tieto tvrdenia sú stále nekonzistentné a argument, že tieto molekuly by mohli redukovať emócie sociálnej osamelosti oslabuje aj fakt, že tieto molekuly nie sú veľmi efektívne v tíšení separačného distresu u živočíchov. Možno čokoláda a iné chutné jedlá pomáhajú osamelým ľuďom k lepšiemu psychologickému zvládaniu, pretože príjemné chute aktivujú endogénne opioidové systémy (pozri 9. kap.).
Ako sme videli v dvoch predchádzajúcich kapitolách, jedným z prijateľných spôsobov uvažovania je, že starostlivá láska pochádza z tých systémov mozgu, ktoré podporujú rodičovskú vzťahovú väzbu a erotická láska môže vznikať z tých systémov, ktoré generujú sexuálne hľadanie. Ak by tomu tak bolo, prvý zmienený systém by bol viac založený na báze opiátov a oxytocínu, druhý viac na báze dopamínu a vazopresínu. Avšak aj v prípade, že by tieto úvahy boli na správnej stope, nemohli by tieto dva systémy byť v neurochemickom prepletenci mozgu celkom oddelené. Dopamínové a opioidové systémy interagujú viacerými zaujímavými spôsobmi, vrátane zvýšenia dopamínu cez opiátové receptory vo ventrálnej arei tegmenta (VTA) a opiátovej inhibície dopamínovej aktivity v terminálnych oblastiach striata. Podobne oxytocín disponuje rôznymi neurálnymi interakciami, vrátane komplexných interakcií s opiátovými a psychostimulujúcimi účinkami v mozgu.
Ak niekedy vytvoríme dôveryhodné experimentálne prístupy k rozmotaniu týchto otázok, bude zaujímavé, ako sú erotická a starostlivá láska dynamicky prepletené v subkortikálnych neurálnych okruhoch a možno začneme rozumieť tomu, prečo sú také zamotané na vyšších kognitívnych úrovniach našich myslí. Našťastie niektoré základnejšie otázky môžeme jednoznačne zodpovedať už teraz.

Štýly vzťahovej väzby a prehľad PANICKÉHO systému

Počas posledných niekoľkých dekád vytvorili vývinoví psychológovia koherentný teoretický pohľad na povahu sociálnej vzťahovej väzby. Pozorovali, že deti prejavujú rôzne „štýly“ vzťahovej väzby alebo temperamenty, ktoré majú mocné antecedenty v genetike a prostredí. Niektoré sú pripútané bezpečne, niektoré nie. Bezpečne pripútané deti dôverujú tomu, že získajú sociálnu podporu od svojich rodičov alebo iných opatrovateľov. Sú vo všeobecnosti spoločenské a k životu sa stavajú optimisticky a entuziasticky. V porovnaní s nimi neisto pripútané deti sú nesmelé a nezapájajú sa pohotovo do nových situácií. Deti, ktoré si nie sú isté sociálnou podporou prejavujú dva hlavné emocionálne a behaviorálne vzorce „potrebovania“ (núdze). Niektoré sú excesívne závislé a zdá sa, že potrebujú viac pozornosti od opatrovateľov, než je bežné. Iné si zvolia odtiahnutie sa od sociálnych kontaktov, vyhýbajú sa sociálnym situáciám pravdepodobne preto, že nedôverujú tomu, že dostanú pozitívnu podporu a spätnú väzbu, po ktorej veľmi túžia. Možno sa cítili tak často odmietnuté, že sa už viac neobracajú na druhých. Aby prežili, kognitívne sa odpojili od svojich emocionálnych túžob.

Ako tieto tendencie k vzťahovej väzbe vznikajú v tkanive mozgu bolo až do nedávna tajomstvom. Dnes začína štúdium emocionality zvierat odhaľovať neuromotivačné sily, ktoré môžu sprostredkúvať takéto sociálne city. Obzvlášť sľubná línia sa odvíja od detailnej analýzy jednej behaviorálnej premennej – hlučného „plaču“ (vocal „crying“) vyvolaného sociálnou izoláciou u mláďat. Niektorí ich označujú ako „volanie v izolácii“ (isolation calls), iní ako „volanie v distrese“ (distress vocalization) a ďalší jednoducho „volanie“/„plač“ (crying) (označenie, ktoré mnohí behavioristicky orientovaní výskumníci považujú za príliš antropomorfné). Označenie je menej podstatné než fakt, že v mozgu existuje skutočný neurálny systém, tu označovaný ako PANICKÝ systém, ktorý sprostredkúva túto silnú emočnú reakciu.
Ako uvidíme, PANICKÉ okruhy boli zmapované lokalizovanou elektrickou stimuláciou. Tieto okruhy pomáhajú vytvárať tie emócie, ktoré organizmy prežívajú ako výsledok sociálnej izolácie a straty sociálnej pohody/útechy (comfort). Sociálna vzťahová väzba pravdepodobne vzniká čiastočne tým, že prostredie aktivuje chemické látky v mozgu, ktoré redukujú rozrušenie v týchto stresových okruhoch.

Systém separačného distresu a sociálna vzťahová väzba

Vzhľadom na to, že potomkovia všetkých cicavcov zostávajú rôzne dlhý čas po narodení bezmocní, musia mať silné mechanizmy signalizovania distresu, ktorými sa dožadujú a udržujú si rodičovskú starostlivosť. Izolačné volania alebo volanie v distrese (DVs), ako ich tu budeme nazývať, patria k najprimitívnejším formám hlasovej (audiovocal) komunikácie (obr. 14.2); mechanizmy mozgu, ktoré sú za tým, pravdepodobne zdieľajú všetky cicavce, aj keď v závislosti od socioekonomických okolností existujú rôzne medzidruhové variácie. Napr. sociálne deprivované mláďatá potkanov nevolajú pri separácii natoľko ako iné druhy (pozri obr. 2.1), pravdepodobne preto, že ich systém afektívnej reakcie je pomerne rudimentárny. To platí pre väčšinu zvierat, ktoré sa rodia veľmi vývinovo nezrelé, keďže pravdepodobnosť, že sa zatúlajú z hniezda, je malá. Mláďatá potkana tiež nie sú veľmi pripútané k matke (t.j. ktorákoľvek matka im postačí ako ohrievačka a krmička). Až keď začnú byť pohyblivé, prejavujú obdobie jasnej sociálnej väzby, ale ich reakcie sa zďaleka nedajú intenzitou prirovnať k iným druhom, od vtákov po primáty, ktoré prejavujú mocné, jednoznačné a dlhotrvajúce sociálne väzby.
Ľudské mláďatá sa tiež rodia veľmi nezrelé a skutočný separačný distres a špecifické sociálne vzťahové väzby začnú prejavovať, až keď ich motorický systém dozrie natoľko, že môžu zablúdiť a stratiť sa. Okolo pol roku ľudské mláďatá začnú vydávať smutné a trochu hnevlivé zvuky protestu, aby upútali pozornosť opatrovateľov, ak sú pridlho ponechané osamote. Táto emocionálna reakcia je mohutným znakom detstva po mnoho rokov, ale u iných cicavcov pretrváva len niekoľko mesiacov, pretože ich „detstvo“ je relatívne oveľa kratšie než naše. DV sa objaví pomerne rýchlo v akejkoľvek situácii, keď sú mláďatá ponechané osamote na nových neznámych miestach. Blízkosť opatrovateľa dostačuje na to, aby u človeka i iných druhov volanie úplne ustalo (obr. 14.3). Domáce prostredie môže tiež separačný distres znížiť na miernu intenzitu, z čoho sa dá vyvodzovať, že systémy separačného distresu by mohli byť evolučne spriaznené s prastarými mechanizmami vzťahovej väzby na miesto (place attachment). U väčšiny druhov dokáže matka efektívnejšie utíšiť distres než otec, ale existujú výnimky: Ako sme zmienili v poslednej kapitole, mláďatá opíc „titi“ v Južnej Amerike (opice s dlhou krásnou srsťou a chvostom, ktorý neslúži na chytenie sa) sú viac pripútané k otcovi,

hoci matky zabezpečujú väčšinu potravy. Matky tohto vzácneho druhu dokonca zostanú agitované, keď sú ponechané osamote s mláďatami, zjavne preto, že sú viac pripútané k partnerom než k vlastným potomkom. Zdá sa, že tieto matky nerady zostávajú samy so svojimi mláďatami.

Skutočnosť, že neuronálne systémy pre volanie vyvolané separáciou (separation-induced crying) vznikli z primitívnejších mechanizmov distresu, ako sú napr. tie, ktoré sprostredkujú bolesť a pocity chladu (obr. 14.1), vyvoláva významnú metodologickú otázku: Ako rozlíšime rôzne typy volania? Ešte predtým, než mláďatá väčšiny druhov plne rozpoznávajú svoju sociálnu situáciu, reagujú na bolesť, hlad a podráždenie volaním / plačom (crying). U zvierat máme dôkazy pre to, že DVs vyvolané separáciou môžeme od volania od bolesti odlíšiť na neuroanatomickom a neurochemickom základe, ako aj analýzou charakteristík zvukového spektra. Predsa však, vzhľadom na evolučné príbuznosti medzi mechanizmami separácie a bolesti, zdieľajú mnohé regulácie – ako napr. opioidmi vyvolanú inhibíciu, ktorú sme už zmienili.

V prítomnosti dospelých, ktorí majú väzbu s mláďatami, DVs upútajú pozornosť a čo je typické, aj nabudia u opatrovateľov motiváciu k starostlivosti. Mnohé experimenty ukázali, že volanie distresu potomka je pre rodičov veľmi burcujúce a silne priťahuje ich pozornosť. Preskúmajú miesto, odkiaľ sa takéto zvuky šíria, dokonca aj keď sú len nahrané na páske, pričom matky reagujú intenzívnejšie než otcovia. Je to preto, že u matiek vyvolávajú volania potomkov silnejšie rezonujúce pocity distresu než u otcov? Zatiaľ nevieme, lebo nikto dosiaľ nevykonal zodpovedajúce merania mozgu. Vieme však, že špecifické oblasti v sluchovom systéme, v colliculi inferior a mediálnych nuclei geniculata, sú silne naladené na prijímanie a spracovanie tejto prvotnej komunikácie.

Hoci sa prejavy mechanizmov väzby a distresu v mozgu v detailoch medzidruhovo líšia, predpokladá sa, že nabudenie PANICKÝCH okruhov je jednou z najvýznamnejších síl riadiacich utváranie sociálnych väzieb. Keď sa tieto okruhy nabudia, zvieratá hľadajú spoločnosť jedincov, ktorí pomáhajú vytvoriť pocit „bezpečnej neurochemickej základne“ (secure neurochemical base) v mozgu. Podľa všetkého budú mláďatá, ktoré vykazujú najvýraznejšie separačné reakcie, vykazovať najsilnejšie sociálne závislosti a sú najnáchylnejšie na psychiatrické ochorenia súvisiace s emóciami sociálnej straty.

Je rozumné predpokladať, že neuronálna dynamika v PANICKOM systéme je obzvlášť dôležitá v možnosti organizmov navzájom sa o seba starať. Zatiaľ nevieme, akým spôsobom presne počutie volania distresu mláďat vytvára znepokojenie v mozgu opatrovateľa, ale podľa môjho názoru zvuky volania nabudzujú tie okruhy distresu v mozgu rodičov, ktoré zodpovedajú distresu potomkov. Ak by tomu tak bolo, asociované systémy učenia by rýchlo zakotvili poznanie, že optimálnym spôsobom, ako redukovať distres oboch, ako rodičov tak i detí, je, ak rodičia venujú starostlivosť a pozornosť svojim potomkom. Jedným z najmocnejších senzorických signálov starostlivosti je priamy kontakt a zdá sa, že dotyk aktivuje endogénne opioidové systémy a tým posilňuje sociálne väzby.

Ak by neexistovali žiadne väzby, zvuky volania v distrese by mohli byť vnímané ako podráždenie, ktoré by u ľudí ľahko mohlo viesť k zneužívaniu detí. Prosociálne aktivity medzi rodičmi a ich deťmi iniciuje a udržiava reciprocita sociálneho emocionálneho systému, ktorej veľmi málo rozumieme. Prosociálne aktivity sú príkladom sociálnych väzieb a v súčasnosti sú pre nás jedinou možnosťou, ako monitorovať city, ktoré sú za nimi. Je zrejmé, že u ľudí môžu kognitívne faktory, či už pozitívne alebo negatívne, prevážiť emocionálne záujmy. Ako sme videli na príklade správania Netsilika v predošlej kapitole,

ľudia niekedy musia pri starostlivosti o svojich potomkov robiť veľmi zložité rozhodnutia. V každej situácii, keď deti v emocionálnom distrese dostávajú starostlivosť, rýchlo prejavia upokojenie a spokojnosť, hoci v prípade, že starostlivosť dlho meškala, môžu tiež prechovávať hnev (resentment), ako tomu nasvedčuje prechodná fáza sociálneho odpojenia sa (detachment) pred stretnutím. Dospelí často jednajú rovnako. Je zjavné, že prostredníctvom takýchto sociálnych recipročných aktov (reciprocities) sa sociálna väzba medzi príbuznými zvieratami najskôr utvára a pravidelne upevňuje.
Vďaka zrozumiteľnosti vzorcov separácie-distresu predstavuje skúmanie týchto emocionálnych procesov u zvierat jednu z najpresvedčivejších línií dôkazov, ktorá ukazuje smer nášmu premýšľaniu o hlbokých neurálnych zdrojoch osamelosti a sociálnej vzťahovej väzby u ľudí. Tieto úvahy môžu tiež vyzdvihnúť primárnu biologickú povahu určitých foriem lásky a priateľstva.

Mozgové okruhy pre DVs a PANIKU

K najlepším spôsobom, ako identifikovať všeobecnú lokalizáciu PANICKÝCH okruhov, patrí zavedenie lokalizovanej elektrickej stimulácie mozgu (ESB) do určitých oblastí. Takýmto spôsobom sa teraz pracuje s mnohými živočíšnymi druhmi, vrátane primátov, mačiek a kurčiat a výsledný obraz je nápadne podobný. Ako na obr. 14.4, ktorý zachytáva prácu s guinejskými prasiatkami, zdá sa, že PANICKÝ systém sa objavuje z PAG stredného mozgu, veľmi blízko oblasti, kde možno generovať reakcie fyzickej bolesti. Anatomicky sa takmer zdá, že separácia vznikla zo základnejších systémov bolesti počas evolúcie mozgu (ako sme na to poukázali na obr. 14.1). Toto podporuje predpoklad, že separačný distres má vzťah k vnímaniu bolesti a tento vzťah je kodifikovaný v našom jazyku (napr. niekoho stratiť je „bolestná skúsenosť“).
Systém PANIKY je tiež dobre reprezentovaný v strednom diencefale, najmä v dorzomediálnom talame. Dokonca aj ďalej vpredu nájdeme husté aktívne miesta DV vo ventrálnej arei septa, preoptickej oblasti a mnohé miesta v lôžkovom jadre (bed nucleus) stria terminalis (oblasti, ktoré sú významne zahrnuté v sexuálnom a materinskom správaní). U niektorých vyšších druhov môžeme dostať separačné volanie aj z veľmi prednej časti gyra cinguli ako aj z niektorých miest v amygdale a rozptýlené aj v iných oblastiach vrátane hypotalamu.
Neuroanatómia tohto behaviorálneho kontrolného systému sa nápadne podobá neuroanatómii systémov kortikotropín-uvoľňujúceho-faktoru (CRF) a β-endorfínu. Endogénne opioidy zjavne potláčajú nabudenie tohto systému, merané nielen podľa prirodzeného DV, ale aj pomocou techniky lokalizovanej elektrickej stimulácie mozgu (ESB) a minimálne u niektorých druhov CRF zvyšuje DVs. Takéto neurálne systémy šíria svoje rozvetvenia do mnohých iných oblastí mozgu, čo nám naznačuje, ako je množstvo psychologických procesov poznačených skúsenosťou separácie a opätovného spojenia.
Bežne sa tvrdí, že ženy majú väčšiu tendenciu plakať než muži. Na tomto stereotype môže byť kus neurobiologickej pravdy. Výskum guinejských prasiat a kurčiat naznačuje, že podanie testosterónu redukuje plač/volanie u mláďat. Zdá sa, že je to dôsledkom zmeny v senzitivite systému PANIKY. Zhodnocovali sme túto možnosť u guinejských prasiat pomocou techniky ESB a zistili sme, že ako zvieratá starnú, senzitivita systému DV sa znižuje; tento efekt je výraznejší u samcov než u samíc.

Tento s vekom súvisiaci pokles u samcov sa zdá byť čiastočne následkom zrenia hypofízo-gonadálnej osi. Tie samce i samice guinejských prasiat, ktorým odstránili pohlavné žľazy, vykazovali menší pokles než tie, ktorých testes a ováriá boli intaktné, pričom výsledky sa menili v závislosti od toho, ktorá časť mozgu bola skúmaná. Existujú mnohé iné faktory prispievajúce k znižovaniu separačného volania s vekom, ale tento prirodzený pokles nie je jednoducho spôsobený postupnou degeneráciou DV okruhov: silné volanie/plač môžeme vyvolať aj u dospelých cicavcov, ktorí už neprodukujú spontánne DV, priamym podráždením dráh v okruhoch volania (crying circuits) pomocou ESB. Pokles je vo významnej miere výsledkom zníženej senzitivity systému. Výraznejšie to platí pre samcov než samice, aspoň čiastočne kvôli mocnému neurálnemu vplyvu testosterónu na okruhy DV. Podobne kurčatá, ktoré denne dostávajú injekčne testosterón, začnú volať menej než kontrolná skupina a tento výsledok je markantnejší v prítomnosti sociálnych podnetov ako napr. zrkadiel (obr. 14.5). Z tohto hľadiska nie je prekvapivé, že plač a panické ataky sú bežnejšie u žien než u mužov. Takéto rodové rozdiely nemusia byť jednoducho len naučené alebo kultúrne stvorené javy.

Neurochémia systému PANIKY

Viem, kde približne v mozgu sú situované DV okruhy, ktoré neurochemické látky podnecujú nabudenie týchto systémov distresu a tiež ktoré chemické látky upokojujú a utišujú prílišné rozrušenie. Popri opioidoch sú oxytocín a prolaktín ďalšími neuropeptidmi, ktoré dokážu tento proces významne zmierniť (obr. 14.6). Pravdepodobne existujú rozličné neurochemické látky pre rôzne senzorické modulátory tejto emocionálnej reakcie, ako sú sluch, čuch a obzvlášť dotyk (pozri obr. 14.1). Medzi neurochemické látky, ktoré nepatria medzi peptidy a sú efektívne, patrí medikament clonidin, norepinefrinový (NE) receptorový agonista, ktorý aj podporuje (postsynapticky) aj potláča (presynapticky) NE aktivitu v mozgu. Nikotín a rôzni iní glutámátoví receptoroví antagonisti utišujú DVs takisto efektívne. Mnohé iné chemické látky majú slabší, ale stále signifikantný vplyv, ako napr. niektoré antidepresíva, malé (minor) trankvilizéry a iné sedatíva. Napriek tomu väčšina neuroaktívnych medikamentov majú na túto emocionálnu reakciu minimálny dopad, vrátane takých silných sedujúcich medikamentov, ako sú antipsychotiká (napr. veľké (major) trankvilizéry).

Najdôležitejšími chemickými látkami, ktoré aktivujú volanie/plač u mláďat, sú CRF, určité typy stimulátorov glutamátových receptorov (najmä tie, ktoré pôsobia na NMDA a kainatové receptory), a tiež centrálne podanie kurare, droga, ktorá normálne blokuje nikotínový cholinergný systém na periférii a vedie k paralýze, ale zdá sa, že v mozgu spôsobuje niečo iné, možno aktiváciu glutamátových receptorov. Všetky tri činitele môžu spustiť reakciu volania, dokonca aj keď sú zvieratá umiestnené so sociálnymi spoločníkmi.

V súčasnosti najlepším odhadom je, že neuronálnym „rozkazujúcim transmiterom“ PANICKÉHO systému, ako aj mnohých iných emocionálnych systémov, je glutamát. Je to jediný systém (okrem CRF), ktorého receptorová aktivácia dokáže dramaticky zvýšiť DVs, dokonca aj v prítomnosti iných zvierat a receptorová blokáda môže dramaticky znížiť DVs (obr. 14.7), dokonca aj vyvolané elektrickou stimuláciou mozgu.

Mnohé iné drogy môžu podporiť volanie, ktoré už bolo iniciované, vrátane redukcie acetylcholínovej, serotonínovej a opioidnej aktivity, ale tieto vplyvy sú jasne modulujúce, pretože samotné nedokážu volanie vyvolať. Takže nenabudzujú priamo primárne cesty sprostredkujúce neurálny impulz k volaniu. Žiaľ, nevieme dnes takmer nič o špecifických

typoch environmentálnych a vnútorných informácii súvisiacich so sociálnou stratou, ktoré sú sprostredkovávané za pomoci týchto rôznych neurochemických látok.
Predtým, než pôjdeme ďalej, dovoľte mi podeliť sa o metodologickú poznámku. Zosilnenie volania, ktoré sme vyššie zmieňovali, bolo najviac skúmané na novonarodených domácich kurčatách a vidieť nárast je najjednoduchšie, ak je základná miera volania znížená zabezpečením sociálnych podnetov. Jedným z najjednoduchších spôsobov, ako redukovať volanie, je zavesiť na steny testovacej miestnosti zrkadlá. Kurčatá sa správajú, akoby boli v spoločnosti druhých a volajú menej (pozri obr. 14.5). Podobnú redukciu možno dosiahnuť hudbou (pozri obr. 14.8), ktorá môže simulovať upokojenie odvodené z hlasového kontaktu s ostatnými zvieratami. Toto môže byť jeden z dôvodov, prečo ľudia milujú hudbu – robí im spoločnosť. Oba tieto upokojujúce efekty môže úplne eliminovať stimulácia systému glutamátových receptorov intraventrikulárnym injekčným podaním kyseliny kainikovej (kainic acid) a NMDA, ktoré, ako sme už zmienili, dokážu tiež zvýšiť volanie v neprítomnosti zrkadiel. Podobné výsledky dávajú aj kurare a CRF.
Hoci bola väčšia časť skorého farmakologického výskumu uskutočnená na kurčatách, teraz už máme značné množstvo podobných výskumov na cicavcoch, vrátane primátov. Tieto výskumy dokazujú, že väčšina farmakologických efektov, ktoré tu predstavujeme, by mohli byť zovšeobecniteľné na väčšinu cicavcov; taktiež to poukazuje na konzervativizmus prírody, pokiaľ ide o organizáciu starých emocionálnych systémov. Napriek tomu existujú isté výnimky z tohto modelu. Snáď najproblematickejšie majú na svedomí mláďatá potkanov, ktoré, ako sme o tom vyššie hovorili a vyzdvihli na obr. 2.1, nie sú ideálnymi objektami pre výskum separačného distresu.

O povahe združovania (gregariousness)

Programový výskum neurálnej povahy družnosti a sociálneho skúmania bol sporadický, s výnimkou skúmania sociálnych volieb motivovaných sexuálnymi potrebami. Značná časť výskumu sa orientovala na otázku, ako hormóny pohlavných žliaz modulujú sociálny záujem. Výsledky boli dosť jasné: samce a samice vyhľadávajú navzájom svoju spoločnosť primárne v súvislosti s hormonálne navodenými stavmi. Mladé zdravé samce obvykle preferujú spoločnosť samíc v ruji (estrus females), čo nerobia tie samce, ktorým boli odoperované pohlavné žľazy a staršie samce. Ako sme zmienili v 12. kapitole, preferencie samíc v ruji nie sú preskúmané, ale vieme, že vyhľadávajú spoločnosť sexuálne aktívnych samcov.
Vieme len málo o systémoch mozgu, ktoré motivujú družnosť nezávisle od sexuálnej motivácie, aj keď je známe, že z tendencií zvierat združovať sa vychádzajú isté zaujímavé sociálne vzorce. Napr. divé horské ovce (a mnohé iné stádové zvieratá) prejavujú defenzívne skupinové vzorce, pri ktorých mláďatá udržujú v strede a dospelé jedince na okraji kruhu. Aj keď je lákavé vnímať tento jav ako ekologicky dôležitú kognitívnu stratégiu, môže byť jednoducho vedľajším produktom združovacích tendencií (gregarious tendencies) v rôznych fázach vývinu. Napr. môže tento vzorec vznikať skrátka následkom toho, že mláďatá sú družnejšie ako staršie jedince, čo by ich viedlo k tomu, že vytvoria tesnejšie jadro a nechajú dospelých hliadkovať na okraji, pretože tí nepreferujú byť tak blízko jeden druhému. Toto je jednoduché vysvetlenie faktora zabezpečujúceho defenzívnu taktiku stádových druhov, ale je to len periférne vysvetlenie, pretože proximálna neurálna a psychologická dynamika je riadená emocionálnymi okruhmi v mozgu týchto zvierat.

Experimentálna analýza združovania sa vyžaduje systematické laboratórne merania, ktoré sú relatívne jednoduché. Najbežnejší prístup je v meraní množstva času, ktorý zvieratá trávia vo vzájomnej blízkosti. V šesťdesiatych a sedemdesiatych rokoch 20.storočia sociálny psychológ Bib Latane s kolegami rozsiahlo charakterizoval združovacie tendencie u potkanov, ale nedokázali rozšíriť svoju analýzu aj na mozog. To čiastočne napravili neskorší výskumníci, ktorí ukázali, že združovanie sa narastá po poškodení septa a znižuje sa po poškodení amygdaly a že sa tieto dva efekty navzájom vynulujú, ak sú poškodené obe oblasti. Hoci tieto zistenia naznačujú, že limbický systém je dôležitý v motivácii zvierat priateľsky spoločne tráviť čas, neurochemické mechanizmy, ktoré sú za tým, zostávajú nevyjasnené.

Jednou príťažlivou hypotézou je, že neurochemické látky modulujúce separačný distres by mohli byť dôležité v motivácii združovania a sociálnej odmeny (obr. 14.1). Tak by manipulácie, ktoré stupňujú distres, mali stupňovať sociálnu motiváciu a naopak. Napr. redukcia opioidovej aktivity by mala zvýšiť túžbu po sociálnej spoločnosti a nárast v tomto systéme by mal znižovať potrebu združovania. Pozorovania konzistentné s touto hypotézou boli získané na mnohých druhoch s využitím rôznych behaviorálnych meraní. Zvieratá, ktoré dostávajú mierne dávky opioidov, majú tendenciu sa sociálne izolovať. Hlodavce trávia spolu menej času, psy menej vrtia chvostom, primáty menej času trávia sociálnym čistením sa a aj ľudia opisujú zníženú potrebu sa zapájať do spoločnosti. Inými slovami, vysoká opioidová aktivita redukuje emocionálnu potrebu spoločnosti. Menej výskumov sa zaoberá oxytocínom, a v súčasnosti sú výsledky trochu mätúcejšie, pretože oxytocín redukuje združovanie sa v krátkodobých testoch, ale v dlhodobých podmieňovacích testoch ho zvyšuje.

Opiátový antagonisti naopak zvyšujú sociálnu motiváciu. Pozorované hlodavce vykazovali väčšiu sociálnu blízkosť, psy viac vrteli chvostom a primáty sa viac navzájom čistia. Obzvlášť zaujímavé je, že keď mláďatám primátov zablokujeme opioidové systémy látkami ako naloxon, držia sa viac svojich matiek a tiež sa viac domáhajú sociálnych kontaktov s inými členmi tlupy. Na druhej strane, ak tú istú látku podáme matkám, často vykazujú výrazný pokles sociálnej afiliácie, možno preto, že za svoje starostlivé úsilie nedostávajú primeranú emocionálnu spätnú väzbu. Vo všeobecnosti sú za neohrozujúcich podmienok zvieratá sociabilnejšie, keď nezažívajú opioidovú aktivitu v mozgu. Neskôr bližšie rozpracujem, že tento efekt môže byť prítomný aj u ľudí, keďže opioidový antagonisti môžu indukovať mierny nárast sociálnej reaktivity u autistických detí.

O povahe upokojenia kontaktom (contact comfort)

Ako sme už zmienili, nemáme dostatok jasných dôkazov o jedinečnom systéme sociálnych odmien nezávislom od separačného distresu a sexuálnych potrieb (obr. 14.1). Napriek tomu je rozumné sa domnievať, že podstatné množstvo sociálnej motivácie pochádza z potešenia z dotyku a že potešenie z hry je silne závislé od vnímania dotyku. Je skutočne možné, že koža cicavcov obsahuje špecializované receptory, ako pri šteklení, ktoré detekujú sociálny kontakt (pozri 15. kap.).

Schopnosť maznania, ktoré upokojuje domáce zvieratá a vytvára mocné fyziologické efekty, je síce zjavná, ale len biedne skúmaná. Jednoduchým spôsobom, ako tieto efekty objektívne skúmať, je monitorovať volanie/plač mláďat, ktorú sú držané a tých, ktoré držané nie sú. Výsledky sú samozrejme dramatické. Zvieratá rýchlo prestanú volať/plakať, keď sa ich niekto jemne dotýka. Existujú isté dôkazy pre to, že toto upokojenie kontaktom čiastočne

sprostredkuje aktivácia opioidových systémov mozgu. Napr. je možné merať latenciu zavretia očí ako reakcie na držanie a antagonisti opiátových receptorov spôsobia, že schopnosť zvierat upokojiť sa poklesne (obr. 14.9). Avšak aj pri úplnej blokáde opioidových systémov naloxonom alebo naltrexonom sa vtáky, ak sú jemne držané, napokon upokoja a volajú/plačú omnoho menej než tie, ktoré nikto nedrží. Je zjavné, že aj iné neurochemické látky ako opioidy sa podieľajú na prežívaní upokojenia kontaktom.
Aj na primátoch sa potvrdila skutočnosť, že dotyk môže spúšťať vylučovanie opioidov v mozgu. Podanie naloxonu u primátov zvyšuje vzájomné čistenie, zatiaľ čo podanie opiátov znižuje túžbu po dotyku.
Je vysoko pravdepodobné, že prolaktín a oxytocín sa podieľajú na niektorých aspektoch upokojenia kontaktom, už len z toho hľadiska, že tieto hormóny sprostredkujú produkciu mlieka a úspešnosť sacieho reflexu, ale empirických dát je málo. V tomto kontexte je dobré zmieniť sa, že mozgy myší rôznych temperamentov vykazujú dramaticky odlišné rozloženie oxytocínových receptorov, a to sa tiež mení v závislosti od veku. Vývinové zmeny v distribúcii oxytocínových receptorov v mozgu sú také nápadné, že vedú k predpokladu, že tento chemický systém by mohol v priebehu životného cyklu zvierat sprostredkovávať rôzne sociálne afektívne procesy (obr. 14.10). V rámci medzidruhových rozdielov vysoko sociálny stepný hraboš vykazuje „infantilnejšie“ rozloženie oxytocínových receptorov než horský hraboš, ktorý uprednostňuje samotársky životný štýl.
Rôzne druhy a dokonca rôzne poddruhy (substrains) toho istého druhu vykazujú rôzne konštitučné úrovne nabuditeľnosti rôznych emocionálnych systémov a zdá sa, že jeden z nich môže fungovať ako systém sociálnej odmeny. Tieto rozdielnosti sa vyskytujú aj u ľudí a odrážajú vnútornú genetickú variabilitu temperamentov, ako aj rozdielny dopad ranej skúsenosti na vznik rôznych osobnostných dimenzií.
Zmysluplné poznanie je žiaľ na tejto úrovni stále nedostatočné. Pátranie po jedinečnom systéme sociálneho odmeňovania by v budúcnosti malo priniesť plody v porozumení procesu sociálnej vzťahovej väzby.

Sociálna vzťahová väzba a imprinting: Úloha opioidov a oxyotcínu

Ako sme videli v predchádzajúcej kapitole, najdôležitejší výskum o základnej povahe sociálnej väzby vyvstáva z empirických skúmaní založených na dvoch premisách: pravdepodobnosť, že periférne fyziologické procesy, ktoré sprevádzajú pôrod, by mohli tiež regulovať procesy vzťahovej väzby v mozgu a že existujú podobnosti v neurochémii sociálnej a opiátovej závislosti. Tu rozvediem tieto predpoklady a predstavím tretí, že totiž neurochemické látky, ktoré obvykle inhibujú separačný distres, by tiež mohli zabezpečovať väzbu. Je zjavné, že všetky tieto faktory sú v mozgu navzájom, asi neoddeliteľne, prepletené. Množstvo dôkazov pre neurochemickú reguláciu procesov vzťahovej väzby u cicavcov je značne obmedzené. Ako sme zmienili v predošlej kapitole, oxytocín jednoznačne podporuje väzbu a našli sme tiež zatiaľ nepublikované dôkazy pre to, že vazopresín by mohol byť rovnako dôležitý. To, ako sa opiáty zúčastňujú tohto procesu, zostáva nejasné, ale pravdepodobne zabezpečujú mechanizmus pre jemné rozlišovanie medzi dostupnými väzbovými objektami – napr. či si mláďa vyvinie najsilnejšie väzby s matkou, otcom alebo jednou z tiet či strýkov na hranici klanu. Je zjavné, že keď majú zvieratá v tele exogénne

opiáty, vo všeobecnosti preukazujú menej sociálnej aktivity, s výnimkou veľmi nízkych dávok.
V súčasnosti vieme veľmi málo o oblastiach mozgu, ktoré sprostredkujú sociálne väzby, aj keď môžeme očakávať, že dôležité budú cingulárny kortex, oblasť septa, jadrové lôžko (bed nucleus) v stria terminalis, preoptická oblasť, dorzomediálny talamus, periakvaduktálna šeď (PAG) – čiže všetky oblasti, ktoré sprostredkujú separačný distres. U zvierat, ktoré využívajú pri vytváraní sociálnych vzťahových väzieb čuchové kľúče, vrátane oviec a hlodavcov, hrajú svoju rolu i čuchové bulby. Uvoľňovanie norepinefrínu v bulbách je podstatnou zložkou pre upevnenie sociálnych spomienok u týchto tvorov.
V poslednom desaťročí sa uskutočnil významný pokrok v identifikácii mechanizmov imprintingu v mozgu vtákov. Kľúčové oblasti, ako intermediálna časť hyperstriatum ventrale (IMHV) a laterálny predný mozog, sú plné opioidových receptorov. Najintenzívnejšie boli skúmané lézie v IMHV a zistilo sa, že redukujú získanie i uchovanie imprintingu. Podobne sa v IMHV manifestujú mnohé zmeny súvisiace s imprintingom, vrátane nárastu synaptickej denzity a nárastu glutamátových väzieb. Nie je jasné, čo je homológom IMHV u cicavcov, ale mohol by to celkom dobre byť cingulárny kortex.
Mozgové opioidy sa nezdajú byť podstatné pre vznik jednoduchých imprintingových odpovedí (jednoduchý akt nasledovania objektov). Keď dostanú domáce kurčatá počas formálnych testov imprintingu vysoké dávky naltrexonu, opiátového receptorového antagonistu, nevykazujú zníženie následných reakcií. Zdá sa, že tieto zvieratá pohotovejšie nasledujú imprintingový podnet, aj keď volajú viac, akoby z interakcie nedostávali dostatočné uspokojenie. Inými slovami, aj keď sa u vtákov bez opioidov vytvorí kognitívny imprinting, ich pocit bezpečia nie je taký, ako by sme normálne očakávali. Je teda pozoruhodné, že blokáda opioidov má dopad na jemné rozlišujúce aspekty imprintingu. Inými slovami, opioidová aktivita môže byť pri zakladaní sociálnych volieb rovnako dôležitá, ako sa zdá byť dôležitá pre chuťové voľby (pozri obr. 9.4). Ak podáme stredné dávky opiátov zvieratám, ktoré už prešli imprintingom, prestanú prejavovať živé následné reakcie, čo opäť potvrdzuje, že nízka opioidová aktivita stupňuje sociálnu motiváciu.
Z dát o oxytocíne a sociálnych väzbách u cicavcov by sme mohli očakávať, že vtáčí homológ, vazotocín, by mohol byť dôležitý pre vytváranie väzieb. Nanešťastie nám podpora pre túto hypotézu zatiaľ uniká.
Stručne povedané, v súčasnosti najrozumnejším predpokladom je ten, že sociálne väzby napokon zahŕňajú schopnosť mladého organizmu prežívať separačný distres, keď sú izolované od systémov sociálnej podpory a prežívať neurochemicky sprostredkované upokojenie, keď sa sociálne kontakty znovu nadviažu. Analýza biologického substrátu sociálnych procesov u zvierat má popri zodpovedaní základnej a zásadnej vedeckej otázky dôležitý dopad na naše porozumenie a liečbu rôznych psychiatrických porúch. Aj keď mnohé tieto poruchy sú významne ovplyvňované sociálnymi premennými, niektoré, ako panické ataky, depresia a včasný detský autizmus, sú pravdepodobne obzvlášť silne prepojené s tou dynamikou mozgu, ktorá je základom sociálnych emócií. Každú z nich krátko prediskutujeme v nasledujúcich troch odsekoch, ale najskôr vysvetlím, prečo potrebujeme rozlišovať systém PANIKY od toho, ktorý sprostredkúva STRACH (fear).

Neurochemické rozdiely medzi procesmi separačného distresu a strachu v mozgu

Musíme tu zdôrazniť otázku nastolenú v 11. kapitole – ako môžeme objektívne rozlišovať medzi systémom PANIKY a STRACHU v mozgu. Ako naznačujú štúdie stimulácie mozgu, tieto systémy majú rôznu neuroanatómiu, aj keď sa značne prekrývajú a pravdepodobne v niektorých oblastiach mozgu interagujú, najmä v nižších oblastiach ako je PAG v mezencefale. Môžeme dokonca byť schopní intuitívne rozpoznať niektoré funkčné interakcie na základe introspektívnych skúseností – napr. môže u nás ľahko vzniknúť anticipačná úzkosť ako reakcia na situácie, ktoré vyvolávajú intenzívne emócie separácie. Takto niektorí rodičia prežívajú úzkostne návštevu detských hrobov. Niektoré deti prežívajú s extrémnou úzkosťou, ak sú oddelené od rodičov v takých jednoduchých situáciách, ako je prvá návšteva školy, túto reakciu označujeme *školská fóbia*.

Separačný distres teda môže vyvolať aktivitu v okruhoch strachu, ale behaviorálne dáta svedčia pre to, že opačne to neplatí. Napr. prezentácia strachových podnetov redukuje frekvenciu separačného volania, pravdepodobne preto, že by pre mláďatá bolo maladaptívne odhaliť svoje stanovisko, ak sú nablízku predátori. Ako uvidíme neskôr, zdá sa, že anticipačná úzkosť a panické ataky sú produkované rozdielnymi neurálnymi systémami; tu predpokladáme, že podstatná časť prvého pochádza zo systému STRACHU a podstatná časť toho druhého zo systému separačného distresu alebo systému PANIKY.

Rozlišovaním medzi týmito dvomi systémami môže tiež objasniť niektoré mätúce neurochemické efekty. Napr. neuropeptid CRF sa pravdepodobne zúčastňuje oboch procesov – STRACHU i PANIKY. Preto CRF dodané do mozgu zvyšuje DVs u kurčiat dramaticky a u mláďat primátov mierne, ale u guinejských prasiat DVs redukuje. Tento rozdiel môžeme vysvetliť tým, že CRF u dvoch prvých druhov má silnejší dopad na systém PANIKY, kým u posledného druhu má silnejší vplyv na systém STRACHU.

Farmakologicky môžeme medzi týmito systémami rozlišovať tiež poznámkou, že opiáty veľmi efektívne redukujú separačný distres, ale nie správanie v strachu. Naopak, benzodiazepíny celkom efektívne tlmia správanie v strachu, ale nie sú také efektívne v redukcii separačných volaní. Ako uvidíme na konci tejto kapitoly, podobné vzory výsledkov možno pozorovať pri rôznych liekoch používaných na liečbu generalizovaných úzkostných porúch a panických atakov.

Separačné systémy a pôvod panických atakov

Výber pojmu PANIKA pre ten systém mozgu, ktorý sprostredkúva separačný distres, pôvodne stojí na hypotéze, že emocionálny problém známy ako panické ataky by mohol vznikať z náhleho nabudenia v systéme separačného distresu. Táto hypotéza sa zakladala na viacerých vzťahoch medzi týmito dvomi reakciami: Pre ľudí trpiacich opakovanými panickými atakmi sú typické problémy so separačnou úzkosťou v detstve. Počas separačného distresu, podobne ako počas panických atakov, sa obete cítia, akoby náhle prišli o centrum svojej útechy a stability, čo ich vedie k aktívnemu naliehavému domáhaniu sa pomoci a sociálnej podpory. Obe sú bežne sprevádzané takými autonómnymi symptómami, ako je pocit slabosti, ťažkosti s dychom a pocit guče v hrdle. Asi najnápadnejšia je skutočnosť, že prvá užitočná medikácia na panické ataky, tricyklické antidepresívum imipramín, bola tiež prvým liekom, o ktorom sa zistilo, že má podstatný „ameliorative“ efekt na volanie separačného distresu u mnohých druhov vrátane primátov a psov. Aj keď to v žiadnom

prípade nedokazuje, že tieto dva typy emocionálneho výrazu pochádzajú z toho istého systému, farmakologická analýza panických atakov jasne naznačuje, že táto porucha nie je jednoducho variantom anticipačnej úzkosti a strachu.
Starostlivá práva psychiatra Donalda Kleina v raných 60-tych rokoch naznačila, že novoobjavené anxiolytické činitele benzodiazepínového typu ako chlordiazepoxid (Librium) a diazepam (Valium) mali len malý vplyv na výskyt panických atakov. Keďže bolo práve objavené tricyklické antidepresívum imipramín, Klein postupoval ďalej a tiež ho overoval. Aj keď pacienti najskôr tvrdili, že imipramín nemal žiaden pozitívny efekt, v skutočnosti sa na panické ataky sťažovali oveľa menej než pred užívaním lieku. Keď reálne spočítali výskyt panických atakov, bolo zjavné, že počas medikácie značne poklesol. Pacienti si efekt nevšimli zjavne preto, že liek nezmenšoval anticipačnú úzkosť spojenú s poruchou – t.j. strach, že by sa mohol blížiť atak. Pritom testované anxiolytiká síce znižovali anticipačnú úzkosť, ale neredukovali frekvenciu alebo intenzitu samotných panických atakov.
Nasledujúci výskum ukázal, že aj deťom, ktoré trpeli „školskými fóbiami“, sa dalo tricyklikami pomôcť. Tieto deti sa zdali byť vážne rozrušené vyhliadkou separácie, keď mali prvýkrát opustiť domov a vstúpiť do školského systému, ale keď dostali nízke dávky imipramínu, cítili sa sebaistejšie, podľa všetkého čiastočne preto, že nabudenie systému PANIKY sa znižuje facilitáciou mozgovej serotonínovej aktivity na synapsách, ktoré modulujú reakcie separačného distresu. Samozrejme ešte zostáva jasne ukázať, že to takto funguje u ľudí, ale facilitácia serotonínovej aktivity u zvierat dosť efektívne redukuje DVs. Súčasnejšie výskumy naznačujú, že nová generácia antidepresív SSRI tiež pomerne efektívne reguluje paniku, ako aj niektoré moderné potentnejšie benzodiazepíny ako alprazolam. Tieto línie dôkazov vo všeobecnosti naznačujú, že nabudenie okruhov separačného distresu môže podporovať výskyt panických atakov.
Samozrejme sú možné aj alternatívne pohľady. Napr. Klein nedávno naznačil, že panické ataky vznikajú na základe náhleho nabudenia mechanizmov poplachu dusenia v mozgovom kmeni. Mohlo by to byť tak, že tento primitívny sebaobranný mechanizmus je funkčne prepojený s nabudením systému PANIKY. Spoločným menovateľom oboch je, že sú oba tesne napojené na respiračnú a hlasovú dynamiku a pri oboch emočných stavoch jedinec cíti zúfalú potrebu okamžitej pomoci.
Existujú aj miernejšie formy separačného distresu, ktoré môžu viesť k sociálnej fóbii, ako chronický pocit neistoty, keď jedinec interaguje s druhými. Zistilo sa, že fenelzín, inhibítor monoamidoxidázy (MAO), významne redukuje takéto symptómy. V poslednej dobe sú v ponuke na stupňovanie sociálnej sebaistoty aj iné serotonín facilitujúce lieky, ktoré redukujú separačný distres, ako fluoxetín (známy ako Prozac)

Psychiatrické implikácie: O povahe sociálnej straty a depresie

Chronické nabudenie systému PANIKY môže mať dlhodobé psychiatrické následky. Pretrvávajúci stres sociálnej izolácie, ako ukazuje nadmerná responzivita hypofyzárno-nadobličkového systému (viď obr. 6.9), môže napokon prispieť k zúfalstvu a depresii, ktoré bežne vyvolá sociálna strata a dlhodobá separácia. Ako to ukázal dobre známy výskum Harry Harlowa, izolované mláďatá makaka vyhľadávajú akékoľvek upokojenie, vrátane preferencie neživých „froté matiek“ pred kovovými, ktoré zabezpečujú len potravu. Ak sa takýto typ sociálnej izolácie udržal po nadmerne dlhé obdobie, zvieratá vykazovali celoživotné problémy

so sociálnou adjustáciou. Samice, ktoré boli vychovávané v izolácii, boli biednymi a zneužívajúcimi matkami, najmä vo vzťahu k ich prvorodeným mláďatám. Nasledujúce mláďa získalo už lepšiu starostlivosť, zjavne vďaka blahodárnemu efektu predchádzajúceho učenia. Vo všeobecnosti boli tieto matky bez vlastných matiek dosť plaché a emocionálne príliš rozrušiteľné, vykazovali vzorce správania podobné závažnej forme neistej vzťahovej väzby u detí.

Žiadna konvenčná „terapia“ u týchto zvierat nepriniesla podstatnú dlhotrvajúcu pomoc v obnovení normálnych sociálnych funkcií. Najefektívnejšou terapiou bolo vystavenie oveľa mladším opiciam, zjavne preto, že vyvolávali bezpečné a hravé sociálne interakcie, ktoré vytiahli izolovaných jedincov z ich do seba ponoreného trápenia. V tomto kontexte je hodné zmienky, že izolovaným opiciam boli psy skvelými náhradnými matkami a darilo sa im oveľa lepšie než tým, ktoré zostali bez inodruhových matiek. Toto osvetľuje, prečo môžu byť domáce zvieratá také dôležité pri zabezpečení duševného zdravia a emocionálnej rovnováhy u ľudí; je oveľa priaznivejšie mať teplého srstnatého alebo opereného priateľa, než nemať žiadneho. Je jasné, že prakticky všetky cicavce potrebujú pre zachovanie si emocionálnej rovnováhy v živote dôležitých druhých.

Je dobre dokumentované, že hlavným životným faktorom, ktorý u ľudí vyvoláva (precipitate) depresiu, je sociálna strata. Genézu mnohých foriem depresie môžeme spojiť s neurobiologickou povahou zážitku primárnej straty – zúfalstvo detí, ktoré boli nenávratne oddelené od svojich rodičov. Mnohí veria tomu, že budeme schopní pochopiť zdroje depresie, keď porozumieme kaskáde (stupňovitému zapojeniu) centrálnych neurologických zmien, ktoré vznikajú pri emóciách navodených sociálnou separáciou – od aktívneho protestu (plač) po konečnú reakciu zúfalstva (depresiu). Aj keď boli zvieracie modely pre posúdenie týchto procesov zdokonalené, uskutočnilo sa málo neurochemických analýz zmien v mozgu s tým spojených.

Vo všeobecnosti sa predpokladá, že vykazovanie depresívnej reakcie po iniciálnej reakcii protestu pri separácii môže mať pre mladé organizmy istý evolučný zmysel. Po chvíli intenzívnej volania, ktorá môže rodičom pomôcť nájsť ich strateného potomka, môže byť energeticky adaptívne regredovať do fázy behaviorálne inhibovaného zúfalstva, aby sa uchovali telesné zdroje. Takýto depresívny stav pomôže šetriť limitované energetické zdroje a odrádza bezmocný organizmus od vzdialenia sa ešte ďalej od bezpečia. Ticho zároveň samozrejme minimalizuje objavenie predátorom. Inými slovami, ak iniciálny protest neviedol k obnoveniu spojenia, aj tiché zúfalstvo môže optimalizovať šancu, že rodičia napokon nájdu svojho strateného potomka živého. Nepochybne sa separačné volanie periodicky počas denného cyklu opakuje, ale to nebolo analyzované.

Každopádne sa zdá, že kaskáda udalostí počas fázy iniciálneho protestu pri separácii uvádza v mozgu podmienky pre následnú fázu zúfalstva. To zahŕňa aktiváciu CRF systému v mozgu spolu s hypofýzo-nadobličkovou stresovou reakciou, po ktorých nasleduje vyčerpanie mozgového norepinefrínu, serotonínu a istých dopamínových rezerv. Depresívne symptómy u zvierat a ľudí možno experimentálne vyvolať ustanovením týchto fyziologických zmien v tele. Napr. predĺžené podanie CRF spolu s vyčerpaním biogénnych (biogenic) amínov môže podporiť depresívne reakcie. Ešte nevieme, ako to vedie k pretrvávajúcim psychologickým zmenám, ktoré sú typické pre klinickú depresiu, ale medikácia, ktorá pôsobí proti týmto zmenám, máva antidepresívny účinok. Napr. všetky antidepresíva uľahčujú synaptickú aktivitu systému biogénnych amínov (biogenic amine systems), či už blokádou synaptického

reuptaku transmiterov, ktorú dosahujú tricyklické antidepresíva a SSRI alebo inhibíciou degradácie, ktorú spôsobujú inhibítory MAO.
Na počiatku psychofarmakológie sa aj morfium používalo ako antidepresívum, ale postupne sa od tejto praxe upustilo s nástupom efektívnejších antidepresív. Budúce lieky inhibujúce mozgové CRF a podporujúce oxytocínovú aktivitu by mali nové a užitočné profily antidepresívnej aktivity. Samozrejme môžu pomôcť aj environmentálne a kognitívne terapie, čiastočne zrejme aj poskytnutím sociálnej opory, ktorú depresívni jedinci potrebujú.
V skutočnosti pravdepodobne najúčinnejšou nefyziologickou manipuláciou zmierňujúcou depresiu je zabezpečenie väčšej sociálnej podpory. Po tom, ako mláďatá vykazujú depresívne reakcie na izoláciu, sociálny kontakt niekedy postačuje na to, aby ich vyliečil.
Aj keď v minulosti výskumníci neverili v existenciu vnútorných sociálnych procesov v mozgu, teraz sa zdá pravdepodobné, že veľká časť vyššej organizácie mozgu sa vyvinula v službe podpory sociálneho správania a uchovania pocitov sociálnej homeostázy. Než rozlúštime hádanku sociálneho mozgu, musí sa uskutočniť ešte veľa práce, ale pokrok bude mať zásadné implikácie pre vývin nových spôsobov liečby pre rôzne psychiatrické poruchy, vrátane najdevastujúcejších, ako je raný detský autizmus.

Ďalšie psychiatrické implikácie: autizmus a socioemocionálny systém mozgu

Pre raný detský autizmus sú typické vážne zlyhania v socializácii, komunikácii a imaginácii. Ako to povedal Leo Kanner vo svojej vplyvnej práci z roku 1943, autistické deti „prišli na svet s vrodenou neschopnosťou vytvoriť bežný, biologicky zabezpečený afektívny kontakt s ľuďmi“. Aktuálna teoretická perspektíva hovorí, že tieto deti si nevytvárajú „teóriu mysle“ (theory of mind), ktorá sa vzťahuje na schopnosť väčšiny detí po veku 2 rokov začať rozoznávať, aké myšlienky a emócie bežia v mysliach iných. Porozumenie týmto myšlienkam sa môže v dospelosti stať veľmi komplexným a často klamným.
Existencia tohto syndrómu umožňuje výskumníkom jedinečnú príležitosť skúmať, ako pracuje sociálny emočný systém u ľudí. Po dlhom období, keď mnohí tvrdili, že porucha vzniká kvôli rodičovskému zlyhaniu, dnes skutočne všetci výskumníci súhlasia s tým, že autizmus je neurobiologická porucha, ktorá pravdepodobne odráža určitý typ dysfunkcie normálneho neurálneho vývinu v druhom trimestri gravidity, keď sa v mozgu utvára primitívny mozgový kmeň a limbické okruhy. Ešte nevieme presne, čo sa pokazí vo vývine autistického mozgu, ale je zdokumentované veľké množstvo mozgových zmien u týchto detí. Popri rôznych zjavných abnormalitách mozgu, ako je zmenšený mozoček a mozgový kmeň a zväčšený veľký mozog (cerebrum), nedávno boli objavené aj významné abnormality na jemnej štrukturálnej úrovni. Autistické deti majú priveľa nahusto nabalených malých neurónov v častiach limbického systému, ktoré dávajú tušiť, že selektívna smrť buniek, prirodzený proces vyvíjajúceho sa mozgu nazývaný apoptisis, nepostupovala normálne. Toto tiež znamená, že sa neuróny neprepájajú s inými časťami mozgu tak dobre ako u normálnych detí, čo tiež naznačuje, že biochemický program pre neuronálny vývin fungoval nesprávne. V súčasnosti je nemožné takéto siete mozgu napraviť.
Bez prenatálnej detekcie autizmu nebude možné napraviť takéto deficity, ani s pomocou nových manipulácií, ako je administrácia primeraných faktorov pre neurálny rast (pozri Kap. 3). Vo veku, keď väčšinu detí diagnostikujeme, neuronálny vývin pokročil do ireverzibilného

bodu. Napriek tomu mnohé postihnuté deti vykazujú isté funkčné zlepšenia po znovunastavení mozgovej chemickej nerovnováhy. Vzhľadom na to, že pri autizme je tak mnoho abnormalít, vzťahujúcich sa k deficitom v komunikácii, socializácii a imaginácii (známe ako autistická triáda), neexistuje jediná medikácia, ktorá by pomohla všetkým deťom. V skutočnosti žiadny liek nie je v súčasnosti schválený pre liečbu autistických porúch a mnoho výskumných prác zostáva na úrovni pokusu-omylu. Predsa však sa objavujú práce vychádzajúce zo starostlivého posúdenia mnohých možných zásadných príčin.
Napr. boli objavené mnohé podobnosti medzi správaním mláďat so zničeným temporálnym lalokom ako aj tých, ktoré dostávali opiáty, a symptómami detí s diagnózou autizmu. Pre obe skupiny bola typická necitlivosť na bolesť a deficity v komunikácii, hre a zvedavosti. Napr. zvieratá s podanými opiátmi, podobne ako autistické deti, nevykazujú výraznú túžbu po sociálnej spoločnosti; skôr vykazujú všadeprítomnú redukciu sociálnej reaktivity, s výnimkou hravého klbčenia, ktoré môže byť zvýšené nízkymi dávkami opiátov, prinajmenšom u potkanov, ako uvidíme v nasledujúcej kapitole. V skutočnosti je motivácia pre aktivitu hravého klbčenia prakticky jedinou sociálnou túžbou, ktoré autistické deti vykazujú na relatívne vysokej úrovni, ale nie s reciprocitou daj a ber a fantazijnými štruktúrami normálnej detskej hry.
Mláďatá, ktorým boli chronicky podávané opiáty, vykazujú tiež všadeprítomné zabrzdenie vývinu vo všetkých sférach, od rastu a telesného dozrievania až po nástup rôznych behaviorálnych schopností. V súčasnosti je všeobecne prijaté, že opiáty podávané počas raného vývinu môžu regulovať rast. Toto dáva vzniknúť možnosti, že autistické deti mohli byť vystavené nadmerným dávkam endogénnych opiátov alebo podobných molekúl počas raného vývinu. Navyše môžu naďalej zažívať nadmernú opioidovú aktivitu v istých okruhoch mozgu, ako dozrievajú. Toto môže vysvetľovať ich necitlivosť na bolesť a následnú tendenciu vykazovať sebapoškodzujúce správanie ako aj mnohé iné symptómy od stereotypií po sociálny chlad. Vzhľadom na tieto úvahy, objavili sa návrhy, že by týmto deťom mohlo pomôcť podávanie blokátorov opiátových receptorov, ako je naltrexon.
Aj keď testovanie tejto hypotézy prinieslo zmiešané klinické výsledky, životy asi polovice všetkých autistických detí sa môžu zlepšiť uvážlivým podávaním tejto medikácie. Mierne dávky naltrexonu môžu redukovať niektoré aktívne symptómy autizmu ako nadmerná aktivita, stereotypie a sebapoškodzujúce správanie a v malých nie častých dávkach môžu podporovať sociálnu aktivitu. Mnohí výskumníci referovali o pozitívnych znakoch ako zvýšená sociálna iniciatíva a interakcia, zvýšená túžba komunikovať a spolupracovať s druhými a zvýšená pozornosť, zvedavosť a sociálna výmena, často sprevádzaná lepšou náladou. Väčšina týchto pozitív odráža všeobecnú normalizáciu každodenného života. Hoci naltrexon nevedie k zlepšeniu u všetkých detí, ani nemôže byť považovaný za niečo podobné lieku, pozitíva sú často natoľko podstatné, že rodičia sa rozhodnú ponechať deti medikované dlhodobo. Rodinný život je všeobecne menej stresujúci a veselší. Aj keď v súčasnosti nie je žiaden spôsob, ako predpovedať, ktorým deťom to pomôže, pravdepodobne to budú tie, ktoré majú vysoké hladiny kolujúcich opioidov v mozgu, čo bolo zistené u asi polovice všetkých testovaných autistických detí.
Aj keď je naltrexon len okrajovo prospešný liek, osvetľuje koherentnú teoretickú stratégiu pre vyvinutie nových a lepších chemických látok: látky, ktoré zvyšujú sociálnu motiváciu vo výskumoch so zvieratami, čo je pozorovateľné podľa zvýšeného volania a spoločenskosti, môžu byť prospešné aj pre tieto deti. Mohli by sme sa zamerať aj na iné symptómy, ako napr. vysoko nepravidelné spánkové vzorce nájdené u mnohých autistických detí, čo naznačuje, že

môže byť užitočný aj prirodzený činiteľ podporujúci spánok, ako melatonín (pozri 7. kap.). Vskutku sa nedávno dokázalo, že melatonín je efektívnou liečbou pre vývinovo zaostávajúce deti a zlepšenia sú širšie než len zlepšenie spánku. Toto však môže byť nepriamy efekt medikácie. Možno stabilizácia spánkového rytmu umožňuje obnovnému efektu spánku, aby priniesol všeobecný prospech v mnohých oblastiach fungovania mozgu. Výskumníci teraz tiež skúmajú možnú úlohu oxytocínu a serotonínu vo vzniku poruchy.
Mali by sme tiež zmieniť, že existuje príbuzná genetická porucha, Williamsov syndróm, ktorého symptómy sú presne opačné oproti autizmu. Deti s týmto syndrómom majú charakteristický až príliš samopašný výraz v tvári a roztomilú sociálnu povahu. Sú extrémne priateľské, sociálne otvorené a vedia hladko štebotať ako na zábavnom večierku, ale ich reč je len málo obsažná. O tomto syndróme nevieme nič podstatné na neuronálnej úrovni, ale zdá sa byť takmer zrkadlovým obrazom autizmu. Milujú pohybovať sa v spoločnosti. Môžeme sa dohadovať, že deti s Williamsovým syndrómom majú vysoko reaktívne systémy sociálnych interakcií, ktoré sú len slabo prepojené s kognitívnymi analyzátormi. Je jasné, že potrebujeme vedieť viac o sociálnych okruhoch v mozgu cicavcov, než pochopíme tieto mätúce poruchy. Manifestácie týchto emocionálnych systémov v skutočnom živote sú značne rôznorodé.

Závery a vyhliadky do budúcnosti

Hoci mnohí psychológovia skúmajú a hovoria o význame procesov vzťahovej väzby pre ľudský osobnostný vývin, zásadné informácie o týchto mechanizmoch pochádzajú z výskumov mozgu na zvieracích modeloch. Keď pochopíme základné procesy v mozgu iných živočíchov, možno dokážeme intervenovať do týchto procesov u ľudí. Možno pomôžeme matkám, ktoré majú ťažkosti s vytváraním väzby na ich deti, možno kvôli postpartálnej depresii alebo psychóze alebo skrátka pre nedostatok neurálnej resiliencie v ich väzbových systémoch. Je možné, že niektoré manipulácie v systémoch mozgových opioidov alebo oxytocínu by podporovali väzbu dokonca i medzi relatívnymi cudzincami, ako sa to objavuje počas sociálnej rekonštrukcie typickej pre rozbité rodiny po rozvode. Toto sú samozrejme možnosti pritiahnuté za vlasy a môžu byť v našom súčasnom sociálnom milieu nerealistické. Ako spoločnosť máme stále veľké ťažkosti s zmieriť sa s neurochemickou povahou ľudskej mysle. Avšak táto premena myslenia sa už objavila v biologickej psychiatrii. Emocionálny distres, ktorý sprevádza väčšinu hlavných psychiatrických ochorení je pravdepodobne viac spojený s meniacou sa dynamikou základných emocionálnych systémov než s kognitívnymi systémami, v rámci ktorých najčastejšie vidíme symptómy. Každopádne predstavuje systém separačného distresu novú výzvu pre psychiatriu. Zdá sa zrejmé, že depresia a panické ataky sú najbežnejšie u jedincov, ktorí majú anamnézu separačnej úzkosti, zatiaľ čo autistické deti, zdá sa, majú primárny deficit v schopnosti prežívať sociálne emócie a vnímať zmysel tejto emocionálnej dynamiky u druhých. Z toho vyplýva, že všetky tieto poruchy sú aspoň sčasti modulované mechanizmami separačného distresu v mozgu.
Aj keď mnohí výskumníci dnes akceptujú, že primárne deficity pri týchto poruchách treba skôr hľadať v neurochemickej nerovnováhe než len v sociálnej dynamike, ešte neuznávajú význam systému separačného distresu pri tvorbe afektívneho nepokoja. Porozumenie tohto emocionálneho systému nás privedie k podstate toho, čo znamená byť sociálne citlivou a hlboko sa starajúcou ľudskou bytosťou. Tento typ poznania tiež prípadne môže pomôcť

objasniť najušľachtilejšie ľudské túžby, konkrétne túžbu pomáhať ostatným – inými slovami, čo to znamená byť altruistický v protiklade k sebectvu.

Dodatočné myšlienky: Hudba a „mrazenie“ („chills“)

Môžeme prežívať prechodnú aktiváciu prastarého systému separačného distresu pri istých estetických zážitkoch? Myslím, že jeden z najfascinujúcejších prejavov separačného distresu v ľudskom mozgu môže odrážať mocnú odpoveď, ktorú mnohí z nás máme na isté typy hudby. Je všeobecne uznávané, že hudba je jazykom emócií. Je jedným z mála spôsobov, ktorými ľudia dovoľujú vonkajšiemu svetu pravidelne vstupovať do ich emocionálnych systémov. Väčšina z nás počúva hudbu pre emocionálne bohatstvo, ktoré nám prináša do života. Dokonca radi počúvame smutné piesne – obzvlášť sladko-bôľne (bittersweet) piesne o neopätovanej láske a strate. Bežná fyzická skúsenosť, ktorú ľudia opisujú pri počúvaní dojemnej hudby, najmä melancholických piesní o stratenej láske a túžbe, ako aj pri hudbe na pamiatku padlých vojakov s vlastneneckou hrdosťou, je triaška pozdĺž chrbtice, ktorá sa často šíri aj na ruky a nohy a aj do celého tela. Táto reakcia odráža kombináciu vazokonstrikcie, lokálnych kontrakcií kože spôsobených piloerekciou a možno zmien „evaporative“ ochladenia na povrchu kože. Takéto účinky môžu byť objektívne merané ako galvanická kožná reakcia (GKR, angl. GSR), ktorá je všeobecným meradlom kožného odporu. Samozrejme je veľká variabilita v incidencii takejto reakcie. Niektorí ľudia len zriedka v živote rozoznajú takúto reakciu, zatiaľ čo iní, možno tí sociálnejší, si ich užijú častejšie. Po mnoho rokov som hľadal, ako porozumieť tomuto zvláštnemu fenoménu. Tu sumarizujem vhľady, ktoré som získal. Budem o tomto chvejivo-svrbivom zážitku hovoriť ako o „mrazení“ („chills“), aj keď mnohí muži používajú výraz „thrills“ (vzrušenie, rozochvenie). Uprednostňujem označenie „mrazenie“, lebo ho prevažne používajú ženy a ženy túto reakciu zažívajú častejšie. Aj keď sú samozrejme mnohé výnimky. Napr. ja som tak senzitivizovaný, že môžem mať tento zážitok pravidelne už len pri pomyslení na udalosti. Ženy obvykle rozpoznajú, že smutná hudba vyvoláva tento pocit častejšie než veselá, kým muži bežne ako podnet vnímajú šťastnú hudbu. Avšak keď uskutočníme experimentálnu analýzu je jasné, že dokonca aj u mužov smutná hudba vyvoláva tento zážitok častejšie než veselá. A naopak, hudba, ktorá vyvoláva „mrazenie“ býva poslucháčmi častejšie označovaná ako smutná než ako veselá. Ľudia zažívajú „mrazenie“ oveľa častejšie pri hudbe, ktorú si samy vybrali, čo môže odrážať bohatú asociačnú sieť k hudbe, ktorú si často užívali. Čo je hlavným významom tohto emočného fenoménu?

Zaujímavou možnosťou je, že hlavným komponentom tohto prenikavého pocitu sprevádzajúceho smutnú hudbu sú zvuky, ktoré môžu akusticky pripomínať separačné volania v distrese – primárne volania strateného alebo zúfalstva. Inými slovami, prenikavé/vysoké udržiavané crescendo schopné hlboko zasiahnuť „dušu“ sa zdá byť ideálnym podnetom pre evokovanie „mrazenia“. Ojedinelý nástroj, ako čelo alebo trúbka, vynárajúci sa z orchestrálneho pozadia, je rovnako vyzývavý. Tak môžu „mrazenia“, ktoré prežívame počas hudby, reprezentovať prirodzenú tendenciu našich emocionálnych systémov mozgu, najmä tých, ktoré sú naladené na vnímanie emocionálnej straty, reagovať primeranou homeostatickou termálnou odpoveďou. Keď sme stratení, cítime chlad – nielen fyzicky, ale aj ako neurosymbolickú reakciu na sociálnu separáciu. Ako sme už spomenuli, korene systému sociálnej motivácie môžu by silne prepojené s termoregulačnými systémami mozgu (pozri obr. 14.1). Preto keď počujeme hlas niekoho, kto je stratený, obzvlášť ak je to naše dieťa, tiež

cítime chlad. Toto môže byť spôsob, akým príroda podporuje opätovné stretnutie. Inými slovami, zážitok separácie vytvára vnútorný pocit termoregulačného diskomfortu, ktorý sa môže zmierniť teplom opätovného stretnutia. V hudbe, ktorá vyvoláva „mrazenie, je do dynamiky zvukov hlboko vpletený melancholický pocit straty a možnosti opätovného stretnutia. Takto môže byť najlepším podnetom pre „mrazenia“ stabilný tón zármutku v sopránovom speve alebo v hre huslí. Táto zvuková skúsenosť k nám prehovára o našej ľudskosti a hlbokej vzťahovosti k iným ľuďom a zbytku prírody. Keďže naloxone môže znížiť výskyt „mrazenia“, môžeme uzavrieť, že reakcia „mrazenia“ na hudbu je čiastočne ovládaná endogénnymi opioidmi. Avram Goldstein, farmakológ, ktorý pôvodne objavil opiátový receptor a mocné opioidy beta-endorfín a dynorfín, interpretoval toto zistenie, tak, že vylučovanie opioidov môže vyvolávať „mrazenie“ (alebo, ako ho označoval, „thrills“ – rozrušenie). Zo súčasného pohľadu sa zdá pravdepodobnejšie, opioidová blokáda redukuje „mrazenie“, pretože jedinec neprežíva náhly pokles v opioidovej aktivite, ktorú spôsobuje percepčne navodený afektívny zážitok sociálnej straty, zážitok, ktorý je v ľudskej mysli vždy kombinovaný s možnosťou záchrany – byť nájdený a opatrený, keď sa jedinec stratí. Výskum hudby bude mať zásadný význam pre porozumenie psychológii a neurobiológii ľudských emócií.

Konspekt vypracovala: **MUDr. Vanda Jakešová**

Kapitola 15

Hravé klbčenie – zdroje radosti v mozgu

Rough-and-Tumble Play: The Brain Sources of Joy

Keď sa opýtate detí, čo robia najradšej zo všetkého, najčastejšou odpoveďou je: hráme sa. Prináša im to najväčšiu radosť. A najzábavnejšou je klbčenie, hoci väčšina výskumníkov ešte rozlišuje aj iné typy hry, ako napríklad objektová hra alebo fantazijná hra. Väčšina výskumníkov považuje hru za malichernú oblasť. Iba nedávno sa niektorí z nich začali zaujímať o mozgové štruktúry podmieňujúce hru. Teraz si stále viac uvedomujú, že pochopenie hry môže odhaliť veľké tajomstvá mozgu a priniesť dôležité vhľady do určitých detských psychiatrických problémov, akými sú napríklad autizmus či poruchy pozornosti. Dnes je už isté, že mozog obsahuje zvláštne neurálne systémy, ktoré majú za úlohu spúšťať hravé klbčenie. Táto hra sa ukazuje byť veľmi úzko spojená so somatosenzorickými informáciami, ktoré sa spracúvajú v strednom mozgu, talame a v mozgovej kôre. Určité chemické mediátory sa obzvlášť podieľajú na vyvolávaní hry – achetylcholín, glutamát, opioidy – zatiaľ čo iné redukujú hrové impulzy – serotonín, noradrenalín, GABA.

Hrové systémy zodpovedné za klbčenie sa nachádzajú v mozgoch mnohých cicavcov. Ukazuje sa, že pomocou experimentov by sme mohli zistiť to, že hra má mnohé pozitívne účinky na mozog i telo, vrátane napomáhania určitých druhov učenia a nadobúdania rozličných fyzických zručností. A čo je najdôležitejšie, hra môže umožňovať mladým jedincom účinne sa asimilovať do štruktúr ich spoločnosti. K tomu potrebujú vedieť to, koho môžu zastrašovať, a kto môže zastrašovať ich. Treba aj vedieť identifikovať tých jedincov, s ktorými je možné nadviazať spoluprácu, a tých, ktorým sa treba vyhnúť. Hra zvieratám pravdepodobne umožňuje rozvinúť si účinné schopnosti v oblasti dvorenia a výchovy potomstva a pomáha im aj zefektívniť ich správanie v rozličných aspektoch agresivity – vrátane poznania toho, ako hrdo prijať prehru. Hrové neuronálne siete zrejme pomáhajú jednotlivcom vtkať sa do sociálnej štruktúry, ktorá je základom pre ich život. Niet teda divu,

že hra je taká zábavná – je snáď jedným z najväčších zdrojov radosti. Einstein ostal celý svoj život hravý a mentálne mladý, napríklad si predstavoval, aké by to bolo cestovať na lúči svetla – a tak sa zrodil obrovský objav. A snáď by sa malo pátranie po mytologickej „fontáne mladosti“ zamerať rovnako tak na neurobiológiu mentálnej mladosti a hry, ako na spôsoby predlžovania života.

Pri vzbudení hrových okruhov v mozgu vzniká veľká radosť. To, že hra je primárnou emocionálnou funkciou mozgu cicavcov, bolo objavené len nedávno, no teraz je existencia takýchto mozgových systémov istá. Napríklad mladé potkany prejavujú hravé správanie aj vtedy, keď v skorších fázach života nemali možnosť získať žiadne skúsenosti s hrou. Rovnako, ako keď mladé vtáky začnú lietať, keď príde ten pravý čas, tak aj mladé cicavce sa začnú hrať, keď sa dostanú do určitého veku. Mladé potkany sa začnú hrať približne vtedy, keď dosiahnu 17 dní života. A ak je im počas raných fáz psychomotorického vývinu (medzi 15-tym a 25-tym dňom života) zamedzená sociálna interakcia, len čo dostanú prvú príležitosť, energicky sa začnú hrať. Preto, impulz pre klbčenie nie je vytvorený na základe minulých skúseností, ale zo spontánnych neurálnych pudov vo vnútri mozgu. Samozrejme, počas klbčenia sa pravdepodobne deje veľa učenia, no mladý organizmus lákajú k hravej interakcii spontánne aktívne hrové impulzy zo špecifických okruhov v mozgu – niektoré sú vo vývinovo starých častiach talamu. Hoci hra odráža geneticky dané hrové impulzy nervového systému, na to, aby sa mohla prejaviť naplno, potrebuje vhodné prostredie. Napríklad strach a hlad môžu na čas eliminovať hru. U väčšiny cicavcov začína hra v teplej a bezpečnej základni domáceho prostredia, za hojnej podpory rodičov. Jane Goodall píše: „Šimpanziemu mláďatku sa dostáva prvej skúsenosti so sociálnou hrou od matky, ktorá ho veľmi jemne šteklí prstami alebo ho poštucháva bradou. Najskôr to býva iba na chvíľočku, no keď má mláďa 6 mesiacov a začína odpovedať smiechom, hra sa predlžuje. Táto hra je bežná počas mladého veku a niektoré samice sa často hrajú ja so staršími mláďatami, dospievajúcimi či dokonca dospelými potomkami. Úloha matky pri vedení hry a prvých sociálnych interakcií malých detí je evidentná aj u ľudí. U mnohých druhov cicavcov sú otcovia menej hraví než matky, ale ľudia sú možno výnimkou.

Prehľad experimentálnej analýzy

U väčšiny primátov má prechádzajúca sociálna izolácia devastujúci efekt na túžbu po hre. Mladé opice a šimpanzy začínajú byť po niekoľkých dňoch izolácie skľúčené a keď sa vrátia do spoločnosti, relatívne málo sa hrajú. Očividne musí byť najprv vyplnená ich základná potreba po sociálnom teple a podpore. Bezstarostná hravosť sa navracia až potom, keď sa im vráti dôvera. Laboratórne potkany sa na druhej strane značne odlišujú od tohto všeobecného pravidla, a preto sú užitočným modelom pre systematickú analýzu hrových mechanizmov mozgu. Laboratórne potkany sa v porovnaní s inými cicavcami dokážu lepšie emočne vyrovnať so sociálnou izoláciou. Takisto ich mechanizmy vytvárajúce sociálne väzby sú slabšie. U mladých potkanov sociálna izolácia systematicky zvyšuje klbčenie, zatiaľ čo sociálne nasýtenie ju znižuje. Podpora hry sociálnou izoláciou nie je spôsobená len samotnou sociálnou izoláciou, ale aj špecifickým účinkom deprivácie hry. Ak umiestnite zvieratá do tesnej klietky, kde sa nemôžu spolu hrať, po vypustení sa budú hrať veľmi veľa. Rovnako, ak umiestnite mladé potkany k dospelým, ktoré nie sú veľmi hravé, budú sa následne hrať mladé s mladými rovnako intenzívne, ako keď boli pred tým úplne izolované. Pomocou sociálnej deprivácie možno v laboratóriu hru - klbčenie efektívne analyzovať. Výsledky týchto systematických výskumov potvrdzujú, že túžba po hre je vnútornou, vrodenou funkciou cicavčieho nervového systému. Výskum ľudí rozlišuje niekoľko rozličných foriem ľudskej hry. Sociálni a vývinoví psychológovia ju rozdelili na – exploračne/neurobiologickú hru, vzťahovo/funkčnú hru, konštruktívnu hru, dramaticko/sybolickú hru a na hru s pravidlami a samozrejme na hru klbčením. Tejto sa vo výskume dostáva najmenej pozornosti. Je to pochopiteľné, pretože je prudká a dospelí ju často považujú za rušivú a nebezpečnú. Deti ju však milujú, lebo im prináša radosť. U cicavcov je to hlavná forma hrania sa. Hoci je ľudská hra detailne porozdeľovaná na rôzne formy, treba sa zamyslieť, do akej miery sú rozličné formy hry iba vyššími elaborátmi jednoduchej prvotnej témy –teda či v ľudskom mozgu existujú mnohopočetné výkonné okruhy pre hru, alebo existuje len jediný základný hrový systém? Kým sa nedokáže opak, mali by sme byť skromnejší a prikloniť sa k možnosti s jediným okruhom. Hrové impulzy, ktoré sú spracúvané vyššími kognitívnymi sieťami mozgovej kôry, sa môžu prejaviť v mnohých na oko odlišných formách ľudskej hry. Ich spoločný menovateľ však zrejme pochádza zo základných neurálnych systémov, ktoré boli pôvodne určené na generovanie klbčenia. U ľudí sa zrejme zdroj energie z tejto hry môže

presmerovať do veľkého množstva rozličných aktivít. Ľudia dokážu vôľovou aktiváciou hrových mechanizmov mozgu dosiahnuť úplne nové formy hravosti (napríklad rozličné hry podľa pravidiel, používanie hračiek, dramatizácie alebo reči). Hrové okruhy umožňujú inými emočným systémom, najmä sociálnym, aby sa cvičili v relatívne bezpečnom domácom prostredí. V strede zápalu hry môže zviera dosiahnuť bod, kedy dôjde k vybudeniu skutočného hnevu, strachu, separačnej úzkosti alebo sexuality. Vtedy môže hravá nálady ustúpiť, s tým, ako organizmus spracúva nepríjemnú situáciu. U detí sa to často prejavuje tak, že v slzách utečú za matkou a sťažujú sa na nespravodlivosť, ktorá sa im dostala, aby zistili, koľko sociálnej podpory a pochopenia môžu pre seba získať.

Opis klbčenia

Dynamický obraz hry v skutočnom živote je ťažké zachytiť. No celkový obraz, ktorý zodpovedá všetkým cicavcom, možno opísať ako dynamické, neusporiadané, bezstarostné klbčenie. U potkanov vidíme zrýchlené odbiehanie a pribiehanie k partnerovi. Niekedy jedno zviera prekotúľa druhé a potom sa hravo naháňajú. Zvieratá sa striedajú v naháňačke a striedajú si roly. Zvieratá si často vyskakujú na chrbát ako keby vyvolávali živú komunikáciu. Tieto dorzálne kontakty možno ľahko spočítať. Takisto sa dajú ľahko spočítať polohy, keď jedno zviera leží na chrbte a druhé ho pritláča. Takto sa hra najľahšie monitoruje, hoci existujú aj mnohé iné spôsoby. Presné detaily hravých epizód sa medzi rozličnými druhmi cicavcov líšia, no všeobecná atmosféra ostáva tá istá – je to radostná sociálna výmena na hranici súboja. Mladé potkany, ktoré nemajú inú možnosť, sa veľmi radi nechávajú štekliť a hrajú sa s ľudskou rukou. Hranie má u väčšiny druhov charakteristický vývoj v čase – hravosť sa zvyšuje počas ranej juvenilnej periódy, počas mladého veku ostáva stabilná a klesá, keď zvieratá prechádzajú pubertou. V súčasnosti nepoznáme neurobiologické faktory, ktoré kontrolujú tento vývoj, pravdepodobne sa to však týka dozrievania mozgu. Dominancia v hre sa jasne objaví vtedy, keď opakovane necháme dva potkany, aby sa spolu hrali. Po niekoľkých epizódach hry má jeden z nich typicky tendenciu stať sa „víťazom“ – teda častejšie počas klbčenia skončí na svojom partnerovi. V priemere približne 70 % času sa víťaz dostáva navrch, no pre pokračovanie hry je potrebné, aby došlo k reciprocite a silnejší partner musí byť ochotný hendikepovať sa. Ak jedno zo zvierat stále vyhráva, hravá aktivita postupne

ustupuje a menej úspešné zviera začína víťaza ignorovať. Môžeme sa domnievať, že podobná dynamika je prítomná aj pri ľudskej verbálnej hre, pri ktorej sa ľudia najčastejšie spoznávajú. Dôležitým faktorom pri určovaní toho, ktoré zo zvierat v páre sa stane víťazom, je telesná hmotnosť a rovnako aj neurochemická aktivita. Čo sa týka hmotnosti, približne desaťpercentná výhoda v hmotnosti stačí na to, aby bolo zviera stále víťazom – rovnako je to pri ľudskom zápasení a boxe. Čo sa týka neurochémie, ak jedno zviera dostane malú dávku opioidov, napríklad morfínu, a druhé malú dávku antagonistu opioidov, napríklad naloxonu, bude prvé zviera vždy víťaziť. Mozgové opiáty teda kontrolujú sociálnu emocionalitu, teda zviera, ktoré dostalo antagonistu opioidov, je psychologicky slabšie, prehráva, pretože je náchylnejšie k negatívnym pocitom akým je napríklad separačný distres. Na druhej strane zvieratá v kontrolnej skupine alebo tie, ktoré dostali opiáty, majú zvýšenú sociálnu sebadôveru a pocit psychologickej sily.

Hra a agresivita

Hravé klbčenie u zvierat sa často nazýva aj hravé zápasenie a existujú názory, že sa jedná o juvenilnú expresiu určitých typov agresívnej aktivity – napríklad agresivity medzi samcami. Hoci klbčenie má často vonkajšie znaky agresívneho boja, analýza správania poukazuje na to, že behaviorálne sekvencie počas skutočného boja a počas hry sa výrazne od seba odlišujú. Podobnosť medzi bitkou a hrou je iba povrchná. Napríklad, počas klbčenia málokedy vidíme vážne agresívne postoje. Počas skutočnej bitky sa potkany často boxujú – teda stoja na zadných končatinách a navzájom sa bijú prednými končatinami – toto sa nikdy počas sociálnej hry neobjavuje. Niekedy sa hra skončí skutočnou bitkou, ale vtedy okamžite vymiznú známky behaviorálnej nespútanosti. Keď dochádza k aktivácii systémov zúrivosti a strachu, dochádza k behaviorálnej tenzii. Ozajstná hra a agresivita majú rozličné pravidlá. Napríklad počas experimentu, ak sa jedná o bitku, vždy vyhráva zviera, ktoré sa nachádza na domácom teritóriu. Počas hry tomu tak nie je. Hravý boj je pozitívnym zážitkom pre oboch účastníkov – ak sa im dostane možnosť hra sa opäť, obaja rovnako rýchlo bežia do arény určenej pre hru. Vysoko špecifické antiagresívne látky ako napríklad fluprazín, ktoré výrazne redukujú rozličné formy boja, neznižujú hravosť a v niektorých prípadoch ju zrejme zvyšujú.
Hoci existuje spojitosť medzi zručnosťami, ktoré si jedinec osvojí počas hravého boja a možnými dospelými dominantnými schopnosťami, v súčasnosti neexistuje jasný dôkaz pre

spojitosť vo výkonných mozgových mechanizmoch klbčenia a dospelých foriem agresie. Hoci je možné, že napríklad u ľudí sa detská hra prelína do ritualizovaných športov akými sú futbal či basketbal. Nie je pravdepodobné, že profesionálny futbal či iné športy potrebujú na svoje vykonávanie účasť hrových okruhov v mozgu, ale ak sa tieto systémy zapoja, dochádza zrejme k skvalitneniu prejavov týchto športov. Na druhej strane by iba málo divákov zaujímal profesionálny šport, keby v ich mozgoch neexistovali hrové okruhy, ktoré sa aktivujú pri pozorovaní hravej aktivity druhých ľudí. Šport je okrem iného aj inštitucionalizovaný spôsob, ako naložiť s agresívnou energiou, ktorá by inak v mierovej spoločnosti spôsobovala chaos. A pretože šport nám ponúka možnosť vyjadriť našu symbolickú dominanciu, niet divu, že sa v našej spoločnosti teší takej úcte.

Hra a smiech u ľudí.

Ľudia sú jedinečným hravým druhom. Môže to čiastočne byť spôsobené skutočnosťou, že sme stvoreniami, ktorým sa dostáva úžitku z omnoho dlhšieho detstva, že majú iné druhy. Napríklad, naše detstvo a adolescencia predstavujú približne 20 % z dĺžky života, čo sa dá porovnať s inými veľkými opicami. Avšak korešpondujúce obdobie u iných primátov je vo všeobecnosti menšie než 10 %. U psov, mačiek a potkanov je to 5 %. Ku komplexnosti našej hravosti prispieva ďalej aj to, že naše hravé inštinkty sú významne modifikované našimi kognitívne zameranými vyššími mozgovými oblasťami. Hoci kortikálne procesy zaiste prispievajú k rôznorodosti nášho hravého správania, nie je pravdepodobné, že primárna mozgová „energia“ pre hravosť vzniká z týchto vyšších mozgových funkcií. Pravdepodobne táto energia vzniká z tých istých vývinovo starých výkonných systémov, ktoré riadia klbčenie u iných druhov. Táto energia prechádza mozgom a filtruje sa a dostáva nové formy – od groteskného humoru po kognitívnu veselosť. Vskutku, znakom toho, že u ľudí sú hrové okruhy v akcii, je ľudský smiech. Tento respiračný pohyb nemá žiadnu funkciu, s výnimkou toho, že signalizuje druhým jedincom sociálnu náladu a zmysel pre bezstarostné priatelenie sa. Niektorí veci sa domnievajú, že smiech je výhradne ľudský fenomén, no iní o tom pochybujú.

Etológovia rozlišujú dva druhy šťastných alebo priateľských tvárí – sociálny úsmev a smiech. Úsmev, spolu s vycerením zubov, má pravdepodobne korene v dávnovekej signalizácii hrozby u cicavcov. Napríklad mnohé zvieratá vyceria zuby, ako odpoveď na potenciálnu

hrozbu. V sociálnom kontexte toto môže druhej strane komunikovať skutočnosť, že jedinec má vcelku nebezpečné zuby a potenciálne ich môže použiť. Niet pochýb, že je za tým pravdepodobná evolučná adaptácia, že ak sa niekto usmeje, potenciálne napätá situácia nebude pokračovať. Ľudský smiech sa zrejme vyvinul z týchto preexistujúcich starých súčastí komunikácie, ktoré signalizujú, že jedinec je priateľský, no dokáže si poradiť s akýmikoľvek potiažami, ktoré by mohli nastať. Smiech, na druhej strane, sa zrejme vyvinul z iných mozgových systémov, a je možné, že vzniká práve na základe motivácie k hre. U detí sa smiech objavuje najčastejšie v situáciách, keď sa hrajú. Najintenzívnejšia forma ľudského smiechu je smiech s otvorenými ústami a rovnaké gestá používajú ako signály k hre aj iné druhy, napríklad šimpanzy a psy. Rovnako tak aj rytmus smiechu navonok pripomína rytmické kopanie a šermovanie, ktoré vo všeobecnosti vidíme pri klbčení sa mnohých cicavcov. Hoci prítomnosť smiechu si vo všeobecnosti spájame s dajakým vtipom, ak ho funkčne prirovnáme k hravej polohe, ktorou sa končí epizóda klbčenia sa, je isté, že smiech nepotrebuje nič, čo je kognitívne zložité. U malých detí najjednoduchšie vyvoláme smiech tým, že ich šteklíme. Takúto reakciu môžeme vyvolať u bábätiek už počas ich prvého polroka, hoci sa zdá, že jej predchádza obdobie, kedy má dieťatko silnú tendenciu reagovať na sociálnu interakciu úsmevom – čo začína v štvrtom mesiaci života. Cyklické správanie pripomínajúce smiech s vokalizáciou možno šteklením vyvolať aj u goríl a šimpanzov a nedávno sa zistil podobný homológny proces u mladých potkanov. Aby sme zistili, či sa potkany smejú, zvolili sme jednoduchý prístup – šteklenie. Keď sme počúvali frekvencie, na ktorých potkany komunikujú, rýchlo sme zistili, že priateľské šteklenie vyvolalo vysokofrekvenčné švitorenie okolo 50 KHz. Túto odpoveď sa darilo úspešnejšie vyvolať vtedy, keď sme šteklili na zátylku – na miesto, kde zvieratá normálne vyvolávajú hru, než na trupe, no najúčinnejšie bolo šteklenie na celom tele. Zvieratá, ktorým bol odoprený sociálny kontakt od odstavenie v 24-tom dni života, reagovali na šteklenie väčším švitorením, než tie, ktorým sme dovolili každý deň sa hrať. Rovnako tak u týchto zvierat korelovalo množstvo hravosti s množstvom smiechu, ktorý sme vyvolali šteklením. Zatiaľ čo hra s vekom ustupovala, efekty šteklenia nie. Šteklenie bolo pre zvieratá pozitívnym podnetom. Tieto príjemné stimuly vyhľadávali a rýchlo sa začali chichotať už len pri náznakoch šteklenia. Ak je táto vokalizácia naozaj homológna s ľudským smiechom, mohli by sme pomocou štúdia okruhov, ktoré u potkanov túto vokalizáciu vyvolávajú, pochopiť ľudskú radosť.

Smiech očividne nie je naučený imitáciou, pretože slepé aj hluché deti sa vedia smiať. Schopnosť smiať sa prechádza schopnosti človeka pochopiť zmysel vtipu. Veľká časť detského smiechu sa typicky objavuje počas voľnej hry, než ako odpoveď na verbálne žarty. Preto má zmysel predpokladať, že zdroj ľudského smiechu možno vystopovať v prastarých systémoch, ktoré ako prvé riadili hravosť cicavcov.

Smiech môže byť signálom víťazstva v hravých situáciách, rovnako ako to, že preferovanou fyzickou pozíciou počas klbčenia je byť navrchu. Toto je tmavou stránkou smiechu, pretože táto reakcia často prichádza vtedy, keď sa druhý človek zraní, je ponížený alebo zahanbený a je to spojené s pocitom, že sme psychologicky šťastnejší alebo dokonca chytrejší ako ten úbožiak. V kompetitívnych hravých situáciách u ľudí sa viacej smejú víťazi než porazení. Skupiny ľudí sa často smejú spolu – smiech je nákazlivý. Toto môže napomôcť utužiť skupinovú solidaritu, čo je jedným z populárnych pohľadov na funkciu smiechu.

Neurologicky smiech vzniká v primitívnych subkortikálnych oblastiach mozgu, čo sa zistilo pri skúmaní mozgových poškodení, ktoré majú za následok patologický smiech. Jeden z chorobných procesov, ktorý môže pustiť impulzívny smiech, je amylotorofická laterálna skleróza, demyelinizačný proces postihujúci mozgový kmeň. Ľudia s takouto mozgovou chorobou preukazujú silné motorické komponenty smiechu bez akéhokoľvek sprievodného pocitu šťastia. Hoci obete takéhoto chorobného procesu vyzerajú šťastne, keď sa spontánne usmievajú a smejú, často referujú, že sa k tomu neviaže žiaden pozitívny efekt. Najzaujímavejšie je, že takíto ľudia preukazujú na začiatku ochorenia patologický plač, rovnako bez sprievodného pocitu smútku. Nie len že patologický plač v typických prípadoch predchádza patologickému smiechu, ale plač sa zrejme vytvára v nižších častiach mozgového kmeňa, než smiech.

U ľudí sa hravé impulzy môžu prejaviť mnohými spôsobmi. S dospievaním sa veľká časť ľudskej hry sústreďuje na verbálne výmeny. Pohotové trefné slovné výmeny, ktoré sú často charakteristické pri vzájomnom doberaní sa jeden druhého, sa zrejme podobajú klbčeniu. Jeden človek sa snaží podpichnúť druhého, niekedy dokonca aj ostrou poznámkou. Ak na to druhý odpovedá, prichádza na rad túžba kontrovať obzvlášť chytrou odpoveďou. Ak je to úspešné, u mladých to vyvolá hurónsky smiech, u starších úškrnky.

Takéto výmeny sa môžu v rôznych podobách obmieňať a opakovať mnohokrát, a každý sa počas nich snaží byť tým lepším, tým chytrejším, a deje sa to až dovtedy, kým nie je jasné, že jeden má navrch, alebo dokým nie sú všetci spokojní. Dá sa predpokladať, že keď dôjde k tejto možnosti, majú títo ľudia vysokí potenciál, aby sa medzi nimi vytvoril zvláštny rešpekt a priateľstvo. Ak jeden z účastníkov príliš intenzívne slovne prevláda nad druhým, bude ich vzťah pravdepodobne iný, s oveľa väčším pocitom asymetrie dominancie a poddajnosti, čo môže narušiť budúce interakcie. Toto je možno jedným z dôvodov, prečo je väčšina ľudí lepšími rečníkmi, než poslucháčmi – ľudia si skôr myslia, že prevládajú nad druhým, keď udržiavajú vysokú hladinu „výdaja“, než keď majú márniť čas vnímaním.

Tieto funkcie hry a smiechu sú obzvlášť evidentné pri organizovanom športe. Naša kultúra zformalizovala zvláštne príležitosti, kedy môžu ľudia preukazovať svoju hravosť a schopnosť dominancie voči priateľom. Prejavy hrových okruhov očividne prestúpili ľudskou kultúrou.

Bolo by však povrchné zredukovať ľudskú hravosť na fungovanie jediného primitívneho systému, ktorý u zvierat kontroluje klbčenie. Hravosť a iné ľudské emócie sú komplexné. Avšak aby sme dokázali pochopiť komplexné prejavy vyšších úrovní, musíme najskôr adekvátne zanalyzovať nižšie úrovne, ktoré máme spoločné so zvieratami. Preto predpokladám, že neurálne mechanizmy klbčenia v konečnom dôsledku vnesú svetlo do pochopenia ľudskej hry a radosti a pomôžu nám lepšie pochopiť určité problémy detstva, akými sú autizmus a poruchy pozornosti a hyperaktivita. V každom prípade je pozoruhodné, že existencia tohto mozgového systému nebola zatiaľ všeobecne uznaná ani neurovedou ani psychológiou.

Neurochémia hry

Je veľmi jednoduché farmakologicky inhibovať hru, no je veľmi zložité určiť, či sa to udeje následkom špecifických zmien v regulačných mechanizmoch, alebo len následkom všeobecných psychologických a behaviorálnych rušivých vplyvov, ktoré mnohé psychoaktívne látky majú. Hru môže takisto narušiť mnoho manipulácií s vonkajším prostredím – vrátane všetkých udalostí, ktoré evokujú negatívne emočné stavy, akými sú strach, hnev a separačná úzkosť. Okrem toho je mocným inhibítorom hry aj hlad, ako aj mnohé iné telesné nerovnovážne stavy vrátane choroby. V krátkosti, hra je aj robustným, aj krehkým fenoménom. Keď sú zvieratá zdravé a cítia sa dobre, hra je pre nich prvoradou

psychobehaviorálnou voľbou. Ak sa cítia zle, nie je tomu tak. Mnohé tieto negatívne faktory majú pravdepodobne neurochemický podklad a ak ich vyvoláme počas hry, hra sa bude redukovať.

Je vedecky dokázané, že opioidy špecificky modulujú hru. Nízke dávky morfínu hru povzbudzujú a opiátové antagonisty môžu hru utlmovať. Redukcia hry po podaní opiátových antagonistov je pravdepodobne výsledkom zníženia aktivity a zvýraznenia negatívnej emocionality. Mozgové opiáty tiež môžu zvýšiť pocity sociálnej sily. Zvieratá, ktoré dostávali opiátové antagonisty, boli poddajnejšie voči normálnym kontrolným zvieratám či voči zvieratám, ktoré dostávali malé dávky morfínu. Existujú nepriame dôkazy, že počas hry sa v nervovom systéme uvoľňujú opioidy, najmä v takých mozgových oblastiach ako mediálna preoptická area, kde sú situované okruhy sexuálneho a materského správania. Samozrejme, na to, aby sa hra povzbudila, musia byť dávky opiátov nízke. Vyššie dávky opiátov redukujú každé sociálne správanie, vrátane hry, a veľmi veľké dávky opiátov redukujú správanie úplne a indukujú katatonickú imobilitu. V každom prípade však môžeme povedať, že mierne povzbudenie mozgu opiátmi povzbudzuje hru a dlhšie trvajúca hra spôsobuje vylučovanie opiátov, zmyslom čoho môže byť postupné ukončenie hry. Avšak opiáty isto nie sú jediným faktorom, ktorý ovplyvňuje motiváciu k hre, nízke dávky opiátov nedokážu spôsobiť hravosť u starších potkanov ani u mladých potkanov, ktorý sú hrou už nasýtení.

Funkcie hry

O možných funkciách hry sa veľmi diskutuje a navrhované myšlienky sú zo širokého spektra. Návrhy spadajú do dvoch kategórií – sociálne a nesociálne. Medzi prvé patrí učenie sa rozličným kompetitvínym a nekompetitívnym sociálnym zručnostiam, napríklad správaniu sa, ktoré napomáha vytváraniu sociálnych vzťahov a spolupráce, až po správanie súvisiace s tvorbou sociálneho rebríčka a podporujúce vodcovstvo, ako aj schopnosť efektívne komunikovať. Medzi potenciálne nesociálne funkcie hry patria schopnosť zvyšovať fyzickú kondíciu, kognitívne schopnosti, používanie nástrojov a schopnosť inovovať. Inovácia sa môže týkať veľmi všeobecných kognitívnych schopností, ako napríklad schopnosti kongitívne myslieť v širokom spektre situácií, až k veľmi špecifickým situáciám, ako napríklad učenie sa

lovu u mladých predátorov či učenie sa, ako unikať pred predátorom u lovených druhov. Nanešťastie žiaden z týchto návrhov nie je vedecky podložený.

Mohli by sme predpokladať, že hra má mnoho ďalších účinkov, ktoré podporujú zdravie, napríklad pomáha očkovať proti sociálnemu stresu, ktoré prinesú budúce kompetitívne stretnutia v dospelosti, alebo pomáha zvyšovať sociálnu atraktívnosť a má schopnosť zvýšiť reprodukčný potenciál.

Vedecké výskumy ukázali, že hra mierne zvyšuje schopnosť hlodavcov riešiť problémy. Iná práca dokázala, že zvieratá, ktorým sa nedostalo normálneho množstva juvenilnej hry, boli neskôr v sociálnych situáciách viac vystrašené. Zvieratá, ktoré mali veľa možností hrať sa, boli v kompetitívnych situáciách v neskoršom živote úspešnejšie, než zvieratá, ktorým nebolo umožnené toľko sa hrať.

Hra a snívanie.

Existuje názor, že počas hry sa môže precvičiť celý prirodzený, čiže nepodmienený emočne-behaviorálny potenciál mozgu. Hra môže byť tiež dôležitá pre funkčnú kontrolu mozgovej organizácie. Jeden z molekulárnych pohľadov by mohol byť taký, že hra napomáha určitému typu neuronálneho rastu. Na vyššej úrovni môže hra slúžiť precvičovaniu behaviorálnych možností, ktoré kontrolujú vrodené emočné systémy. Hra by tak mohla byť bdelým funkčným protipólom snívania. Kľúčovou funkciou REM spánku je zrejme napomáhanie spracúvania informácií, čo je obzvlášť dôležité pre komplexnú emočnú integráciu. Počas bdelého stavu by mohli vykonávať rovnakú funkciu hrové systémy. Pretože jednou z charakteristík hry je to, že v kontexte nezáväzných interakcií jedinec preukazuje mnoho druhov emočného správania, je namieste predpokladať, že hrou sa precvičuje behaviorálny potenciál emočných okruhov. Podľa tohto pohľadu by hra mohla mať funkciu ortogonálnu k REM spánku. A síce, REM spánok by mohol precvičovať potenciál emočných okruhov spracovávať afektívnu informáciu, zatiaľ čo hra by mohla precvičovať emotívne behaviorálny potenciál tých istých okruhov v relatívne emočnej bezpečnosti pozitívneho afektívneho stavu. Snívanie a hra by tak mohli mať synergickú funkciu – poskytovať príležitosti na precvičovanie psychobehaviorálneho potenciálu emočných operačných systémov v sociálne priaznivých situáciách. A tak by mohlo existovať toľko behaviorálnych variantov hry, koľko je v mozgu primárnych emočných systémov. Vzťah medzi REM spánkom a hrou sa predpokladá z toho

dôvodu, že oba podliehajú silnej cholinergnej kontrole. Ak existuje neurálna kontinuita medzi REM impulzmi a hrovými impulzmi, mohli by sme očakávať, že klbčenie by mohli charakterizovať jedinečné EEG signály, ktoré by sa mohli podobať signálom zaznamenaným počas REM spánku. Toto však ešte nebolo vedecky vyhodnocované. Noradrenalínové a serotonínové neuróny sú počas REM spánku stíšené a je preto zaujímavé, že farmakologická redukcia aktivity týchto dvoch systémov môže viesť k zvýšeniu hravosti. Bolo by zaujímavé skúmať to, že do akej miery ovplyvňuje predchádzajúce hranie sa následné periódy REM spánku. Hra má zrejme priamy trofický účinok na neurálny a synaptický rast v mnohých mozgových systémoch. Je možné, že hra účinkuje proti stresu a je akýmsi neurotonikom, ktoré podporuje zdravie.

Poruchy hry – mánia, poruchy kontroly impulzov, hyperkinéza.

Pretože hrové okruhy v mozgu pravdepodobne reprezentujú základný emočný systém, môžeme predpokladať, že existujú psychiatrické poruchy, ktoré sa týkajú nadmerného alebo nedostatočného nabudenia tohto systému. Nedostatočné vzbudenie sa môže týkať určitých typov depresie a melancholických reakcií. Nadmerné vzrušenie sa môže týkať rozličných manických symptómov, hyperkinézy alebo porúch pozornosti alebo porúch kontroly impulzov. Hoci v súčasnosti nemáme priamy dôkaz pre tieto tvrdenia, symptómy mánie ako nerealistický optimizmus, expanzivita, nadmerná radosť a grandiozita patria medzi psychologické symptómy, ktoré možno očakávať od veľmi hravého mozgu.

Okrem mnohých hypotéz, ktoré vznikli na tému možných adaptívnych funkcií hry – od myšlienok, že hra napomáha vývoju svalstva až po možnosti, že hra napomáha vytváraniu nových nápadov – existujú ešte ďalšie provokujúce alternatívy. Napríklad, je možné, že najdôležitejšou adaptívnou funkciou hry je jednoducho vytvorenie silného pozitívneho emocionálneho stavu. Toto by mohlo mať priame následky na udržiavanie zdravia pomocou vytvorenia určitej neurohormonálnej situácie v mozgu a tele, ktorá by podporovala imunitu a iné užitočné fyziologické odpovede. V literatúre nájdeme výpovede prominentných ľudí, ktorí zažili výrazné zlepšenie svojho stavu počas závažnej choroby, keď si dokázali udržať hravý prístup spolu s dostatkom smiechu. Hra je v určitom zmysle indexom mladíckeho zdravia. Z tohto pohľadu by mohlo byť pátranie po hrových transmiteroch pátraním po

fontáne mladosti. Hravý inštinkt je práve to, čo viac než čokoľvek iné jedinečne charakterizuje radosť mladosti. V mozgu pravdepodobne existujú látky, alebo kombinácie látok, ktoré spúšťajú a udržiavajú hravosť, no tieto látky dosiaľ neboli objavené. Jedným zo spôsobov, ako ich objaviť, by bolo identifikovať tie látky, ktoré spôsobujú pokles hravosti v období dospievania. Ľuďom je dopriate najdlhšie detstvo, máme ho dlhšie než ktorékoľvek stvorenia na zemi. Dĺžku detstva regulujú genetické vplyvy.

Ďalšou možnosťou, ako porozumieť hravosti, je uvažovať nad tým, prečo sa hravé impulzy vracajú v čase, keď má človek svojich vlastných potomkov. Vo všeobecnosti sa zdá, že rodičia sú hravší, než tí ľudia, ktorí rodičmi nie sú. Dá sa predpokladať, že to je na základe nie len kultúrnych, ale aj hormonálnych vplyvov. V tomto kontexte je na mieste zdôrazniť, že materstvo spôsobuje špecifické neurohormonálne zmeny v mozgu. Napríklad, je zvýšená expresia oxytocínového génu, čo podporuje rodičovské správanie. Podobná neurochemická zmena snáď podporuje aj hravosť.

Je možné, že zníženie hravosti súvisiace s dosiahnutím určitej vekovej hranice je spôsobené skôr zníženou bdelosťou podmieňujúcich hrových okruhov, než zníženou ponukou hrových transmiterov. Ak je to tak, je nepravdopodobné, že sa niekedy podarí vyrobiť akýsi hravý koktail z neurotransmiterov, a hľadanie „fontány mladosti“ bude naďalej márne, ako tomu bolo doteraz. Avšak aj tak treba naďalej pátrať po odpovediach na mnohé otázky. Hľadanie neurochemickej fontány mladosti sa naozaj stáva súčasťou výskumu. Našlo sa už niekoľko látok, ktoré majú silný vplyv na predlžovanie veku. Jedným z nich je antidepresívum - inhibítor MAO deprenyl, ktorý selektívne zvyšuje obsah dopamínu v mozgu. Deprenyl je vysoko účinný na symptómy Parkinsonovej choroby a takisto poskytuje neuroochranu proti progresívnej degenerácii dopamínových systémov, ktorá prichádza so starnutím. U väčšiny ľudí dochádza po päťdesiatke k výraznému poklesu aktivity dopamínu a väčšina z nich by sa stali parkinsonikmi, ak by žili dostatočne dlho. Denné podávanie deprenylu v malých dávkach brzdí tento pokles a pravdepodobne podporuje mladícku vitalitu: u zvierat takmer o 30% predlžuje maximálnu životnú dĺžku a samčekovia, ktorí stratili záujem o sexuálnu aktivitu, ho znova nadobudli. Bolo by zaujímavé sledovať, ako by takéto látky ovplyvnili hravosť počas vývoja v detstve a v dospelosti. Mohli by sme predpokladať, že látky, ktoré udržujú psychologickú vitalitu, môžu taktiež podporovať hravosť. A naopak by sme mohli uvažovať nad tým, či hravá sociálna spoločnosť môže predlžovať život.

Konspekt vypracovala: **MUDr. Monika Ranincová**

Kapitola 16

Emócie, vyššie mozgové procesy a self

Emotions, the Higher Cerebral Processes, and the SELF

Niektorí sa narodia k sladkému životu,
Iní sa narodia k nekončiacej noci.

Ústredná téma

Hoci primárne emočné pocity vznikajú v subkortikálnych systémoch zvieracieho mozgu, ich následkom sú jedinečné vedomé schopností ľudského mozgu ako sociálnej továrne našich kultúr. Súčasnou rozhodujúcou otázkou, ktorej som sa doteraz vyhýbal, je podstata vedomia a self. Emocionálnemu prežívaniu nemôžeme v plnom rozsahu porozumieť bez pochopenia týchto otázok. Uvedomujú si zvieratá seba samotné ako aktívne stvorenia vo svete? Alternatívne perspektívy potrebujú skúmanie neuroevolučných koreňov vedomia. Konštruoval som perspektívu mozgu, ktorá potvrdila existenciu vnútorných pocitov u zvierat. Určite všetky cicavce majú základné formy afektívneho vedomia, ktoré nie je nepodobné nášmu vlastnému /to však neznamená, že môžu mať tie isté kognitívne obsahy vo svojom vedomí ako máme my/. Všetky cicavce sú schopné pociťovať bolesť, hnev, strach a veľa iných prvotných, nespracovaných základných pocitov, ale nie sú schopné ich kognitívne reflektovať ako takéto pocity tak, ako sme toho schopní my. Ak existencia takých pocitov nie je ilúziou, ale veľkou časťou podstaty, nemôžeme pochopiť naše mozgy alebo seba samých v tejto otázke bez plného konfrontovania neurálnej podstaty tohto nedefinovateľného atribútu mysle, ktorý voláme vedomie Prostredníctvom self , nášho ega, reprezentujeme seba – svoje self záujmy vo svete. Budem rozvíjať ideu, že neurálny princíp sebareprezentácie sa objavil včasne v evolúcii mozgu, je zakorenený prvotne v mozgových areách situovaných v starom strednom mozgu, kde sa nachádzajú i primitívne neurálne systémy pre motoriku /napr. body schéma/, senzorické /schéma sveta/ a emočné mapy /schéma hodnôt/. S encefalizáciou mozgu vývoj pokračoval, čo nám umožňuje flexibilnejšie správanie a schopnosť mať komplexné myšlienky a vnútorné predstavy. S evolúciou vyšších mozgových funkcií u ľudí /ako napríklad schopnosť reflektovať naše vlastné úvahy, ako je bežné napríklad pri písaní a čítaní/ multidimenzionálne vedomé prežívanie self viac expandovalo do ľudského mozgu/mysle. Hoci vyššie formy ľudského vedomia /napríklad zhodnotenie udalostí a našej úlohy v nich/ bezpochyby vznikajú v kortexe a vyšších úrovniach limbického systému, nie sú nezávislé na nižších úrovniach mozgu, ktorý vytvára naše základné emócie, pocity a inštinkty. Hoci naše vyššie mozgové funkcie vedú k významným úspechom ľudstva, ako napríklad konštrukcia civilizácií cestou kultúrnej evolúcie, vytvorili tiež iluzórnu polopravdu, že ľudia sú racionálne stvorenia nad všetkými ostatnými. Naše vyššie mozgové arey nie sú imúnne voči subkortikálnym vplyvom, ktoré

zdieľame spolu i s inými stvoreniami. Samozrejme, výmena medzi kognitívnymi a emočnými procesmi je jednou z recipročných kontrol, ktorá prebieha vyvážene iba za nestresujúcich okolností. V emočnom zmätku vzostupné vplyvy subkortikálnych emočných okruhov na vyššie úrovne mozgu sú silnejšie ako kontrola zhora nadol. Hoci ľudia sa môžu zmocniť vonkajšej kontroly prostredníctvom emočnej edukácie a sebaovládania, iba málo môžu ovplyvniť voľné emócie.

Posúdenie a vyššie mozgové mechanizmy emócií

Kvôli masívnemu vývoju mozgovej kôry u ľudí, veľa vedcov okamžite vidí ľudskú emocionalitu ako konštituovanú prevažne z vyšších úsudkových funkcií ľudskej mysle, ktorá vytvára rôzne situačné komplexity – od jemnosti, bystrosti, vnímania, interpretácií k učeniu a plánovacím stratégiám. Pri skúmaní vyšších sociokultúrnych perspektív môžeme urobiť veľa záverov, ktoré nemôžu byť celkom uchopené na neurálnej úrovni. Napríklad veľa emócií človeka – od lakomstva ku xenofóbii - je takmer nemožné skúmať v mozgu dokonca modernými mozog-zobrazujúcimi technológiami.

My ľudia môžeme prežívať vinu, hanbu, trápnosť, žiarlivosť, nenávisť a pohŕdanie rovnako ako hrdosť, pýchu a vernosť. Tieto sekundárne emócie kognitívneho typu sa môžu tiež zásadným spôsobom spájať s primitívnejšími afektívnymi substrátmi, o ktorých budeme diskutovať ďalej. Možno sa objavili prevažne zo sociálne-označených procesov - prežívame trocha odlišné vzorce primitívnych pocitov v rôznom sociálnom kontexte a začíname ich prijímať ako rozdielne entity. Oni možno odrážajú zmes niektorých základných emócií. Môžu však tiež odrážať novšie rozvinuté neurálne funkcie, ktoré sa rozvinuli na vyšších úrovniach ľudského mozgu. Možno evolúcia ľudského mozgu umožnila určité úplne nové formy afektívne-kognitívnych pocitov, čím nás urobila takými komplexnými stvoreniami, akými sme. Zdá sa nepravdepodobné, že tieto afektívne tendencie by mohli byť objasnené na neurálnej úrovni, kým bližšie nepochopíme primitívnejšie, pôvodné afekty.

Je zrozumiteľné, že vidíme evolúciu vyšších mozgových procesov ako spôsob prírody ako organizmom poskytnúť účinnejšie cesty k vyrovnaniu sa so svojimi vrodenými, vnútornými biologickými hodnotami – hľadaním zdrojov, možnosťou čo najúčinnejšie sa reprodukovať a nachádzaním lepšieho spôsobu na vyhnutie sa nebezpečenstvu. Vyššie úrovne ľudského mozgu teraz ovládajú úrovne komplexnosti takého rozsahu, že pre niektorých vedcov je ťažké prijať fakt, že veľa z našich psychologických procesov je ešte kontrolovaných základnými systémami, ktoré sú fokusom tejto knihy. Verím, že takýmto pohľadom ignorujú to, čo je zjavné. Predsa len zložitosť našich mozgových schopností predstavuje pre nás veľkú dilemu. Naše životy, naše hodnoty a naše ašpirácie sú pozoruhodne komplexné.

Vďaka rýchlemu rastu a expanzii kôry, ktorá je pospájaná s relatívne zatvoreným okruhom našich starých cicavčích a plazích mozgov, môžeme zvažovať alternatívy toho, čo budeme prirodzene robiť. Môžeme si vybrať, či sa budeme báť. Môžeme si vybrať, či chceme vyjsť von z našej osamelosti. Môžeme uplatniť istý stupeň kontroly dokonca aj nad našou sexuálnou orientáciou. Väčšina zvierat nemá takéto možnosti. Emočne si môžeme vybrať, či budeme anjeli alebo diabli a môžeme pretvoriť alebo nepretvoriť naše myšlienky do chcenia. Môžeme si vybrať, či chceme predstierať, že sa cítime inak, ako sa v skutočnosti cítime. Môžeme byť srdečný alebo odmeraný, podporujúci alebo sarkastický. Zvieratá nemôžu.

Verím, že základné emočné posolstvá, ktoré boli zhrnuté tu, budú dosť jasné a zrejmé v nejakej populačnej analýze ľudských hodnôt a správania, ale vždy budú pospájané

nespočetne komplexne, čo charakterizuje ľudský život. Zriedkavo vidíme ľudské emočné systémy v akcii, sú ovplyvňované vyššími mozgovými mechanizmami. Avšak môžeme vidieť mozgové štruktúry a rozumové funkcie jasne prostredníctvom výskumu mozgov zvierat. Tieto nižšie úrovne chápania sú základom pre objasnenie základov našich vyšších myšlienok, pocitov a skutkov. Afektívna neuroveda túži poskytnúť odpovede na tieto otázky. Aby sme to mohli urobiť s nejakým vedomím úplnosti, musíme hlbšie skúmať veľmi prirodzenú podstatu afektívneho vedomia. Len vtedy, keď začneme rozumieť tomu, ako sú vytvárané primitívne subjektívne pocity v našom mozgu, budeme môcť pochopiť podstatu hodnôt, ktoré sú spojené s naším starším vyvinutým kognitívnym aparátom.

Cieľ

Táto kniha končí tam, kde veľa kníh o emóciách začína – vysvetlením, úvahou o emóciách vo vedomom prežívaní. Pretože o tomto máme menej vedomostí, táto kapitola musí byť viac špekulatívna ako zvyšok knihy. Aby sme mohli vniesť nové svetlo na „ťažké otázky" týkajúce sa vedomia ľudí a zvierat, menovite k objasneniu mozgových zdrojov subjektívnej skúsenosti, musíme byť ochotný brať do úvahy nové myšlienky, ktoré budú viesť k novým smerom výskumu. V priebehu tejto cesty urobíme nevyhnutne i chyby, ale tie môžu byť opravené prostredníctvom postupne za sebou idúcich empirických priblížení.

Čím viac rozumieme, ako je mozog organizovaný, tým viac vzrastá iluzórne presvedčenie, že sme stvorenia dvoch rozličných sfér - mysle a hmoty a prichádzame k tomu, že sme ultrakomplexné stvorenia vo svete – s komplexom pocitov, myšlienok a pohybových schopností, ktoré vznikli z dynamickej interakcie našich mozgov s prostredím v minulosti i súčasnosti. Ďalej som sa zameral viac na aspekty emocionality, ktoré sa od našich predkov geneticky kódujú do okruhov mozgu. Tieto starobylé štruktúry teraz vytvárajú neurálne substráty, z ktorých naše *primárny proces - afektívne vedomie* – naše „prvotné, nekultivované pociťovanie" – vzniklo. Naše jemnejšie pocity sú dôsledkom neurálnej expanzie.

Dobre nám môže poslúžiť predstava stromu: väčšina zrelých, vyrastených stromov má pozoruhodnú klenbu z vetiev a listov, ktoré dynamicky interagujú s prostredím. Rozprestieranie a rozširovanie vetiev nie je možné bez výživy a podpory, ktorú dostáva z koreňov a kmeňa. Môžeme posudzovať strom podľa jeho košatej koruny, ale naše pochopenie musí začať od semena, koreňov a kmeňa. Rovnaká metafora môže byť aplikovaná na veľa neuronálnych stromov, ktoré sprostredkovávajú emócie. Je tu podobnosť s tým, ako dynamické zmeny v našej nálade a pocitoch môžu vzniknúť zo schopnosti našich cerebrálnych klenieb vnímať /perceptual capacities/, ale všetko toto by nemohlo existovať bez emočných kmeňových línií. Porozumenie takému základnému a podstatnému princípu ako sú primitívne formy vedomia, nám umožní zamerať sa na podstatu neskorších foriem, akou je napríklad naša schopnosť spájať predstavy a myslieť na to, čo vnímame a pociťujeme. Inými slovami, viac nedávne formy vedomia môžu byť rozhodujúco spojené s bohatou neurálnou „pôdou", ktorá pôvodne umožnila našim cicavčím predkom prežívať *primárne procesy - afektívne stavy.*

K analýze ľudskej mysli máme určitý introspektívny prístup, ale môže byť ťažké porozumieť mysli zvierat. Z formálnej vedecko-experimentálnej perspektívy by nemalo byť ťažšie porozumieť základným vedomým schopnostiam iných zvierat ako našim vlastným. Je

možné, že pozorné skúmanie správania zvierat nás môže priviesť k správnym všeobecným princípom rýchlejšie ako štúdium komplexného správania sa ľudí. Samozrejme môžeme realizovať experimenty, len ak akceptujeme objektívne správanie sa ľudí a zvierat ako presné ukazovatele ich vnútorných stavov /vid obrázok 2.3/. Je nepravdepodobné, že schopnosť verbalizácie u ľudí poskytne sondu k analýze vedomého prežívania. Naša skvelá schopnosť prepísať prežívanie do verbálnych symbolov môže byť šošovkami, ktoré pohotovo a ľahko prekrútia realitu.

Slová nám umožňujú klamať sa navzájom. Táto dilema sa stáva zvlášť akútnou, keď prichádza k našim skrytým pocitom, ktoré normálne zdieľame len cez komplex osobnostných a kultúrnych pravidiel. Teraz sa ukazuje, že naše dve mozgové hemisféry majú také rozdielne kognitívne a emočné perspektívy vo svete, že lingvistický prístup nás môže viac oklamať ako informovať. Medicínsky výskum, v ktorom bola nehovoriaca pravá hemisféra selektívne anestetizovaná, indikuje, že ľudia vyjadrujú veľmi rôzne pocity, pokiaľ pracuje ich celý mozog, zatiaľčo naša ľavá hemisféra hodnotí tieto pohľady. Ak je to tak, tak nedefinovateľné množstvo informácií, ktoré bolo zozbierané prostredníctvom dotazníkov a iných lingvistických metód, môže byť pošpinené sociálne-žiadúcimi a vhodnými faktormi, čím vyrobia fakty, ktoré sú nepoužiteľné a zbytočné k vyriešeniu základných otázok. Ak akceptujeme realitu psychologických síl, ktoré boli dlho akceptované v tradičnej psychológii – naša schopnosť cítiť sa šťastný, smutný, zúrivý a vystrašený – a pozorne skúmame porovnateľné emočného správanie u zvierat a v ich mozgových substrátoch, otázka afektívneho vedomia by mala byť vyriešiteľná.

Emocionalita bola typicky zaraďovaná medzi najzložitejšie psychologické úlohy, s ktorými sa treba vedecky popasovať, v protiklade k tradičným predpokladom kognitívnej psychológie. Základné emócie, ktoré zdieľame s inými živočíchmi, môžu byť ľahšie na pochopenie *v neurálnych termínoch* /neural terms/ ako ich kognitívne reprezentácie.

Emócie sú veľmi dôležitými formami vedomia k pochopeniu ich pravej podstaty. Tieto znalosti majú reálny potenciál k zdokonaleniu ľudskej existencie /vyvinutím nových liekov na psychické poruchy/ a k odhaleniu základnej podstaty našich kľúčových hodnôt.

V súčasnosti vo vedeckej psychológii stále chýba jedna veľmi dôležitá oblasť. My nie sme len behaviorálne stvorenia ako učí stará škola psychológie a nie sme len mentálne stvorenia ako by sme mohli veriť kognitívnej psychológii. My sme i hlboko cítiace a hlboko biologické bytosti, ktoré vlastnia hodnoty, ktoré sú nám odovzdané nielen prostredníctvom nášho sociokulturálneho prostredia, ale tiež geneticky zdedené a odvodené od minulosti našich predkov. V tejto poslednej dimenzii, ktorá tak chýba v modernej psychológii, je niečo, čo má slúžiť ako základ pre množstvo ďalších konceptov.

Sme bytosti, ktorých schopnosť cítiť je založená na zdedených mozgových reprezentáciách minulých časov. Hoci detaily každého individuálneho psychického a behaviorálneho života sú založené na živote tu a teraz vo svete, naše hodnoty ostávajú rozhodujúcim spôsobom spojené s týmito zakódovanými v našich starých modusoch afektívneho vedomia. Tak ako väčšina ľudí vždy verila, naše myšlienky a skutky sú pravdepodobne sprevádzané našimi vnútornými pocitmi – pocitmi, ktoré iniciálne boli len biologické a afektívne, ale ktoré cez nespočetné senzoricko-percepčné interakcie s našim prostredím sa stávajú neoddeliteľne zmiešané učením a vedomosťami a udalosťami vo svete okolo.
V tejto kapitole budem tvrdiť,
že ľudské a živočíšne afektívne vedomie je založené na motorických procesoch, ktoré utvárajú vedomie self, ktoré sa spája s reprezentáciami obrazu tela. Pokúsim sa ukázať ako prijatie takých zdanlivo nesprávnych predpokladov nám môže pomôcť rozriešiť určitý kľúč k pripevneniu bodov, ktoré sa týkajú podstaty vedomia, tak ako je zrejmá psychologická spojitosť a jednota. Vedomie nie je jednoduchou sezoricko-percepčnou záležitosťou psychického zobrazovania obsahov našej mysle. Je hlboko prepletené s mozgovými mechanizmami, automaticky presadzuje rôzne formy pripravenosti na akciu.
Konečnými otázkami sú: Ako môže mozog pociťovať svoje od predkov zdedené emócie a motivácie? Ako sú vnútorné emočné procesy vytvárané mozgovým tkanivom a premiešané s reprezentáciami špecifických životných aktivít? Ako môžeme konštruovať tretiu osobou, ktorá sa dôverne spája s prvou osobou subjektívnymi skúsenosťami?

Podstata afektívneho vedomia

Základné riadiace substráty obrovského množstva afektívnych procesov sú kódované do cicavčích mozgov ako prirodzené dedičské právo človeka – ako medzidruhové geneticky kódované neurálne funkcie, ktoré sú založené na skúsenosti a zdokonalené vyzrievaním vnútri vyvíjajúcej sa funkčnej architektúry mozgu. Základné emocionálne systémy majú adaptačnú úlohu počas evolučnej histórie cicavcov. Pomáhajú organizovať a integrovať fyziologické, behaviorálne a psychologické zmeny v organizme. Od objavenia sa emocionálnych okruhov emočné stavy synchronizujú rôzne neurálne udalosti ako sú koordinácia špecifických kognitívnych a behaviorálnych reakcií na archetypálne problémy prežitia: pristúpiť bližšie pri hľadaní, uniknúť pri strachu, útočiť pri zúrivosti, hľadať sociálnu podporu pri panike, tešiť sa z hry, pociťovať túžbu a tak ďalej.
Každý z týchto systémov je afektívne valenčný, výsledné
pocity sú pozitívne alebo negatívne, žiadúce alebo nežiadúce, ale sú pravdepodobne významnými rozdielnymi formami každej z týchto všeobecných typov afektívnej skúsenosti. V pre druh typických špecifikách vyšších mozgových areí môžeme pozorovať značnú evolučnú rozmanitosť, podobne ako i v nižších senzorických a motorických systémoch. Máme však možnosť vidieť, že základné afektívne systémy, ktoré sa nachádzajú hlboko vo vnútri starých závitov mozgu, sa zdajú byť primerane dobre konzervovanými medzi jednotlivými cicavcami.
Tieto systémy poskytujú pevný základ biologických hodnôt pre vývoj komplexnejších schopností. Bez ohľadu na typy mozgových funkcií bude pravdepodobne nemožné poskytnúť definitívne priraďovacie a vylučovacie kritériá pre rôzne emocionálne procesy a pre to, ako by sme mohli jeden emočný proces odlíšiť od iného. Tieto otázky sú v princípe

riešiteľné vtedy, keď človek začína upevňovať svoje myslenie na základných bodoch v neurálnych termínoch. Oni nemôžu byť založené na našich „pocitoch“ alebo psychologických úsudkových procesoch. Napríklad priraďovacie kritériá pre určitý typ strachu sú „majetkom“ špecifického neurálneho okruhu, ktorý sa šíri z laterálnych a centrálnych oblastí amygdaly k centrálnej periventrikulárnej šedi. Vylučovacie kritériá sú „vlastnosťou“ množstva iných poprepájaných emocionálnych a motivačných systémov.

Afektívne neurovedy hľadajú spôsob, ako poskytnúť konceptuálne mosty, ktoré môžu prepojiť naše chápanie základných neurálnych okruhov pre emócie s jasnými, nekomplikovanými a priamočiarymi kognitívnymi pohľadmi tradičnej psychológie na ľudskú myseľ a najvýznamnejšie afektívne poruchy. Náš introspektívny prístup k primitívnym pocitom môže tiež poskytnúť vierohodný vedecký pohľad, hoci nepriamy, aj na mysle iných živočíchov. Od živočícha k človeku a od človeka k živočíchovi to môže slúžiť ako intelektuálna diaľnica pre produktívny obchod medzi psychosociálnymi a neurobiologickými vedami.

V súčasnosti môžeme čoraz viac súhlasiť s názorom, že ľudia majú určite nejaké univerzálne psychologické črty. Najpresvedčivejšie v tomto vyznievalo skúmanie identických dvojčiat, ktoré boli pri narodení oddelené a transkulturálne etologické analýzy vzorcov správania, ako sú výraz tváre, vydávanie zvukov, držanie tela a iné prejavy správania. Teraz sa vo výskume používa ďalšia pozoruhodne silná stratégia: porovnávacia štúdia homologických psychobehaviorálnych funkcií medzi jednotlivými druhmi cicavcov. Napríklad je málo pochybností o tom, že 24-hodinové biologické hodiny suprachiazmatického jadra ovplyvňujú správanie u všetkých druhov stavovcov, alebo ktoré neuronálne regulátory spánku sa nachádzajú v podstate u všetkých cicavcov, alebo ktoré naše nutkania k jedeniu, pitiu a robeniu sa šťastným /napríklad hra/ sú prekvapivo podobné.

V súčasnosti pozorujeme čoraz väčší počet psychológov a iných sociálnych vedcov so záujmom o mozgové vedy, významné pokroky v klinickej psychofarmakológii a ohromný progres v našej schopnosti zobraziť mozgové funkcie u ľudí.

Boli odhalené emočné homológie medzi druhmi a vážne musíme uvažovať o tom, že zvieratá majú schopnosť primitívneho uvedomovania. Samozrejme významný diel ich percepčného vedomia tvorí zmyslové vnímanie, ale to je dobrým dôvodom k vyvodeniu záveru, že zvieratá môžu tiež prežívať vnútorné afektívne stavy spôsobmi, ktoré nie sú vzdialené od našich vlastných. Zajac, ktorý sa pokúša vyhnúť levovi, môže subjektívne zažiť emočný stav strachu, ktorý je zakorenený vnútri kognitívneho kontextu, keď situáciu identifikuje ako hrozbu, čo môže mať za následok určité automatické uvedomovanie si možností svojho správania. Vedomie zajaca je určite oveľa obmedzenejšie a viac zamerané na prítomnosť ako to naše. Keď sa zajac nachádza v situácii nebezpečenstva, tak možno menej myslí na minulosť i na budúcnosť. Zaobchádza s prítomnými okolnosťami od momentu k momentu. Musíme hľadať tu a teraz stavy vedomia, aby sme porozumeli tomu, ako oni prichádzajú v čase a ako sú v ľudskej mysli vo frontálnom kortexe načasované i plánovacie schopnosti.

Navrhnem konceptuálnu schému ako môže mozog generovať subjektívne pocity prostredníctvom neurálnych mechanizmov sebareprezentácie na primitívnej motorickej a senzorickej úrovni.

Verím, že neexistuje nepremostiteľná názorová priepasť medzi podstatou subjektívnej skúsenosti, mozgom a behaviorálnymi faktami, ktoré môžu byť získané prostredníctvom tradičných vedeckých spôsobov skúmania.

Omyly v konceptualizácii psychologických funkcií mozgu

V našom pokračovaní odhaľovania prirodzeného poriadku mozgových procesov budeme skúmať afektívne vedomie v mozgu iných cicavcov, aby nám pomohlo odhaliť ľudské reálie alebo nás to zavedie chybne pochopenou cestou postulovania mozgových funkcií, ktoré neexistujú? Omyly sa ľahko môžu objaviť v psychologických vedách, a to práve kvôli komplexite materiálu, ktorému sa snažíme porozumieť a zvlášť kvôli sociálnej podstate jazyka, ktorý počas evolúcie nebol vytvorený pre vedecké rozhovory.

Predstavme si jeden menší, ale inštruktívny príklad konceptuálneho omylu a to pozorovanie „sexuálneho kanibalizmu“ u modliviek. Samička modlivky po kopulácii zožerie hlavu samčeka.

Evolučný príbeh bol vytvorený ako typ sexuálneho kanibalizmu. Vytvorením vyšších zdrojov inhibície, samička nevedome povzbudzuje divokú kopuláciu u svojho nápadníka. Tento typ sťatia hlavy sa pokladal za vývojovú behaviorálnu stratégiu, ktorá pomáha zabezpečiť reprodukčný úspech.

Veľa ľudí dokonca verí tomu, že evolúcia prinútila samčeka ponúknuť svoj život /alebo presnejšie jeho telesnú energiu/ na pomoc zabezpečiť samičkinu schopnosť starať sa úspešne o nasledujúcu generáciu. Sú také tendencie k „sebaobetovaniu“ a „sexuálnemu kanibalizmu“ skutočným sexuálnym repertoárom samičiek a samčekov modliviek alebo jednoducho iba mýtom, ktorý vytvorili vedci, aby vzbudili rešpekt pred predátormi? Starostlivé zhodnotenie pozorovaného teraz ukazuje, že modlivky sú jednoducho predátormi, a že kanibalistické tendencie sú zosilnené obmedzeniami, využívanými k príležitosti a možnosti prenasledovať v zajatí ? Nemusí byť žiadne evolučné spojenie medzi týmito dvoma aktmi. Samičky sa len chopia svojej príležitosti vyjadriť predátorstvo a naliehajú, keď samček kopuluje. Nemusí existovať žiadny neurálny mechanizmus pre sexuálny kanibalizmus alebo sebaobetovanie sa v neurálnom systéme samičiek a samčekov modliviek.

Ako tvrdil René Descartes, ktorý formálne pred takmer 400 rokmi uviedol dualizmus do našich vied, niektoré zvieratá sa môžu viac podobať reflexným robotom ako cítiacim stvoreniam. Ak by to bolo tak, tak výskum afektívneho vedomia zvieracieho mozgu by bol bezvýznamný. Avšak väčšine pozorovateľov sa zdá očividným, že zvieratá prežívajú emočné stavy. Nie je to zjavné len v našom navonok zameranom správaní, ale napríklad i zo psychofarmakológie, kde behaviorálne zmeny u zvierat môžu predikovať klinické a subjektívne odpovede človeka a vychádzajúc zo štúdií mozgovej stimulácie, kde subjektívne reakcie človeka a korešpondujúce behaviorálne odpovede zvierat sú pozoruhodne podobné.

Hľadanie mechanizmov afektívneho vedomia vo zvieracom mozgu môže pomôcť odhaliť podstatu homologických procesov v ľudskom mozgu/mysli..

Zblíženie medzi logickým pozitivizmom a tradičnou psychológiou

Je jasné, že koncepty, ktoré vyberáme pre naše experimenty, musia byť tak flexibilné a hlboké ako funkčné procesy, ktoré skutočne existujú v prírode. Nedávna neurovedecká revolúcia konečne poskytla nevyhnutné zistenia pre veľké zblíženie medzi vnútornými emočnými silami, ktoré dlho pripúšťali v tradičnej psychológii, a subkortikálnymi

neurálnymi kontrolnými mechanizmami, ktoré môžeme detailizovať prostredníctvom skúmania zvieracích mozgov.
Môžeme hľadať neurobiologické stále zdroje /hoci nie rôzne kulturálne následky ľudskej emocionality/ študovaním neurálnych mechanizmov afektívneho prežívania iných živočíchov. Tie sae môžu byť podobať hlboko prežívaným, viscerálnym emóciám detí, ktoré niektorí dospelí opäť prežívajú, keď trpia duševným ochorením.
Poďme navrhnúť nové mozgové procesy - jeden, ktorý je rovnako kontroverzný vo vývojovej psychológii ako v neurovedách: Aby sme skutočne pochopili základné afektívne stavy vedomia, musíme pochopiť primárnu podstatu „self". Potrebujeme pochopiť, ako ľudia a zvieratá prirodzene prichádzajú k prežívaniu seba samých ako aktívnych, cítiacich stvorení vo svete. Aby sme tak urobili, musíme sa naučiť konceptualizovať jemné mozgové procesy také ako „self" v neurovedeckých termínoch. Taká neurálna entita, vo svojej primordiálnej forme môže konštituovať predvedomé základy pre všetky ostatné formy vedomia – môže byť základným objektom zrelého vedomia, bez ktorého by sa vyššie úrovne vedomia nikdy nemohli objaviť. Avšak predtým ako sa pustím do tejto chúlostivej otázky, dovoľte mi najskôr sa zaoberať niektorými vyššími typmi vedomého uvedomovania si, ktorých je ľudský mozog schopný. To môže uľahčiť našu ťažkú cestu do tohto ústredného tajomstva zvieracej mysle – podstaty primárneho procesu afektívneho vedomia.
Samozrejme v ľudskej mozgovej kôre nie je iba jednoduchá forma vedomia, ale rôzne typy uvedomovania si, ako je indikované zmenami, ktoré môžu byť dôsledkom poškodenia špecifických častí mozgu. Vyššie úrovne vedomia nám umožňujú uvedomenie si takmer nekonečného regresu na sebareflexiu: Môžeme si byť vedomý toho, že sme si vedomý, že sme si vedomý a tak ďalej. Iniciálne pochopenie týchto úrovní nám môžu pomôcť rozlíšiť nižšie formy vedomia.
To nám môže pomôcť pochopiť, ako sú emočné pocity skutočne zakódované vo vnútorných potenciáloch mozgovej dynamiky.

Vyššie úrovne ľudského vedomia

Významnou výzvou je pokúšanie sa nájsť kľúč k vedomým aktivitám na vyšších senzoricko-percepčných úrovniach ľudského mozgu. Aj diskrétne narušenia percepčného uvedomenia sú dôsledkom rôznych foriem kortikálneho poškodenia, napríklad strata zraku pri poškodení okcipitálneho kortexu. Hoci sú jedinci s týmto poškodením prakticky slepí, môžu presne identifikovať umiestnenie pohybujúcich sa objektov vo svojom vizuálnom poli, čo súvisí so superiórnymi kolikulmi stredného mozgu. Starý vizuálny systém umožňuje všetkým živočíchom identifikovať umiestnenie objektov vo vizuálnom priestore bez toho, aby boli schopné identifikovať, o aké objekty ide. Naše vyššie úrovne vedomia neumožňujú dať informáciu o pohybe pri chýbajúcej informácii o objekte.
Porovnateľne strata schopnosti rozpoznávať tváre - prosopagnózia, ktorá súvisí s poškodením najnižšej úrovne povrchu temporálnych lalokov a tzv.neglect syndrom /zanedbávanie osobného priestoru/ pri poškodení parietálneho laloka, najmä pokiaľ ide o poškodenie v pravej hemisfére. Takéto agnózie nám jasne hovoria o tom, ako sú špecifické typy kortikálnej informácie dôležité pre vytvorenie detailného vedomia nášho sveta. My sme nielen schopní identifikovať iných podľa tónu ich hlasu a oblečenia, ktoré majú na sebe, ale môžeme spracovať prichádzajúcu informáciu tváre na predvedomej úrovni. Napríklad ľudia

s prosopagnóziou selektívne prejavujú zmenené galvanické kožné odpovede pri tvárach svojich blízkych, čo nám poukazuje na to, že naše autonómne nervové systémy zostávajú v spojení s črtami tváre ľudí, ktorých poznáme. My nevieme, či tento typ autonómnej informácie nemôže byť jednoducho reprezentovaný vo vedomí, alebo či sa počas vývoja dostala do popredia, čo sa týka dôležitosti, vizuálna informácia – ale stala sa „predvedomou" schopnosťou. Predpokladám, že posledné je pravda, a že prostredníctvom emocionálneho učenia /napríklad trénovaním ľudí, aby sa dostali do kontaktu so svojimi pocitmi/ môžu byť vytvárané alternatívne informačné kanály v afektívnom vedomí.
Taký fenomén ako prosopagnózia osvetľuje, ako významne môžu predvedomé percepčné procesy kontrolovať naše správanie. Takéto zistenia všeobecne vedú k názoru, že obsahy vedomia sa spájajú s veľmi špecifickými funkciami neokortexu. Môžeme veriť tomu, že väčšina subkortikálnych procesov sa deje nevedomo. Ale to je ďaleko od pravdy. K porovnaniu s kortikálnym poškodením veľmi malé lézie podkôrových oblastí môžu ťažko alterovať vedomie človeka a elektrická a chemická stimulácia v mnohých subkortikálnych oblastiach môže ovplyvniť afektívne vedomie, ktoré nie je možné zladiť nejakou formou kortikálnej stimulácie. Napriek týmto príkladom by sme mali zostať pri pokuse porozumieť uvedomovaniu si u zvierat jednoducho interpretovaním ich prirodzeného správania. Množstvo informácií od zvierat rovnako ako od ľudí nám dokazuje, že základné zdroje afektívneho a „úmyselného" vedomia sa nachádzajú subkortikálne, ale sú reprezentované i vo vyšších oblastiach.

Rozdelený mozog a subkortikálne zdroje vedomia

Subkortikálna lokalizácia základných mechanizmov vedomia môže byť odvodená z množstva fascinujúcich štúdií „rozdeleného mozgu" jedincov, ktorých corpus callosum bolo prerušené, čím sa eliminovali hlavné komunikačné kanály medzi dvoma mozgovými hemisférami. Hoci sú bežne rozšírené informácie, že ľudské vedomie je utvárané mozgovou kôrou, je tiež pozoruhodné, že jednota primárnych procesov a primárnych foriem „úmyselného" správania pokračuje i po rozdelení corpus callosum.
Hoci každá hemisféra môže mať nezávislé oblasti percepčného uvedomenia, schopnosť uvažovať nezávisle a má odlišný emocionálny komunikačný štýl, pri pozornej observácii správania jedincov s rozdeleným mozgom dochádzame k hlavnému záveru: napriek masívnemu hemisferálnemu rozpojeniu zostáva nedotknutá hlboká a podstatná koherencia každej osobnosti a jej pocit jednoty. Väčšina foriem „úmyselnosti" a hlbokých emocionálnych pocitov nie je rozdelená rozchodom hemisfér.
Postihnuté sú len kognitívne interpretácie špecifických udalostí. Napríklad, keď je jedna strana mozgu vystavená sexuálne vzrušujúcemu vizuálnemu stimulu, druhá strana cíti vzrušenie, ale nie je schopná správne interpretovať precipitujúcu udalosť a tak často racionalizuje. Jednota základnej formy vedomia v rozdelenom mozgu, snáď ich základný pocit self, je potvrdený faktom, že rozpojené hemisféry už viac nedokážu vykonať dve kognitívne úlohy simultánne ako dokáže mozog normálnych jedincov. Neschopnosť zameriavať pozornosť simultánne na dve úlohy je charakteristickou črtou zjednoteného vedomia u neurologicky nepostihnutých jedincov. U ľudí s rozdeleným mozgom môžeme pozorovať i obmedzenú schopnosť distribuovať zdroje pozornosti.

Len špeciálnymi procedúrami môžeme demonštrovať odlišné typy kognitívnych a afektívnych štýlov rovnako ako percepcie a informačné procesy v každej hemisfére. Ľavá hemisféra je trochu obrazne povedané všeobecne viac zameraná na sociálnu komunikáciu a je zdanlivo šťastnejšia ako pravá hemisféra, zatiaľ čo pravá strana je viac rezervovaná a náchylná k pociťovaniu intenzívnych negatívnych emócií a depresii. Pravá a ľavá hemisféra majú rozličné afektívne štýly, neznamená to však, že tieto ich emócie je možné utvárať bez subkortikálnych vplyvov. Je možné, že rôzne afektívne schopnosti hemisfér vznikli na princípe kľučky a držadla k zvládnutiu vzostupných emocionálnych správ zo subkortikálnych okruhov. Táto možnosť bola vysvetlená detailne. Najimpresívnejšiou správou je, že navzdory masívnemu rozdeleniu najvýznamnejších nástrojov ľudského vedomia, jedinci s rozdeleným mozgom ešte fungujú a správajú sa vo svojom každodennom živote ako koherentné bytosti. Naše subjektívne prežívané kľúčové bytie musí ležať v mozgu hlbšie ako v mozgových hemisférach. Iste existuje veľa subkortikálnych kanálov interhemisferálnej komunikácie, ktoré by mohli zachovať koherenciu medzi dvoma hemisférami.

K podobnému záveru prídeme i pri skúmaní zvierat, ktoré boli včasne vo svojom živote dekortikované: udržiavajú pozoruhodnú úroveň behaviorálnej koherencie a spontaneity. Študentov sme požiadali o pozorovanie dvoch zvierat, jedného normálneho a druhého dekortikovaného. Typicky si mýlili jedno od druhého. Dekortikované tvory sú viac aktívne, kým normálne zvieratá sa zdajú byť viac plaché a ustráchané. Študenti verili, že energické afektívne správanie je indikáciou normality. Schopnosť týchto dekortikovaných zvierat efektívne súperiť počas hravého klbčenia s normálnymi zvieratami je ďalším svedectvom a dokladom pravdepodobnosti toho, že vnútorná self koherencia je organizovaná subkortikálne.

Môžeme tvrdiť, že podstata bytia je subkortikálna. Podľa môjho odhadu sa najskôr v evolúcii mozgu rozpracovala v centrálnych motorických oblastiach stredného mozgu, v periventrikulárnych a okolitých areách stredného mozgu a dienecafala, ktoré sú bohato poprepájané s vyššími limbickými a paleokortikálnymi zónami. Tieto arey mozgu sa zdajú byť najpravdepodobnejšími zdrojmi primárnych neuronálnych mechanizmov, ktoré vytvárajú afektívne stavy vedomia. Tieto primordiálne okruhy môžu rozvinúť najzákladnejší pocit self vo vnútri mozgu. Hoci to nie je veľmi kvalifikované a inteligentné self, jeho prenikavý vplyv sa môže často zdať predvedomý /najmä keď vyššie formy vedomia vyzrievali počas ontogenetického vývoja/, umožňuje živočíchom vyvíjať sa do takých stvorení, akými oni sú. Budem sa domnievať, že archaické mozgové funkcie poskytujú základný referenčný bod pre vývoj sofistikovanejších úrovní prostredníctvom zvyšku nervového systému.

Ako John Milton tvrdil „dieťa je otcom človeka“ - pôvodný, prvotný význam self môže byť matkou všetkých vyšších foriem vedomia. To neznamená, že vyššie formy vedomia nevyžadujú vyššie mozgové mechanizmy, len že rozvinutie vedomých schopností v mozgu pučí z primárnych foriem neurálneho poľa, ktoré v podstate reprezentuje základný body image vnútri mozgového kmeňa. Napriek rôznym cestičkám kortikálnej evolúcie u rôznych druhov a odlišným formám vyšších epigeneticky odvodených ciest kognitívneho vývoja medzi rôznymi jedincami druhov, tieto primárne mechanizmy sú manifestované rozličnými spôsobmi. K zjednodušeniu mojej analýzy budem fokusovať tentoraz viac na podstatné evolučne rané zdroje ako na ich konečné manifestácie.

Ľudia môžu mať obsahy vnútri svojho vedomia, ktoré iné živočíchy nikdy nemajú a naopak. Mnohí z nás poznajú jedincov s cievnou príhodou v ľavej hemisfére, ktorí vo väčšine oblastí života fungujú ako nepoškodení jedinci, dokonca nemusia ani dlhšie efektívne používať

jazyk. Človek môže mať poškodených veľa vyšších častí mozgu, ktoré eliminujú špecifické kognitívne schopnosti, ale vnútorná neurálna reprezentácia organizmu ako seba samého zostáva intaktná. Pri poškodení vyššej motorickej arey ľudia môžu zostať ochrnutí, ale udržia si vnútorný zážitok, že oni sú. Človek môže byť ochrnutý na jednej strane, hoci cievna príhoda je na opačnej strane mozgu. Takí jedinci typicky nestratili svoj vnútorný pocit, že môžu stále pohybovať poškodenou končatinou. To je motorický ekvivalent, analógia k všeobecnému pocitu amputovaného, že stále majú svoju chýbajúcu časť tela /napríklad zážitok fantomovej bolesti/.
Veľa foriem poškodenia vyššieho mozgu jedincovho „centra bytia" alebo „pocitu self" sa zdá byť intaktná. Je také centrum bytia v mozgu skutočné alebo je to číra mýtická bytosť? Nikto nevie s istotou , ale budem zastávať pozíciu možno nekontroverznú s väčšinou neurovedcov, že množstvo kľúčových procesov, ktoré sú sústredené v starých okruhoch mozgového kmeňa, je absolútne podstatných pre vznik vedomia v mozgu. Napríklad všeobecne možno súhlasiť s tým, že zväčšená ascendentná retikulárna formácia - aktivačný systém, do ktorého patria i talamické retikulárne jadrá, je nevyhnutná pre normálne prebudenie sa a udržanie pozornosti. Myslím si, že sme takmer úplne ignorovali neurosymbolickú afektívnu reprezentáciu „self", ktorá sa môže rozhodujúco spájať s primitívnymi motorickými reprezentáciami vo vnútri mozgového kmeňa. Je ľahké prehliadnuť tento motorický základ vedomia, keď sme kontinuálne očarení zdanlivo konečnými formami senzoricko-percepčného uvedomenia. Navrhoval by som myšlienku, že koherencia self poskytovaná starými a stabilnými motorickými koordinátormi môže byť základom jednoty všetkých vyšších foriem vedomia.

Afektívna podstata primárneho vedomia

Existuje vnútri mozgu primárna monitorujúca funkcia, ktorá pozoruje, ale nie je pozorovaná? Veľa ľudí - vrátane autora - verí tomu, že takáto entita nie je. Teraz budeme predpokladať opak – že existuje koherentný základný proces alebo sebareprezentácia, ktorá nepozoruje konvenčným spôsobom, ale je pozorovaná alebo silne „poprepletaná" s rôznymi vyššími percepčnými procesmi. Inými slovami self schéma poskytuje vstup do mnohých senzorických analyzátorov a je silne ovplyvňovaná primárnymi emocionálnymi okruhmi, o ktorých sme diskutovali v predchádzajúcej kapitole. Tieto interakcie môžu vytvárať afektívne vedomie. Táto primordiálna self schéma bola najskôr založená v stabilných motorických koordinátoroch vnútri mozgového kmeňa. Tento proces pravdepodobne nie je priamo ovplyvnený vyššími obsahmi vedomia, hoci môže byť silne a automaticky modifikovaný rôznymi inými vplyvmi – podmienenými emočnými „spúšťačmi" - liekmi, hudbou, tancom a množstvom iných rytmických senzoricko-motorických vstupov a aktivít.
K facilitovaniu diskusie by som mal odteraz referovať o tom, ako hlboko sa self nachádza vnútri mozgu. V súčasnosti naše znalosti o tejto funkcii mozgu sú tak rudimentárne, že môžeme vytvoriť iba predpoklad, a nie zachytiť jeho podstatu. Budem prinášať testovateľné hypotézy a obhajovať názor, že self počas raného vývoja najskôr pochádza z logicky organizovaného motorického procesu v strednom mozgu. Jeho vnútorný rytmus môže byť prechodne modulovaný širokým zoskupením regulačných vstupov, je vysoko interaktívne so všetkými základnými emocionálnymi okruhmi, o ktorých sa diskutuje v tejto knihe.

Pocity sa môžu objaviť, keď endogénne senzorické a emocionálne systémy v mozgu obdržia priame vstupy z vonkajšieho sveta.
Priamym modifikovaním vnútornej neurodynamiky self emocionálne okruhy vytvárajú podmienky, pomocou ktorých sa utvárajú základné neurálne okruhy pre afektívne vedomie. Meniaca sa neurodynamika rozširujúcej sa reprezentácie self sietí je podstatná pre vytváranie subjektívnych emocionálnych pocitov v mozgoch všetkých cicavcov. V mozgu sa môžu šíriť neurodynamické vlnenia rozličných afektívnych kódov. Interakcia tejto neurodynamiky so senzorickými analyzátormi talamu, kortexu a motorickými systémami, ktoré oni regulujú, umožňuje organizmom rozličné druhovo špecifické spôsoby emocionálneho vyjadrenia self a self regulácie. Nasledujúce afektívne stavy môžu byť vnútorne prežívané ako hodnotné signály, ktoré majú vplyv na správanie sa zvierat a kognitívnu aktivitu. Organizmy sa snažia maximalizovať určité stavy systému a minimalizovať iné.
Vzhľadom na túto možnosť by som argumentoval, že základné afektívne stavy, ktoré iniciálne vznikajú z mechanizmov meniacej sa neurodynamiky self reprezentácie, môžu poskytovať základné psychické lešenie pre všetky iné formy vedomia. Primitívne afektívne uvedomenie možno bolo evolučne predpokladom pre objavenie sa percepčne-kognitívneho uvedomovania. Ak by to tak bolo, tak počítačové a senzoricko-percepčné prístupy k vedomiu musia vziať do úvahy i afektívne telesné reprezentácie. Potom by Descartovo tvrdenie „Myslím, teda som“, mohlo byť nahradené primitívnejším tvrdením, ktoré je súčasťou genetického utvárania všetkých cicavcov: „Cítim, teda som.“

Evolučné vzťahy medzi primárnymi procesmi a sekundárnymi formami vedomia

Aby sme sa dostali na koreň primárneho procesu vedomia, budeme určite potrebovať empiricky rozlišovať medzi varietami a zdrojmi rôznych vedomých schopností u rôznych druhov. Napríklad, zvieratá zvyčajne nemajú lingvistické vedomie, hoci nepochybujeme o tom, že majú aj určité komplexné myšlienky, ktoré eventuálne viedli k evolúcii lingvistických schopností človeka. Objaveniu sa multimodálneho asociačného kortexu, ktorý je schopný vytvárať myšlienky miešaním informácií z rôznych zmyslov, isto predchádzala schopnosť týchto tkanív reprezentovať takéto myšlienky v konkrétnych symboloch. Zatiaľ čo mentálna aktivita, ktorá sa utvára v multimodálnom asociačnom kortexe ľudí môže fokusovať na detailné významy slov, integrovanie informácie v podobných oblastiach mozgu iných zvierat môže vytvárať porovnateľne jednoduchú holistickú percepciu a zhodnotenie. Napríklad hlas alebo zápach predátora v určitej lokalite predstavuje blízkosť nebezpečenstva, čo možno vedie k automatickému evokovaniu varovania - vnútorným pocitom strachu a predstáv potenciálneho predátora spolu s určitými jednoduchými stratégiami k tomu, ako sa mu vyhnúť. Inými slovami, kognitívne a afektívne obsahy vedomia sa môžu neoddeliteľne prepletať v najvyšších formách neurálnej symbolizácie, ktorej je schopný kortex zvierat.
Pravdepodobne niektoré z neurálnych spojení, ktoré dokladajú príkladom takéto vnútorné predstavy, vznikajú z neurálnych aktivít, ktoré sa objavujú počas REM spánku. Nanešťastie takéto kognitívne otázky sú na neurovedecké analyzovanie hrozne ťažké. Hoci rôzne zobrazovacie techniky mozgu teraz poskytujú záblesk vyšších kognitívne-emocionálnych interakcií v ľudských mozgoch, bolo by predčasné z nich vyvodzovať, že tieto reprezentácie aktuálne odrážajú základné afektívne substráty v akcii.

Väčšina zo zmien na mozgu, ktoré sa spájajú s afektom, vzdialene môže byť viac vo vzťahu s kognitívnymi obsahmi rôznych emocionálnych stavov ako s vlastnými primárnymi procesmi afektívnych stavov.
Potrebné je odhaliť priame chemické a elektrické stimuly, ktoré vyvolajú emocionálne stavy nepodmienečne – a to sa dá najlepšie urobiť u zvierat.

Konceptualizácia self-vedomia

Pre súčasné ciele primárne procesy vedomia neboli konceptualizované jednoducho ako „uvedomovanie si vonkajších udalostí sveta“, ale ako neopísateľné pociťovanie prežívania seba samého ako aktívneho činiteľa v uvedomovaní si udalostí sveta.
Primárne procesy vedomia majú možno korene na nízkej úrovni mozgových okruhov, ktoré najskôr reprezentujú telo ako vnútorný a koherentný celok. Keď iné prichádzajúce stimuly - interné i externé spolu - interagujú s telesnou schémou a vytvárajú nové druhy reaferentných sietí, vytvorí to potenciál pre vnútorný stav afektívneho uvedomenia. Aby to malo adaptívnu hodnotu, musí byť schopný kontrolovať určité základné motorické a pozorovacie procesy.
Tento typ analýzy predpokladá mozgový substrát Self, a preto primárne procesy vedomia majú určité explicitné atribúty. V protiklade k nejakým tradičným náboženským a filozofickým myšlienkam o matrix /napríklad týkajúce sa podstaty duše/ Self má konkrétne neuroanatomické, neurochemické a neurofyziologické charakteristiky. Mali by sme očakávať, že zvyšok mozgu bude bohato poprepájaný - navzájom vyššie i nižšie arey - pravdepodobne bohatšie ako nejaké iné arey mozgového kmeňa. To by bolo vysoko multimodálne, umožní vyjadrenie na mnohých úrovniach neuroosi počas ontogenézy.
V súlade s týmto pohľadom emocionálne pocity rovnako ako jedinečný charakter rôzneho emocionálneho správania môžu vzniknúť cestami, na ktorých základné emocionálne kontrolné okruhy modulujú neuronálne siete alebo rezonancie vnútri týchto rozšírených reprezentácií self. Okruhy strachu môžu vytvárať stav tenzie. Okruhy zúrivosti môžu posilňovať cyklus rozhodných a silných činov a tak ďalej. Tieto zmeny v neustále sa vyvíjajúcich neurodynamikách self sú súborom stavov pre rôzne diskrétne emocionálne správanie a formy informačného procesu kongruentné s náladou. To by tiež ustanovovalo homeostázu, podľa ktorej by sa mohli utvárať rôzne emocionálne sebaregulujúce stratégie.
Afektívne reprezentácie presadzujú určité vzorce správania a s dodatočnou evolúciou rôznych vysoko diferencovaných senzorických a motorických schopností môžu afektívne stavy poskytovať vnútorný referenčný bod pre komplexnejšie schopnosti. V komplexných organizmoch ako sú dospelí ľudia, sa môžu afektívne pocity utvárať *v* self schéme, ktorá je prežívaná ako narastanie sily alebo tlaku ku správaniu sa určitým spôsobom.
S psychologickým vývojom môžu organizmy rozvinúť i rôzne kontraregulačné stratégie svojho správania. Inými slovami - odkedy základné emócie regulujú riešenia problémov, bolo by pre organizmy adaptívne, aby boli schopné vytvárať alternatívne plány. Novo vyvinuté mozgové schopnosti môžu byť ďalej odkázané na afektívne prežívané stavy primárneho self.
Nemôžeme byť presvedčení o existencii predominantného anatomického zdroja primárneho self v mozgu, ale predsa sa odporúčajú dve oblasti – hlboké jadrá mozočka, ktoré dostávajú významný podiel primitívnych senzorických a emocionálnych informácií a kontrolujú pohyb

tela, najmä tie, ktoré sprevádzajú senzorický feedback a centromediálne oblasti stredného mozgu a spolu s nimi hlboké vrstvy kolikulov a periventrikulárnej šedi. Niektorí sú presvedčení, že tieto oblasti sa nachádzajú na neuroosi príliš nízko na to, aby vytvárali vedome prežívaný afekt, ale isto tak tomu nie je počas detstva. Pretože odstránenie mozočka nie závažným spôsobom kompromituje vedomie, autor uprednostňuje názor, že centromediálna zóna stredného mozgu je práve týmito epicentrami prvotného self. Kľúčovým prvkom v súčasnej koncepcii primárneho procesu vedomia je self – starý neurálny proces generácií spontánnych emocionálnych akcií. Táto ústredná schopnosť mohla slúžiť ako rozhodujúci neurálny vektor pre evolúciu rozmanitosti vyšších foriem vedomia, ktoré ľudia vysypú zo seba tak prirodzene s frázami ako „cítil som to“ a „cítil som tamto“.

Existencia archaickej self siete, o ktorej je zmienka pri motorickej koordinácii, môže pomôcť vyriešiť dilemu: Všetky vyššie monitory sú ohromené centrálnym procesom, ktorý ho nepozoruje, ale existuje priamo v centre karteziánskeho divadla ako primordiálna neurosymbolická reprezentácia jadra každej individuálnej existencie. Self nemá myšlienky alebo jasne definované percepcie, ale isto pomáha rozpracovať primitívne pocity a slúži ako kostra, ktorá spája veľa iných mozgových procesov. Na praktickej neurobiologickej úrovni postulovaná existencia primitívneho motoricko-akčného homuncula, ktorý je primárnou reprezentáciou self, nám umožňuje predpokladať spôsoby, akými môžeme empiricky začať skúmať primárny proces vedomia. Základný stav ja predpokladá, že self poskytuje prvé riadiace mechanizmy pre behaviorálnu koherenciu a telesné uvedomovanie. Zatiaľ čo je odôvodnená domnienka, že self nie je nemeniace sa, ale stáva sa sofistikovanejším za pochodu počas ontogenézy a fylogenézy, je viac pravdepodobné, že rastú mu nové úrovne neurálnej kontroly ako protiklad k prebudovaniu pôvodnej formy.

Vnútorná dynamika archaického self môže mať primárny vplyv na sprevádzanie neurovývojového dozrievania vyšších úrovní vedomia, a to snáď prostredníctvom rôznych opakujúcich sa svojpomocných procesov.

Existencia využitia závislých neurálnych rastových faktorov, ktorá sprevádza vývoj určitých vzorcov mozgového poprepájania môže prispievať k neurálnej maturácii self prostredníctvom vyšších oblastí neuroosi. Takéto rozšírenie interakcií môže pomôcť urobiť určité vyššie mozgové okruhy priepustnejšími voči nižším vplyvom, vedúcim k pocitu self, pocitu vnútornej koherencie alebo diskoherencie. Pravdepodobne táto imigrácia by prinajmenej v úvode bola kontrolovaná množstvom vnútorných, genetických a epigeneticky sprevádzaných spojení základných self okruhov s vyššími mozgovými areami. Verím, že toto je typom primitívneho, ale vývojovo flexibilného a vnútorne prirodzene dynamického substrátu vedomia, ktorý by sme mohli hľadať hlbšie vnútri mozgového kmeňa - nie konečný pozorovateľ, ale spontánne aktívny „stage manager“, ktorý pomáha vytvárať neuropsychický fokus existencie pre mnohonásobne vyšších pozorovateľov, ktorí sa objavujú ako self proces, migrujú cez vyššie oblasti mozgu , najmä frontrálne, temporálne a v oblasti cingula.

Plne vyvinuté vedomie je odrážané v hierarchických ale neobmedzene sa opakujúcich setoch neurálnych procesorov, ktoré sú všetky zakorenené v niektorých primárnych aspektoch ontogenézy self.

Retikulárna formácia mozgového kmeňa s rozšírením do talamu a hypotalamu bola dlho považovaná za základný substrát vedomia. Iný pohľad, aký som tu navrhol, sa významne líši od tohto, hoci je s ním komplementárny. Základné aktivačné systémy a systémy týkajúce sa bdelosti ascendentného aktivačného systému umožňujú vyšším mozgovým oblastiam

pracovať účinne. Budem teraz rozvíjať myšlienku, že hlboké vrstvy kolikulov a priľahlých okruhov periaquaduktálnej šedi /PAG/ sú neuroanatomickým fokusom vnútorného motorického self.
Hlbšie vrstvy kolikulov vytvárajú základný motorický mapujúci systém tela, ktorý interaguje nielen s vizuálnymi, sluchovými, vestibulárnymi a somatosenzorickými systémami, ale tiež s blízkymi emočnými okruhmi PAG.
PAG rozpracováva rôzne viscerálne typy máp tela so základnými neurálnymi reprezentáciami systémov bolesti, strachu, hnevu, separačnej úzkosti, sexuálneho a materského správania sa. Mezencefalická lokomotorická oblasť, ktorá hraničí s PAG, je schopná iniciovať neurálne vzorce, ktoré by museli byť základným substrátom pre zorganizovanie rôznych tendencií k akcii.
Úroveň motorickej koherencie musela existovať ešte predtým, ako mohla využiť senzorické vedenie. Z neurofyziológie vieme, že somatosenzorickou mapou očných pohybov je vnútorne viac stabilný tektálny okruh, ktorý hraničí s PAG, a nie nad ním ležiace senzorické mapy superiórnych kolikulov.
Kým superficiálne úrovne superiórnych kolikulov flexibilne zbierajú informácie o umiestnení vizuálnych stimulov, nižšie uložený motorický systém vytvára vhodné orientujúce pohyby, čo sa zdá byť pozoruhodným stabilným setom koordinácie pohybu.
Táto stabilita somatomotorického systému je dôkazom toho, že v evolúcii bola primárna psychobehaviorálna súvislosť.
Kvôli zjednodušeniu pre súčasné ciele budeme somatické a viscerálne komponenty považovať za interakčnú jednotku.
Hlboké tektálne a pod nimi ležiace PAG zóny sú bohatšie poprepájané s frontálnymi motorickými areami, v ktorých sa utvára naše plánovanie a cielená aktivita a s posteriórnymi senzorickými oblasťami, kde sa utvárajú vnemy. Tieto veľké kôrové oblasti mozgu – senzorická a motorická – sú tesnejšie pospájané s primárnym vedomím. Frontálna kôra má jednoznačne významný podiel na našom plánovaní.
Aby mohli byť stanovené priority správania v čase, frontálna kôra potrebuje aktívne nadobudnuté percepčné informácie zo senzorickej kôry. Poškodenie frontálnej kôry zapríčiní väčšie osobnostné zmeny ako poškodenie porovnateľne veľkej zadnej senzorickej oblasti.
Frontálne arey predstavujú motorickú asociačnú alebo plánovaciu kôru. Dokonca exteroceptívne obsahy vedomia sú vytvárané senzorickými oblasťami. Tieto oblasti musia vysielať masívne podnety do motorických oblastí, aby sme sa mohli správať koherentne. Dôkladné pochopenie všetkých záverov indikuje, že primárny proces afektívneho a zámerného vedomia je viac poprepájaný s motorickými ako senzorickými oblasťami kôry. To nepopiera dôležitosť senzoricko-percepčných procesov v správaní, ale rozlišuje medzi základmi vedomia a obsahmi vedomia. Obsahy vedomia /ktoré by som považoval za sekundárnu alebo odvodenú formu vedomia/ sú zjavne vytvárané z rôznych senzoricko-percepčných procesov – vizuálneho, sluchového, somatosenzorického, čuchového, chuťového, vestibulárneho a kinestetického – ku ktorým môžeme pridať myslenie a rôzne kognitívne operácie, ktoré umožňujú týmto systémom byť vo vzájomnom vzťahu. Predpokladám, že primárny proces vedomia leží vo vnútornom a na akciu pripravenom systéme. Predpokladám, že na akciu pripravený systém poskytuje stabilitu pre percepčný aparát, čím vytvára základ pre získanie informácií z týchto nástrojov vedomia. Zmeny

v neurálnej aktivite primárneho procesu self schémy utvárajú meniacu sa podstatu afektívneho vedomia.

Predpokladané neuroanatomické korene primárneho procesu vedomia

Masívna a neparalelná konvergencia informácie v centromediálnych areách stredného mozgu ho robí excelentným kandidátom pre základný integratívny rámec, ktorý poskytuje neurálne lešenie pre primitívne neurodynamické a emocionálne sebahodnotenie.

Utvorenie takého charakteru prostredníctvom tela a mozgu s množstvom reaferentných procesov môže poskytovať každému organizmu pocit individuality „I-ness".

Čoraz väčšie vplyvy do vyšších častí mozgu mohli byť dosiahnuté prostredníctvom kontroly určitých neurálnych rytmov /napr. delta, theta, alfa, beta a gama/, ktoré majú kontrolu nad exteroceptívnym informačným procesingom.

Postulovaná Self schéma pravdepodobne môže spúšťať základné formy telesnej orientácie a podporovať extrakciu hodnôt z interakcie vnútorného milieu so stimulmi prostredia. Nemusí byť neobyčajne ťažké si predstaviť, ako by taký systém mohol vytvárať vnútorné biologicky významné štruktúry v organizme. Napríklad mozgové hormonálne detektory, ktoré podnecujú sexuálnu žiadostivosť, môžu zvlášť podporovať prirodzenú kopulačnú žiadostivosť typom neurorytmu v self. Tento rytmus sa šíri telom a môže nájsť reprezentáciu k vyjadreniu prostredníctvom rôznych druhov tanca. Určité typy hudby, ako napríklad pulzujúci rytmus rock and rollu, môžu pomôcť stimulovať sexuálne neurálne šírenie sa v mozgu, podporujúc energetické formy tanca so silnými pohybmi panvou. Iné rytmy môžu povzbudzovať vyjadrenie iných afektov, ktoré môžu byť vyjadrené tancom alebo jednoducho môžu byť pociťované. Ak rôzne emočné a regulačné vstupy modulujú self schému rôznymi spôsobmi /každý s charakteristickým neurodynamickým a neurochemickým rukopisom/, môže byť výsledkom veľké množstvo subjektívne prežívaných pocitov.

Musíme pripomenúť našu ľudskú neschopnosť verbálne symbolizovať operácie komplexu, neurálnych systémov v akcii.

Na takej úrovni ultrakomplexity, kde naša ľudská predstavivosť nesiaha, sa musíme spoliehať na silu predikcií. Napríklad z predchádzajúcej analýzy by som usudzoval, že emočná sila hudby môže vzniknúť zo sluchových vstupov v inferiórnych kolikuloch, ktoré invadujú emočné okruhy PAG. Tiež, ak je táto hypotéza vo svojej podstate správna, veľké poškodenie PAG by mohlo mať katastrofálne dôsledky na všetky formy vedomej aktivity, kým poškodenie menšieho rozsahu by mohlo zmierniť veľa afektívnych tendencií.

Skutočne rozsiahle poškodenie PAG v celej jeho dlžke významne deterioruje všetky vedomé aktivity. Potvrdzujú nám to napríklad rané štúdie, v ktorých zraňujúce elektródy boli vybavené závitom a viedli zo štvrtej komory do aquaductu ku kaudálnemu okraju diencefala.

Výsledky boli pozoruhodné - u mačiek a opíc sa pozorovalo zlyhanie prejavov úmyselného správania sa a globálny nedostatok reaktivity na emočné stimuly. Nižšie intenzity elektrickej stimulácie v oblasti PAG vyburcujú zvieratá k významnej rôznorodosti koordinovaných emočných akcií v porovnaní so stimuláciou v nejakej inej lokalite mozgu. Predpokladal by som, že základnú formu mozgovej aktivity, generovanie self reprezentácie s rôznymi základnými afektívnymi stavmi, tvorí vnútorná neurodynamika PAG spolu s jej rozšírením

hore v mozgu k intralaminárnej a strednej talamickej aree k hypotalamickým oblastiam a k rôznym vetvám mozgovej klenby /kortex/.
Hoci sa môže zdať nepravdepodobným, že PAG tkanivo je na neuroosi dostatočne vysoko k tomu, aby vytváralo vedomie a intentionalitu, toto pochybovanie môže byť založené viac na našej ľudskej hrdosti a pýche ako na kritickom zhodnotení empirickej očividnosti. Vyššie úrovňové kognitívne vedomie určite nie je lokálnou schopnosťou PAG. Také funkcie sa určite prepájajú z množstva vyšších mozgových oblastí, ktoré sú špeciálne pospájané s PAG, a medzi ne patrí i frontálny kortex. Ako sme mali možnosť vidieť vo viacerých predchádzajúcich kapitolách, veľa afektívnych procesov sa zdá byť dôkladne pospájaných do sietí, ktoré sú poprepájané s PAG. Toto tkanivo je primárnym zdrojom úzkosti a utrpenia, ktoré zaplavuje vedomie počas stresujúcich okolností. Všetky formy bolesti zanechávajú silné neuronálne stopy prostredníctvom cfos a FOS neuronálneho značkovania. PAG umožnuje stvoreniam vykričať distres. Všetko toto je konzistentné s postulátom, že naše základné biologické hodnoty, základné a podstatné ingrediencie pre pocit self sú nerozlučne prepletené s lokálnymi vlastnosťami PAG tkaniva.
V zhrnutí pochybujem, či môžeme vysvetliť sekundárne alebo vyššie obsahy vedomia bez prvotného objasnenia primitívnych self reprezentácií a „pracovných priestorov“, v ktorých oni interagujú. Bez aktivít, ktoré sa udejú na nižších úrovniach, vyšší mozgoví „pozorovatelia“ by snáď nemohli efektívne fungovať, a keby mohli, tak by pravdepodobne trpeli významnými deficitmi a zízali by do prázdneho psychoaktívneho priestoru. Ak všetko predchádzajúce je na pravej koľaji, môžeme eventuálne byť schopní merať afektívne vedomie zvierat v akcii, ak použijeme moderné elektrofyziologické a neurochemické techniky, najmä keď sa naše výskumy zameriavajú na vnútorné mezencefalické substráty self. Nešťastím je, že tieto oblasti mozgu u ľudí sú tak neprístupné pre analýzu. Môžu nám však pomôcť naše neurochemické vedomosti získané z farmakologických výskumov.

Neurochémia vedomia
Prvotné self je s najväčšou pravdepodobnosťou organizované okolo univerzálne rýchlo pracujúcich aminokyselinových transmiterových okruhov ako je napríklad glutamát.
ARAS siete majú vo svojom jadre acetylcholín a noradrenalín.
Self sieť môže obdržať feedback týkajúci sa afektívnych stavov cez množstvo poprepájaných neuropeptidových systémov, o ktorých sa diskutuje v tejto knihe. Každý separátny emocionálny vstup môže charakteristickými spôsobmi modifikovať šíriacu sa aktivitu self. Zmeny v neuronálnej aktivite môžu byť nakoniec prežívané ako rozličné emocionálne stavy bytia. Self mechanizmus tiež musí mať silné výstupy na kontrolu rôznych vyšších mozgových aktivít a správania. Prítomnosť blízkeho vzostupného serotonínu, noradrenalínu a acetylcholínových okruhov poskytuje generalizované neurálne substráty. Každý z týchto systémov silne ovplyvňuje vyššiu mozgovú aktivitu.
Napríklad cholinergické vplyvy v talame udržiavajú procesing vo všetkých senzorických kanáloch kortexu, čím kontrolujú tok informácií, ktorý vytvára percepčné obsahy vedomia. Špecifické jadrá talamu - intralaminárne jadrá a väčšina najmä nukleus retikularis môžu byť rozhodujúca pre kontrolovanie informačnej práce prostredníctvom ktorej sú vytvárané špecifické obsahy vedomia.

Hoci veľa neurochemických systémov môže modulovať afektívne procesy, kľúčovou otázkou je, či poškodenie nejakého jednoduchého systému bude kompromitovať všetky formy afektívneho vedomia bez poškodenia všeobecného percepčného uvedomenia. Zdá sa isté, že glutamátová transmisia je podstatná a to z jednoduchého dôvodu, že glutamátoví antagonisti provokujú také pozoruhodné zmeny v kvalite vedomia. Lieky ako fencyklidín /anjelský prach/ disociujú senzorické a motorické procesy k bodu, kde je kognitívna koherencia dezintegrovaná. Nízke dávky môžu zapríčiniť panické ataky, kým vyššie dávky v bdelom stave tak ovplyvnia vedomie, že zvieratá po jeho aplikácii môžu podstúpiť operačný zákrok bez dalšej anestézy.
Podobne by štúdium mozgových hemisfér a mechanizmov, ktorými anestetiká všeobecne fungujú, mohlo poskytovať kľúčové vhľady do neurochemickej podstaty vedomia.
Pokroky v klinickej medicíne nám priniesli veľa anestetík, ktoré môžu úplne ovplyvniť vedomé aktivity. Keby sme mohli identifikovať významné mozgové okruhy, na ktoré oni pôsobia, mali by sme začiatky podstatnej neuroanatómie vedomia. Predpokladal by som, že vedomie by bolo ovplyvnené najviac, po aplikovaní anestetík do PAG tkanív stredného mozgu a s ním poprepájanej retikulárnej oblasti diencefala, prednej časti neurálnej trubice v oblasti septa.
Anestetiká boli použité najnovšie k osvetleniu podstaty vedomia v ľudskom mozgu. V štúdii o epilepsii neurológovia vyvinuli to, čo teraz nazývame Wada test, kedy krátkodobo pôsobiace barbituráty podáme do jednej alebo druhej karotídy, čím dosiahneme krátkodobú anestéziu celej mozgovej kôry. Anestetikum sa šíri cez anteriórnu a laterálnu cerebrálnu artériu a všeobecne sa môžeme domnievať, že väčšina jeho účinku je kortikálne a subkortikálne sprostredkovaná. Keď človek selektívne „vypne“ pravú mozgovú hemisféru týmto spôsobom, pacienti zvčajne prejavujú slabý emočný záujem o dianie okolo. Tvrdia, že všetko je fajn, a keď sa anestetikum rýchlo vytratí, tak zmenia svoje myslenie a začnú prehlasovať svoju nespokojnosť a nepohodu s manipuláciou. To viedlo k myšlienke, že každá mozgová hemisféra môže mať odlišné emočné prežívanie, ktoré nám veľa povie o vyššej podstate afektívneho vedomia.

Odrazy emócií vo vyšších úrovniach mozgu

Hoci základné emocionálne „energie“ pochádzajú zo subkortikálnych procesov, externé detaily emočných skúseností sú očividne kódované v neurálnych reprezentáciách času a priestoru na vyšších mozgových úrovniach. Zvyčajne nemilujeme práve teraz, ale milujeme niekoho. Nie sme jednoducho nahnevaní /subkortikálny proces/, ale hneváme sa na niečo /kortikálny proces/. Nehneváme sa a nemilujme v tomto momente, ale tak dlho, ako sú naša pamäť a významné neurochemické zmeny nabudené k udržaniu neurodynamiky hnevu a lásky. Afektívne a kognitívne procesy sú neoddeliteľne poprepájané vo vyšších oblastiach mozgu, ako sú napríklad frontálna a temporálna kôra, ktorá umožňuje našim mozgom rozvinúť psychologické udalosti v čase a priestore. Nevieme, či emócie v týchto vyšších mozgových systémoch tiež operujú cestou tých istých neurochemických kódov ako na nižších úrovniach mozgu. Napríklad, v kortexe sú určité bunky s kortikotropnými releasing faktormi /CRF/ rovnako ako aj veľké množstvo CRF receptorov.
Hoci sú emócie odvodené zo svojich bohatých kognitívnych výsledkov interakcií s vyššími mozgovými funkciami, môžu byť spúšťané na rôznych úrovniach neuroosi minimálnymi stimulmi – úplne kratučkým letmým pohľadom či jemnou nuansou v niečiom tóne hlasu.

Takéto kognitívne-emocionálne interakcie vytvárajú detaily ľudských životov. Sme schopní si viac zapamätať špecifické udalosti, pokiaľ ich máme spojené s emóciami. Skutočná afektívna intenzita, ktorá presadila priebeh akcie počas emočnej epizódy sa zdá byť jednoducho zabudnutá.

Nebudem tu rozoberať kognitívne detaily, ale je dôležité uvažovať, ako by základné emocionálne systémy mohli modifikovať vyššie cerebrálne procesy, ktoré nám dovoľujú byť tak dômyselnými emocionálne-kognitívnymi stvoreniami, akými sme. Niekedy to môže byť dobre, že špecifické vyššie mozgové oblasti sú špecializované na pomoc zložitým kognitívnym obsahom rôznych typov afektívnych procesov. Jedným zo špecifických spôsobov nazerania na veľa vyšších kortikálnych funkcií je ako u zvierat poskytovanie vždy viac a viac flexibilných ciest ku konaniu, čo predstavuje základný spôsob ich prežitia. Jednou z týchto najvýznamnejších funkcií je schopnosť využiť minulé skúsenosti na formovanie budúcich plánov. Schopnosť rozšíriť tendencie ku konaniu v čase a priestore dáva ľudom v porovnaní so zvieratami, ktoré nemôžu rovnako dobre posudzovať priebeh udalostí, pozoruhodné výhody.

Všeobecne je akceptované tvrdenie, že frontálne laloky sú schopné anticipovať udalosti a utvárať očakávania o svete. Ľudia s poškodenými frontálnymi lalokmi typicky perseverujú na starých stratégiách a nedokážu efektívne plánovať. Sú náchylní žiť uprostred prítomného momentu - v stave existencie, ktorý sa viac podobá zvieratám. Napriek bohatým kortikálnym spojom vyhľadávací systém je obzvlášť silne pospájaný s funkciami frontálneho kortexu.

Na druhej strane sociálne-emocionálnu citlivosť, ohľaduplnosť a pocity, aké sa spájajú so systémom paniky, afektívna dynamika oboch a negatívne sociálne interakcie, ktoré sa objavujú, môžeme nájsť v kôre v oblasti cingula.

Napríklad psychická tenzia, ktorá vedie k panickej poruche a agorafóbii, je zjavne znížená pri poškodení kôry v oblasti cingula u ľudí a zmeny vo vzrušivosti tejto mozgovej oblasti boli nedávno implikované v genéze depresie. Neurálne zmeny, ktoré môžu aktivovať strach, zúrivosť a sexuálnu túžbu sa špecificky reprezentujú v temporálnych lalokoch. Nabudenie týchto emócií je založené na vnímaniach, ktoré sú spracovávané v oblasti temporálnej kôry, ktorá je silne poprepájaná so špecifickými oblasťami amygdaly. Ľudia s poškodením anteriórnej temporálnej oblasti sú často emočne tichí, mierni, je ťažké ich nabudiť do bodu rozrušenia, úzkosti alebo sexuálnej túžby. Nedávno bolo ukázané, že ľudia s léziami amygdaly vykazujú deficity v spomienkach, ktoré sa spájajú so strachom, ako bolo zjavné i z výskumu mozgov zvierat.

Hoci je isté, že amygdala a jej blízky hipokampus sú veľmi dôležité pre spracovávanie kognícií a pamäti, a že môžu vytvárať rôzne emočné odpovede, je pravdepodobne nesprávne veriť, že afektívna kompletnosť takých emócií ako je strach, hnev a sexualita je sprostredkovaná lokálne práve vnútri štruktúr mediálneho temporálneho laloka.

Napríklad, hoci by mohlo byť logické očakávanie, že u mužov sexuálne vzrušujúce účinky erotických predstáv by sa dramaticky redukovali prerušením cestičiek, ktoré prenášajú spracovanú vizuálnu informáciu z okcipitálnych lalokov do temporálnych lalokov, takéto mozgové poškodenie by mohlo mať oveľa menší dopad na sexuálne vzrušenie indukované dotykom, kde sú kľúčové spojenia viazané kortikálne. Veľa podmienených stimulov odvodí svoje emočné vplyvy z lokálnych interakcií v amygdale, veľa iných nepodmienených senzorických vstupov k tým istým funkčným systémom môže odvodiť svoj afektívny dopad interakciou s nižšími aspektami emocionálne riadiaceho systému.

Hlavný význam amygdaly sa môže javiť ako dôležitý vo vytváraní afektu. To môže vychádzať z veľkej časti z faktu, že najviac emocionálne epizódy u dospelých zvierat sú tesne spojené s učením a kognitívnymi hodnoteniami.
Tieto sú typu emočných stimulov, ktoré sa zbiehajú v amygdale.
V súlade s týmto sa amygdala môže stať významnou styčnou plochou medzi vyššími informačnými procesmi a emočným nabudením ako funkcia rozvoja a rozličných konkrétnych životných skúseností. Súčasne nie je jasné, či amygdala môže vytvárať emočnú energiu bez nabudenia nižších funkcií v hypotalame, PAG a zvyšku periventrikulárnej šedej hmoty. Ako sme uviedli v kapitole 10, zúrivosť odvodená z amygdaly je kriticky závislá od integrity systémov v hypotalame a PAG.
Počas ontogenézy vyššie funkcie získavajú takú prominentnú rolu vo vedomom živote, že nižšie funkcie sa stávajú stále viac predvedomými. Súčasné mozog zobrazujúce metódy ukazujú, že počas emocionálych epizód sú nabudené len vyššie mozgové oblasti.
To sú však pravdepodobne falošne negatívne výsledky, pretože i oblasti uložené nižšie - v mozgovom kmeni - sú aktivované.
Jedným z najviac fascinujúcich zistení je, že pozitívne emocionálne pocity sa spájajú podľa EEG s nabudením frontálnych oblastí ľavej hemisféry, zatiaľčo negatívne a depresívne nálady sa spájajú s frontálnym nabudením pravej hemisféry. Tieto typy vzorcov tiež prevažujú v pokojovom EEG jedincov s rôznym temperamentom – ľudia, ktorí sú depresívni alebo jednoducho náchylní k depresii, vykazujú viac frontálneho nabudenia vpravo, zatiaľ čo tí, ktorí sa cítia vo svojom živote pozitívne, majú viac nabudenia vľavo. Táto asymetria je zjavná už u bábätiek – extrovertné typy majú viac nabudenia vľavo, inhibovaní jedinci viac vpravo.
Nedávno výskumy s využitím PET odhalili záblesky šťastia a smútku v mozgu: možno nie prekvapivo smútok vyrába viac nabudenia, kým šťastie produkuje neutrálnu relaxáciu. Nie je to neočakávané, pretože počas smútku máme viac kognitívnych problémov, ktorými sa zaoberáme. Avšak lateralita nie je úplne kongruentná s údajmi z EEG. Akútny smútok vedie k ľavému frontálnemu nabudeniu, kým depresia má opačný efekt. Iba tento neskorší účinok je kongruentný s EEG údajmi - naznačuje, že počas depresie je ľavá frontálna oblasť v zníženej aktivite.
Tieto významné neuropsychologické poznatky dokazujú, že charakteristické emočné zmeny sú tiež výsledkom poškodenia vyšších mozgových oblastí. V súlade s predtým zmienenými údajmi z EEG je najvýznamnejšie zistenie, že poškodenie ľavej mozgovej hemisféry /najmä ľavej frontálnej oblasti/ redukuje pozitívne afektívne naladenie, zatiaľ čo jednoduché poškodenie pravej mozgovej hemisféry nie. Cievne príhody v pravej mozgovej hemisfére, ktorá je všeobecne smutnejšou stranou mozgu, nie nezvyčajne vedú pacientov k popretiu, že sa niečo zlé sa stalo, porovnateľne poškodenie oblastí ľavého kortexu, to znamená zdanlivo „šťastnejšej strany“, môže vyvolať pocity katastrofického zúfalstva.
Kongruentné účinky počas mozgovej aktivácie boli získané novými technikami ako transkraniálnou magnetickou stimuláciou /TMS/. Predbežné výsledky potvrdzujú, že TMS ľavého frontálneho kortexu môže evokovať pocity smútku, kým stimulácia pravého zvyšuje pocit šťastia. Samozrejme to je navonok nekonzistentné so zmienenými faktami z EEG, avšak komplexita podmieňujúcich neurálnych zmien znemožňuje definitívnu interpretáciu. Je iste možné, že TMS preruší normálnu neurálnu aktivitu, zapríčiňuje zníženie normálnych funkcií. Na podporu tejto možnosti dlhšie pretrvajúcim účinkom stimulácie pravej prefrontálnej oblasti bolo zvýšenie anxiety a zhoršovanie nálady u depresívnych jedincov,

kým stimuláciou ľavej sa pozorovalo pozoruhodné zlepšenie nálady dokonca u jedincov rezistentných na liečbu.
Všeobecne sa verí tomu, že s takými pozitívnymi a negatívnymi afektívnymi rozlíšeniami pravá hemisféra je viac špecialistom na hlbokú emocionálnu komunikáciu v porovnávaní s linguisticky kompetentnou ľavou hemisférou, ktorá je viac zameraná na sociálne detaily. Kým poškodenie ľavej hemisféry typicky vedie k deficitom v chápaní a vyjadrovaní myšlienok, poškodenie pravej hemisféry naruší schopnosť človeka vyjadriť a porozumieť emočným moduláciám. Hoci existuje veľké množstvo teórií ako a prečo dve hemisféry majú rôzne emocionálne špecializácie, nie je zatiaľ jasná a zrejmá ani jedna z nich. Jednou z dobrých myšlienok je, že ľavá hemisféra je zručnejšia v sériovom procesingu informácií, aký si vyžaduje lineárne myslenie ako napríklad v matematike a jazyku, kým pravá hemisféra poskytuje viac afektívne prostredie a zázemie pre rôzne prežívanie. Inou fascinujúcou možnosťou je, že ľavá hemisféra sa špecializuje na komunikáciu sociálne konštruovaných emócií, kým pravá hemisféra je viac tesne spätá s emocionalitou primárneho procesu.
Hoci významný diel práce bol venovaný rozdielom medzi tým ako pravá a ľavá hemisféra participujú na rôznych emočných funkciách, väčšiu pozornosť v budúcnosti si bude vyžadovať úvaha, ktoré rôzne kortikálne oblasti utvárajú špecifické emócie. To sa súčasne javí zmysluplným k predpokladu, že v zrelých organizmoch majú dve mozgové hemisféry rôznu emocionálnu silu. Môže byť, že tieto rozdiely vznikli prevažne z učenia, viac ako z nejakých hlbokých a vnútorných rozdielov v emocionálnych schopnostiach. Napríklad ľavá hemisféra sa môže zdať „šťastnejšia“ ako sekundárny dôsledok svojej lingvistickej funkcie, keďže ju najmenej čiastočne označujeme ako pozitívny „spoločenský front“. To umožňuje, aby sa pravá hemisféra zaoberala emočnými skutočnosťami, ktoré vznikajú zo subkortikálnej dynamiky.
Je možné, že rôzne oblasti neokortexu môžu byť venované rôznym emóciám relatívne idiosynkratickými spôsobmi práve tak ako patrí jadrová pamäť k softwarovým prvkom moderných počítačov. Môže existovať významný diel variability vo vyšších reprezentáciách emócií medzi rôznymi jedincami. V tomto kontexte by sme mohli opäť zdôrazniť, že nové mozog zobrazujúce technológie, nie sú rovnako vhodné na zachytenie zreteľných funkcií mozgového kmeňa, rovnako ako ani na detekciu rozdielov vo vyšších oblastiach mozgu.
K lepšej diferenciácii medzi vyššími a nižšími mozgovými procesmi by viedlo zobrazenie vytvárania pocitov pri zamestnaní mentálnej predstavivosti dieťaťa. Vyššie oblasti mozgu by zostali emočne chladné bez psychologickej energie, ktorá vychádza zo subkortikálnych okruhov, aké sú popísané v tejto knihe. Inými slovami rozlíšenie medzi vyššími kognitívnymi/racionálnymi procesmi a viac primitívnymi afektívnymi/vášnivými procesmi je základom, ak chceme robiť záver o tom ako mozog utvára afektívne prežívanie a spontánne emocionálne správanie.

Ako kognície provokujú pocity?
Snáď najobvyklejšou skúsenosťou s emóciami, akú my ľudia máme, je že okolité udalosti vyvolávajú naše pocity. Ako my teraz vidíme, je to prevažne ilúzia: také udalosti len aktivujú vnútorné afektívne potenciály nervového systému. Avšak teraz som skompletizoval tieto dočasné analýzy hlbokej podstaty afektívnej skúsenosti v mozgu, čiže sme v lepšej pozícii na položenie otázky: čo to znamená, v termínoch mozgu, prežívať ilúziu, že zhodnotenie vyvoláva emócie?

Navrhoval by som, že táto otázka smeruje dolu ku kognitívnym reprezentáciám sveta v prepletenom neurodynamickom procese, ktorý nazývame emočné stavy. Ak sú afektívne stavy konečne konštituované zreteľným ohlasom neurálnych vzorcov v šíriacej sa self reprezentácii sieti mozgu, je možné, že každý typ nálady môže byť setom pohybov rôznych vstupov do systému. Keď primitívne emočné kontrolné okruhy zaberú celú šírku neurálnej siete, máme plne-rozvinuté emočné stavy.
Na druhej strane, keď kognitívne vstupy so svojimi podmienenými i nepodmienenými atribútmi iniciujú slabšie typy ozveny v systéme, máme stavy nálady.
Napriek našej minulej skúsenosti a histórii formovania a kognícií, môže prísť k reevokovaniu silných emócií.
Slabý typ ohlasu môže postupovať niekoľkými cestami. Má potenciál stať sa plne-rozvinutou emóciou, ak ohlas naverbuje plné nabudenie primitívneho emočného kontrolného /prikazovacieho/ systému. To je možno cesta najmenšieho odporu v mozgu, pretože veľa našich s náladou kongruentných pamäťových procesov môže pridať podnet
a dôjde k emocionálnemu vzplanutiu. Ohlas má tiež potenciál k strácaniu sa, k rýchlemu miznutiu, ak človek môže presmerovať alebo odkloniť kognitívne zdroje k iným uhlom pohľadu. Verím, že to je hlavným cieľom rozličných foriem sebadisciplíny, ako aj kognitívne- behaviorálnej terapie. Emocionálna sebaregulácia sa pravdepodobne robí prostredníctvom našich vyšších cerebrálnych dotácií. Naše symbolické systémy sú zvlášť efektívne v dovolení nám prekonať tento nerovný a drsný terén. Jazyk nám umožňuje regulovať naše emócie.

Konflikty medzi emóciami a kogníciami
Ak emócie a kognície – alebo vzrušenie a podnet, ako ich zvykneme nazývať – sú odlišné, i keď interakčne organizované v mozgu, sú konflikty medzi vplyvmi dvoch systémov. Nariadenia emocionálnych systémov sú, aby boli viac egocentrickými a bezpodmienečne afektívnymi v porovnaní s tými z kognitívnych systémov. A to i napriek tomu, ako nedávno zdôrazňovali zástancovia evolučnej psychológie, že cieľom kognitívnych procesov je poskytnúť jemnejšie riešenia k problémom, ktoré sú predložené stavmi emočného nabudenia. Evolúcia určitých vyšších symbolických schopností u ľudí môže byť poskytovaná cestami, ktoré viedli organizmy k vyriešeniu konfliktov , ktoré sú jednoducho z emocionálnej perspektívy príliš zložité. Napríklad otvorené hovorené alebo písomné kontrakty medzi ľudmi pomáhajú minimalizovať zvady, ktoré by sa objavili, keby človek jednoducho iba plnil diktáty svojich okamžitých túžob a prianí.
Schopnosť symbolických systémov sprostredkovať riešenie konfliktu bola dokonca pozorovaná už u šimpanzov. Keď ich konfrontovali s vyplnením zdanlivo jednoduchej úlohy, kde sa ich túžby dostávali do konfliktu s výsledkami, šimpanz sa vynašiel a prejavoval jemné sebe-slúžiace kognitívne stratégie, ktoré mu priniesli vytúženú odmenu. Také úlohy sú zvládnuté vtedy, keď funguje alternatívny symbolický systém. Objasním to: v jednom výskume boli zvieratá konfrontované s jednoduchým výberom: mali pred sebou dva taniere s dráždivým jedlom, každý z nich s rôznym množstvom potravy. Ak by šimpanz mieril k tanieru s väčším množstvom jedla, to by okamžite bolo dané šimpanzovi v susednej klietke a rozrušený subjekt by obdržal menšie množstvo. Po stovkách a stovkách skúšaní by sa tieto šimpanzy nemohli naučiť zdržať, aby dostali väčšiu odmenu, hoci bola vždy výsledkom

nevytúžená odmena. Hoci tento výsledok bol bežný, bola to jednoducho pre nich príliš náročná úloha na vyriešenie.
Dosah k našim rôznym symbolickým systémom, pohybovať sa od papierových peňazí ku kontraktom, nám umožňuje využiť naše vlastné túžby. Hoci sa to zdá byť neštudovanou dimenziou ľudskej motivácie. očividne sú peniaze ekvivalentom schopnosti robiť viac výberov, možností vo svete a je pozoruhodné, že dokonca medzi šimpanzami numerický symbolický systém bol efektívnejším nástrojom pre nenásytnosť ako bezprostrednosť ich vlastných prianí, keď boli aktuálne konfrontovaní s dostupnou a dosiahnuteľnou odmenou. Zdanlivo získanie numerických symbolov rozšírilo názory vhodné pre vyššie úrovne vedomia šimpanzov. Taká práca by v nás mohla vzbudiť dojem, že ľudské pohnútky môžu ešte byť neoddeliteľne spojené s našimi na seba centrovanými zvieracími potrebami.
Ak si človek praje dichotomizovať medzi kognitívnymi a emocionálnymi funkciami – medzi podnetom a túžbou - potom sa môže pýtať, či sú silnejšie dolu smerujúce kognitívne kontroly alebo nahor smerujúce emocionálne kontroly. Ak pozeráme na túto otázku anatomicky a neurochemicky, očividnosť sa javí ohromujúca. Kontroly smerom nahor sú výdatnejšie a elektrofyziologicky viac naliehavé, takže človek by mohol očakávať, že by prevážili, keby došlo k naliehaniu a došlo by k postrčeniu. Samozrejme, so zvyšujúcim sa vplyvom kortikálnych funkcií, ako sa ľudia vyvíjajú s tlakmi pre sociálnu konformitu, stabilne sa zvyšujú vplyvy kognitívnych síl počas dozrievania. Môžeme prípadne prežívať emócie bez podelenia sa o ne s inými. Môžeme si tiež jednoducho vziať výraz ľudskej tváre a môžeme robiť faciálnu analýzu emócií v reálnych životných situáciách a pozoruhodne komplikovaných obchodných situáciách.
Hoci môžeme zamestnať naše emócie so stupňami jemnosti, ktoré iné stvorenia jednoducho nemajú, dokonca ich môžeme použiť pre estetické alebo manipulatívne účely, asi by sme cítili veľmi málo bez starých subkortikálnych zdrojov procesov.

Zhrnutie

Hoci som sa pokúsil objasniť neurálne základy afektívnej skúsenosti cicavcov, aktuálne manifestácie neurálnych okruhov v živom mozgu sú tak komplexné, že bude potrebné ešte veľa storočí práce k tomu, aby sme odhalili, ako skutočne pracujú emocionálne systémy. Pri empirickom skúmaní týchto otázok môžeme nájsť väčšiu variabilitu, plasticitu a flexibilitu v týchto systémoch, ako som tu predpokladal. Veľa molekulárnych základov neurálnej plasticity už bolo odhalených /vid kapitolu 6/, ale žiadny rastový faktor alebo gén ešte nebol identifikovaný ako špecifický pre rast a rozvoj emocionálnych systémov. Očakávam, že budú objavené také molekuly, ktoré eventuálne môžu otvoriť úplne novú oblasť psychiatrie.
Odvtedy čo konečne máme určité presné vedomosti o neurálnych substrátoch niekoľkých málo emocionálnych systémov, môžeme sa začať pýtať, ako sa tieto okruhy menia štrukturálne i funkčne v reakcii na rôzne udalosti v okolitom prostredí.
Využijem teraz príležitosť k niekoľkým myšlienkam o potenciálnych spoločenských dôsledkoch emocionálnych záležitostí. Najskôr by som zdôraznil zrejmý fakt, že naše životy sú navonok ovplyvňované viac kultúrnymi záležitosťami ako biologickými. V komplexite kultúrnych štruktúr a procesov budú naše vnútorné pocity vždy sprevádzané silnými psychobiologickými reťazcami – našimi hlbokými afektívnymi reakciami na udalosti vo svete. Hoci takéto biologické „donútenia“ na ľudskom duchu boli popreté generáciami

vedcov, ktorí preferujú myslenie v termínoch osobnej ľudskej skúsenosti v porovnaní s evolučnými termínmi, je očividné, že také reťazce existujú.

dodatky: Úloha emocionálnych systémov mozgu pri vytváraní sociálnych systémov

Aké dôsledky mohlo mať hlbšie porozumenie emóciám v humanitných a spoločenských vedách?

Hoci nerozumieme kompletne interakciám medzi mozgovými okruhmi, ktoré skutočne riadia psychologické reakcie u ktorýchkoľvek zvierat alebo ľudí, naše neúplné vedomosti nám dovoľujú skúmať určité línie nášho myslenia. Budem stručne skúmať možné využitie objavenia sa určitých psychobiologických vedomostí o utváraní spoločenských systémov.

Aby sme porozumeli tomu, ako sú afektívne procesy spojené s kultúrnymi inštitúciami, potrebujeme diskutovať o tom, ako by každý emocionálny systém mozgu mohol byť spojený s existujúcimi spoločenskými štruktúrami. To je znepokojujúca otázka. My síce vďaka evolúcii máme veľa emocionálnych systémov spoločných s inými cicavcami, ale naše kulturálne seba koncepcie nie sú riadené alebo obmedzené našou zvieracou minulosťou. Predsa však môžu byť skutočne a nezávisle objasnené prostredníctvom začlenenia afektívnych dimenzií do našich diskusií. Napríklad nedostatočné rozpoznanie určitých vnútorných „síl“ u detí môže viesť k určitým veľmi nezvyčajným sociálnym praktikám v USA:

Môžeme si zobrať jeden problematický príklad z našich súčasných edukačných cvičení – patologizácia hravého klbčenia a hry v americkom školskom systéme. Medicínska liečba deficitov pozornosti, hyperaktivita u detí alebo hyperkinézy neodrážajú zvýšenú incidenciu neurologického ochorenia u amerických detí, ale zvýšenú intoleranciu detskej impulzivity. Použitie liekov na potláčanie týchto symptómov u amerických školákov sa v posledných desaťročiach dramaticky zvýšilo a to až do tej miery, že veľa ľudí verí tomu, že sa to stalo až národným škandálom. Fakty z neurovedy jasne indikujú, že psychostimulanciá ako metylfenidát a amfetamín môžu zvýšiť hladinu katecholamínov v synapsách mozgu. Je pochopiteľné, prečo by facilitácia noradrenergného systému v kortexe zvýšila pozornosť. Normálne neurobiologické fungovanie chemického systému je facilitácia procesov pozornosti. Maturácia týchto systémov počas detstva je pomalá. To je jeden z dôvodov, prečo sú malé deti tak impulzívne a hravé.

Zvyčajne tieto systémy budú vyzrievať u jednotlivých detí rozdielne. Psychostimulanciá určite môžu zvýšiť pozornosť a to priam zázračne u detí, ktorých neurochemický vývoj je pomalý. Také lieky majú však i veľa vedľajších účinkov na mozog. Napríklad zjavne znižujú hravosť – účinok, ktorý je dobre dokumentovaný u zvierat /vid kapitolu 15/. Sú excesívne hravé deti, ktoré užívajú medikáciu na redukciu ich prirodzenej túžby ku hre, iba zámienkou, že majú niektorý typ poruchy kontroly impulzov? Takto sa to zdá byť najmenej u niektorého z detí, ktoré užívajú medikáciu. Ak je to tak, tak je neprimerané dať im lieky ako je metylfenidát proti hraniu sa, namiesto poskytovania príležitostí k hravému klbčeniu sa a to vo vhodný čas dňa, napríklad skoro ráno, kedy sú takéto impulzy špeciálne silné. Dokonca viac hrozivý je fakt, že nervový systém sa stáva citlivým na psychostimulanciá a výskum zvierat potvrdzuje, že také modifikácie nervového systému môžu byť trvalé. Meníme trvale nervový systém detí psychostimulanciami?

Nemohli by sme prípadne spomaliť prirodzený rast a vývoj mozgu redukovaním normálneho vplyvu hravého správania na vývoj centrálneho nervového systému?

Ako sme videli, subkortikálne oblasti mozgu obsahujú veľké množstvo emocionálnych systémov, ktoré riadia našu náladu a hodnoty.
Ľudský neokortex umožňuje našim mozgom vytvárať komplexné myšlienky o svete. Veľkú úlohu v tom zohrávajú senzorické systémy a systémy pozornosti, ktoré zberajú informácie z našich externých zmyslov rovnako ako i z tých, ktoré vytvárajú naše vnútorné pocity. S predpokladom, že evolúcia ľudských neokortikálnych /kognitívnych procesov bola len čiastočne obmedzená „príkazmi" starých limbických okruhov, mi umožňuje stručne preskúmať všeobecný vplyv objavenia sa porozumenia subkortikálnym emocionálnym systémom na spoločenské inštitúcie.
Ľudský mozog, podobne ako všetky iné cicavčie mozgy, má okruhy, ktoré slúžia vyhľadávaniu pozitívnych odmien v prostredí. Táto vnútorná prirodzená tendencia môže presadzovať excesívny materializmus a chamtivosť /vid kapitolu 8/. Mozog má tiež systémy, ktoré môžu indukovať hnev alebo navodiť hlbokú nevraživosť medzi skupinami pri súťažení o spoločné zdroje /vid kapitolu 10/. Mozog sprostredkováva strach z odhalenia alebo zo zmien, ktoré ohrozujú naše bezpečie a komfort, čo môže viesť ku xenofobii a stigmatizácii skupín, ktoré s nami nezdieľajú naše záujmy /vid kapitolu 11/. Náš cicavčí mozog má tiež systémy, ktoré sprostredkovávajú spoločenské a sexuálne väzby aj rodičovskú starostlivosť /vid kapitolu 13/ a zúfalstvo z izolácie od našich druhov /vid kapitolu 14/. Ako ľudia so sofistikovanou spoločenskou citlivosťou, môžeme tiež byť zaplavení zármutkom, smútkom, hanbou a rozpakmi, čo súvisí s našimi spoločenskými kontaktmi. Mozog prepracováva i naše túžby, obsahuje okruhy pre sociálnu hru a dominanciu /kapitola 15/. Emocionálne systémy dávajú zmysel rôznorodosti, chaosu, určujú zmysel a hodnotu našich životov. Bez nich by mal kortex „málo na rozprávanie a málo na vzrušenie". Naše túžby majú jednoznačne silu prikazovať v komplexných spoločenských systémoch. Naše pocity nás len povzbudzujú k tomu, aby sme zvažovali vhodnosť našich názorov.
V ľudskej histórii už bolo príliš veľa politických štruktúr, ktoré presadzovali strach a agresiu. Mohlo by byť možné, aby sa vyvinuli odlišné spoločenské systémy, ktoré by boli založené na každej z emócií. Ak je takéto spoločenské inžinierstvo možné, tak by nasledujúcou otázkou mohlo byť: Ktorý systém v súčasnom stave kultúrnej evolúcie by mohol mať prioritu v budúcnosti? Má určitý systém dominanciu nad inými? Veľa z nás by sa mohlo domnievať, že spoločensko-emocionálne systémy, ktoré umožňujú starostlivosť o druhých a dávanie, majú vnútornú hodnotu, ale nezdá sa, že by mali väčšiu vnútornú silu. Možno by si ju mohli „naverbovať" a byť viac uznávanými v našej kultúrnej matrix, ale nie je tam istota, že by také hodnoty mohli prevládnuť vo vnútorných emocionálnych tendenciách neurobiologickej mysle. Impulzy pre silu a chamtivosť sú zrejme viac neodbytné v mozgových okruhoch ľudských druhov ako impulzy pre starostlivosť.
Najzaujímavejšie by bolo predstaviť si, čo by eventuálne mohlo formovať našu spoločnosť, keby to napomáhalo rozvoju - starať sa feminínnymi silami, poskytovať starostlivosť a byť altruistický v protiklade k materializmu a mužskej dominancii. Ale ako máme postaviť stabilné a vyrovnané ekonomiky, ktoré nie sú poháňané silami chamtivosti a materializmu? Väčšina preferuje čo najväčší kúsok koláča. Ako sa učíme spravodlivo vo svete rozdeliť úrodu matky zeme tak, aby všetky jej deti mohli byť primerane spokojné?
Možno legislatívna čiapka pre individuálnu chamtivosť by bola pohybom správnym smerom, ale potrebujeme utvoriť vyjadrenia pre naše dominantné impulzy. Môžeme mať široké kompenzatórne dvere pre sebavyjadrenie v umení a v službách druhým a spoločnosti.

Toto sú psychobiologické pohľady, ktoré nám evolúcia cicavčieho mozgu ponúka na zváženie.
Naše staré emocionálne okruhy nemôžu diktovať našu budúcnosť. Neokortex so svojím kognitívnym bohatstvom by mal stále byť okázalým pánom vonkajšej sféry, zatiaľ čo emócie zotrvajú pánmi našich vnútorných životov. Je logické , že nové spoločenské systémy budú prosperovať len v harmónii s pozitívnymi emóciami. Spoločenské systémy budú prekvitať, ak minimalizujú dopad negatívnych emócií na členov spoločnosti a prestane sa im dariť, ak tomu tak nebude.
To môže byť najvýznamnejším posolstvom, ktoré si máme vziať z tejto úvahy o množstve emocionálnych systémov, ktoré existujú v našom ľudskom mozgu. Tieto staré neurálne systémy vytvárajú základ našich hlbokých ľudských hodnôt a štandardov na utváranie názorov a pohľadov na naše sociálne svety. Relatívny význam dávame rozličným emocionálnym faktorom v každej spoločnosti. Ten bude determinovaný množstvom historických, ekologických ako aj neurobiologických síl. Prostredie, v ktorom sa musí bojovať o zdroje, bude poskytovať iné spoločenské riešenia ako prostredie, v ktorom sú štedrejšie a bohatšie podmienky. Samozrejme transkulturálne rozdiely v emocionalite robia výskum pozoruhodne ťažkým. Dokonca i rozličné vetvy ľudskej rodiny môžu mať nepatrne rozličné vzorce emocionálneho reagovania a to z genetických a kultúrnych dôvodov. Teraz je jasné, že zdieľame tie isté fundamentálne pocity. Rovnako je to u rôznych pohlaví.
Čo by nás mohlo najviac vydesiť v 20.storočí, je rozpoznanie rovín prefikanosti, ktoré môže mať evolúcia prechovávané v našich kognitívnych systémoch /tie oblasti vyššieho limbického mozgu, ktoré tvoria vnútorné rozhranie medzi primitívnymi emocionálnymi systémami a vyššími kognitívnymi oblasťami./
Porozumenie ľudskej prirodzenosti isto nie je tak jednoduché ako porozumenie prirodzenosti subkortikálnym emocionálnym systémom, ktoré zdieľame s inými cicavcami. Na vrchole týchto systémov máme silný vnútorný potenciál pre „preľstenie“. Mozog „jašterice“ ešte stále vysiela svoje sebecké posolstvá prostredníctvom našich mozgov.
Ak si vezmeme náš evolučný príbeh k srdcu, môžeme začať chápať podstatu psychopatických a a sociopatických osobností, ktoré vznikajú z rozličností ľudského self. V určitom bode ľudskej evolúcie bolo možno pre určitý počet jedincov v každej ľudskej spoločnosti adaptívne mať temperament bojovníka – jedinca, ktorí bol veľmi prchký a relatívne necitlivý k bolesti druhých. Keby také adaptácie mali úspech počas ľudskej evolúcie, tieto črty by nám zostali a mali by sme dobre pripravené naše evolučné dedičstvo ku skaze, pustošeniu a násiliu v spoločenskom živote, dokonca i v období mieru a pokoja. Určitý rozmach takých impulzov môže byť rekanalizovaný do športu a iných foriem súťaženia alebo môže byť modifikovaný spoločenskými a farmakologickými stratégiami. Ak pozeráme na kortex ako na neurálne ihrisko, kde sa stretávajú mnohonásobné evolučne adaptívne stratégie, máme len skromný dôvod pre optimizmus a útechu. Je smutné si všimnúť, že náš zmysel pre solidaritu môže byť stále viac vnútorne slabší ako náš zmysel pre odvetu.
Sú dôvody veriť tomu, že chladný rozum nespútaný impulzami sociálnych emócií môže ustúpiť osobnosti, ktorá je egoistická, sebecká a túži ubližovať druhým pre svoje vlastné ukojenie a potešenie, a že také osobnosti sa môžu prezentovať ako vysoko extrovertné a citlivé, zatiaľ čo skúmajú ako šikovne by mohli vziať výhodu iným v spoločenských a ekonomických stretnutiach.
Existencia spoločenských emócií v ľudskom mozgu neposkytuje žiadnu záštitu proti existencii a budúcej evolúcii hrdloreza, sebeckého jedinca, ktorý nemá žiadnu túžbu správať

sa altruisticky v ľudskej spoločnosti. Takí jedinci môžu byť zvlášť silne motivovaní k ašpirácii na získanie politickej a ekonomickej sily a moci. Masívny rast ľudského neokortexu teraz poskytuje pohľady na tohto ľudského ducha.

K úspešnému rastu do budúcnosti, sa spoločnosť musí učiť ako rozpoznať a láskavo nabrať odvahu a vyhýbať sa tomu, kto si neželá alebo nemá schopnosť čestne kooperovať. Zostáva možnosť, že niektorí jedinci majú atypickú pohotovosť svojich základných emocionálnych systémov, zatiaľčo iní sa správajú asociálne, napriek tomu, že majú viac osobných možností. Môžeme byť prípadne schopní detekovať také osobnostné črty v skorom veku s použitím sofistikovaných metód merania mozgu u problémových osobností. Je ťažké si predstaviť akoby sme mohli vyhľadávať, merať a modifikovať také emocionálne sily a slabosti jedincov bez porušovania ich základných ľudských práv a slobôd.

Je požehnaním, že zmysel pre fair play už bol postavený na hodnotových štruktúrach ľudského mozgu. Ako analytici, ktorí sa zaoberajú teóriou hry, potvrdzujeme, že najviac efektívnymi tradičnými stratégiami je spravodlivosť a potrestanie svojho obchodného partnera len v prípade klamania, podvodu, ale potom rýchle zabudnutie. Táto „oko za oko, zub za zub“ stratégia je tiež hlboko zakorenená v našich najlepších spoločenských tradíciách. Nanešťastie táto stratégia sa zdá byť najefektívnejšou v malých skupinách, kde každý každého pozná, a kde môže silne motivovať správanie pocit hanby. V našich anonymných megaspoločnostiach starobylé „rob iným to, čo by si chcel, aby oni robili tebe“ môže pozvoľna strácať na svojej sile. Kdekoľvek nie sú stabilné dlhotrvajúce spoločenské vzťahy, zdá sa byť oslabená oddanosť k tradičným spoločenským kontaktom. My sme teraz vzdialení z pôvodného evolučne adaptívneho prostredia, kde sa utvárali naše mozgy.

Snáď včasná emocionálna edukácia by mohla čeliť nášmu potenciálu pre zlo. K tomu, aby sme to mohli robiť, by naše školské systémy potrebovali kultivovať nové perspektívy, ktoré jasne rozpoznávajú podstatu a význam všetkých základných emócií v našich životoch. Mali by sme jasne a jednoznačne vzdelávať budúce generácie o skutočnej podstate afektívnych síl, ktoré sídlia v starobylých štruktúrach našich mozgov. Verejné fóra ako sú televízia, filmy a populárna hudba môžu byť stále viac formované k povzneseniu našich duchov a tak nám môžu poskytnúť viac v porovnaní s povrchným limbickým a „plazím“ prostredím. Musíme viesť k emocionálnemu vzdelávaniu celého mozgu a k tomu potrebujeme prísť na označenia biologických zdrojov ľudského ducha.

Konspekt vypracovala: **Mgr. Ivana Ilavská**

Prílohy

PRÍLOHA A

Kosti, mozog a ľudský pôvod

V akceptovaní súčasného pohľadu na podstatu ľudskej prirodzenosti, nemusíme popierať mnohostranné možnosti našej ľudskej kreativity a súhrn intelektuálnych perspektív, ktoré v 20. storočí ovplyvnili našu kultúru. Dokonca tak ako aj naša postmoderná predstavivosť je neustále ovládaná kultúrnym relativizmom, potrebujeme sa oboznámiť s vývojovou teóriou poznania – perspektíva, že staroveké emočné a motivačné sily predchádzali nebezpečenstvu schopností kôry vo vývoji mozgu. Cieľom tejto prílohy je načrtnúť obdobie vývoja ľudského mozgu a mysle. Zodpoviem tri otázky: Kedy sa človek začal odlišovať od svojich predchádzajúcich predkov? Ktoré faktory podporili toto rozdelenie? A čo je unikátne na ľudskej psychike?

Naše evolučné korene

Iba niekoľko desaťročí dozadu, na základe fosílnych dôkazov, bol akceptovaný názor, že človek sa začal odlišovať od iných veľkých ľudoopov (šimpanzy a gorily, dokonca aj orangutány a gibony) pred 20 až 30 miliónmi rokov žijúcich na vyprahnutých planinách a prepadlinách v súčasnej východnej Afrike. Robert Ardrey, kontroverzný zástanca pôvodu vývoja ľudstva, poukazuje na pohybujúcu sa hyperbolu: „ Ľudstvo sa nenarodilo ani v nevinnosti, ani v Ázii. Domovom našich praotcov boli africké vysočiny siahajúce severne od polostrovu až k jazerám na Níle.“

Analýzy molekulárnych výskumov na žijúcich druhoch poukazujú na to, že od iných ľudoopov sme sa odlišovali už dávno. Táto analýza poukazuje na to, že naša rozdielnosť bola dokončená už pred viac než 5 miliónmi rokov. Toto nie je najšťastnejší záver pre tých, ktorí veria v iné príbehy stvorenia. Pre každý prípad však fosílné a molekulárne dôkazy našej minulosti obohatili a aj skomplikovali náš pohľad na nás.

Bez historických objavov 20. storočia by rozprávači minulosti vplietali mýty o stvorení s relatívnou voľnosťou. Ich príbehy často rozprávajú o čase a príhodách, ktoré sa viac týkali našich snov a fantázie než našej histórie. Avšak teraz, keď máme k dispozícii dostatok fosílnych zvyškov našich predkov, sa môžeme učiť čítať životnú knihu evolúcie pomocou DNA – RNA-proteínov, ktoré majú všetky živé bunky. Stupeň príbuznosti rôznych bytostí sa môže odhadovať porovnávaním na základe súvislostí DNA a podobnosti vyplývajúce z aminokyselinového reťazca proteínov medzi živými tvormi sú pozoruhodné.

Stupeň rozdielnosti medzi druhmi sa môže teraz určiť aj prostredníctvom stupňa divergencie. Odkedy genetická mutácia všeobecne zobrazuje náhodné procesy, ako napr. vplyv kozmických lúčov, akumulované zmeny v DNA, RNA a tiež proteíny udávajú plynutie času v približnej lineárnej podobe. Hoci plynutie času musí byť zakotvené v geologickej evidencii (napr. radioizotopický synchronizačný proces), molekulárne hodiny potvrdzujú, že

my ako ľudské tvory sme neboli stvorené ani tak jedinečne, ani tak nedávno, ako niektorí verili.

Homológia v molekulárnej štruktúre našich buniek jasne odráža naše delené dedičstvo so všetkými ostatnými stavovcami a dokonca aj s „nižšími“ tvormi. My „ľudské tvory“ sme variantmi na stupni patriacich do radu cicavcov, ktoré sa začali rozvíjať, keď dynastia plazov vyhynula pred 100 miliónmi rokov. Táto premena bola pravdepodobne spôsobená klimatickými a ekologickými zmenami prameniacimi z vulkanických činností a/alebo veľkými asteroidmi, ktoré dopadli na Zem.

Molekulárne údaje ukázali, že zoberúc do úvahy samostatné väzby 20 až 30 miliónov rokov dozadu – ako sa datujú prvé kosti, rad ľudí, šimpanzov a goríl sa líšia menej než 10 miliónov rokov dozadu. Zatiaľ čo údaje proteínov len nejasne rozlišujú divergenciu s našimi najbližšími živými tvormi (šimpanzy a gorily), údaje DNA sú viac selektívne. Poukazujú na to, že ľudia a šimpanzy sa začali odlišovať od svojich spoločných predkov asi pred 7 miliónmi rokov a že oba rady sa rozlišujú od radu, ktorý viedol ku gorilám pred 9 miliónmi rokov. Náš zdedený rad sa začal líšiť od orangutanov asi pred 15 až 20 miliónmi rokov.

Pri takomto počítaní môžeme urobiť záver, že hominid fossils, mladší než niekoľko miliónov rokov, sa môže podobať na našich predkov. Je tu malá otázka, že tvory ako Homo Habilis, Homo erectus a iné pozostatky hominidu sú reprezentantmi radu našich predkov. Či existujúce fosílne vzory sú v priamom rade k nejakým existujúcim ľudským zvyškom je samozrejme nepravdepodobné, ale údaje týkajúce sa všetkých žijúcich cicavcov zdieľajúcich pokrvnú príbuznosť v priebehu posledných sto miliónov rokov už nie je viac kontroverzné – aspoň pre tých, ktorí v to veria. Vincent Sarich hovorí: „Viem, že moje molekuly mali predkov, paleontológovia môžu iba dúfať, že aj jeho fosílie mali svojich predkov.“

Staroveké kosti odôvodnene hovoria za vonkajšie tvary mozgu. Najlepší predivergenčný kandidát z rodu ľudoopov a opíc, staroveký primát v súčasnosti nazývaný Aegyptopithecus, ktorý obýval brehy Nílu pred viac ako 30 miliónmi rokov, mal povrch mozgu taký, ktorý sa veľmi nerozlišoval od mozgu opíc žijúcich v súčasnom svete. V skratke, tieto tvory pravdepodobne nezvládajú dlhotrvajúce spoločenské akcie. Napríklad , súčasné paviány, napriek ich vynikajúcim emočným schopnostiam, prejavujú výnimočné schopnosti mozgu. Úroveň sociálneho plánovania, ktoré môže byť dosiahnuté u šimpanzov, boli prekvapivo nápadne.

Nespočetné enviromentálne tlaky konštruujú a sprevádzajú trajektóriu evolúcie ľudského mozgu. Avšak jednoznačne nepoznáme faktory ktoré viedli k encefalizácii nášho mozgu. Fosílne pozostatky sa vyskytovali v niekoľkých stupňoch, začínajúc asi pred 3 miliónmi rokov s australopitekusmi, ktorí mali mozog vo veľkosti asi jednej tretiny nášho, ktorý máme v súčasnosti. Kritickým stupňom v našom vývoji mozgu sa začal s prechodnou fázou radu Homo habilis asi pred 2 miliónmi rokov a vyvrcholil v rade Homo erectus asi pred miliónom rokov. Posledné stopy boli dokončené asi pred stotisíc rokmi, keď po Zemi chodil Homo Sapiens a Cro-Magnon.

Homo habilis mal mozog, ktorý bol iba asi vo veľkosti 60% z našej veľkosti a mozog radu Homo erectus bol asi iba o 20% menší než je náš. Rôzne formy radu Homo sapiens (Neandrtálec a Cro-Magnon) mali mozgovú hmotu vo veľkosti porovnateľnú s našou.

V tomto kontexte sa musí poznamenať, že tu sa dedilo aj čosi viac, než len veľkosť mozgovej hmoty. Existuje tiež dôkaz, že nové vzory spojitosti sa objavili v oblasti kôry, a preto možnosť zovšeobecnenia nových myšlienok nemôže byť zovšeobecnené na mozgy iných primátov, nezmieňujúc sa o ostatných cicavcov. Z tohto dôvodu by bolo ťažké

preštudovať ľudské usporiadanie kôry mozgu a usporiadanie u potkanov a myší. To, čo všetko môžu tieto tvory urobiť, je jasným súhrnom interného usporiadania „blokov kôry“ a aj súvisom medzi určitými formami informáciami. Čo sa týka porovnania, staršie funkcie v oblasti subkôry zostali viac uchované, a preto štúdia ich funkcie u zvierat by mohla poskytnúť presné zdôvodnenie zovšeobecnenia pre ľudské funkcie. Pod kôrou nie je mozog myši rozdielny z hľadiska celkového usporiadania mozgu človeka. Ak vyššie funkcie ľudského mozgu nepoložili úplne nové princípy usporiadania nižších funkcií, potom náš vlastný proces subkôry sa dá pochopiť zo štúdií takýchto funkcií mozgu v iných tvoroch.

Pridaný fakt, ktorý nám umožňuje mať dôveru v zákonitosť funkcií ľudského mozgu na celom svete, je neobyčajná rovnorodosť ľudských genómov. Analýzy matersky prenášanej mitochondrie DNA poukazuje na to, že iba 200 000 rokov dozadu mali všetci ľudia na zemi v podstate rovnaku krvnú príbuznosť, dokonca niektorí to odhadujú na milión rokov. Toto datovanie nám dáva zvláštnu istotu, že táto štúdia jednej ľudskej skupiny vnáša svetlo do všeobecných princípov, ktoré ovládajú základné tendencie správania a mentálneho života druhej skupiny ľudí.

FAKTORY, KTORÉ UDÁVAJÚ SMER ĽUDSKEJ ODLIŠNOSTI A EVOLUČNÁ UNIKÁTNOSŤ ĽUDSKÝCH SCHOPNOSTÍ

Hoci pozostatky predkov z obdobia Neandrtálcov a Cro-Magnons poukazujú na to, že ľudský mozog sa vyvíjal do jeho súčasneho stavu počas státisícov rokov, iba v priebehu nedávnych storočí – vďaka nazbieranému bohatstvu kultúrnej evolúcie, sa pripušťa svet technológie založený na sile našej vedeckej predstavivosti. V konečnom dôsledku potenciál ľudskej mysle predbehol to, čo je prirodzene, „predpokladané“ – na čo je samozrejme absurdné myslieť. Ako nás učil Darwin, príroda nič nemá v úmysle. Ona často iba odvíja nekončiace sa a zdanlivo ľubovoľné možnosti, ktoré sa buď potápajú alebo plávajú na základe našich adaptívnych vlastností. Iba teraz, s príchodom genetického inžinierstva, môžeme začať modifikovať biologickú charakteristiku s precíznosťou.

Avšak každá nová možnosť je stále spojená s minulosťou. Dokonca, keď potenciál ľudskej mysle teraz odzrkadľuje zmes nervovej a kultúrnej spletitosti, s ktorou sme sa iba nedávno stretli tu na zemi, pokračuje byť riadený a ovládaný štruktúrou mozgu a jeho funkciami. Avšak je príliš jednoduché pomýliť sa v takejto paleopsychologickej činnosti. Napríklad, na základe fragmentárnych dôkazov, ktoré boli dostupné Ardreymu a na základe zopár chybných zdôvodnení, Ardrey vyvodil: „Ako deti všetkých zvieracích druhov sme zdedili veľa sociálnej jemnosti rovnako ako aj dravce. Je to jeden z najvýznamnejších darov, ktorý nám bol odovzdaný od zabíjajúcich ľudoopov. Dokonca už v našich prvých dňoch existencie sme držali v rukách zbraň, nástroj, ktorý bol starší než my sami.“

Ardreyho pokus o hľadanie zdrojov ľudskej násilnosti ako o dravom dedičstve sa radšej berie ako domnienka, než ako fakt. V skutočnosti však fosílne dôkazy poukazujú na to, že naše evolučné korene majú bližšie k bylinožravým a všežravým ľudoopom než k mäsožravým. Ľudská dravosť sa pravdepodobne pomocou kultúry formovala z vyšších príkazov potravinového systému, na základe ktorého sa živili lovci. Praveký človek mal zásluhu na rozvíjaní zvyku loveckých obetí a jedení mäsa (ako robia ešte aj dnes niektorí samci šimpanzov žijúcich v divočine), ale táto súvislosť vlastností sa objavila nezávisle od intenzity a pretrvávajúcich mäsožravých loveckých pudov.

Ako humanoidný mozog dostatočne zdokonaloval kôru na myslenie a spracovávanie komplexných myšlienok, lovenie sa stalo nadobudnutou zručnosťou štýlu ľudského života. V krátkosti, človek zabral miesto na vrchole potravinového reťazca nie prostredníctvom diktovania prírody, ale vďaka kultúre.

Raz však myšlienky začali prevažovať nad brutálnosťou, otvárali sa nové cesty rozvoja a naše vynárajúce sa možnosti správania nepochybne prispievali k evolúcii mozgu. Inými slovami, náš vzrast mozgu nebol sprevádzaný len jednoduchou prírodnou selekciou, ale predovšetkým našou vlastnou sociálnou voľbou, rovnako ako aj naša schopnosť vyberať a vytvárať nové životné prostredie, v ktorom žijeme.

Zatiaľ čo Ardrey dokazoval, že zbraň v našich rukách (nástroj o niečo starší ako sme my) bola kritickým elementom v našej intelektuálnej evolúcii, iní odborníci zdôrazňovali iné faktory. Fosílne dôkazy sú jasným dôkazom, že už dávno predtým, než sme sa začali odlišovať od iných ľudoopov, naši predkovia mali flexibilné ramenné kĺby, ktorými sa dalo otáčať vo všetkých smeroch, prispôsobené na lozenie po stromoch a oberanie zrelého ovocia. Opice takúto vlastnosť nemajú. Samozrejme, naši predkovia túžili po zrelom, bohate farebnom ovocí, čo veľmi podporovali vizuálne schopnosti, dané všetkým primátom, už dávno predtým, než ich naši predkovia zbierali zo stromov. Takéto vizuálne schopnosti spolu s našou pozoruhodnou ohybnosťou ramien môžeme nájsť u našich bratrancov – gibbonov. Táto ohybnosť nám umožňuje precízne pohybovanie sa, či už v domácom alebo pracovnom prostredí. Táto adaptácia nám ponúka veľa možností, ale je iba na nás, ako sa rozhodneme, lebo poznávacie schopnosti sú hlboko zakorenené v našom emocionálnom ponímaní.

Zmeny v poveternostných podmienkach a postúpné prechádzanie k požívaniu semien a hľúz pravdepodobne viedli našich predkov k zostupu zo stromov, čoho následkom bolo postupné vzpriamovanie postavy a vzrastanie päť-prstovej zručnosti. Napríklad, manuálna zručnosť spojená s usadlým spôsobom života bolo dobrou adaptáciou početných bytostí na využívanie pôdy pre semená, ktoré sa dali konzumovať.

Postupne sa výhodou na prežitie skupiny stal aj rozvoj jazykových schopností prostredníctvom pomenovávania objektov a prípadov pomocou gést a hlasových znakov. Ale čo bolo vlastne základom, ktorý viedol ku konečnému obrovskému rozmachu mozgu, zvlášť rečovej časti – jedinečnou vlastnosťou nášho rodu? Hoci človek by si to mohol predstaviť ako súhru rozličných sociálnych aktivít, ktoré sú veľmi dôležitými, avšak vo všeobecnosti sa za rozhodujúce považuje súhrn enviromentálnych okolností.

Asi v tom čase, kedy boli objavené prvé fosílie Australopitekusa, a kedy mozog našich predkov bol iba o čosi väčší než mozog vtedajších šimpanzov a goríl, sa dala do pohybu doba ľadová. Sprevadzajúce ťažkosti nám slúžili ako hnacia sila pre prípad hblších myšlienok. Medzi tými, ktorí migrovali na sever, prežitie na hranici postupujúcich ľadových krýh si vyžadovalo nové riešenie pre staré problémy pri obstarávaní potravy a úkrytu, ako aj riešenie mnohých drobných problémov týkajúcich sa ochrany a distribúcie zásob. Fakt, že ľudský mozog bol vystavený veľkému vzrastu počas doby ľadovej poukazuje na to, že nervové tkanivo mohlo vážiť viac ako by to bolo pri používaní brutálnej sily, sa stalo výhodou pre naše prežitie. Archeologické dôkazy poukazujú na to, že v tom čase bolo lovenie už systematické a slúžilo ako hlavný zdroj pri zaobstarávaní potravy.

So zmenami podnebia a s objavením ohňa sa schopnosť zúžitkovať zdroje energie z proteínov rýchlo prispôsobila. Avšak bytosti, ktoré doteraz neboli pripravené na obstarávanie potravy lovením, si v priebehu evolúcie potrebovali zaobstarať aj iné spôsoby obživy než poskytovalo mäso.

Ako už bolo spomenuté, opravdiví „draví lovci“ toho času – rôzne druhy mačiek, vlkov a medveďov dosiahli svoju zdatnosť vďaka modifikácii inštinktu „hľadania“, ktoré inklinovalo k dravosti. Pre porovnanie, ľudskí lovci v dobe ľadovej neboli inštinktívne „vybavení“ na zaobstáravanie si potravy lovom. Postupne získavali túto zdatnosť v lovení aj vďaka rozmýšľaniu – často to bol výsledok spolupráce pospolitých skupín, ktoré sa delili o svoje dlhodobé stratégie, ako aj jednoduché používanie vrodených fyzických schopností ako napríklad rýchlosť, sila, ale i lesť. Hoci myšlienka potenciálneho prospechu z tohto spôsobu života – zaobstaváranie potravy lovením, ktoré mohlo spájať ľudskú evolúciu, bola kritizovaná, maľby v jaskyniach z obdobia paleolitu v južnom Francúzsku a Španielsku, ako aj zbierka kostí z ľudského obydlia, svedčí o existencii nového spoločenského poriadku.

Dôležitou mentálnou stratégiou, ktorá mohla podporiť prežitie v drsných životných podmienkach v dobe ľadovej, bola schopnosť priniesť potravu do „centrálneho skladu“. Len ťažko sa dá predstaviť, že u primáta, ktorý žil na stromoch, sa rozvinula takáto schopnosť. Hoci pračlovek pravdepodobne nemal vyvinutý inštinkt na robenie si zásob, ale za to istotne muselo vplývať na jeho myseľ to, čomu dnes hovoríme chamtivosť, nenásytnosť – túžba byť prvým. Inštinkt pre chamtivosť, bez inštinktuálneho mechanizmu pre robenie si zásob, pravdepodobne viedlo k novým poznatkom v ekonomickom myslení a bojových súťažiach, zahŕňajúc novú stratégiu uschovávania zásob potravy, založenú na racionálnom rozhodovaní. Distribúcia uskladnených zásob sa postupne stávala rovnako dôležitou ako organizácia lovu. Tieto veci sa nedali vyriešiť bez jasnej komunikácie v určitej forme. Toto sa dialo asi v tom čase, kedy človek začal používať jazykové schopnosti. Je zrejmé, že zvuk je lepším médiom na komunikáciu ako iné zmysly, keď treba množstvo informácií, ktoré sa dajú používať do určitej diaľky.

Uprostred všetkých ťažkostí musel pračlovek robiť čoraz ťažšie a dlhodobejšie rozhodnutia ohľadom rozdeľovania zásob. Dostanú viac jedla deti alebo starší ľudia? Dostanú menej jedla adolescenti alebo matky starajúce sa o dieťa? Koľko jedla sa musí uschovať? Ako sa uskladní? Veľa týchto a podobných otázok sa zdajú ako scenár „z väzenskej dilemy“ – situácie, v ktorých ekonomické ciele optimalizácie dlhodobých potrieb sa nedajú dosiahnuť jednoduchým uspokojením krátkodobých potrieb.

S ďalšou evolúciou takýchto mentálnych schopností nie je ťažké predvídať ako rozličné kultúrne zámery museli vzniknúť. Napríklad, uskladnené jedlo sa muselo nejako previesť – nastával rozvoj transportných prostriedkov zahŕňajúc koše, popruhy,.... a postupne sa prešlo k lepším spôsobom prepravy, ktorým bolo udomácnenie zvierat. Nové schopnosti mozgu poskytovali množstvo možností evolúcie ľudského mozgu. Táto oblasť nového myslenia bola poznačená používaním ľudskej reči a rôznych kultúr.

Berúc do úvahy fakt, že v podstate súčasný ľudský mozog pravdepodobne existoval už niekoľko stotisíc rokov, náš súčasný stav kultúrnej spletitosti nie je úplným výsledkom encefalizácie, je tiež produktom dlho zbieraných tradícií. Náš historický rekord kultúrnej evolúcie sa datuje na 10 000 rokov dozadu. Kompletný typ ľudského mozgu mal skutočný potenciál sa stať „majstrom“, ale ľudskému rodu trvalo dlhý čas, pokým vytvoril vyššiu kultúru. Trvalo to preto tak dlho, pretože dokonca aj ľudský mozog, bez kultúrnej či už skôr existujúcej podpory, musel vynaložiť nemalé množstvo času a úsilia na prežitie. Veľká časť jednoduchého kultúrneho rastu sa musela naakumulovať skôr, než ľudský mozog dozrel na štruktúru nášho súčasného sveta vedy a technológie.

Vďaka našej schopnosti existovať v prirodzenom svete a vytvárať umelý svet tvorivého uspokojenia, sme teraz asi na úrovni veľrýb a delfínov v porovnaní s tým, čo sa oni naučili zo

skúseností. Ich obdivuhodnou schopnosťou mozgu, ktorú pravdepodobne dostali do vienka pri narodení už niekoľko miliónov rokov skôr než my, je malý náznak, že ich vlastnosti mozgu sa postupom času dostali na vyššiu úroveň. Nemenné životné prostredie zvykne inklinovať k brzdeniu vývoja nových schopností. Hoci nie je pravidlo, že pomerne stabilné životné podmienky, v ktorých teraz žijeme, môžu mať taký vplyv na našu myseľ, že zostane „akoby zastretá hmlou".

Bez takýchto prispôsobení sa zdá, že ľudský mozog už dosiahol svoj vrchol. Samozrejme, že reorganizácia vnútorných štruktúr zostáva možnosťou a táto by mohla vyvodiť nové vzťahy, súvislosti ako aj ich opak.

Mozgová hemisféra by mohla o niečo zvýšiť rozvoj subkortikálnych štruktúr, a tak mozgová oblasť zdanlivo druhotnej dôležitosti sa prerušuje s novším mozgovým zdokonalením. V skutočnosti však, takýto typ neuromentálneho rozvojového procesu sa zdá byť zrejmým vzorom v mozgu autistických detí. Je možné,že autizmus a niekoľko ďalších neuromentálnych porúch reflektujú evolučný vývoj mozgu v spôsoboch, ktoré sú zdrojom neobvyklých variantov diskriminačného procesu v rámci prirodzenej selekcie? Zatiaľ ešte na to neexistuje žiadny dôkaz.

CHARAKTERISTICKÉ ZVLÁŠTNOSTI ĽUDSKEJ PSYCHIKY

Čo potom je skutočne jedinečným na ľudskej mysli a ľudskej prirodzenosti? Naša inteligencia je viac podporená mozgom, než je to u iných bytostí. Toto je zvlášť významným v oblasti vymedzenej pre myslenie – združené mozgové kôry, ktoré dávajú dokopy informácie z rozličných modalít. Je to vďaka prirodzeným zárezom a hrúbke takých nových pridružených schopností, ktoré vďaka definovanej jedinečnosti ľudskej prirodzenosti musia byť vyhľadávané. Racionálne ako aj iracionálne myšlienky nám dovoľujú posudzovať alternatívne priebehy činností a vybrať si tie, ktoré maximalizujú plnenie našich túžom a minimalizujú náš strach, naše obavy. Je tiež jasné, že máme „slobodnú vôľu", čo iné bytosti nemajú, čo istotne odzrkadľuje interakcie nášho ega s vyššími poznávacími štruktúrami.

V ekonomickom ponímaní racionalizácia taktiež dovoľuje človeku vybrať si priebeh činností, ktoré maximalizujú výnosy z dostupných zdrojov a investícií. Zvyčajne, ak ľudia vzájomne spolupracujú, ich výnosy sú oveľa väčšie, ale tiež môžu nastať aj opak v prípade, že niektorí z nich sa zachovajú neférovo voči iným. Vzájomne sa učíme spolupracovať, zdravo súťažiť, rozhodovať sa, testovať schopností našich vedomostí a učiť sa schopnostiam a úmyslom iných.

Myslenie sa stalo významným faktorom v procese získavania, distribúcie a konkurencie zdrojov. Mali by sme ale predvídať, že sa môžu vyskytnúť evolučné odchýlky týkajúce sa týchto novo-objavených schopností. Ako v hocijakých iných prirodzených procesoch, aj tu podstatný, základný mechanizmus môže zájsť do extrémov a hodnota určitej evolučnej adaptácie sa môže stať mentálnou anomáliou pre určité percento populácie. Napríklad, vznik egoistického typu myslenia, kde niektoré individuá tvrdošijne zotrvávajú vo veľmi obmedzenej a špecializovanej línií poznávacích schopností (nemali by sme to nazývať „akademickým autuizmom?") postupne prerastá do abnormalít autistických porúch.

Je zrejmé, že my ľudia sme najkreatívnejšie tvory zo všetkých druhov, a táto charakteristická črta je dôsledkom našej evolúcie mozgu. My nielenže staviame, ale aj budujeme modely pre stavby. Nielenže komunikujeme, ale aj komunikujeme o komunikácii.

Nielenže rozmýšľame, ale aj premýšľame o myslení. A máme aj osobitný záujem o tom, čo si iní myslia.

Obmedzenia tradičného vedeckého jazyka predstavujú obrovskú dilemu pre diskutovanie a popísanie prirodzeného vnútorného procesu myslenia. Musíme sa pokúsiť preštudovať procesy nášho mozgu, ktoré nemôžme určiť. Pre takéto funkcie mozgového procesu sa definície dosiahnu skôr až na konci nášho vedeckého bádania než na ich začiatku. Mali by sme slobodnejšie používať metafory a mali by sme vážnejšie zobrať typy mozgových procesov, ktorými ľudia okolo nás tak jasne „hovoria" – náš hlad a smäd, náš hnev a strach, naša schopnosť vyjadriť smútok a radosť. Bez lingvistickej a koncepčnej flexibility nebudeme schopní objaviť skryté bohatstvo našich pocitov, o ktorom ľudstvo diskutovalo pri ohníku už pred miliónmi rokov.

PRÍLOHA B

MOZOG, REČ A EFEKTÍVNA NEUROVEDA

Okrem zraku a myslenia je schopnosť rozprávať naším najdôležitejším darom. Stredobod tejto knižky je založený na jazykovedných procesoch, ktoré riadia emociálnu organizáciu v mozgu. Správanie zvierat nám jasne hovorí, že základné emócie sa vyvíjali už veľmi dávno pred ľudskou rečou, ktorá slúžila iným funkciám na vyjadrovanie emócií. Toto môže byť jedným z dôvodov, prečo je tak ťažké hovoriť o emóciach iba v čisto vedeckých pojmoch. Dokonca nie sme schopní ani vytvoriť presnú definíciu emócií, s čím každý súhlasí. Niektorí odborníci však ešte stále dúfajú, že podstatné pochopenie emócií sa dá vytvoriť vďaka skutočnému používaniu reči. Samozrejme, že toto je nemožné. Každá spoľahlivá vedecká definícia základov emócií bude musieť zahŕňať neurálne kritéria. V tejto prílohe by som chcel rozviesť, prečo ľudská komunikácia predstavuje také ťažkosti – a to sledovaním kľúčových otázok funkčnej neurovedy, ako aj štúdie základných emócií, a tiež ukázať stručný prehľad, ako ľudský mozog generuje reč.

LINGVISTICKÉ ŤAŽKOSTI V PSYCHOLÓGII A VEDE ZAOBERAJÚCOU SA MOZGOM

Prirodzenosť ľudských jazykov predstavuje špeciálnu dilemu, keď vstupuje na javisko evolučnej teórie poznania. – geneticky základná vedomosť, ktorá je zastúpená v prirodzenej charakteristike organizácie mozgu. Je dôležité pripomenúť, že naše symbolické lingvistické systémy sa vyskytli iba nedávno v evolúcii ľudstva, podľa všetkého pre iné účely než len ako dôkaz vedy. Pravdepodobne najstaršie funkcie hlasových znakov (ktoré sú samozrejme odlišné od reči) sa týkali emocionálnych otázok, problémov ako napr. spoločenská komunikácia, ale výroková reč, ktorá je základom pre vedu, má len veľmi málo spoločného s takýmito signálmi. Ako uvidíme v ďalšej časti, výroková reč vychádza väčšinou z funkcií v ľavej hemisfére, zatiaľ čo emociálne pokyny, správy vychádzajú z opačnej hemisféry. Výroková forma reči vychádza z našej schopnosti symbolicky prepájať rôzne udalosti zo života, ktoré ovplyvňujú nás samých vďaka našim rôznym externým zmyslom.
S vývojom evolúcie prepojenia medzi rôznymi zmyslovými oblasťami, hlasová komunikácia sa postupne objavovala ako zvlášť efektívny spôsob pre kódovanie vzťahov medzi externými udalosťami. V tomto postavení je to ideálne na diskusiu vizuálnych svetových udalostí, ktoré

predstavujú väčšinou vedeckých požiadaviek, ale ako sa zlepší schopnosť prepojenia externých udalostí, to zostáva nedostatočným médium na diskutovanie interných udalostí pochádzajúcich skôr z hlboko evolučných zdrojov než z okolia. Tieto ťažkosti ešte stále prevládajú v aplikácií reči vo vedeckých požiadavkach, kde musíme hovoriť o procese, ktorý sa nedá vidieť. Samozrejme, že city sú tiež takým procesom – iba k veciam, ktoré môžeme „vidieť" – patrí množstvo vonkajších úkonov v správaní – gestá, zvuky,....

Tak čo môže vedcov tak zaujímať na týchto neuropsychologických činnostiach? Tradičným riešením bolo „správanie sa", ktoré popieralo skutočnosť činností, ktoré sa nedali priamo vidieť. Najbežnejšie aspekty ľudských skúseností boli odmietnuté zo zoznamov psychologických problémov, ktoré potrebovali, aby sa riešili.

Nanešťastie, často je nemožné rozmýšľať o určitých psychologických činnostiach, pokiaľ niekto nezváži hlboký význam určitých hovorových, domorodých koncepcií. Tento nový pohľad sa objavil v štúdií vedeckých podmienok, ktorý pripušťáva, že veľa z našich vedeckých koncepcií sú pôvodne v metaforickej forme, ako napríklad predpoklad, že mozog sa správa ako digitálny počítač.

Niekedy je ľahšie pozorovať a premýšľať o novom fenoméne vtedy, keď sme už urobili kategorizáciu podľa vhodných všeobecných koncepčných znakov. Keď už príde na štúdium integračných funkcií mozgu, zvlášť tých, ktoré boli vytvorené evolučným procesom, musíme zostať otvorení pre exsistenciu toho, čo sa zdá byť na prvý pohľad lingvistickým a čo pomáha udržiavať flexibilitu v našich lexikálnych a lingvistických prostriedkoch. Napríklad, pri starých emociálnych koncepciách je potrebné, aby sa človek nimi zaoberal v oblasti nervového správania, nie aby ich iba jednoducho odmietol bez nejakej kontroly. Zmiernenie tradičného lexikálneho tlaku (napr. nesmie sa rozprávať o niečom, pokiaľ nemôžu byť definované všetky podmienky) môže byť posudzované jednoducho len na základe evolučného hľadiska týkajúceho sa prírodzenosti a zdrojov určitých mozgových funkcií.

Napríklad, samozrejme, že nikdy nebudeme schopní pochopiť hĺbku emocionálnej prirodzenosti bez neurovedeckého prieskumu a nemôžeme ani študovať emócie bez lingvistickej opory, musíme sa naučiť používať emociálne podmienky takým spôsobom, aby sa stali našou experimentálnou činnosťou. Toto si vyžaduje identifikačný súvislý systém v mozgu, označovanie efektívnych podmienok, ktoré podporujú diskusiu a výskum, zavádzanie operačných definícií správania pre základný emociálny proces, a to všetko tak, aby tento neurotický proces mohol byť efektívne preskúmaný a aby mohol poskytovať väzbu pre rôzne úrovne lingvistických výpovedí o psychologických a psycho-sociologických a biochemických analýzach. Je treba dúfať, že sa podarí špecifikovať potrebné neurotické substráty určitých ľudských emócií bez narobenia akýchkoľvek škôd na ľudských schopnostiach.

Naše zlyhanie pri rozvíjaní flexibilnejšieho vzťahu k štúdii skrytej evolučnej podstaty v mozgu je z časti aj na základe viditeľných jazykových ťažkostí, ale ide aj o hlbšie metódy – menovite, napr. skepticizmus k absolútne všetkému, čo je ťažko merateľné, ako aj optimizmus otvorenosti v spletitosti sveta. Náležité centrum skepticizmu by malo byť na konci otázok, nie na ich začiatku, ako to často môžeme nájsť v moderných psychologických vedách. Napríklad, mnohí ešte stále neveria, že „sociálna väzba" alebo „mechanizmus mozgu pre sociálnu afiliáciu" existujú ako objektívne funkcie mozgu a väčšinou sa dostávame do veľkých ťažkostí pri publikovaní niektorých našich prác. Radili nám, aby sme iba jednoducho opísali správanie, ktoré vidíme. Máme rovnaké zážitky so zúfalým vydávaním hlasu

(plačom) a so všetkými ďalšími emocionálnymi systémami, ktoré sú obsiahnuté v nasledovnom.

Skepticizmus je užitočným nástrojom pri rozširovaní myšlienok dialektu, ktorý môže dorásť k empirickým rozhodnutiam pre zložité otázky, ale v súčasnosti je to zvyčajne iba dobre kultivovaná akademická zámienka, ktoré vedie k prehliadaniu veľkých, dôležitých problémov. V skutočnosti však, počas päťdesiatych rokov 20. storočia vedci v oblasti výskumu správania tvrdili, že by sme mali úplne ignorovať interné procesy – odklon, ktorý je ešte stále pre neurovedu v oblasti správania.

Vo svetle mnohých nevyriešených problémov, ktoré ešte stále existujú, diskusie a kontroverzie majú za povinnosť pokračovať vo vyvážení všeobecného súhlasu v neurovede týkajúcej sa psychického správania sa. Hoci všetci súhlasíme s evolúciou, ktorá vytvorila množstvo skutočných funkcií v „mozgovom počítači“, v súčasnosti však existuje len málo zhodných názorov o tom, ako môžeme tieto funkcie opísať, diskutovať o nich, študovať ich. Vieme predsa, že interné neuropsychologické funkcie môžu súvisieť iba s niektorými kombináciami externých signálov, ako napríklad správanie a ďalšie telesné zmeny, ale ešte sa stále nezhodujeme v tom, ako budeme postupovať v súvisiacej vedeckej móde. Dúfame, že dosiahneme aspoň zhodu v tom, že budeme vedieť, ako začať o týchto veciach vôbec diskutovať. Jednou nádejou tohto textu bolo zosystematizovať túto dôležitú oblasť vedomostí, a tým sa môže začať otvorenejší dialóg medzi psychológmi, neurovedcami a medzi inými disciplínami, ktoré sa zaoberajú ľudskou prirodzenosťou. A na záver, použil som jasnú reč emócií v takej forme, v ktorej sa doteraz ešte nikto nepokúsil, prinajmenšom aspoň v takomto základnom vedeckom texte.

ORGANIZÁCIA MOZGU ĽUDSKEJ REČI A POROVNATEĽNÉ FUNKCIE U ZVIERAT

Doteraz jedným z najväčších úspechov v neuropsychológii sa stala identifikácia mozgovej oblasti, ktorá vytvára reč, ako aj jej blízke divízie pre schopnosti vnímania a vyjadrovania, ktoré obe sú hlboko zakorenené v nervovom tkanive, ktoré vytvára myšlienky. Reč je najväčším úspechom ľudského mozgu, a pravdepodobne patrí aj k najdôležitejším úspechom v evolúcii mozgu u cicavcov, ktorá sa objavila u druhu Homo sapiens už asi pred štvrť milióna rokov.

Umiestnenie rečovej oblasti v ľavej mozgovej hemisfére je potvrdené už viacerými technikami, ale aktuálny proces reči je oveľa väčším komplexom, než si môžeme predstaviť. Jedna kôrová zóna, nazývaná tkz. Wernickova oblasť, sa špecializuje na vnímanie reči. Je uložená medzi oblasťou mozgu, ktorá zachytáva hmat, vizuálne informácie z príslušných oblastí. Inými slovami, je to vysoko usporiadaná zmyslová pridružená oblasť, ktorá slúži na syntetizáciu informácií z viacerých modalít. Z jej centrálneho umiestnenia, uloženej medzi všetkými primárnym a sekundárnym somaticko-zmyslovým spracovaním, vytvára Wernickova oblasť podstatu reči – symbolické vyjadrenie informácii z jednej zmyslovej modality do druhej. Táto oblasť vysiela informácie via „cestičkou“ nazývanou „arcuate fasciculus“ k najbližšej oblasti nazývanej Brocova oblasť, ktorá spracováva samotný úkon reči. Táto oblasť potom posiela individuálne rečové úkony do najbližších pohybových neurónov, ktoré kontrolujú artikulačný aparát úst a hrdla. Informácie týkajúce sa významovej stránky reči, ktoré sa integrujú vo Wernickovej oblasti, už preložené do zvuku, môžu byť

zosymbolizované do čítania a písania. Inými slovami, reč je najprirodzenejším spojivom pri audio-vokálnom procese, ale taktiež môže byť aj inštancovaná v iných zmyslových a pohybových oblastí. Očividne sa teda komunikácia môže vytvárať aj inými mozgovými oblasťami, zvlášť vtedy, keď sme mladí.

Keď je Wernickova oblasť poškodená až v dospelosti, ľudia ešte stále počujú reč, ale už jej menej rozumejú. Schopnosť konštruovať si význam sa už stráca. A hoci ich reč môže znieť plynule, chýba im typická súvislosť významu. Toto predpokladá, že syntaktické štruktúry a základná túžba po rozprávaní zostali nedotknuté, neporušené. Pretože prirodzený tok lingvistických outputov sa zdá byť vnútornou funkciou Borcovej oblasti, a keď sa táto oblasť stratí, človek má obrovské ťažkosti pri artikulácii súvislej reči. Avšak porozumenie reči je neporušiteľná. Keď nervová cesta medzi dvoma oblasťami je poškodená, pacienti ukazujú očakávanú zmes symptómov – rozumejú, čo sa hovorí, ale ich reč je nesúvislá.

Tak odkiaľ teda prichádza túžba po rozprávaní? Neprebýva v Brocovej oblasti odkedy výrazná afázia (strata reči) je spravidla sprevádzaná hlbokou túžbou po komunikácii. Zdá sa, že tu vystupuje ešte iná oblasť mozgu, tzv. anterior cingulate cortex, zóna, ktorá tiež sprostredkúva sociálnu motiváciu. Toto podporuje záver, že reč je zásadne sociálnym aktom. Delfíny a veľryby majú bohate rozvinutú túto nervovú oblasť mozgu, a preto sa zdajú byť veľmi komunikatívnymi. Ďalšia porucha, ktorú ľudia označujú ako akinetic mutism, čo znamená, že ich zjavná túžba, ale nie kompetencia, rozprávať, sa stratila.

V tomto kontexte je vhodné znova zvážiť, že tajomná mozgová porucha nazývaná ako Williamov syndróm (opísaná v kapitole 14). Tento vývojový problém v detstve zdôrazňuje rozdiel medzi mozgovým mechanizmom, ktorý vytvára plynulú reč, a tým, ktorý generuje myslenie, odhaľujúci to, že nie je najrýchlšejším hovoriacim ten, ktorý má najlepšie myšlienky. Bezpochyby, motivačný a nervový mechanizmus prenášania reči je rozdielny oproti tomu, ktorý prenáša reálny význam. V protiklade k tomuto, väčšina autistických detí nikdy nebude pokračovať v normálnej reči a väčšina z nich nemá dostatočne vyvinutú ľavú hemisféru, kde sa nachádza rečové centrum. Dúfajme, že sa nájde faktor, ktorý eventuálne umožní časti mozgu rozvíjať bohatšie spojitosti.

Nie je jasné, prečo je lešpie rozvinutá ľavá mozgová hemisféra, ale mala by súviesť s pravákmi. Dominancia špecializácie ľavej hemisféry pre reč sa zdá byť vlastným, prirodzeným, zatiaľ z neznámych dôvodov. Väčšina novorodencov má viac kôrového tkaniva vo Wernickovej oblasti na ľavej strane mozgu než na pravej. Kvôli tejto funkcii, pohyb ústami počas rozprávania je u mnohých ľudí asymetrickým. Väčšina ľudí má tendenciu viac rozprávať na pravej strane úst, pretože ľavá mozgová kôra kontroluje pravú stranu tváre (avšak asi u 5% ľudí je táto dominancia opačná). Bolo by tiež zaujímavým poznať, či sa táto dynamika mení z jednej strany viac na druhú, keď ľudia klamú. Takýto poznatok by mohol určiť, ktorej hemisfére sa dá viac veriť.

Väčšina analýz týkajúcich sa kontroly ľavej hemisféry zisťuje, že reč prameniaca z pravej hemisféry pozostáva z veľkej časti jednoduchého značenia, len s malou schopnosťou spájať slová do významových štruktúr. Avšak to neznamená, že pravá hemisféra je v podstate slabšie mysliaca alebo pomalšia. Má schopnosť celkom dobre sa naučiť reč, keď sme mladí a rozumie viac než len rečovému vyjadrovaniu.

V skutočnosti však naša schopnosť osvojovať si reč získava najväčšiu flexibilitu počas mladosti. Keď je ľavá hemisféra v skorom veku poškodená, pravá strana preberá vývin reči. Nanešťastie však toto nejde u starších ľudí. Rečové poruchy sú väčšinou dlhodobé, len s nepatrným zlepšením, dokonca aj vďaka najlepším rečovým terapiám. Zlepšenie

u porovnateľných poruchách všeobecne lepšie nastáva u žien, pretože sú schopnejšie viac koordinovať a používať zosúladené obidve hemisféry.
Je tiež vhodné spomenúť, že rozličné kategórie slov pochádzajú z rozličných častí mozgu. Podstatné mená, statické kľúčové slová, vychádzajú zo zmyslovo-analytickej oblasti mozgu v blízkosti Wernickovej oblasti v ľavej hemisfére, zatiaľ čo kľúčové slová vyjadrujúce slovesný pohyb vychádzajú z prednej kôry a nachádzajú sa v blízkosti Brocovej oblasti.

Pravá hemisféra nie je bež dômyselných rečových funkcií. Okrem jednoduchých schopností ako je napríklad vytváranie podstatných mien, je táto hemisféra špecialistom na vysielanie emocionálnej melódie reči. Dokonca aj keď človeku prestane fungovať ľavá hemisféra potrebná pre reč, často môže spievať. Znova, existujú dve všeobecné formy citových schopností, vnímavé a vyjadrujúce. V skutočnosti však oblastí vnímania a vyjadrovania anatomicky korešpondujú s oblasťami tak, ako ich navrhol Broca a Wernicke v ľavej hemisfére. Inými slovami, mozgová kôra na pravej strane mozgu odpovedá Wernickovej oblasti, ktorá nám umožňuje emocionálny tón reči, zatiaľ čo oblasť, ktorá korešponduje s Brocovou oblasťou sprostredkúva našu schopnosť vyjadriť emocionálny význam a citový tón v našich prejavoch.

Bez týchto funkcií pravej hemisféry by ľudia mali špecifický deficit v komunikácii. Napríklad, učitelia, ktorí sú postihnutí poruchou pravej kôry, vedia síce vyjadriť svoje myšlienky, ale ich kvalita reči sa zhoršuje. Ich hodiny sú monotónne a ich vyučovanie v triedach sa stáva únavným, nudným. Takíto učitelia majú ťažkosti vyjadriť citovú intonáciu, nie sú schopní presvedčiť študentov o ich názoroch. Je ľahké si predstaviť prečo kontrola nad triedou, zvlášť v nižších stupňoch, je pre takýchto učiteľov viac náročnejšia.V tomto kontexte je vhodné ešte raz zdôrazniť, že rečová oblasť obidvoch hemisfér sa zdá, že pôsobí koordinovanejším spôsobom viac u žien než u mužov, pretože muži sú viac závislí na ich ľavej hemisfére v organizácii reči. Toto by mohlo byť jedným z dôvodov, prečo reč ženy sa zdá byť emocionálne viac bohatšou ako je reč mužov.

Veľký podiel výskumu rôznych mozgových systémov určujú, že bohaté prostredie umožňuje rast nervového systému, zvlášť u mláďat. Takéto efekty sú zvlášť dobre dokumentované vo vizuálnom systéme.

Majú aj iné druhy porovanteľnú mozgovú kôru s Wernickovou oblasťou, ktorá zľučuje množstvo zmyslových dojmov? Z časti áno. U opíc je mozgová oblasť korešpondujúca s Wernickovou oblasťou multimodálna a tým umožňuje zvieratám vzájomné učenie. Takáto hlasová komunikácia u „nižších“ cicavcov je typicky organizovaná subkortikálnym mozgovým obehom, ktorý úzko súvisí s vytváraním emocionálneho stavu. Otázka, ktorá zostáva nevyriešená, a to, či mozgová oblasť, ktorá kontroluje ľudské rečové schopnosti sú rovnaké ako tie, ktoré umožňujú opiciam prijímať zakrpatené formy ich znakovej reči. Nanešťastie, v súčasnosti táto zakrpatená forma komunikácie u ostatných primátov nám veľa nepovie o ich myslení. Ostáva však možným, že ich ochota podieľať sa na rečových hrách je viac motivovaná radosťou so vzájomnej súčinnosti, než potrebou vyjadrovať ich myšlienky.

Priliehavý prípad počítacieho koňa, Clever Hans, je tu poučný. Clever Hans sa stal v poslednom storočí známym kvôli jeho schopnosti riešiť jednoduché aritmetické problémy.

Stále častejšie sa vyskytuje aj v praxi uľahčujúca komunikácia, ktorá je neverbálnym spôsobom, ako umožniť autistickým a inak rečovo postihnutým deťom komunikovať prostredníctvom klávesnice. Ako vykazuje veľa vedeckých dôkazov, väčšina detí však nie je komunikatívna.

Hoci reč je jediným spôsobom, ako môžeme vedecky preklenúť priepasť medzi mozgom a myslením, mali by sme mať vždy na pamäti, že my ľudia sme bytosti, ktoré sa dajú ľahko oklamať tak logickým rigorizmom ako aj slepou vierou. Napriek našej vedeckej hrdosti v používaní presných slov, najdôležitejším meradlom na meranie nášho vnútra sú naše predvídania, ktoré môžeme potvrdiť, a užitočné výsledky nášho bádania. Je tiež možné, že predstavy ľudskej psychológie môžu viesť k plodnému porozumeniu funkciám mozgu. Dilema, že „väzenie reči" v súčasnosti imponuje nášmu modernému vedeckému a kultúrnemu presvedčeniu, nemôže byť podcenená.

PRÍLOHA C

DUALIZMUS V NEUROVEDE

Čo je rozum? Vychádza jednoducho z biologických funkcií mozgu? Väčšina neurovedcov, ktorí sa hlásia k monistickým názorom, sú presvedčení, že toto je ten prípad. Mnoho ďalších, ktorí majú dualistický pohľad na svet, s tým nesúhlasia. Sú presvedčení, že mozog a rozum sú úplne odlišné, uplatňujúci sa v najextrémnejších prípadoch a to tak, že mozog a rozum rozhodne nemôžu byť nijak prepojené prostredníctvom neurovedeckých alebo neuropsychologických analýz. Niektorí sa prikláňajú k menej radikálnej forme dualizmu, veriac, že mentálne a nervové činnosti vzájomne pôsobia v určitých oblastiach mozgu. Najznámejším zástancom takéhoto pohľadu bol francúzsky filozof René Descartes, ktorý možno kvôli politicko-náboženskej prospešnosti, tvrdil, že ľudským rozum a mozog vzájomne spolupracujú prostredníctvom pineálnej žľazy. Toto viedlo oblasť tela k vede a oblasť ľudského mozgu a duše zas k teológii. Táto dilema okolo tejto diskusie je tak stará ako naša schopnosť rozprávať (viď Appendix B).

Dualizmus alebo problém tela – duše, je úzko spätý s prirodzenosťou reči, ktorej historické záznamy siahajú iba 20 000 rokov späť. V skutočnosti však je dosť možné, že tento problém tela – duše je iba reflexiou našej lingvistickej mozgovej schopnosti – schopnosti symbolicky vytvárať paradoxy významov, ktoré v prírode neexistujú. Prostredníctvom slov sa dá ľahko vytvoriť podobnosť významu, ktorá je iba čistou fantáziou – ale dosť silnou na to, aby dokázala zmeniť svet.

Pozoruhodný názor, že je tu mozog, ktorý môže fungovať nezávisle od komplexnosti mozgu, nie je v súčasnosti populárnym v modernej neurovede, ale existuje veľa vedcov, ktorí sa pokúšajú simulovať mentálny proces prostredníctvom výpočtov. Tento problém potrebuje, aby naň dohliadli neurovedci, dokonca aj v tejto modernej dobe, kedy okamžitá disponibilnosť počítačov nám dáva viac zrozumiteľných možností na vytvorenie dichotómie tela – duše. Neviditeľné softwarové funkcie, ktoré spotrebúvajú iba málo energie, dokážu ľahko kontrolovať viditeľné, bežné hardwarové funkcie, ktoré spotrebúvajú oveľa viac energie.

Musíme rozlišovať, že informácie sú organizovaným „skupenstvom". Prúd informácií je zvláštnym „semifyzikálnym" procesom, ktorý sa chápe nezávisle od určitej formy skupenstva a energie. Pojem semifyzikálny sa jednoducho používa na to, aby upriamil našu pozornosť na fakt, že presné fyzikálne médium, po ktorom sa transferujú informácie, je menej dôležitým než formálne matematické koncepcie, ktoré vytvárajú vedný odbor spracovania informácii. Počítačová pamäť sa dá vytvoriť z variácií fyzikálnych substrátov

konštruovaných v správaní sa podobným spôsobom. Samozrejme, že toto neznamená, že informácie nemôžu existovať vo svete bez fyzikálnej konkretizácie. Informácie sú špecifickým druhom vzájomného spolupôsobenia. Podobne, aj rozum je vzájomnou súčinnosťou dynamiky mozgu a javov prostredia.

Pretože je teraz jasné, ako nízko-energický informačný proces v mozgu dokáže kontrolovať vysoko-energečný proces tela, väčšinu neurovedcov až tak veľmi nezaujímajú staré diskusie na tému – telo – duša. Väčšina mysliteľov sa uspokojí s presvedčením, že rozum je jednoduch mozog v akcii. Pre nich sa rozum javí ako prirodzená forma funkcií mozgu – ako je trávenie normálnym žalúdočným procesom. Hoci väčšina odborníkov na ľudský mozog by radi uverili, že mentálne javy jednoducho reflektujú neurodynamickú informačnú zmenu v rámci spleti vzájomne pôsobiacich sietí mozgu – a nič viac. Ešte stále tu však existuje podstatná kontroverzia medzi filozoficky orientovanými expertmi. Avšak takéto problémy sa aktívne podieľajú na diskusiách.

Záverom takýchto diskusií je, že niektorí myslitelia sú presvedčení, že vedomie vychádza z kvantitatívneho levelu vzájomného pôsobenia. Dať zmysel takýmto názorom, človek musí preskočiť veľa nedostatkov vo vedomostiach – vrátane neuroanatomických, neuropsychologických a neurochemických. Väčšina neurovedcov nie je ochotná toto tolerovať, a tu vznikajú ešte oveľa väčšie medzery, ktoré nás vťahujú za hranice dôvodov, hlboko do oblasti viery. Z nadprirodzenej stránky, niekoľko avantgardných mysliteľov sú ochotní zaoberať sa takými názormi, že všetky steblá trávy a všetok piesok na pláži sú naplnené určitým stupňom vedomia, ale je ťažké si predstaviť nejaké výpočtové zariadenie, ktoré by bolo schopné uskutočniť tento zázrak. Je jasné, že by odpovedali, že vedomie sa nedá nejak vypočítať. Väčšina odborníkov je za zlatú strednú cestu a domnieva sa, že mentálne javy potrebujú byť chápané ako mozgové informačné javy.

Rozhodne však, odborníci, ktorí sa snažia vysvetliť ako by rozum mohol vychádzať z materiálneho procesu, musia zápasiť s niekoľkými rozdielnymi názormi, aby integrovali všetky dostupné dáta. Tak ako fyzici, ktorí vidia elektróny buď ako častice alebo vlny, tak psychológovia a odborníci na výskum mozgu sa musia vysporiadať s názorom, že mozog je hmotným aparátom, ktorý prenáša a spracováva informácie veľmi zložitými spôsobmi – spravidla trocha odlišne než je to u digitálnych počítačov. Hoci to vyzerá nepravdepodobné, že odborníci zaoberajúci sa výskumom mozgu budú schopní presne špecifikovať ako vznikajú mentálne javy vychádzajúce z dynamiky materiálnych javov, väčšina verí, že rozum sa jednoducho zúčastňuje v informačnej transakcii, ktorá sa už dá v teórii predvídať, ak nie už aj v praxi.

Moderná neuroveda sa stáva relatívne imúnnou ku klasickým pradoxom mentalizmu, ale problém dualizmu – rozum – mozog sa ešte úplne nevytratilo z myslenia neurovedy. Bolo by to však smutné, keby tomu tak v skutočnosti bolo a nová generácia psychológov a filozofov zaoberajúca sa výskumom mozgu by museli vypustiť zaujímavé diskusie takýchto večných problémov. My ľudia sa radi držíme zvláštnych a často neuveriteľných názorov. A po tom všetkom, my ľudia sme rozprávacími bytosťami. Sme nútení brať na seba rôzne pozície a musíme čeliť množstvu nových názorov. V každom prípade však, dualizmus nijako nie je niečím mŕtvym vo filozofických a neurovedeckých diskusiách týkajúcich sa funkcií mozgu.

Niekoľko prominentných neurovedcov pokračovalo v zastávaní týchto názorov a pripravili na úvahu niekoľko intelektuálnych variánt týkajúcich sa týchto problémov. Tu by som chcel zosumarizovať stanoviská troch prominentných neurovedcov, ktorí sa dlhšie zaoberali problémov dualizmu – rozum – mozog počas nedávno prekvitajúceho obdobia

neurovedy. Nie vždy vyslovili ich predstavy spôsobom, ktorý by sa dal presne otestovať. Ich myšlienky nám dovoľujú nazrieť do tejto starej dilemy z množstvo neobvyklých pohľadov.

Počas posledných pár desaťročí, traja úctyhodní seniori – neurovedci ostro nesúhlasili s tradičným a radikálnym monistickým pohľadom týkajúcim sa diskusií na tému rozum – mozog. Podľa nich, rozum je podstatným spôsobom separovaný od materiálneho objektu mozgu. Ako prvé zosumarizujem stanovisko neurochirurga Wildera Penfielda, ktorý ako prvý dokázal, že lokalizovaná elektrická stimulácia môže znovu dodať pozoruhodnú vernú subjektívnu skúsenosť zdanlivo zabudnutých javov. Jeho výskumy dokazujú, že množstvo podvedomých zásob pamäte je uschovaných v nervovom obehu. Jeho práca poskytuje obrovský stimul pre ďalšie štúdie pamäte. Ďalej by som sa chcel koncentrovať na pohľad, stanovisko Rogera Sperryho, ktorý získal Nobelovú cenu v roku 1981 za jeho prácu o separátnych formách povedomia v rámci každej mozgovej hemisfére. (pozri tiež kapitolu 16). A nakoniec by som chcel podať radikálnejší pohľad od Sir John Eccles, laureáta Nobelovej ceny v roku 1963, ktorý detailne rozpracoval, ako neuróny synapticky vytvárajú elektrické signály excitácie a inhibície. (pozri kapitolu 4).

Po skončení vysoko produktívnej vedeckej kariére, títo vedci sa ďalej zaoberali podstatnou prirodzenosťou ľudského ducha. Každý z nich našiel útechu, porozumenie a nádej v presvedčenie, že rozdiel medzi funkciami rozumu a mozgu nie sú iba fakticky podložené, ale predstavujú aj životne dôležitú rozdielnosť pre pochopenie ľudského mozgu a prirodzenosti. Niektoré z ich vysoko kvalifikovaných pohľadov (zvlášť Sperryho) by mohli byť úspešne zapracované do zmyslových a citových odborov neurovedy bez kompromisu monisticko-materialistických princípov, na základe ktorých je založený prevažný moderný výskum mozgu. Niektoré ďalšie názory, zvlášť od Ecclesa, sú podstatne viac mystické.

Wilder Penfield vytvoril zvlášť dramatickú prednášku týkajúcu sa vedomostí funkcií ľudského mozgu. Keď určitá oblasť kôry je elektricky stimulovaná u pacientov majúcich epilepsiu, títo ľudia zažívajú minulé deje veľmi intenzívne. Táto skúsenosť psychologicky pôsobí ako video-nahrávka, s plnou kontinuitiou skúseností. Rozšírenie týchto efektov je závislé na nervovm tkanive, ktoré sa pripravuje práve epilepsiou. Takéto skúsenosti je ťažké reprodukovať u pacientov, ktorí nemajú epilepsiu. Penfield zosumarizoval svoje dôkazy a filozofické stanoviská v roku 1975, pár rokov pred svojou smrťou, v knižke s názvom Tajomstvo rozumu. Tu vysvetľuje svoje rozhodnutia, svoj názor, že náš rozum v skutočnosti nie je iba materiálnou reflexiou funkcií mozgu, ale že je doprevádzaný niečím nemateriálnylm. Jeho otázka znie: „ Niekto by mohol položiť takúto otázku: Dodáva najvyšší mozgový mechanizmus rozumu svoju energiu. Zodpovedať takúto otázku, obávam sa, že by som riskoval výsmech fyzikov. Ale je to moja otázka a odpoveď si môžem vytvoriť sám.“

Zdá sa, že rozum koná nezávisle of mozgu rovnakým spôsobom ako programátor koná nezávisle od svojho počítača.... Po mnohých rokoch môjho úsilia vysvetliť, že rozum funguje samostatne na základe akcií mozgu, som prišiel k záveru, že je jednoduchšie (a ďaleko logickejšie), keď človek príjme hypotézu, že naše bytie pozostáva z dvoch základných elementov... Pretože sa mi to javí ako isté, že nikdy nebude úplne možné vysvetliť pôsobenie rozumu na základe neuronálnej činnosti v mozgu.“

Penfieldovo priame presvedčenie bolo, že dualistické hypotézy sú viac odôvodniteľné než monistické. Z tohto dôvodu vyvodzuje, že „rozum sa musí brať ako základný element v sebe samom. Potom by sa to dalo pomenovať ako medium, podstata, soma. Musí sa povedať, že má pokračujúcu existenciu.“

Roger Sperry otvoril štúdiu ľudského vedomia s prekvapujúcimi zisteniami týkajúcich sa rozdielnych vnemových a poznávajúcich schopností ľavej a pravej hemisféry u ľudí, ktorých corpora callosa musela byť odčlenená od kontroly ich epilepsie. Z rigoristického pohľadu správania, ktorý sa nakoniec ukázal ako nezlúčiteľný s jeho osobným svetonázorom, Sperry formálne prezentoval svoje myšlienky týkajúce sa duálnych funkcií mozgu v množstve teoretických dokumentov uvedených v žurnáli Psychological Review. Jeho prehľad myslenia je zachytený v nasledovných vetách: Súčasná teória rozumu a mozgu už nevyžaduje vnútorný aspekt mozgovej aktivity, ani žiadne sekundárne vedľajšie účinky, ako to dlho bývalo zvykom. Vedomie v tejto zhrnutej podobe sa stáva integrálnym a dynamickým vlastníctvom samotného mozgového procesu a centrálnou súčasťou činnosti mozgu. Subjektívne skúsenosť sa zdá byť bežným determinantom funkcií mozgu a vyžaduje naliehavý kontrolný vplyv v regulácii fyzicko-chemických javov v činnosti mozgu. Žiadne metafyzikálne spolupôsobenie v klasickom zmysle sa nepredpokladá.“ V nasledujúcich spisoch je dosť jasné, že Sperryho monistický dualizmus je jedným z nečakaných vlastností, kde konečný záver jednoduchého procesu je väčším komplexom než resumé celého celku, napríklad tak ako vlastnosti vody vychádzajúcej zo vzájomnej pôsobnosti molekúl vodíka a kyslíka. Verí, že nadradené funkcie nervovej činnosti koniec-koncov sformovali vlastnosti mozgu nazývanú vedomie, ktorá má schopnosť priamo modifikovať činnosti mozgu. Sperry poukazuje na to, že s evolúciou takýchto nadradených funkcií, ako je to v súčasnosti v našich subjektívnych zážitkoch, sa tok bežných informácií týkajúcich sa správania stáva pravidlom, a z tohto dôvodu veda zaoberajúca sa rozumom musí prejsť k vzťahom s naliehavými „mentálnymi“ vlastnosťami a spôsobom, ako ovplyvňujú tok informácií v mozgu.

Je tu však určitá dvojznačnosť v Sperryho názoroch, hoci presne nevyslovil ako funkcie vedomia modifikujú otstatné neurotické činnosti. Verí, že jeho stanovisko by mohlo byť základom pre globálnu etiku založenú na vede, ktorá podporuje všeobecné dobro nášho sveta viac než nejaká osobná chamtivosť, ktorá môže ísť až tak ďaleko, že všetko zničí. Hoci Sperryho pohľad sa často javí ako dualistický, v podstate je to komplex foriem monizmu, ktorý akceptuje súhrn neuromentálnych znázornení. Evolúcia takejto hierarchickej kontroly sa musí brať vážne, prehlasuje Sperry predtým, než sme schopní pochopiť mozog. Kritizuje tradičné monistické prístupy, ktoré sa snažia vysvetliť tento celok pojmom „nič, ale časti“ a to potom vedie určitému nihilistickému úpadku. Tieto názory sú kompatibilné s myšlienkami Sperryho v tom zmysle, že softwarové funkcie dokážu kontrolovať hardwarové funkcie v počítači.

Sir John Eccles poukazuje na súčasný protinázor tradičného náboženskeho pohľadu. V množstve kníh Eccles vypracoval koncepciu, kde stvorená duša by mohla byť „vdýchnutá“ do rozvíjajúceho sa ľudského embrya. Budem citovať záverečný článok Vatikánskeho sympózia z roku 1982: Musíme byť otvorení k hlbokému dramatickému významu v tomto našom pozemskom živote, ktorý môže byť viazaný k zmene po smrti...Nachádzame sami seba v tomto hlbokom zážitku a ono to prechádza cez náš život, ale je to skutočne koniec? Naše vedomie vlastného ja má tajomný vzťah k mozgu a ako dôsledok toho zažíva zážitky ľudskej lásky a priateľstva, nádherných prírodných úkazov, intelektuálneho vzrušenia a radosti, ktorú zakusujeme pri pochvale a porozumení...V kontexte prirodzenej teológie prichádzam k viere, že sme bytosti s nadprirodzeným významom, ktoré je už teraz definované. V jeho posledných dielach sa pokúsil zaostriť svoj pohľad na bod, ktorý by sa dal vedecky testovať. Eccles nehovorí neurčito, vyhýbavo o fakte, že jeho názor je hlboko dualistický. Fráza, ktorou rád ukončieva svoj pohľad je „dualisticko-vzájomne pôsobiaci“ pohľad na rozum.

Jeho nedávne stanovisko k tejto veci je zhrnuté v provokatívnom názve: Ako si vlastné ja kontroluje svoj mozog. Po opise zaujímavého príbehu vlastného intelektuálneho bádania, prvá tretina knihy rozoberá ľudské vedomie z monisticko-neurovedeckého uhla. Stredná časť knihy je majstrovskou analýzou funkcií kôry končiac sa „klenotom“ – kapitolou vysvetľujúcou teóriu ako nehmotné „ja“ môže vzájomne spolupracovať bez porušenia zákonov fyzikov. Veľmi stručne, Eccles a jeho spoluautor Friedrich Beck, kvantomechanik, poukazujú na to, že „vlastné ja“ môže kontrolovať činnosti v kôre pomocou uvoľňovania chemických prvkov – toto ponúka zdanlivé vysvetlenie toho, ako vedomé myšlienky môžu kontrolovať činnosti mozgu. Je to šikovný manéver, ale konečný dôsledok sa môže preniesť množstvom iných vnútorných mozgových procesov, zahŕňajúc epigenický prejav vlastného JA opísané v kapitole 16. V každom prípade však konečným výsledkom je, že žiadna empirická evolúcia tejto myšlienky doteraz ešte nebola vyskúšaná. Avšak zostáva to udivujúcou hypotézou alebo neotestovateľným prípadom – v závislosti od pohľadu každého človeka. Záver knižky je venovaný záveru boja, ktorý viedol v zastúpení dualizmu založeného na neurovede. Hoci Eccles nehovorí o tom, že by bol pri písaní tohto diela nábožensky motivovaný, v záverečnej kapitole však dáva do týchto súvislostí svoje myslenie. Eccles vyvodzuje, že „materialistické“ riešenia nevysvetľujú našu jedinečnosť, som prinútený prisúdiť jedinečnosť nášho ja alebo duši nadprirodzenej duchovnej bytosti.“

V krátkosti, Ecclsov pohľad je jedným z konfrontácií s trvalou záhadou existencie a on si vybral prijať náboženský pohľad. Ako pred ním Descartes, Eccles si vybral presvedčenie, že mozog vzájomne spolupracuje s nesmrteľnou ľudskou dušou. Pretože tieto dve funkcie vzájomne, ale každá samostatne, spolupracujú, necháva otvorenú možnosť duchovného posmrtného života. Eccles má dojem, že náš mozog je spojený s ľudskou silou vedomia, ktorá môže pokračovať v nejakej forme aj po smrti. Mnohým ľuďom rezonuje takéto presvedčenie, pretože majú problémy prijať, že ich rozum by mal byť „konštruovaný“ za pomoci jednoduchého biologického procesu. Pre mnohých je ťažké uveriť, že človek po smrti žije iba v mysliach a srdciach svojich pozostalých. Mnohí veria, že tu musí byť nejaká vyššia moc, ktorej podlieha základná podstata žijúcich organizmov. Ak je tomu tak, tak je to mimo dosahu vedy. Avšak veľa vedcov vrátane mňa súhlasí s tým, že existujú tajomstvá vo vesmíre, ktoré sa nikdy nebudú dať pochopiť ľudským rozumom. Niektorí si myslia, že vznikne jedno svetové náboženstvo, ktoré nám pomôže pokloniť sa tomuto večnému tajomstvu.

Hoci dualizmus ostáva zložitým problémom akceptácie pre mnohých vedcov, veľa z nich súhlasí, že mentálne a nervové funkcie vychádzajú z rovnakého komplexu mozgovej štruktúry. Odborníci zaoberajúci sa výskumom ľudského mozgu a psychológovia konečne prišli k záveru, že tu musia existovať konečné odpovede na staré filozofické otázky. My zo skúsenosti poznáme veci, ktoré robíme a to vďaka funkciám mozgu, ktoré sú nám dané. Jednou z najväčších intelektuálnych výziev 21. storočia bude vytvoriť jednotný image ľudskej prirodzenosti, ktorý nezhanobí náš zvierací pôvod alebo náš budúci potenciál ako členov ľudskej rodiny.

DODATOČNÉ MYŠLIENKY

Neodualizmus a ďalšie alternatívne pohľady

Okrem bežných variánt dualizmu, ktoré považujú rozum a mozog za úplne odlišné hmoty, existuje množstvo zaujímavejších verzií, ktoré bezpochyby zostanú s nami ešte určitý čas. Berúc do úvahy zložitosť ľudského rozumu a pravdepodobnosť, že väčšinu vyšších mentálnych procesov podporujú vynikajúce nervové vysielače ako napr. glutamín. Keď prirodzený alebo špecifický druh spracovávania informácií sa nedá priamo vyriešiť neuro-psychologickými a neuro-chemickými prístupmi, potom niektorí argumentujú, že výpočet je jedinou spoľahlivou a dôveryhodnou alternatívou. Tento spôsob „procedurálneho dualizmu" dokazuje, že takýto prístup nebude mať potrebnú rozhodnosť potrebnú na vyriešenie hlavných problémov v psychológii poznania a z toho vyplýva, že je múdrejšie presvedčiť druhé stránky - napr. tie, ktoré sa viac spoliehajú na počítačovú simuláciu funkcií rozumu než na priamu analýzu mozgových funkcií.

Je tu toho viac, čo by sa dalo povedať z tohto pohľadu, ale ja sa tu nepokúšam o analýzy, okrem pripomenutia, že našťastie tu existujú úžasné chemické dispozície kódovania vo vyšších sférach mozgu. Ako sme mohli vidieť, štúdie rôznych druhov systémov poskytuje jasnú evidenciu neurochemickej špecifikácie v kódovaní rôznych emocionálnych a motivačných procesov. Veľa z týchto systémov vzájomne spolupracuje s vyššími sférami mozgu a my sme sotva na začiatku chápania prírody v takejto vzájomnej spolupôsobnosti. Hoci je nepravdepodobné, že tento systém kontroluje určité formy individuálnych myšlienok, stále je možné, že množstvo z týchto systémov pomôže viesť proces poznávania určitým predpovedateľným spôsobom. Aj keď bežné vysielače ako glutamín a GABA kontrolujú vytváranie určitých špecifických foriem a tvaru každej myšlienky, môžu tu byť rozličné všeobecné neurochemické dispozície, ktoré sprevádzajú charakteristiku myšlienok, a ktoré žiadny výpočet nemôže objasniť. A preto, nesúhlasím s prevládajúcim psychologickým pohľadom, ktorý neberie na vedomie prirodzenosť ľudského mozgu s uvažovaním nad jeho prirodzenosťou.

Veľmi rozličné funkcionálne formy neodualistických myšlienok prenikajú do neurovedy správania. Mám pokušenie nazvať toto „funkcionálny neodualizmus", pretože je tu veľmi dobre pestovaný intelektuálny pohľad bezvýhradne založený na forme druhovej diskriminácie, ktorá vytvára väčšie rozdiely medzi mozgom/rozumom zvieraťa a mozgom/rozumom človeka než v skutočnosti existujú. Výskyt jedinečných vyjadrovacích schopností u ľudí, inštancovaných rečou, umožňujú obrovským rozdielom presadiť sa s veľkou dávkou istoty. Takéto presvedčenia sú založené na prevládajúcich vedeckých tendenciách – ak sa to nedá vidieť, nemal by si o tom rozprávať.Toto chráni celú modernú disciplínu neurovedy pred akceptáciou prirodzenosti emócií u mozgu cicavcov ako hlavnú tému bádania alebo dokonca diskusií.

Tento pohľad, ako jeden z klasických, je obmedzený zvláštnym sklonom zaslepenosti, ktorá umožňuje nevšímať si toto množstvo konvergentných dôkazov, ktoré predpokladajú, že ostatné tvory majú silné emocionálne cítenie podobné nášmu vlastnému. Zdá sa, že svet je založený na jednej základnej predpojatosti – a to, že realita sa dá opísať iba vďaka neustálemu používaniu našich zmyslov, obzvlášť vizuálnych a tieto teoretické domnienky nie sú potrebné pre nás, aby sme pravdivo pochopili prirodzenosť evolučného mozgu. Nesúhlasím s týmto ultrapositivistickým vedeckým pohľadom a verím, že tieto bádania, umožňujúce hlboký

pohľad vždy budú začínať s hlbokým pohľadom na koncepciu týkajúcu sa podstaty prirodzenosti vecí. Keď nebudeme brať do úvahy skryté aspekty fenoménov, nebudú ani odhalené skryté slabiny prirodzenosti.

Ako by malo byť doteraz zrejmé, som pevne presvedčený o dôležitosti emocionálneho výskumu v rozvoji vedeckej psychológie ako aj integratívnej neurovedy, zatiaľ čo väčšina mojich kolegov zostáva v pochybách o skutočnosti citového vedomia v mozgu zvierat. Nedávne vydanie obdivuhodnej knihy zaoberajúcej sa obidvoma presvedčeniami ma presvedčila pridať tieto záverečné dodatočné myšlienky ako kontrast súčasných diel s radikálnou perspektívou správania sa, ktorá ešte stále existuje v tejto oblasti.

Potom čo táto kniha bola postúpená vydavateľovi – Joseph LeDoux´ book, „The Emotional Brain“ (1996) sa objavila v tlači. A navyše, aby vyzdvihol názor, že emocionálny systém sa koncentruje v limbickom systéme, jedna z jeho hlavných tém bolo, že uvažovanie nad emocionálnym vedomím je viac než len prekážkou v štúdiách o emóciach ako len kľúčový znak problému, ktorý treba riešiť. Moja vlastná perspektíva týkajúca sa tejto veci je, samozrejme, diametrálne odlišná. Pre mňa prirodzený citové vedomie jestvuje ako jadro problému v emocionálnom výskume. Hoci toľko mojich kolegov ešte stále popierajú, že štúdia citového vedomia je kľúčovým problémom v emocionálnom výskume, rozhodol som sa použit LeDouxsovu prespektívu ako pôdu pre moje konečné závery. Robím to s veľkým obdivom k LeDouxovým príspevkom.

Na záver štúdie LeDoux bojuje s prirodzenosťou citového vedomia. Usiloval sa vyriešiť dilemu citových skúseností až po vzájomné pôsobenie pracujúceho pamäťového mechanizmu s niektorými typmi emocionálneho systému opísaného v texte. Hypotézy pracujúcej pamäte istotne obsahujú viac pravdy, v závislosti od toho, čo myslíme pod poznávaciou štruktúrou. V súčasnosti toto zostáva dosť prázdnou kategóriou, teda aspoň čo sa týka neurálnych požiadaviek. LeDoux poukazuje na to, že citové vedomie je vedľajším produktom vyššieho pamäťového mechanizmu v mozgu. Podľa LeDouxa, citové vedomie má iba málo dôsledkov na reguláciu emocionálneho správania a zaoberá sa, tak ako Descartes, novými verziami pochybností týkajúcich sa existencie citového vedomia aj u iných druhov cicavcov. Na záver smelo prehlasuje: „Stav mozgu a telesné reakcie sú základnymi faktami emócií a citové vedomie je už iba „okrasou“ a dáva čerešničku na tento koláč citov.“

Zatiaľ čo ja úplne súhlasím s tým, že stav mozgu a reakcie tela sú základnými komponentami každej integrovanej citovej odpovede, rovnako akceptujem aj citové vedomie ako kľúčový atribút emocionálneho operačného systému v akcii. Citové vedomie je existenciálny stav vytvorený neuromechanizmom, keď vzájomne spolupracuje s mozgom, ktorý znázorňuje organizmus ako živú bytosť. Napríklad, práve tak ako bezpodmienečná, príjemná chuť cukru má len veľmi málo spoločného s pracovnou pamäťou, pochybujem, či citový stav hnevu si vyžaduje pracovnú pamäť. Môj názor je, že emocionálny systém je hlavnou hnacou silou v rámci mechanizmu pamäte. Súhlasím, že vzájomná spolupráca citového vedomia s pracovnou pamäťou je jedným z mnohých spôsobov, pri ktorom emocionálny stav efektívne kontroluje ďalšie správanie.

Hoci môj pohľad potvrdzuje, že evolúcia citového vedomia bola prepojená so špecifickými potrebami mozgového pamäťového systému, ktorý musí rýchlo kódovať vnútorné biologické hodnoty (viď kapitolu 1 a 2). Verím, že jadro emocionality sa musí hľadať v základnejších vzťahoch než je podmnožina pracovnej pamäte. V diskusiách s takými odborníkmi ako Paul MacLean som argumentoval tým, že kapacita pre citové vedomie je vrodeným právom už pri narodení v rámci vnútornej organizačnej dynamike

mozgu cicavcov uloženej v subkortikálnej oblasti známej ako rozšírený limbický systém. Som presvedčený, že táto schéma zostane viac obhájiteľná než je navrhovaná v niekoľkých LeDouxových kritických analýzach.

Na záver, pochybujem, či sa potrebujeme učiť citové vedomie alebo ho vytrhávať z dynamickej pamäte. Myslím si, že LeDoux je zavádzaný, tak ako bol Wiliam James, keď poukázal na to, že kôra je sklad pre naše citové vedomie. Zatiaľ čo LeDoux preshlasuje, že by sme mali obmedziť naše úsilie v oblasti emócií, ja sa zasadzujem za to, že by sme mali začať študovať citové vedomie a tým nepriamo aj podklad procesu, podľa ktorého bolo vytvorených veľa jedinečných aspektov ľudského rozumu.

Pre tých, ktorí by popierali existenciu citového vedomia u zvierat, rád by som ponúkol alegorický hlas diabla. Predstavte si, že by ste sa ocitli v zajatí jeho rohov a s jeho náročným zmyslom pre humor. Váša viera pre lepšiu budúcnosť závisí na schopnosti odpovedať správne na jednu diabolsky jednoduchú otázku: Poznajú z vnútornej skúsenosti aj ostatné cicavce citové vedomie, ktoré kontroluje ich tendencie správania sa alebo nepoznajú? Diabol vie odpoveď a vy sa musíte správne rozhodnúť a na tomto rozhodnutí závisia vaše zostávajúce dni života. Ako by ste odpovedali? Koľko vedcov by smelo pokračovalo popierať, že zvieratá majú tiež citové vedomie? Môj osobný úsudok je, že skutočne nepochopíme prirodzenosť vedomia, pokiaľ nezačneme brať vážne citové vedomie.

Našťastie nepotrebujeme vedieť správnu odpoveď na túto diablovu otázku, aby sme dosiahli vedecký pokrok. Môžeme však zozbierať veľa dôležitých faktov pri popisovaní rôznych pohľadov a mali by sme ich všetkým tolerovať potiaľ, pokiaľ nám neškodia a viesť ich k novým teoretickým metódam a provokatívnym zisteniam, ktoré iní môžu prijať alebo negovať. Dokonca aj pohľad, ktorý som uviedol v tomto texte, bol menej tolerovaný než by mal byť počas nezvyčajnej intelektuálnej histórie 20. storočia v oblasti psychológie a modernej neurovedy. Mali by sme si zapamätať, že hlboký pohľad umožnujúci výskum systematických charakteristík v prírode (či už ľahko viditeľných alebo nie) zostáva našou druhou najväčšou výzvou. V konečnom závere, toto je najkrajší aspekt vedy.