

Robert M. Sapolsky

CHOVÁNÍ

Biologie člověka v dobrém i ve zlém

dokořán



Robert M. Sapolsky

CHOVÁNÍ

Biologie člověka v dobrém i ve zlém

DOKOŘÁN

Robert M. Sapolsky

CHOVÁNÍ

Biologie člověka v dobrém i ve zlém

Copyright © 2017 by Robert M. Sapolsky. All rights reserved.

Translation © Pavel Pecháček, 2019

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být rozmnožována a rozšiřována jakýmkoli způsobem bez předchozího písemného svolení nakladatele.

Druhé vydání v českém jazyce (první elektronické).

Z anglického originálu *Behave: The Biology of Humans at Our Best and Worst* přeložil Pavel Pecháček.

Odpovědný redaktor Zdeněk Kárník.

Redakce Klára Soukupová.

Obálka a sazba Michal Puhač podle návrhu Pavla Růta.

Vydalo v roce 2020 nakladatelství Dokořán, s. r. o.,

Holečkova 9, Praha 5, dokoran@dokoran.cz, www.dokoran.cz,

jako svou 1040. publikaci (319. elektronická).

ISBN 978-80-7363-980-8

*Mel Konnerovi, který mě učil.
Johnu Newtonovi, který mě inspiroval.
Lise, která mě zachránila.*

OBSAH

	Předmluva k českému vydání	9
	Úvod	11
KAPITOLA PRVNÍ	Chování	21
KAPITOLA DRUHÁ	Sekundu předtím	27
KAPITOLA TŘETÍ	Před vteřinami až minutami	77
KAPITOLA ČTVRTÁ	Před hodinami až dny	93
KAPITOLA PÁTÁ	Před dny až měsíci	125
KAPITOLA ŠESTÁ	Dospívání aneb Hele vole, kde mám kůru?	139
KAPITOLA SEDMÁ	Zpátky do postýlky, zpátky do lůna	157
KAPITOLA OSMÁ	Zpátky do doby, kdy jsme byli jen oplozeným vajíčkem	199
KAPITOLA DEVÁTÁ	Před stovkami až tisíci let	233
KAPITOLA DESÁTÁ	Evoluce chování	285
KAPITOLA JEDENÁCTÁ	„My“ versus „oni“	335
KAPITOLA DVANÁCTÁ	Hierarchie, poslušnost a vzdor	367
KAPITOLA TŘINÁCTÁ	Morálka a děláni té správné věci, když zjistíme, co to vlastně je	411
KAPITOLA ČTRNÁCTÁ	Cítit, chápat a mírnit něčí bolest	445
KAPITOLA PATNÁCTÁ	Metafory, kterými zabíjíme	471
KAPITOLA ŠESTNÁCTÁ	Biologie, systém trestního soudnictví a svobodná vůle (no proč ne?)	493
KAPITOLA SEDMNÁCTÁ	Vojna a mír	521
	Epilog	569
	Poděkování	573
DODATEK 1	Základy neurovědy	575
DODATEK 2	Základy endokrinologie	599
DODATEK 3	Úvod do proteinů	602

Slovníček zkratek	608
Zkratky použité v poznámkách	611
Poznámky	612
Seznam ilustrací	715
Rejstřík	717

PŘEDMLUVA K ČESKÉMU VYDÁNÍ

Den co den se na nás ze zpráv valí příklady toho, jak špatně se lidé dokáží chovat. Uprchlíci utíkají ze svých domovů před válkou a tyranií, ale v místech, kde hledají bezpečí, na ně nečeká nic než démonizace. Čelní představitelé států přetvářejí nevědomost, korupci a šikanu slabých v ty největší ctnosti (jsem Američan, ale třeba to vystihuje i vaše lidry). Nenasytnost postrkuje naši planetu stále blíže k okraji útesu.

Když se ale podíváme pozorněji, najdeme i dostatek příkladů lidského jednání v jeho nejlepší podobě, často vykoupených cenou nejvyšší.

Jak vysvětlit naše nejlepší a nejhorší chování? Jak můžeme být zároveň nejničivějším i nejempatičtějším druhem této planety? Jak může být jedinec za určitých okolností monstrem, a za jiných světcem? Jak to, že je libovolný čin vnímán jednou jako obludný a jindy jako ctnostný, a to pouze v závislosti na pozorovatelově kulturním filtru?

To všechno jsou otázky biologické, neboť my všichni jsme chtě nechtě ztělesněním vlastní biologie. Není to však jednoduchá biologie – neexistuje jeden jediný gen, hormon, neurotransmitter či jediná mozková oblast, která by vysvětlila „všechno“ nebo aspoň většinu čehokoli. Je to biologie, jež musí zahrnovat činnost neuronu vteřinu předtím, než něco uděláme, evoluční síly působící po miliony let i všechno mezi tím. A je to biologie protkaná sociálními vědami. Mimo kontext organismu, v němž dlí, nedává neuron žádný smysl, a sociální organismus postrádá smysl mimo kontext skupiny, ve které žije. Mozek, mysl, geny a kultura jsou součástí propojeného, koevolučního vývoje.

Když chování druhého člověka označujeme jako zručné, ctnostné nebo jakékoli jiné, mlčky se stáváme etology. Ale pokud tomu tak skutečně je, měli bychom být etology dobře informovanými. A právě v dosažení tohoto cíle vám pomůže kniha, kterou držíte v ruce. Vážím si toho, že jste se rozhodli ji prozkoumat.

Robert Sapolsky

ÚVOD

Moje fantazie většinou vypadají nějak takhle: naše skupina si probije cestu do jeho bunkru. Dobře, je to fantazie, tak jí jaksepatří popustíme uzdu. Bez pomoci zneškodním jeho elitní stráž a s nachystaným kulometem Browning vtrhnu do bunkru. On popadne svůj Luger. Vykopnu mu ho z ruky. Vyloví kyanidovou kapsli, kterou u sebe přechovává, protože hodlá raději spáchat sebevraždu, než aby se nechal zajmout. I tu mu vyrazím. Zavrčí vztekem a s neuvěřitelnou silou zaútočí. Zápasíme. Daří se mi získat převahu, pevně ho chytím a spoutám. „Adolfe Hitlerě,“ oznamuji, „zatýkám vás za zločiny proti lidskosti.“

A právě v tomhle momentě tahle fantazie ve stylu hry *Medal of Honor* končí a představy potemní. Co bych měl s Hitlerem udělat? Žaludek se mi začíná svírat, tak přejdu do pasiva, abych získal nějaký odstup. Co by se mělo s Hitlerem udělat? Jakmile si to dovolím, jde to snáz. Přerušit mu v krční oblasti páteř a nechat jej paralyzovaného, ale při plném vědomí. Vydloubnout mu oblym nástrojem oči. Probodnout bubínky, vyříznout jazyk. Nechat ho naživu, krmeného trubičkou a na respirátoru. Neschopného pohybu, řeči, zraku, sluchu, schopného jenom cítit. Potom mu píchnout něco, co způsobí rakovinu, která v něm bude hlodat a vytvářet vředy v každíčkém kousku jeho těla, růst a růst, dokud veškeré jeho buňky nebudou vřískat v agonii, dokud pro něj každá chvilka nebude jako věčnost v plamenech pekelných. To by se mělo s Hitlerem udělat. To bych mu chtěl udělat. To bych mu udělal.

Tyhle představy mě v různých podobách provázely už od dětství. Čas od času mi na mysli vyvstanou ještě dnes, a když se do nich hluboce ponořím, srdce mi začne bít rychleji, zrudnu a zatnu pěsti. Všechny ty plány pro Hitlera, největší zlo v historii, duši, která si nejvíc ze všech zaslouhuje trest.

Je tu však jeden problém. Na duši ani zlo nevěřím. Slovo „zlý“ podle mě patří do telenovely a pochybuji, že úlohou trestního soudnictví by mělo být trestání. S tím se však pojí zase jiná potíž – samozřejmě mám pocit, že někteří lidé by měli být popraveni, přesto však s trestem smrti nesouhlasím. Vychutnal jsem si spousty násilných běčkových filmů, přestože zastávám přísnou regulaci zbraní. A nepochybně jsem se bavil, když jsem na některém dětském narozeninovém večírku a v rozporu s různými nevyjasněnými zásadami v hlavě hrál střílečku s lasery a pátil z úkrytu na protivníky (zábava to je, dokud mě nějaké poďobané dítě nesejme jako už snad milionkrát a nevysměje se mi, což ve mně vzbudí pocit

nejistoty). Zároveň ale znám většinu slov písně „Down by the Riverside“ („už se nebudu zabývat válkou“) a navíc vím, jak tleskat do rytmu.

Jinými slovy: mám jako většina lidí ohledně násilí, agrese a soupeření řadu nejasných pocitů a myšlenek.

Začněme s oblíbeným tématem, a sice že náš druh má s násilím problém. Disponujeme dostatkem prostředků na to, abychom vytvořili tisíce atomových hřibů. Sprchové hlavice a ventilační systémy v metru roznášely jedovatý plyn, v dopisech se šířil antrax, z letadel plných pasažérů se staly zbraně. Jednou z vojenských taktik bývá masové znásilňování. V obchodech vybuchují bomby, školáci s palnými zbraněmi masakrují jiné děti. Jsou čtvrti, kde se o své bezpečí bojí všichni od roznašeče pizzy po hasiče. Existují i jemnější podoby násilí - například dospívání v kontaktu s násilím, nebo když většina pokřikuje o své nadvládě a vyhrožuje menšinám. Neustále nás pronásleduje hrozba, že nám ostatní lidé ublíží.

Kdyby to bylo takhle jednoduché, bylo by snadné nahlížet na násilí racionálně. AIDS: jednoznačně špatné zprávy - vymýtit. Alzheimerova choroba - stejně tak. Schizofrenie, rakovina, podvýživa, bakterie požírající tkáň, globální oteplování, srážka komety se Zemí - totéž.

Ošemetné však je, že násilí se na tomto seznamu nenachází. Občas nám totiž nedělá sebemenší problém.

To je ústředním bodem této knihy - nedá se říct, že bychom násilí nesnášeli. My nenávidíme a bojíme se *nesprávného* druhu násilí, násilí ve špatném kontextu. Násilí ve správných souvislostech je totiž jiné. Platíme slušné peníze, abychom jej sledovali na stadionu, učíme naše děti, jak se bránit, cítíme hrdost, když se nám ve věčném středním věku podaří během víkendového zápasu v košíkové neférový bodyček. Naše rozhovory překypují vojenskými metaforami - například třeba: když jsou naše plány torpédovány, mobilizujeme. Názvy sportovních týmů oslavují násilí: Warriors, Vikings, Lions, Tigers a Bears. Podobně uvažujeme dokonce i o něčem tak intelektuálním, jako jsou šachy - „Kasparov usiloval o smrtící útok. Ke konci čelil vražedným hrozbám a oplácel stejnou mincí.“¹ Kolem násilí vytváříme doktríny, volíme lídry, kteří v něm vynikají, a jako v případě tolika žen se přednostně oddáváme těm, kdo v mezilidských soubojích vítězí. Agresi zbožňujeme, pokud je to ten „správný“ druh.

Tato dvojznačnost násilí, tedy že lze zmáčknout spoušť v důsledku zavrženíhodné agresivity i obětavé lásky, je velmi podnětná. Výsledkem je, že násilí jako součásti lidské zkušenosti bude vždy nesmírně obtížné porozumět.

Tato kniha zkoumá biologickou podstatu násilí, agresivity a soupeření jako projevů chování, a také podněty, které stojí v jejich pozadí; zkoumá činy jednotlivců, skupin a států a to, kdy jsou tyto činy špatné, či dobré. Zabývá se způsoby, jimiž si lidé navzájem ubližují, zároveň však i tím, jak dělají pravý opak. Co nás

biologie učí o spolupráci, navazování vzájemných vztahů, usmiřování, empatii a altruismu?

Knihla vznikla z mnoha osobních příčin. Jednou je, že jelikož jsem byl násilí během svého života vystaven díkybohu jen málokdy, celý ten fenomén mě velmi děsí. Uvažuji jako typický akademik a věřím, že když se o děsivém námětu napíše dostatek textu a pronese dostatek přednášek, problém se vzdá a tiše zmizí. A pokud každý člověk absolvuje dostatečné množství lekcí o biologické podstatě násilí a bude ji pilně studovat, můžeme si pak všichni pospat mezi spícím lvem a jehnětem. Klamný profesorský smysl pro efektivitu už je zkrátka takový.

Za touto knihou se ale skrývá ještě jedna osobní příčina. Svým založením jsem v první řadě pesimista. Dejte mi jakékoli téma a já už nějak dospěju k závěru, že se všechno zhroutí. Popřípadě mi všechno úžasně vychází a já kvůli tomu budu nějak nepochopitelně dojatý a smutný. Je to velmi otravné, obzvláště pro mé blízké. Když se mi narodily děti, uvědomoval jsem si, že tyhle sklony musím pořádně zkrotit. Pátral jsem proto po důkazech, že věci nejsou zas až tak špatné. Začal jsem tyhle důkazy pozvolna uplatňovat: nebreč, *Tyranosaurus Rex* nepřijde a nesežere tě; tatínek samozřejmě Nema najde. A jak jsem si o námětu této knihy zjišťoval víc a víc, dospěl jsem k neočekávanému pochopení - není nevyhnutelné ani všeobecně rozšířené, že si lidé vzájemně ubližují, a navíc se stále učí, jak se násilí systematicky vyhýbat. Mé pesimistické já zažívá krušné chvílky, když si musí tyto skutečnosti připustit, ale je zde stále více místa pro optimismus.

PŘÍSTUP K TÉMATU

Na živobytí si vydělávám částečně jako neurobiolog - člověk, který zkoumá mozek - a zčásti jako primatolog - ten, kdo studuje lidoopy a ostatní opice. Tato kniha je proto založena na vědě, zejména na biologii. Z toho vyplývají tři klíčové body. Zaprvé, věci jako agresivita, soupeření, spolupráce či empatie nelze bez biologie pochopit. Říkám to na adresu jistého typu sociálních vědců, kteří biologii pokládají v souvislosti se společenským chováním člověka za nepodstatnou a ideologicky trochu nedůvěryhodnou. Avšak zadruhé, ve stejně velkých potížích se ocitáte, i pokud jste odkázáni jen na biologii. Na to upozorňuji kvůli molekulárním fundamentalistům, kteří věří, že společenské vědy jsou předurčeny k tomu, být pohlceny „opravdovou“ vědou. A třetím bodem je, že jakmile knihu dočtete, uvidíte, že ve skutečnosti nemá smysl rozlišovat mezi „biologickými“ aspekty chování a těmi, jež by šlo označit za, řekněme, „psychologické“ nebo „kulturní“. Vše je zcela propletené.

Pochopit biologický základ těchto projevů lidského chování je evidentně důležité, naneštěstí ale i proklatě složité.² Bylo by snadnější zajímat se například o biologickou podstatu navigace migrujících ptáků nebo o rozmnožovací pud,

jenž se v době ovulace objevuje u křeččích samic. Tyhle věci nás ovšem nezajímají, my budeme zkoumat lidské chování, lidské sociální chování a v mnoha případech abnormální lidské sociální chování. Je v tom opravdu zmatek, neboť téma krom jiného zahrnuje neurochemii, hormony, smyslové podněty, prenatalní prostředí, rané zkušenosti, geny, biologickou i kulturní evoluci a ekologické tlaky.

Jak máme uchopit význam všech těchto faktorů, když uvažujeme o chování? Potýkáme-li se se složitým jevem, jenž má řadu různých aspektů, často volíme určitou kognitivní strategii, v jejímž rámci třídíme jednotlivé stránky do kategorií, jakýchsi vysvětlovacích škatulek. Představte si, že vedle vás stojí kohout a naproti přes ulici je slepice. Kohout předvádí sexuální žádostivé gesto, které je dle slepičích standardů považováno za atraktivní. Slepice proto okamžitě utíká přes silnici, aby se s kohoutem spářila (nemám tušení, jestli to tak vážně funguje, ale prostě předpokládejme, že ano). Rázem tu máme klíčovou otázku ohledně biologie chování – proč slepice přeběhla silnici? Jste-li psychoneuroendokrinolog, vaše odpověď bude znít: „Jelikož na určitou část jejího mozku zapůsobila hladina estrogenu cirkulujícího v jejím těle a zapříčinila u ní vnímavost k daným samčím signálům.“ Jestliže jste bioinženýr, odpověděl byste: „Poněvadž dlouhá kost v její noze vytvořila oporu pro pánev, čímž jí umožnila svižně vyrazit vpřed“ (nebo něco podobného). Pokud jste evoluční biolog, řekl byste: „Protože slepice, které v průběhu milionů let na tato gesta odpovídaly v období plodnosti, po sobě zanechaly více kopií svých genů, a dnes je tudíž příslušné chování slepicím vrozené.“ A tak dále. Prostě uvažování v kategoriích, vysvětlování v rámci jednotlivých vědeckých disciplín.

Cílem této knihy je vyvarovat se podobného kategoriálního myšlení. Vkládání faktů do krásně čistě vymezených vysvětlovacích škatulek má své výhody – napomáhá kupříkladu lépe si zapamatovat různé skutečnosti – může ovšem zmařit vaši schopnost o těchto faktech *přemýšlet*. Je tomu tak proto, že hranice mezi kategoriemi jsou často nahodilé, jakmile ale taková arbitrární hranice jednou existuje, na její nahodilost zapomínáme a necháváme se příliš unést její důležitostmi. Například viditelné spektrum je kontinuum vlnových délek od fialové po červenou, a kudy vedou hranice mezi různými názvy barev, je arbitrární (třeba v místě, kde pozorujeme přechod mezi „modrou“ a „zelenou“). Důkazem budiž, že když různé jazyky vymýšlejí slova pro různé barvy, nahodile rozdělují vizuální spektrum v různých bodech. Ukažte někomu dvě víceméně totožné barvy. Pokud mezi ně spadá v jeho jazyce hranice mezi názvy barev, bude rozdíl mezi nimi přeceňovat. Jestliže se barvy řadí do stejné kategorie, bude výsledek opačný. Jinými slovy, pokud uvažujete v kategoriích, máte potíž spatřit, nakolik podobné či naopak rozdílné dvě věci jsou. A pakliže věnujete hodně pozornosti tomu, kde jsou hranice, už si tolik nevíšimáte celkového obrazu.

Hlavním intelektuálním cílem této knihy proto je vyhnout se kategorickým škatulkám, když přemýšlíme o biologii některých nejsložitějších projevů našeho chování - jevů dokonce ještě složitějších, než je slepice přebíhající přes silnici.

Čím je nahradit?

Někdo se právě nějak zachoval. Proč? První kategorie vysvětlení bude neurobiologická. Co se prohnalo mozkiem člověka sekundu před tím, než se chování projevilo? Nyní své zorné pole trochu rozšiřte, aby obsáhlo další vysvětlovací kategorii. Jaký zrakový, sluchový nebo čichový vjem v nervové soustavě během uplynulých sekund až minut dané chování aktivoval? A teď k následující vysvětlovací kategorii. Které hormony působily před hodinami až dny a určily, jak vnímavý je dotyčný jedinec ke smyslovému podnětu, jenž chování prostřednictvím nervové soustavy vyvolal? V této chvíli jste své zorné pole ve snaze vysvětlit, co se stalo, rozšířili na uvažování o neurobiologii, světě smyslových vjemů v našem okolí a krátkodobou endokrinologií.

Jen ale v rozpínání pokračujte. Jaké prvky prostředí přetvořily během týdnů až let strukturu a funkci mozku jedince, a změnily tím i jeho reakce na hormony a stimuly, jež z prostředí přicházejí? Pak postupujte ještě dál, zpět do dětství dané osoby, k prostředí v děloze během vývoje, a následně k jeho genetické výbavě. Poté pohled rozšiřte tak, aby do něj spadaly faktory, které jedince přesahují - jak kultura formovala chování lidí, kteří žijí ve stejné skupině jako on? Jaké ekologické faktory pomáhaly tuto kulturu utvářet? A tak dál a dál až k úvahám o událostech, k nimž došlo před mnoha tisíci lety, a o evoluci chování.

Dobrá, to bychom tedy pokročili. Může se zdát, že místo úsilí objasnit veškeré chování pomocí jedné disciplíny (například „Všechno lze vysvětlit díky vědomostem o tomto konkrétním hormonu/genu/zážitku z dětství“ - vyberte si) budeme uvažovat o skupině oborových škatulek. Uděláme však něco důmyslnějšího, což je ta nejdůležitější myšlenka celé knihy: když chování vysvětlujete jednou z uvedených disciplín, nepřímo se odvoláváte na všechny obory - jakýkoli stanovený vysvětlovací rámec je konečným produktem vlivů, jež mu předcházely. Musí to tak fungovat. Pokud pronesete: „Chování nastalo, protože se v mozku uvolnila neurochemická látka Y,“ zároveň tím říkáte: „K chování došlo, neboť silná sekrece hormonu X dnes ráno zvýšila hladinu neurochemikálie Y.“ Taktéž říkáte: „K chování došlo, poněvadž vzhledem k prostředí, v němž byla osoba vychována, je pravděpodobnější, že její mozek uvolní neurochemikálii Y coby odpověď na určitý typ podnětu.“ A rovněž říkáte: „... kvůli genu, který kóduje konkrétní verzi neurochemikálie Y.“ A jestliže třeba jen zašeptáte slovo „gen,“ zároveň říkáte: „... a vzhledem k tisíciletím, během nichž různé faktory utvářely evoluci toho konkrétního genu.“ A tak dále.

Nic jako různé oborové škatulky neexistuje. Každá z nich je konečným produktem všech biologických vlivů, jež přišly před ní, a bude ovlivňovat všechny faktory, které ji budou následovat. Je tudíž nemožné dojít k závěru, že chování je zapříčiněno geny, hormony nebo dětským traumatem, protože v momentě, kdy uplatníte jeden typ vysvětlení, uplatňujete je de facto všechny. Žádné škatulky. „Neurobiologické“, „genetické“ či „vývojové“ vysvětlení chování je pouze zkratkou, výkladovou berličkou, jež slouží k tomu, abychom se celému multifaktoriálnímu oblouku provizorně přiblížili z konkrétního úhlu pohledu.

Celkem působivé, že? No, možná ani ne. Třeba jen namyšleně prohlašují: „O komplexních věcech musíte přemýšlet komplexně.“ To moc objektivní není. A třeba jsem jen potají umetal cestičku tomu argumentačnímu klamu, který nadutci tolik milují: „Naše úvahy budou plné nuancí. Nechceme navádět ke zjednodušujícím odpovědím jako ti neurochemici, když se jich ptali na slepice přebíhající přes ulici, nebo slepičí evoluční biologové či slepičí psychoanalytici, kteří všichni žijí ve svých vlastních omezených kategorických škatulkách.“

Vědci takoví očividně nejsou. Jsou chytří. Chápou, že musí vzít v potaz mnoho různých hledisek. Jejich výzkum se nutně zaměřuje na úzce vymezené téma, jelikož to, kolika věcmi může být jeden člověk posedlý, má své hranice. Samozřejmě ale vědí, že jejich konkrétní kategorická škatulka nevypráví celý příběh.

Třeba ano, třeba ne. Posuďte následující citáty několika zarytých vědců. První:

Dejte mi tucet zdravých dětí v dobré kondici a můj vlastní specifický svět k jejich výchově a zaručím vám, že z nich udělám, jakého odborníka mě napadne - doktora, právníka, umělce, obchodníka a ano, dokonce i žebráka a zloděje, bez ohledu na jejich talent, záliby, sklony, schopnosti, povolání či původ jejich předků.³

Tohle okolo roku 1925 napsal zakladatel behaviorismu John Watson. Behaviorismus, podle nějž je chování zcela plastické a může být ve správném prostředí formováno do jakékoli podoby, vévodil americké psychologii v polovině 20. století. K behaviorismu a jeho značným omezením se vrátíme. Podstatou je, že Watson byl patologicky lapen ve škatulce související s vlivy prostředí na individuální vývoj. „Zaručím vám, že z nich udělám, jakého odborníka mě napadne.“ My se nicméně nerodíme stejní, s totožným potenciálem, a je jedno, jak jsme vzdělávání.⁴

* Watson se zapletl do sexuálního skandálu a krátce po vynesení toho výroku utekl z akademického světa. Nakonec se vrátil jako viceprezident reklamní společnosti. Lidi možná nezvládnete přetvořit, v cokoli si přejete, ale když už nic jiného, často je aspoň přimějete kupovat zbytečné cetky.

Další citát:

Normální psychický život závisí na správném fungování mozkových synapsí a duševní choroby se objevují jako důsledek narušení synaptických drah... Je nezbytné tyto synaptické změny upravit a dráhy, jež si impulzy na svém stálém putování vybraly, předělat tak, abychom příslušné myšlenky modifikovali a zatlačili je do jiných kanálů.⁵

Upravit synaptické změny. Pokud si myslíte, že to zní ošemetně, máte pravdu. Tato slova pronesl portugalský neurolog Egas Moniz někdy kolem roku 1949, kdy získal Nobelovu cenu za vývoj frontální leukotomie. Máme před sebou jedince chorobně polapeného ve škatulce, jež se točí okolo hrubé podoby nervové soustavy. Mikroskopické nervové spoje je prostě potřeba doladit sekáčkem na led (jak se to dělalo, když se leukotomie, později přejmenovaná na frontální lobotomii, začala provádět jak na běžícím páse).

A poslední citát:

Nesmírně vysoká reprodukční rychlost morálních imbecilů je prokázána již dlouho... Společensky méněcennému lidskému typu se umožňuje [...] pronikat do zdravého národa, a nakonec jej zdevastovat. Pokud nemá být lidstvo kvůli absenci selekčních faktorů zničeno degenerací, již podněcuje domestikace [...] musí nějaká lidská instituce realizovat výběr zaměřený na neoblomnost, hrdinství, společenskou užitečnost. V tomto ohledu již mnohé dokázala rasová myšlenka coby základ našeho státu. Musíme se - a měli bychom se - spoléhat na zdravé názory naší elity a pověřit ji [...] vymýcením živelů z populace, jež přetéká nežádoucím odpadem.⁶

To bychom měli Konrada Lorenze, který se zabýval chováním zvířat, získal Nobelovu cenu, spoluzakládal vědecký obor jménem etologie (viz dále) a pravidelně se objevoval v televizních pořadech o přírodě.⁷ Dědečkovsky vyhlížející Lorenz v rakouských šortkách a kšandách, za nímž cupitala imprintovaná housátka, byl zároveň fanatickým zastáncem nacismu. Do nacistické strany vstoupil hned poté, co to bylo Rakušanům povoleno. Stal se členem stranického Úřadu pro rasovou politiku, Poláky se smíšeným polsko-německým původem podroboval psychologickému vyšetření a pomáhal určovat, kteří z nich jsou natolik germanizovaní, že je lze nechat naživu. Stojí před námi člověk patologicky zabřednutý v imaginární škatulce, která souvisí s velmi mylným chápáním činnosti genů.

Nešlo o obskurní vědce, kteří pěstují podřadnou vědu na bezvýznamné univerzitě. Byli to jedni z nejvlivnějších vědců 20. století, pomáhali určovat, kdo a jak se vzdělává, a ovlivňovali naše názory na to, jaké společenské neduhy jsou opravitelné a kdy bychom si s jejich nápravou neměli lámat hlavu. Umožnili ničit

lidem mozky proti jejich vůli a pomáhali realizovat rázná řešení neexistujících problémů. Když si vědci myslí, že lze lidské chování zcela vysvětlit z jedné jediné perspektivy, nemusí jít jen o nepodstatnou interní záležitost akademické obce.

NAŠE ŽIVOČIŠNÁ EXISTENCE A LIDSKÁ VŠESTRANNOST V AGRESIVITĚ

Zatím jsme čelili první z intelektuálních výzev, o nichž musíme tímto interdisciplinárním způsobem uvažovat. Druhou výzvou je potřeba chápat lidi jako opice, primáty, savce. Správně – jsme tak trochu zvířata. Výzvou bude odhalit, kdy jsme úplně jako ostatní zvířata, a kdy jsme od nich naprosto odlišní.

Někdy se od ostatních živočichů samozřejmě vůbec nelišíme. Pocitujeme-li strach, vylučujeme stejný hormon jako jisté nepříliš významné ryby, když se dostanou do potyčky s útočником. Biologické procesy související s rozkoší zahrnují v případě našeho mozku tytéž chemické látky jako u kapybary. Lidské neurony fungují stejně jako neurony žabronožky. Pokud dáte dohromady dvě krysy samice, jejich reprodukční cykly se synchronizují do té míry, že jim ovulace bude končit v řádu několika hodin od sebe. Zkuste totéž s lidskými samičkami (podle některých, leč ne všech studií) – a dojde k něčemu obdobnému. Říká se tomu wellesleyský efekt neboli synchronizovaná menstruace a poprvé byla prokázána u spolubydlících na Wellesley College, vysoké škole určené výhradně ženám.⁸ A když přijde na násilí, umíme být jako některé opice – mlátíme, oháníme se klackem, házíme kameny, zabíjíme holýma rukama.

Někdy je tudíž intelektuální výzvou vstřebat, jak můžeme být jiným druhům podobní. Jindy jí je uvědomit si, že ačkoli se lidské fyziologické procesy podobají procesům u ostatních druhů, my je využíváme jinak. Když sledujeme děsivý film, aktivují se fyziologické procesy, které jsou obvykle spojeny s ostražitostí. Přemýšlíme-li o smrtelnosti, spustí se stresová reakce. Coby odezva na rozkošné pandí mládě se vylučují hormony související s péčí o druhé a navazováním společenských vztahů. Totéž samozřejmě platí i pro agresi – používáme stejné svaly jako šimpanzí samec, když útočí na sexuálního soka, my je ovšem uplatníme, abychom někomu ublížili kvůli ideologii.

Když na to přijde, někdy se našemu lidství dá porozumět pouze uvažováním o lidech, protože věci, které děláme, jsou jedinečné. Pravidelný nereproduktivní sex provozuje jen hrstka dalších druhů (a jenom my si poté vykládáme, jaké to bylo). Budujeme kultury založené na víře o podstatě života a tato víra se kolikrát dědí napříč generacemi, dokonce i mezi jedinci, jež od sebe dělí celá tisíciletí – vezměte v úvahu takovou Bibli, která je dodnes bestsellerem. Když už jsme u toho, umíme bezprecedentním a fyzicky nikterak náročným způsobem

ublížovat, například stisknutím spouště, letným přikývnutím nebo odvrácením zraku. Můžeme být pasivně agresivní, něco chladně přijímat, ubližovat posměchem, povýšeneckou obavou vyjádřit pohrdání. Všechny druhy jsou jedinečné, ale my jsme občas jedineční vskutku jedinečně.

Zde jsou dva příklady, jak lidé umí být zvláštní a unikátní, když si navzájem ubližují a starají se jeden o druhého. První příklad se týká mé manželky. Inu, sedíme v minivanu, naše děti vzadu a manželka řídí. A nějaký totální hňup nám vjede do cesty a málem způsobí nehodu, a to stylem, z něž je jasné, že z jeho strany nešlo o roztržitost, ale o čistou sobeckost. Manželka na něj troubí a on na nás vystrčí prostředníček. Jsme vytočení, rozzuření. Kruci, kde jsou policajti, když je člověk potřebuje? A tak dále. A najednou mi manželka oznamuje, že za ním pojedeme a trochu ho znervózníme. Pořád jsem rozlícený, ale tohle mi nepřipadá jako ta nejrozumnější věc na světě. Manželka se ho nicméně drží a visí mu těsně za zadkem.

Po několika minutách udělá chlapík úhybný manévr, ale žena se ho pořád drží. Nakonec obě auta zastaví na červené, o níž víme, že chvíli potrvá. Před tím darebákem zastavilo další auto. Nikam nemůže. Zničehonic manželka vytáhne něco z příhrádky mezi předními sedadly, otevře dveře a říká: „Teď bude litovat.“ Slabě se ozvu: „Hele, miláčku, skutečně si myslíš, že je to dob...“, ale ona už je venku a začíná bušit na chlapovo okýnko. Vyskočím z auta akorát včas na to, abych zaslechl, jak má žena jedovatým hlasem pronáší: „Pokud jste schopný udělat něco tak sprostého jinému člověku, pravděpodobně potřebujete tohle.“ Potom do okýnka něco mrští. Do auta se vrací triumfálně, prostě velkolepě.

„Cos to tam hodila?!“

Nic neříká. Naskočí zelená a za námi nikdo nestojí, ale my tam jen sedíme. Gaunerovo auto uvážlivě vyhodí blinkr, pomalu zahne a pouští se vedlejší ulicí do tmy, rychlostí asi 8 kilometrů za hodinu. Pokud nějaké auto kdy vypadalo zahanbeně, tak tohle.

„Miláčku, řekni mi, co jsi tam hodila?“

Dovolí si malý, zlomyslný úsměv.

„Hroznové lízátko.“ Její zuřivá pasivní agresivita mě ohromila. *Ty jsi tak krutý a přišerný, že se ti v dětství muselo přihodit něco skutečně špatného. Třeba to tohle lízátko napraví.* Příště si ten chlap rozmyslí, než si s námi něco začne. Dmul jsem se pýchou a láskou.

A druhý příklad: v polovině 60. let 20. století svrhnul pravicový vojenský převrat indonéskou vládu a začala třicet let trvající Suhartova diktatura, která je známá jako Nový řád. Po převratu následovaly čistky, které po sobě nechaly kolem půl milionu mrtvých komunistů, levičáků, intelektuálů, unionistů a etnických Číňanů.⁸ Hromadné popravy, mučení, celé vesnice, jejichž obyvatelé

byli upáleni ve svých domech. V. S. Naipaul ve své knize *Among the Believers: An Islamic Journey* (Obklopen věřícími: Cesta islámu) popisuje, že když prý v Indonésii přijde do vesnice polovojenská skupina, aby pozabíjela všechny tamní obyvatele, zcela nepatřičně s sebou přivede i tradiční gamelanový orchestr. Naipaul se později setkal s jedním účastníkem masakrů, který se za ně nestyděl, a na tuto zvěst se jej zeptal. Ano, je to pravda. Vodili jsme s sebou gamelanské hudebníky, zpěváky, flétnisty, nosili si gongy, všechno, co k tomu patří. Proč? Proč byste to dělali? Muž vypadal zmateně a odpověděl, co mu připadalo naprosto samozřejmé: „No, aby to bylo krásnější.“

Bambusové flétny, hořící vesnice, lízátková balistika ve jménu mateřské lásky. Pokud chceme pochopit virtuozitu, s níž si my lidé ubližujeme nebo o sebe navzájem pečujeme, pokud chceme porozumět, jak hluboce propletená může být biologická podstata těchto dvou činností, máme před sebou opravdu těžký úkol.

CHOVÁNÍ

Chování je souborem vnějších projevů organismu, které vycházejí z určitého systému. Představte si nějaké chování – může být zavrženihodné, chvályhodné, nebo nejednoznačně oscilovat někde uprostřed. Co se přihodilo v sekundě, která mu předcházela? To je v působnosti nervové soustavy. Co se stalo sekundy až minuty předtím a způsobilo, že nervová soustava příslušné chování vyprodukovala? Tím se dostáváme ke smyslovým podnětům, z nichž mnohé vnímáme podvědomě. Co se odehrálo v předešlých hodinách až dnech a změnilo citlivost nervové soustavy na tyto podněty? Náhlá činnost hormonů. A tak dále, až k evolučním tlakům, jež působily v uplynulých milionech let a uvedly všechno do pohybu.

Máme tedy jasno. Až na to, že když přistupujeme k takto rozsáhlému tématu, které se dále bujně rozrůstá, je svým způsobem povinností nejprve definovat pojmy. Což je nemilá vyhlídka.

Zde jsou některá slova, která mají v této knize ústřední význam: agresivita, násilí, účast, empatie, soucit, soupeření, spolupráce, altruismus, závist, škodolibost, zlomyslnost, odpuštění, smířlivost, pomstychtivost, reciprocita, a (proč ne?) láska. To nás dostává do jistých definičních potíží.

Proč ta potíže? Jak bylo zdůrazněno v úvodu, jednou z příčin je, že ve věci uchopování a deformování smyslu je mnoho těchto termínů předmětem ideologických sporů.^{*1} Slova mají moc a jejich definice jsou častokrát zatíženy značně subjektivními významy. Zde je příklad, jak konkrétně já uvažuji o slovu „soupeření“: a) „soupeření“ – vaše laboratorní skupina závodí s týmem z Cambridge o to, kdo dřív dospěje k objevu (vzrušující, ale trapné si to připustit); b) „soupeření“ – hraní fotbalu s náhodnými lidmi (v pořádku, pokud nejlepší hráč mění strany vždy, když ta jeho příliš vyhrává); c) „soupeření“ – učitel vašeho dítěte

* Nedávno jsem narazil na zarážející ukázkou neortodoxního definování pojmů. Týká se Menachema Begina, který byl v roce 1978 coby premiér Izraele jedním z překvapivých strůjců mírové dohody z Camp Davidu. V polovině čtyřicátých let minulého století stál v čele Irgunu, sionistické polovojskové skupiny, která byla rozhodnuta vytlačit Británii z Palestiny, aby usnadnila vznik Izraele. Peníze na nákup zbraní získával Irgun vydíráním a loupežemi, dva uvězněné britské vojáky oběsil, do jejich těl nastražil výbušniny a postaral se o sérii bombových útoků včetně, bohužel nejproslulejšího, útoku na britské ústředí v jeruzalémském hotelu Krále Davida, kde bylo zabito nejen mnoho britských funkcionářů, ale také desítky Arabů a židovských civilistů. A jak Begin tyto aktivity vysvětloval? „Z historického hlediska jsme nebyli ‚teroristi‘. Přísně vzato jsme byli *anti-teroristi*“ (mé zdůraznění).

vyhlásí cenu za nejlepší obrázek svátečního krocana vzniklý obkreslením prstů (hloupé a možná rozčilující – pokud se to opakuje, možná podejte stížnost řediteli); d) „soupeření“ – čím víra je hodnotnější (tomu se raději vyhnout).

Avšak nejdůležitější příčina zpochybňování definic byla vyzdvížena již v úvodu – pro vědce, kteří se pohybují v rámci různých oborů, znamenají dané pojmy rozdílné věci. Týká se „agresivita“ myšlenek a emocí, nebo má co do činění se svaly? Je „altruismus“ něčím, co lze u různých druhů, včetně bakterií, studovat pomocí matematiky, nebo se bavíme o mravním vývoji dětí? Tyto rozmanité pohledy zahrnují předpoklad, že jednotlivé disciplíny mají odlišné sklony spojovat a rozdělovat – jedni vědci věří, že chování X sestává ze dvou různých subtypů, kdežto druzí se domnívají, že se vyskytuje v sedmnácti esencích.

Pojďme to probrat s ohledem na různé typy „agresivity“.² Vědci, kteří studují chování zvířat, rozeznávají útočnou a obrannou agresi; rozlišují například mezi vetřelcem a obyvatelem teritoria. Biologie, která za těmito dvěma podobami stojí, se liší. Tito vědci rozlišují také mezi konspecifickými projevy agresivity (u jedinců stejného druhu) a obranou před predátorem. Naopak kriminologové rozeznávají impulzivní a plánovanou agresi. Antropology zajímají různé úrovně organizace, jež jsou s agresivitou spojené, a odlišují válčení, klanové msty a vraždu.

Vědní obory navíc rozlišují mezi spontánní agresi a agresi reakční (jež je odpovědí na provokaci), a rovněž mezi agresi emocionální čili horkokrevnou a chladnokrevnou, instrumentální agresi („Chci si postavit hnízdo na tvém místě, tak se zdejchni, nebo ti vyklovu oči. Ale neber si to osobně.“).³ Pak je tu jiná forma onoho „není to nic osobního“ – to když si vyberete někoho jen proto, že je slabý (nebo vy frustrovaný, vystresovaný či sklíčený) a potřebujete přesunout trochu agrese. Podobná agrese vůči třetí osobě je všudypřítomná – vyděste krysu a ona pravděpodobně kousne menšího jedince vedle sebe; pavíání beta samec prohraje zápas s alfa samcem, a tak zažene omega samec;⁴ když roste nezaměstnanost, přibývá domácího násilí. Jak probereme ve čtvrté kapitole, deprimující je, že přesunutá agrese může u pachatele snížit hladinu stresových hormonů; když někomu způsobujete vředy, sami se jim vyhnete. Samozřejmě existuje i děsivý svět agrese, která není ani reakční, ani instrumentální, nýbrž slouží pro potěšení.

Potom tu jsou specializované subtypy agrese – mateřská agrese, která má často specifickou endokrinologii. Existují rozdíly mezi agresivitou a rituálními *pohrůžkami* agresi. Například u mnoha primátů se projevuje nižší míra skutečné

* Pozoruhodnou ukázkou podobného chování jsem pozoroval u pavíání, které jsem studoval ve východní Africe. Sledoval jsem je něco přes třicet let a viděl jsem několik případů toho, co si podle mě zaslouhuje název zdánlivě specifický pro lidi: „znásilnění“. Jde o to, že samec pavíána násilím vaginálně proniká do samice, která není v říji, není sexuálně receptivní, snaží se tomu zabránit a dává najevo veškeré známky utrpení a bolesti, zatímco se to děje. A každý z těchto případů provedl bývalý alfa samec v řádu několika hodin poté, co byl sezen z pozice.

agrese než ritualizovaných výhružek (například obnažování špičáků). Podobně ritualistická je většina agresivních projevů u asijských rybek bojovnic pestrých.*

Definiční uchopení mnohem pozitivnějších termínů není o nic snadnější. Máme tu empatii versus soucit, usmířování versus odpuštění a altruismus versus „patologický altruismus“.⁴ Poslední termín může pro psychology charakterizovat empatickou spoluzávislost, která partnerovi umožňuje užívat drogy. Podle neurovědčů popisuje následek určitého typu poškození frontální kůry – v ekonomických hrách s proměnlivými strategiemi nedokážou jedinci s tímto poškozením přestoupit na méně altruistickou hru, pokud jim druhý hráč opakovaně vráží kudlu do zad, a to i přesto, že taktiku druhého hráče dovedou slovně popsat.

Když dojde na pozitivnější projevy chování, je nejrozšířenější otázka, která v podstatě přesahuje sémantiku: opravdu existuje čistý altruismus? Je vůbec možné oddělit konání dobra od očekávání reciprocity, přízně veřejnosti, sebeúcty či příslibu ráje?

Jak roku 2009 shrnula Larissa MacFarquharová v článku „The Kindest Cut“ (Nejlaskavější řez) v časopisu *New Yorker*, projevuje se to v jisté vzrušující oblasti.⁵ Text se zabývá osobami, jež darují orgány nikoli členům své rodiny nebo blízkým přátelům, ale cizím lidem, což zdánlivě vypadá jako čistý altruismus. Avšak tito samaritáni lidi znervózňují, zasévají v nich semínko nedůvěry a pochybností. Očekává dotyčný člověk, že za ledvinu dostane tajně zapláceno? Touží zoufale po pozornosti? Vstoupí do příjemcova života a zinscenuje *Osudovou přitažlivost*? O co mu jde?

Článek naznačuje, že tyto hluboké projevy dobroty jsou kvůli své odměřené, neemocionální povaze znepokojivé.

To objasňuje důležitou nit, která se vine celou mou knihou. Jak zaznělo, rozlišujeme horkokrevné a chladnokrevné násilí. Tomu prvnímu rozumíme lépe, dokážeme v něm vidět polehčující okolnosti – představte si truchlícího, rozběsněného muže, který zabije vraha svého dítěte. Bezcitné násilí se naopak jeví jako děsivé a nepochopitelné; dopouští se ho sociopatický nájemný vrah, nějaký

* V současnosti existuje báječná lidská verze rituální agrese, konkrétně rituál *haka*, který předvádějí novozélandské ragbyové týmy. Těsně před začátkem hry se Novozélandané seřadí uprostřed hřiště a předvedou tento neo-maorský válečný tanec, plný rytmického dupání, výhružných gest, hrdelních výkřiků a teatrálně hrozivých výrazů obličeje. Z dálky na YouTube je skvělé to sledovat (ještě lepší je sledovat na YouTube klip, v němž Robin Williams předvádí tanec *haka* v pořadu Charlieho Rose na PBS), kdežto zblízka se obvykle zdá, že druhý tým se hrozně vyleká. Avšak některá nepřátelská mužstva se vytasí s rituální odpovědí, která jako by vypadla z manuálu pro paviány – přiblíží se k obličeji těch, kdo tanec *haka* předvádějí, a snaží se je donutit uhnout pohledem. Jiné týmy přicházejí s rituálními odpověďmi, jež jsou specifické výhradně pro lidi – tanečníky *haka* ignorují a lhostejně se rozcvičují; vezmou své chytré telefony a představení si natáčejí, čímž jej ponižují na něco, co působí dojmem vágního turistického lákadla; na konci vlašně a s velkou přezíravostí zatleskají. Jedna reakce se ponejprv jeví jako unikátně lidská, ale po určitém přetlumočení by byla srozumitelná i ostatním primátům – sportovní zpravodaj australského mužstva vytiskl fotografii úhlavních nepřátel z Nového Zélandu, na níž každý hráč mával dámskou kabelkou přidanou ve Photoshopu.

Hannibal Lecter, který zabíjí, aniž by se mu sebeméně zvedl tep.^{*6} To je důvod, proč je *chladnokrevné* zabití zatracující charakteristikou.

Podobně očekáváme, že naše nejlepší, nejvíce prosociální činy budou srdečné, prodchnuté pozitivními myšlenkami. Chladnokrevné dobro vypadá jako oxymóron, je znepokojivé. Jednou jsem byl na konferenci neurovědčů a slavných meditátorů z řad buddhistických mnichů - ti první zkoumali, co dělá mozek těch druhých při meditaci. Jeden vědec se zeptal jednoho z mnichů, jestli někdy přerušuje meditaci proto, že by ho z neustálého křížení nohou bolela kolena. Mnich odpověděl: „Někdy skončím dříve, než jsem plánoval, ale ne kvůli bolesti, to není něco, čeho bych si všimal. Jde o laskavost vůči mým kolenu.“ „Páni,“ pomyslel jsem si, „tihle chlapíci jsou jak z jiné planety.“ Skvělé, obdivuhodné, nicméně jiné planety. Zločiny z vášně a dobré skutky z vášně nám dávají mnohem větší smysl (nezaujatá laskavost přesto nabízí řadu výhod, jak snad ještě uvidíme).

Horkokrevná špatnost, srdečná dobrot a znepokojivá rozporuplnost jejich chladnokrevných období dáva vzpomenout na zásadní názor, vyjádřený v citátu nositele Nobelovy ceny míru Elieho Wiesela, který přežil pobyt v koncentračním táboře: „Opakem lásky není nenávisť, ale lhostejnost.“ Jak uvidíme, biologie hluboké lásky a hluboké nenávisti je v mnoha ohledech podobná.

Což nám připomíná, že k agresi odpor nemáme; špatný druh agrese nesnášíme, ale ve správném kontextu ji milujeme. A naopak, v nesprávných souvislostech jsou nejchvályhodnější projevy chování cokoli, jen ne chvályhodné. Motorické rysy našeho chování jsou méně důležité a snadnější na pochopení než smysl, který se za pohybem našich svalů skrývá.

To se ukázalo v jedné důmyslné studii.⁷ V zařízení pro zobrazování mozku vstoupily pokusné osoby do virtuální místnosti, kde potkaly buď zraněné osoby, které potřebovaly pomoc, nebo hroživé mimozemšťany. Jedinci mohli buď zavazovat rány, nebo střílet. Stisknutí spouště a zavazování ob vazů jsou různé typy chování. Jsou si však podobné v tom směru, že ob vazování zraněné osoby i zastřelení vetřelce jsou „správné“ věci. A zvažování těchto dvou verzí správné věci aktivovalo tytéž okruhy v nejdůvtipnější části mozku: prefrontální kůře.

* Fascinujícím a bizarním příkladem je Münchhausenův syndrom v zastoupení, při němž žena (v naprosté většině případů jde o ženskou poruchu) vyvolává u svého dítěte onemocnění kvůli patologické touze po pozornosti, péči a činnosti zdravotního systému. Není to, jako když někdo nepravdivě řekne dětskému lékaři, že jeho dítě mělo minulou noc horečku. Jde o to dávat dětem dávidla, aby zvracely, podávat jim jedy, dusit je, aby se objevily příznaky hypoxie - často s fatálními následky. Jedním z rysů poruchy je neuvěřitelný nedostatek emocí u matky. Člověk by v souvislosti s těmito činy očekával nádech zuřivého šílenství. Místo toho tu je chladný odstup - pacientky by zrovna tak mohly lhát veterináři o své údajně nemocné zlaté rybce nebo zákaznickému servisu v Sears o údajně rozbitém toustovači, pokud by z toho měly stejný psychologický prospěch. Rozsáhlejší přehled o Münchhausenově syndromu v zastoupení viz R. Sapolsky, „Nursery Crimes,“ v knize *Monkeyluv and Other Essays on our Lives as Animals* (New York: Simon and Schuster - Scribner, 2005).

CHOVÁNÍ

Klíčové termíny, o něž se tato kniha opírá, se tak kvůli silné závislosti na kontextu definují nejobtížněji. Budu je proto klasifikovat způsobem, který tuto skutečnost odrazí. Nebudu následující projevy chování podávat jako prosociální, nebo antisociální - to je pro mou výkladově založenou povahu příliš chladnokrevné. Nebudou označovány ani za „dobré“ a „zlé“ - to je moc horkokrevné a frivolní. Místo toho, jelikož se naše praktické zkratky pojmů opravdu vzpírají stručnosti, pojednává tato kniha o biologii našich nejlepších a nejhorších projevů chování.

SEKUNDU PŘEDTÍM

Nejrůznější svaly se pohnuly a výsledkem bylo chování. Třeba jím byl dobrý skutek: soucitně jste se dotkli paže trpícího člověka. Možná šlo o čin odpudivý: mířili jste na nevinnou osobu a zmáčkli spoušť. Nebo jste i tak udělali dobrý skutek: stiskli jste kohoutek a vystřelili, abyste zachránili ostatní. Anebo jste spáchali hnusný čin: dotkli jste se něčí paže a spustili řetězec libidózních událostí, jimiž ublížíte milované osobě. Jedná se o skutky, které, jak bylo zdůrazněno, lze vymežit pouze na základě kontextu.

Položme si tudíž otázku, již bude začínat tato a dalších osm kapitol: Proč k danému chování došlo?

Výchozím bodem této knihy je uvědomit si, že různé obory poskytují různé odpovědi – kvůli jistému hormonu, kvůli evoluci, zážitkům z dětství, genům či kultuře – a tyto odpovědi jsou podle ústřední premisy tohoto textu zcela provázané a žádná z nich není nezávislá na ostatních. Na té úplně nejbližší úrovni se ale v této kapitole ptáme: co se stalo sekundu předtím a způsobilo, že dané chování nastalo? Dostáváme se tak do říše neurobiologie, k pochopení mozku, který dotyčným svalům vydal příkaz.

Tato kapitola je jedním z pilířů celé knihy. Mozek je finální společnou dráhou, prostředníkem, který zprostředkovává vlivy všech vzdálenějších činitelů, jež budou odkryty v kapitolách následujících. Co se stalo před hodinou, desetiletím, miliony let? Objevily se faktory, které ovlivnily mozek, a tím i chování, jež poté vyprodukoval.

S touto kapitolou se pojí dvě velké výzvy. Zaprvé její značná délka. Omlouvám se, snažil jsem se být stručný a nezacházet do přílišných podrobností, ale jde o zásadní látku, kterou je nezbytné probrat. Zadruhé: bez ohledu na to, jak moc jsem usiloval o to, vyhnout se technickým detailům, může být následující obsah poněkud únavný, pokud nemáte alespoň nějaké základy v neurovědě. Pomůže, když si nejprve přečtete první dodatek.

A nyní se ptáme: jaké rozhodující věci se udály pouhé sekundy před tím, než došlo k onomu pro- nebo antisociálnímu chování? Přeloženo do jazyka neurobiologie: co se během oné sekundy stalo s akčními potenciály, neurotransmitery a nervovými okruhy v konkrétních oblastech mozku?

TŘI METAFORICKÉ (NIKOLI VŠAK DOSLOVNÉ) VRSTVY

Nejprve se budeme zabývat makroskopickým uspořádáním mozku a využijeme model, který v 60. letech minulého století předložil neurovědec Paul MacLean.¹ Jeho model „trojjediného mozku“ vytváří obraz se třemi funkčními sférami:

První vrstva: V základu leží starobylá část mozku, jež se vyskytuje u všech živočichů, od gekona po člověka. Tato vrstva zajišťuje automatické, regulační funkce. Pokud se sníží tělesná teplota, tato část mozku to pocítí a rozkáže svalům, aby se roztráslly. Postřehne rovněž, že hladina cukru v krvi prudce klesla, a vyvolá pocit hladu. Pokud utrpíte nějaké zranění, aktivuje se jiný obvod a spustí stresovou reakci.

Druhá vrstva: Evolučně mladší oblast, která se rozvinula u savců. Podle MacLeana je tato vrstva zodpovědná za emoce, jež jsou do jisté míry vynálezem savců. Pokud vidíte něco hrůzyplného a děsivého, vyšle tato vrstva pokyn starodávné první vrstvě a vy se v důsledku emocionálního pohnutí roztrésate. Jestliže pocítujete neopětovanou lásku, zdejší oblasti přimějí první vrstvu, aby vyvolala touhu po jídle, které poskytne útěchu. Jste-li hlodavec a ucítíte kočku, příslušné neurony způsobí, že první vrstva nastartuje stresovou reakci.

Třetí vrstva: Tato nedávno vyvinutá vrstva, mozková kůra, je usazená ve svrchní části mozku. Primáti jí přenechali proporcčně větší díl mozku než jiné druhy. Funkcemi této vrstvy jsou kognice, ukládání vzpomínek, zpracovávání smyslových vjemů, abstrakce, filozofie, rozjímání o zbytečnostech. Když si v knize čtete strašidelnou pasáž, zašle třetí vrstva informaci té druhé, že máte být vyděšení. To přiměje první vrstvu, aby začala s třesem. Sledujete reklamu na sušenky Oreo a zatoužíte po nich – třetí vrstva ovlivní druhou a první vrstvu. Zamyslíte se nad skutečností, že vaši nejbližší nebudou žít věčně, nad dětmi v uprchlických táborech nebo nad tím, jak ti pitomci zničili v *Avatarovi* domovský strom Na'viů, a třetí vrstva do té představy zavleče druhou a první, načež se vás zmocní smutek a nastane shodný typ stresové reakce, jako kdybyste prchali před lvem (i když dobře víte, že žádní Na'viové neexistují).

Náš mozek se tedy dělí do tří funkčních škatulek, což zahrnuje obvyklé výhody a nevýhody, které s sebou dělení kontinua do kategorií nese. Největší nevýhodou je, že je to poněkud zjednodušující. Například:

- a) Anatomicky se tyto tři vrstvy výrazně překrývají (o jedné části mozkové kůry může být kupříkladu nejlepší uvažovat jako o součásti druhé vrstvy; k tomu se ještě vrátíme).
- b) Proud informací a pokynů nesměřuje jen shora dolů, ze třetí vrstvy do druhé a z ní do první. V patnácté kapitole prozkoumáme jeden neobvyklý a významný

SEKUNDU PŘEDTÍM

příklad: když člověk drží v ruce chladný nápoj (teplota se zpracovává v první vrstvě), je pravděpodobnější, že někomu, s kým se setkal, přisoudí chladnou povahu (třetí vrstva).

- c) Nevědomé aspekty chování (příliš zjednodušeně jde o kompetence první vrstvy), emoce (druhé) a myšlení (třetí) jsou od sebe neoddělitelné.
- d) Trojjediný model člověka svádí k mylné myšlence, že evoluce v podstatě každou novou vrstvu přilepila na tu starou, aniž by se ta předchozí jakkoli změnila.

Navzdory uvedeným slabinám, které zdůraznil sám MacLean, nám tento model poslouží jako dobrá metafora k utřídění tématu.

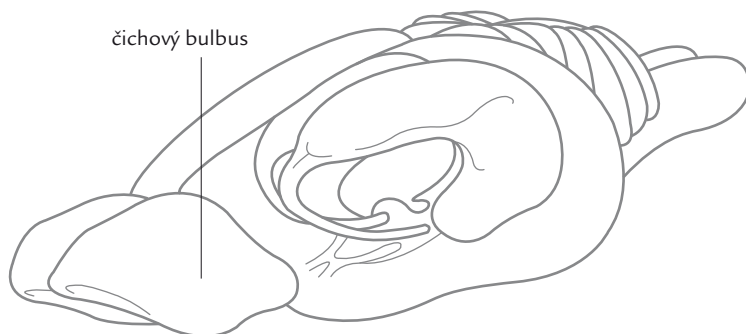
LIMBICKÝ SYSTÉM

Abychom porozuměli nejlepší i nejhorší projevům našeho chování, musíme uvažovat o automaticnosti, emocích i kognici. Zcela nahodile začneme s druhou vrstvou a jejím vlivem na emoce.

Neurovědci z počátku 20. století se domnívali, že je zřejmé, co dělá druhá vrstva. Vezměme standardní laboratorní zvíře, tedy potkana, a prozkoumejme jeho mozek. Hned vepředu objevíme dva obrovské laloky, „čichové bulby“ (pro každou nozdru jeden), což je primární receptivní oblast pro pachy.

Neurovědci se v té době ptali, s jakými částmi mozku tyto ohromné čichové bulby hlodavců komunikují (tedy kam posílají své axonální projekce neboli výběžky). Které oblasti mozku byly od přijímaných čichových informací vzdáleny jen o jednu synapsi, které o dvě, o tři, a tak dále?

První zprávy dostávají právě struktury druhé vrstvy. Aha, usoudili všichni, tato část mozku musí zpracovávat pachy. Byla proto pojmenována rhinencefalon – čichový mozek.



Neurovědci jako mladý MacLean, James Papez, Paul Bucy a Heinrich Klüver mezitím začali ve třicátých a čtyřicátých letech odhalovat, co struktury spjaté s druhou vrstvou dělají. Jestliže například poškodíte (tedy zničíte) struktury druhé vrstvy, zapříčiní to „Klüverův-Bucyho syndrom“, jenž se vyznačuje abnormalitami ve společenském chování, obzvláště pokud jde o agresivitu a sexuální chování. Vědci došli k názoru, že dané struktury, jež brzy z nejasných důvodů získaly označení „limbický systém“, mají co do činění s emocemi.

Rhinencefalon, nebo limbický systém? Čich, nebo emoce? Argumentační války pokračovaly, dokud někdo neupozornil na zjevnou skutečnost – pro potkana jsou emoce a čich takřka synonymem, jelikož téměř všechny podněty, které přicházejí z prostředí a vyvolávají u hlodavců emoce, jsou čichové. V současnosti panuje klid. Co se týče získávání emočních zpráv o světě, je u hlodavců limbický systém odkázán převážně na data vstupující prostřednictvím čichu. Limbický systém primátů je oproti tomu informován spíše prostřednictvím zrakových vstupů.

V současnosti se limbický systém považuje za centrum emocí pohánějících naše nejlepší a nejhorší chování. Rozsáhlý výzkum odhalil funkce struktur, které do této soustavy náleží (například amygdala, hipokampus, septum, habenula a mamilární tělíska).

V mozku ve skutečnosti nejsou „centra“ pro konkrétní chování, a pro limbický systém a emoce to platí dvojnásob. Jistě, je tu pod-podoblast motorické kůry, která je do jisté míry „centrem“, jež zodpovídá za ohnutí vašeho levého malíčku. Jiné oblasti mají zase „centrálnější“ roli v regulaci dýchání či tělesné teploty. Určitě zde však nenajdeme centra pro pocit naštvanosti či sexuální lačnosti, pro pocítování hořkosladké nostalgie, hřejivé starostlivosti smíchané s opovržením nebo pro tu věc, kterou nazýváme zamilovaností. Není potom nijak překvapivé, že jsou obvody propojující různé struktury limbického systému nesmírně složité.

AUTONOMNÍ NERVOVÁ SOUSTAVA A STAROBYLÉ JÁDROVÉ OBLASTI MOZKU

Oblasti limbického systému vytvářejí spletité okruhy excitace a inhibice. Je snadnější tomu porozumět, když pochopíme hluboce zakořeněnou potřebu každé struktury limbického systému ovlivnit činnost hypotalamu.

Proč? Kvůli jeho důležitosti. Hypotalamus, který je součástí limbického systému, představuje styčnou plochu mezi první a druhou vrstvou, mezi stěžejními regulačními a emočními částmi mozku.

V souladu s tím dostává hypotalamus od struktur, jež patří do limbické druhé vrstvy, masivní vstupní data. Avšak do oblastí první vrstvy, tedy evolučně starodávného středního mozku a mozkového kmene, které regulují automatické reakce v celém těle, vysílá nepoměrně nižší množství projekcí.

U plazů je takové automatické řízení přímočaré. Pokud jejich svaly tvrdě pracují, pocítí to neurony napříč celým tělem a pošlou páteří signál do oblastí první vrstvy, což má za následek signály, které se páteří vrátí zpátky a zrychlí tep nebo zvýší krevní tlak. Výsledkem je více kyslíku a glukózy ve svalech. Když plazi přijímají potravu a žaludeční stěny se napínají, neurony to zaregistrují a zprávu předají dál. Zakrátko se cévy ve střevě rozšíří, čímž se zvýší průtok krve a usnadní trávení. Je jim příliš horko? Krev se přesměruje k povrchu těla a teplo se rozptýlí.

To všechno je automatické či „autonomní“. Proto se oblasti středního mozku a mozkového kmene – spolu s projekcemi, které posílají páteří do těla – souhrnně označují jako „autonomní nervová soustava“.*

A jak přichází ke slovu hypotalamus? Hypotalamus je nástroj, díky němuž limbický systém ovlivňuje autonomní činnost, zatímco druhá vrstva komunikuje s tou první. Když bude váš močový měchýř i s jeho svalnatými stěnami celý nafouklý, obvody středního mozku/mozkového kmene navrhnou, abyste se vymočili. Pokud budete vystaveni něčemu dostatečně děsivému, struktury limbického systému přesvědčí s pomocí hypotalamu střední mozek a mozkový kmen, aby udělaly totéž. Tímto způsobem mění emoce tělesné funkce – respektive se tím vysvětluje, proč limbické dráhy nakonec vedou do hypotalamu.†

Autonomní nervová soustava má dvě části – sympatický a parasympatický nervový systém, které mají velmi odlišné funkce.

Sympatický nervový systém (SNS) zprostředkovává tělesnou odpověď na situace budící vzrušení – vyvolává například slavnou stresovou reakci „bojuj, nebo uteč“. Abychom použili otřepaný vtip, který se říká studentům prvního ročníku medicíny: SNS má na starosti „čtyři F – fear, fight, flight, sex (strach, soupeření, schovávání a páření)“. Konkrétní jádra středního mozku/mozkového kmene vysílají dlouhé SNS projekce páteří a do předsunutých základů po celém těle, v nichž uvolní axonální zakončení neurotransmiter norepinefrin. Existuje jedna výjimka, díky níž je SNS o něco známější. V nadledvinkách se místo norepinefrinu (neboli noradrenalinu) uvolňuje epinefrin (jinak také proslulý adrenalin).‡

* Často se označuje též jako „vegetativní nervová soustava“, aby se odlišila od „somatické nervové soustavy“. Druhá jmenovaná se týká vědomých, dobrovolných pohybů a zahrnuje neurony „motorických“ oblastí mozku a jejich projekce směřující míchou do kosterních svalů.

† Jen jako varování před komplikacemi, na něž ještě dojde – hypotalamus se skládá z mnoha různých jader, z nichž každé dostává jedinečný soubor limbických vstupů. Stejně množství specifických výstupů posílá do různých oblastí středního mozku a mozkového kmene. A přestože každé z jader plní v hypotalamu odlišný soubor funkcí, všechna spadají pod všeobecné instrukce autonomní regulace.

‡ Tohle je pohřbené v poznámce pod čarou, abychom věci už dál zbytečně nekomplikovali. Ve skutečnosti se mezi dlouhými míšními projekčními neurony, které patří do SNS, a SNS neurony, jež dosahují k cílovým buňkám, nachází další synapse. Norepinefrin totiž uvolňuje až druhý neuron v dráze, která sestává ze dvou kroků. První neuron v každé dráze uvolňuje acetylcholin.

Parasympatický nervový systém (PNS) se naopak vynořuje z odlišného jádra středního mozku/mozkového kmene, které vysílá projekce páteří do těla. Na rozdíl od SNS a čtyř S, souvisí PNS s klidnými, vegetativními stavy. SNS zrychluje činnost srdce, PNS ji zpomaluje. PNS podporuje trávení, SNS jej tlumí (což dává smysl – pokud běžíte jako o život, protože se nechcete stát něčí večeří, neplýtváte energií na strávení snídaně).* A jak uvidíme ve čtrnácté kapitole, pokud spatříte někoho v bolestech a aktivuje se vaše SNS, pravděpodobně se více soustředíte na své vlastní ohrožení než na pomáhání dotyčnému. Aktivuje-li se PNS, bude situace opačná. Uvážíme-li, že SNS a PNS vykonávají protichůdné věci, je jasné, že PNS bude ze svých axonálních zakončení uvolňovat jiný neurotransmitter – acetylcholin.†

Existuje druhý, stejně důležitý způsob, jak emoce ovlivňují tělo. Konkrétně jde o to, že hypotalamus řídí i vylučování četných hormonů; tím se zabývá čtvrtá kapitola.

Limbický systém tedy nepřímou reguluje autonomní funkce a vylučování hormonů. Co to má společného s chováním? Hodně – hormonální rozpoložení těla a autonomního nervového systému totiž zpětnovazebně působí na mozek a ovlivňuje chování (obvykle neuvědoměle). Blíže se k tomu vrátíme ve třetí a čtvrté kapitole.‡

ROZHRANÍ MEZI LIMBICKÝM SYSTÉMEM A MOZKOVOU KŮROU

Je načase přidat mozkovou kůru. Už jsme zmínili, že se nachází na povrchu mozku (latinský název *cortex* pochází ze slova *cortic*, které označuje „stromovou kůru“) a je jeho nejnovější částí.

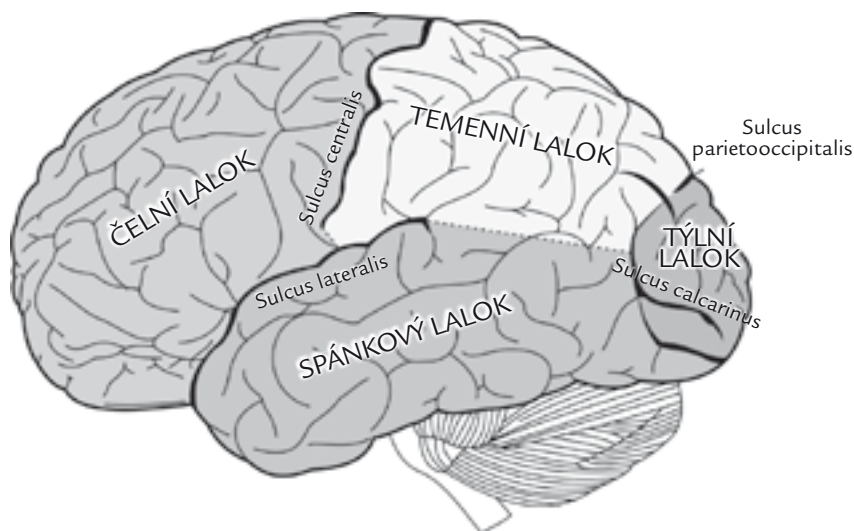
Mozková kůra (dále jen kůra) je blyštivým, logickým, analytickým koronovačným klenotem třetí vrstvy. Většina vizuálních informací přichází právě sem, a právě zde jsou dekodovány. Je to místo, kde dostávají svaly příkaz k pohybu, kde dochází k porozumění i tvorbě řeči, kde jsou uloženy myšlenky, kde sídlí prostorová představivost a matematické schopnosti, kde vznikají exekutivní rozhodnutí. Vznáší se nad limbickým systémem a přinejmenším od Descarta je oporou filozofům, kteří vyzdvihovali dichotomii mezi emocemi a myšlením.

* Zde je jeden krásný příklad: Předpokládejte, že jste vystresovaní, ale ne proto, že byste prchali před lvem, ale poněvadž máte pronést řeč. Vyschnou vám ústa, což je první příznak toho, že vaše SNS zastavila trávení, dokud na ně nenastane příznivější čas.

† Stejně jako SNS se i PNS dostává z mozku k cílovým orgánům dvěma kroky. Komplikací je, že větve SNS a PNS nepracují vždy v naprosté opozici. V některých případech fungují kooperativnějším, sekvencnějším způsobem. Například erekce a ejakulace vyžadují koordinaci mezi SNS a PNS, která je natolik složitá, až je zázrak, že byl vůbec kdokoli z nás počat.

‡ Jinými slovy, druhá a třetí vrstva dokážou ovlivnit autonomní funkce první vrstvy, která upravuje události v celém těle, což následovně ovlivňuje všechny části mozku. Jako na smyčce.

Mozková kůra



To všechno je samozřejmě špatně, jak ukázal případ s teplotou hrnečku (něčím, co se zpracovává v hypothalamu), která změnila odhad vřelosti něčí osobnosti. Emoce filtrují povahu a přesnost toho, co si ukládáme do paměti. Poškodí-li určitou korovou oblast mrtvice, zaniká schopnost mluvit, ale někteří pacienti změni prostřednictvím emočních limbických objížděk mozkovou oblast zodpovědnou za řeč – co chtějí říct, zazpívají. Kůra a limbický systém nejsou oddělené, jelikož mezi oběma prostupuje mnoho axonálních projekcí. Zásadní je, že tyto projekce jsou dvousměrné – limbický systém s kůrou spíš komunikuje, než aby jí byl ovládan. Falešná dichotomie mezi myšlením a cítěním je představena v klasické knize *Descartesův omyl*, kterou napsal neurolog z Jihokaliifornské univerzity Antonio Damasio. Jeho práci probereme později.²

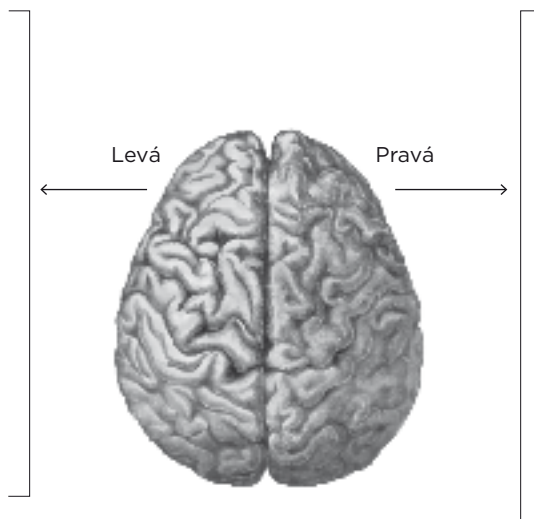
Zatímco hypothalamus přebývá na rozhraní první a druhé vrstvy, neuvěřitelně zajímavá frontální kůra představuje styčnou plochu mezi druhou a třetí vrstvou.

Zásadní vhled do frontální kůry poskytl v 60. letech 20. století velikán neurovědy Walle Nauta z MIT.³ Nauta zkoumal, které mozkové oblasti vysí-

* Nauta nebyl pouze mimořádným vědcem, ale rovněž ztělesněním morální zásadovosti a věhlasným učitelem, který udělal z neuroanatomie, již vyučoval ve večerních tříhodinových přednáškách, nehoráznou zábavu. Když jsem studoval na vysoké škole, prováděl jsem výzkum v laboratoři sousedící s tou jeho. Choval jsem k němu takovou úctu, že jsem využil každé záminky, abych šel na toaletu, kdykoli jsem viděl, že tím směrem míří i on – jen abych ho mohl neformálně pozdravit. (Má úcta později ještě vzrostla, když jsem zjistil, že se svou rodinou skrýval v Nizozemsku za druhé světové války Židy před nacisty a že jméno jeho rodiny je uvedeno v Muzeu holokaustu ve Washingtonu, D.C.)

Lateralizace mozku

- Analytické myšlení
- Vnímání detailů
- Uspořádané řazení
- Verbální
- Opatrnost
- Plánování
- Matematika/ věda
- Logika
- Pravá strana zorného pole
- Pohyby pravé poloviny těla



- Intuitivní myšlení
- Holistické vnímání
- Náhodné řazení
- Nonverbální
- Sklon k riziku/ dobrodružnost
- Impulzivnost
- Tvůrčí psaní / umění
- Představivost
- Levá strana zorného pole
- Pohyby levé poloviny těla

lají axony do frontální kůry a které oblasti z ní axony dostávají. Skutečnost, že frontální kůra (frontální kortex) byla obousměrně propojena s limbickým systémem, jej dovedla k návrhu, že frontální kůra je jakoby součástí limbického systému. Každý ho přirozeně považoval za pomatence. Frontální kůra se v evoluci vyvinula jako nejnovější část značně intelektuální mozkové kůry - frontální kůra by se do brlohu limbického systému vůbec kdy vydávala jenom proto, aby tamním uličníkům udělala přednášku o poctivé práci a křesťanské sebekázni.

Nauta měl samozřejmě pravdu. Za různých okolností se frontální kůra a limbický systém vzájemně stimulují či potlačují, spolupracují a koordinují nebo hašteří, a každý z nich pracuje na něčem jiném. Kůra je skutečně čestným členem limbického systému. A interakce mezi frontální kůrou a ostatními strukturami limbického systému tvoří jádro velké části této knihy.

Ještě dva detaily. Zaprvé, kůra nemá hladký povrch, ale je poskládána do záhybů. Záhyby vytvářejí superstrukturu čtyř oddělených laloků: spánkového (temporálního), temenního (parietálního), týlního (okcipitálního) a čelního (frontálního), z nichž každý plní odlišné funkce.*

* Česká literatura je v popisování částí mozku poměrně nejednotná a pro stejnou oblast často nalezneme hned několik počestěných synonymních výrazů. Například pro gyrus frontalis inferior najdeme označení spodní frontální závit, dolní čelní závit, inferiorní frontální závit, a dokonce i dolní frontální gyrus. Stejně tak můžeme mluvit o zrakové kůře, zrakovém kortexu, vizuálním kortexu a snad i vizuální kůře a mít pořád na mysli stejnou oblast mozkové kůry, která je zodpovědná za zpracovávání informací nabytých zrakově. V textu

Zadruhé, mozek má evidentně pravou a levou stranu („hemisféru“), které jsou zhruba svými zrcadlovými obrazy.

S výjimkou relativně nečetných středových struktur jsou tudíž mozkové oblasti párové (pravá a levá amygdala, hipokampus, spánkový lalok atd.). Funkce jsou často lateralizované, takže například pravý a levý hipokampus plní odlišné, avšak podobné úlohy. Největší lateralizace se objevuje v kůře: levá hemisféra je analytická, pravá se více podílí na intuici a kreativitu. Tyto kontrasty upoutaly představivost veřejnosti, přičemž mnozí korovou lateralizaci zveličili do absurdních rozměrů, kde se „levomozkovitost“ pojí s úzkostlivým počítáním fazolí a „pravomozkovitost“ souvisí s kreslením mandal či zpíváním s velrybami. Ve skutečnosti jsou funkční rozdíly mezi hemisférami zpravidla jemnější a v této knize lateralizaci povětšinou v úvahu nebereme.

Nyní jsme připraveni prozkoumat mozkové oblasti, které jsou pro tuto knihu nejdůležitější. Především jde o amygdalu, frontální kůru a mezolimbický/mezokortikální dopaminový systém (diskuse o dalších menších hráčích bude zahrnuta pod záhlaví těchto tří). Začneme s tou, která je pro naše nejhorší chování pravděpodobně jednou z nejdůležitějších.

AMYGDALA

Amygdala* je archetypální limbická struktura usazená pod kůrou ve spánkovém laloku. Je ústředním zprostředkovatelem agrese a s ní i dalších projevů chování, které o agresivitě mnohé prozrazují.

PRVNÍ POHLED NA AMYGDALU A AGRESIVITU

Důkazy o roli amygdaly[†] v agresivitě jsou hojné a zakládají se na výzkumných přístupech, s nimiž se důvěrně seznámíme.

Tím prvním je korelativní „snímání“. Vsuňte do amygdal různých živočišných druhů snímací elektrody a pozorujte, kdy v tamních neuronech vznikají akční potenciály. Dochází k tomu ve chvílích, kdy je zvíře agresivní.[‡] V rámci souvise-

se budeme pro přehlednost držet jednoho stylu, pouze tu a tam pro zpestření prohodíme kůra a kortex, frontální a čelní apod. (pozn. překl.).

* Slovo pochází z řeckého *ἀμυγδαλή* (díky, Wikipedie), což znamená „mandle“, kterou amygdala velmi vzdáleně připomíná. Zajímavé je, že to slovo znamená rovněž „krční madle“, což muselo vést k různým soudním sporům o lékařských pochybeních, když staří Řekové vyjímali mandle.

† Amygdala je jednou z „bilaterálních“ struktur, což znamená, že jsou dvě – každá v jedné hemisféře – a jedna je zrcadlovým obrazem té druhé.

‡ Poznámka ke specifitě. Abyste se ujistili, že amygdala skutečně souvisí primárně s agresivitou, musíte taktéž demonstrovat, že se aktivuje víc než *ostatní* mozkové oblasti a není tolik aktivní během změní *jiných* typů chování.

jícího přístupu jde o to určit, které oblasti mozku spotřebovávají během agrese více kyslíku a glukózy nebo syntetizují určité proteiny, jež s aktivitou souvisejí - na první příčce se nachází amygdala.

Když se posuneme za obvyčejné snímání a amygdalu u zvířete poškodíme, míra agresivity klesne. Pokud amygdalu dočasně umlčíme tak, že do ní vstříkneme novokain, bude to mít na přechodnou dobu tentýž výsledek. Naopak implantujeme-li elektrody stimulující zdejší neurony nebo rozptýlíme-li excitační neurotransmitery (viz dále), spustí to agresi.⁴

Ukažte lidským pokusným subjektům obrázky, které vzbuzují hněv, a amygdala se aktivuje (jak ukázalo neurozobrazování). Zapichování elektrod do amygdaly a její dráždění (což se dělá před některými typy neurochirurgických zákroků) vyvolává vztek.

Nejpřesvědčivější data se týkají vzácného počtu lidí, kteří mají poškozenou amygdalu, ať už kvůli jistému typu encefalitidy, vrozené poruše jménem Urbachův-Wietheho syndrom, nebo chirurgickému zničení, které má umožnit zvládnání těžkých záchvatů, jejichž původ lze k amygdale vysledovat a jež jsou odolné vůči lékům.⁵ Takoví jedinci mají sníženou schopnost rozpoznat rozzlobené výrazy obličejů (jiné emoční stavy však poznají bez potíží - viz dále).

Co udělá poškození amygdaly s agresivním chováním? To se zkoumalo na lidech, kteří prodělali amygdalotomii, tentokrát však nikoli kvůli kontrole záchvatů, ale za účelem regulace agresivity. Podobné psychochirurgické zákroky vyprovokovaly v 70. letech 20. století žhavé polemiky. A tím nemám na mysli, že se vědci na konferenci navzájem nepozdravili. Myslím zatraceně velké veřejné pozdvižení.

Celá věc nastolila bioetické otázky. Co lze pokládat za patologickou agresivitu? Kdo o tom rozhodne? Jaké další zákroky byly bez úspěchu vyzkoušeny? Budeme některé typy hyperagresivních jedinců posílat na operaci s větší pravděpodobností než jiné? Jaká byla podstata léčby?⁶

Mnohé z těchto příkladů se týkaly vzácných případů epileptiků, u kterých se počátek záchvatu pojil s nekontrolovatelnou agresivitou a u nichž bylo cílem toto chování zkrotit (příslušné články nesou názvy jako třeba „Klinické a psychologické dopady stereotaxické amygdalotomie na nezvladatelnou agresivitu“). Zmíněné pozdvižení souviselo s nedobrovolným vyřezáváním amygdaly u lidí, kteří epilepsií netrpěli, ale v minulosti se ve významné míře chovali agresivně. No, přistupovat k tomu takhle by mohlo být nesmírně užitečné. Nebo orwellovské. Je to dlouhý, ponurý příběh a já si ho schovám na jindy.

Snížila destrukce lidské amygdaly agresivitu? Zcela jasně ano, jestliže se jednalo o násilí reflexivní, o počáteční vzplanutí předcházející záchvatu. Pokud se však operace dělala jen za účelem kontroly chování, odpověď zní: možná. Je to neprůkazné, a sice kvůli heterogenitě pacientů, různým chirurgickým postupům, absenci moderních neurozobrazovacích metod, podle nichž by se přesně

určilo, jaká část amygdaly byla u toho kterého jedince zničena, a nepřesností v behaviorálních datech (publikace udávaly míru „úspěchu“ od 33 do 100 procent). Procedura se téměř přestala praktikovat.

Spojnice mezi amygdalou a agresivitou se objevuje ve dvou neblaze proslulých případech násilí. První se týká Ulrike Meinhofové, která v roce 1968 založila Frakci Rudé armády (jinak také Skupina Baader–Meinchofová), teroristickou skupinu zodpovědnou za bombové útoky a bankovní loupeže v Západním Německu. Než se Meinhofová zradikalizovala, žila obyčejným životem novinářky. Během procesu, v němž byla roku 1976 souzena za několik vražd, byla ve své cele nalezena oběšená (stále není jasné, zda šlo o sebevraždu, nebo vraždu). V roce 1962 musel být Meinhofové vyoperován nezhoubný mozkový nádor. Pitva provedená roku 1976 ukázala, že pozůstatky nádoru a chirurgické zjizvení tkáně zasahovaly do amygdaly.⁷

Druhý případ se týká ostřelovače Charlese Whitmana, který v roce 1966 zabil svou ženu a matku, a pak zahájil střelbu z vrcholku věže Texaské univerzity v Austinu, přičemž 16 lidí zabil a dalších 32 zranil. Jednalo se o jeden z prvních školních masakrů. Ve skautu sbíral Whitman doslova jeden odznak za druhým a v dětství zpíval v kostelním sboru. Byl šťastně ženatý, studoval strojírenství a IQ měl vyšší než 99 procent populace. V předchozích letech navštěvoval lékaře, jimž si stěžoval na silné bolesti hlavy a nutkání k násilí (například k touze střít lidi z univerzitní věže). Vedle těl své manželky a matky nechal vzkazy, v nichž vyjádřil lásku a rozpaky nad svými činy: „Nedokážu rozumě [sic!] určit žádný konkrétní důvod, proč [jsem ji zabil].“ A: „Nemějte žádné pochyby, že jsem ji miloval celým srdcem.“ Dopis na rozloučenou obsahoval žádost, aby mu byla provedena pitva mozku a aby nadace pro duševní zdraví neobdržela z jeho peněz ani cent. Pitva prokázala, že jeho tušení bylo správné – Whitman měl glioblastom, který tlačil na jeho amygdalu. Byl nádor „příčinou“ jeho násilných činů? Pravděpodobně ne přímo v tom smyslu, že „nádor na amygdale = vrah“. Byly zde totiž některé rizikové faktory, které s Whitmanovými neurologickými problémy interagovaly. Otec ho v dětství bil a on viděl, že matka a sourozenci zažívají to samé. Tento dětský sborista a sběratel skautských odznaků týral svou ženu a jako příslušník námořní pěchoty byl válečným soudem souzen za to, že fyzicky hrozil jinému vojákovi.* O tom, že něco bylo špatně v celé rodině, svědčí skutečnost, že Whitmanův bratr byl zavražděn ve věku čtyřiaadvaceti let při hospodské rvačce.⁸

* Počkat, copak mariňáci nemají působit fyzicky hroživě? Nejsou trénováni, aby se tak projevovali? Je to výborný příklad důležitého tématu této knihy, konkrétně otázky, nakolik je naše nejlepší a nejhorší chování závislé na kontextu: námořní pěchota trénuje lidi, aby byli fyzicky co nejhroživější... ovšem pouze za určitých okolností.

DALŠÍ FUNKCE, JEŽ JSOU DOMÉNOU AMYGDALY

Na vztah mezi amygdalou a agresivitou tak poukazují četné důkazy. Když se však zeptáte specialistů na amygdalu, jaké chování se jim v souvislosti s jejich oblíbenou mozkovou strukturou vybaví, „agresivita“ v čele seznamu není. Jsou tam strach a úzkost.⁹ Podstatné je, že oblast mozku, která se nejvíc zapojuje do pocítování strachu a úzkosti, se zároveň nejvíce zaplétá do vytváření agrese.

Spojitosť mezi amygdalou a strachem je založena na podobných důkazech, jako jsou důkazy na podporu vztahu amygdaly a agresivity.¹⁰ V případě laboratorních zvířat to zahrnuje poškozování struktury, zaznamenávání činnosti jejich neuronů pomocí „snímacích elektrod“, elektrickou stimulaci nebo manipulaci s jejími geny. To všechno ukazuje na klíčovou roli amygdaly ve vnímání podnětů, které vyvolávají strach, a ve vyjadřování strachu jako takového. Kromě toho, že strach u lidí aktivuje amygdalu, platí, že čím je aktivace vyšší, tím víc příznaků strachu se objeví.

V jedné studii hrály pokusné osoby v mozkovém skeneru videohru „Ms. Pac Man From Hell“, v níž je v bludišti pronásledoval puntík – když je chytil, dostaly elektrický šok.¹¹ Dokud se jim dařilo puntíku zdálky vyhýbat, amygdala mlčela. Její aktivita se však zvýšila, jakmile se puntík přiblížil: když dostávaly silnější šoky, amygdala se aktivovala již při větší vzdálenosti od puntíku, aktivovala se silněji a subjekt uváděl větší pocit paniky.

V další studii čekaly pokusné osoby na šok předem neznámou dobu.¹² Tato absence předvídatelnosti a kontroly nad situací budila takovou averzi, že si mnozí raději zvolili možnost dostat silnější šok okamžitě. U ostatních pak platilo, že prodlužování doby anticipačního strachu vedlo k větší aktivaci amygdaly.

Lidská amygdala tudíž přednostně odpovídá na podněty evokující strach, a to dokonce i na prchavé stimuly, které nedosahují prahu vědomé detekce.

Významné důkazy, že se amygdala podílí na zpracovávání strachu, skýtá posttraumatická stresová porucha (PTSD podle *Posttraumatic Stress Disorder*). U pacientů, kteří trpí PTSD, je nadměru aktivní i při mírných podnětech nahánějících strach, a po aktivaci se uklidňuje jen pomalu.¹³ Při dlouhotrvající PTSD se navíc amygdala zvětšuje. Roli stresu v tomto rozpínání probereme ve čtvrté kapitole.

Amygdala se rovněž podílí na projevech úzkosti.¹⁴ Představte si balíček karet – polovina je černá, polovina červená. Kolik byste vsadili, že vrchní karta má červenou barvu? Zde hraje hlavní roli riziko. A teď si vezměte další balíček karet – minimálně jedna je černá, minimálně jedna červená, víc nevíte. Kolik byste vsadili na to, že vrchní karta má červenou barvu? Zde hraje hlavní roli nejednoznačnost. S rizikem i s nejednoznačností se pojí stejná pravděpodobnost, avšak

druhý scénář lidi znepokojuje víc, a tak se amygdala aktivuje silněji. Amygdala je mimořádně citlivá na znepokojivé sociální okolnosti, například v pokusu, kdy má vysoce postavený samec makaka rhesus dlouhodobé sexuální styky se samicí. V jednom případě je samice v místnosti, kde ji může samec vidět. V případě druhém sdílí místnost s rivalem prvního samce. Nepřekvapí, že tato situace aktivuje amygdalu. Hraje roli agrese, nebo úzkost? Podle všeho to druhé – míra aktivace nekoreluje s mírou agresivního chování a vokálních projevů samce nebo s množstvím vyloučeného testosteronu; koreluje s mírou projevované úzkosti (například s vyšší intenzitou drkotání zubů či drbání pokožky).

Se sociální nejistotou je amygdala provázána jinými způsoby. V jedné neurovizuální studii se pokusná osoba zapojila do soutěžní hry proti skupině dalších hráčů, přičemž výsledky byly zmanipulované tak, aby hráč skončil uprostřed žebříčku.¹⁵ Experimentátoři následně výsledky hry zfalšovali, aby umístění pokusné osoby zůstávalo buď stabilní, nebo se prudce vychylovalo. Stabilní umístění aktivovalo části frontální kůry, kterou se budeme zabývat zanedlouho. Nestálost uvedla v činnost frontální kůru i amygdalu. Když si nejste jisti svou pozicí, vyvede vás to z míry.

Další výzkum zkoumal neurobiologii konformity.¹⁶ Zjednodušeně řečeno, pokusná osoba patří do skupiny, v níž jsou všichni ostatní členové tajnými komplici experimentátorů. Experimentátoři ukážou „X“ a zeptají se: „Co jste viděli?“ Všichni ostatní řeknou „Y“. Bude subjekt lhát a řekne taky „Y“? Často ano. U pokusných osob, které trvaly na „X“, došlo k aktivaci amygdaly.

A závěrem: spuštění specifických okruhů v amygdale myši úzkost vypínalo a zapínalo. Po aktivaci jiných okruhů myši nedokázaly rozlišit mezi bezpečným prostředím a prostředím vyvolávajícím úzkost.^{*17}

Amygdala též pomáhá zprostředkovat vrozený a naučený strach.¹⁸ Jádrem vrozeného strachu (neboli fobie) je, že se nemusíte učit pokusem a omylem, co vás odpuzuje. Například i potkan, který se narodil v laboratoři a byl v kontaktu pouze s potkany a vysokoškolskými studenty, se instinktivně bojí kočičího pachy a vyhýbá se mu. Přestože různé fobie aktivují odlišné části mozkového systému (kupříkladu chorobný strach ze zubaře souvisí s mozkovou kůrou víc než fobie z hadů), všechny spouští amygdalu.

Vrozený strach se nápadně liší od něčeho, čeho se teprve naučíme bát – třeba nebezpečné městské čtvrti nebo dopisů z finančního úřadu. Dichotomie mezi

* Jak mimochodem vypadá myši úzkost? Myš se vyhýbá jasnému světlu a otevřeným prostranstvím – což není nic divného vzhledem k tomu, že jde o nočního živočicha, kterého chce spousta jiných druhů sežrat. Jedna z metod měření myši úzkosti proto spočívá v tom, jak dlouho myši trvá, než se vydá do středu jasně osvětlené oblasti, aby dostala potravu.

vrozeným a naučeným strachem je ve skutečnosti poněkud rozmazaná.¹⁹ Každý ví, že se lidé od přírody bojí hadů a pavouků, někteří je však chovají jako mazlíčky a dávají jim roztomilá jména.* Spíše než nevyhnutelný strach se u nás projevuje „předpřipravené učení“ – ochotněji se učíme strachu z hadů a pavouků než z pand a biglů.

K témuž dochází i u ostatních primátů. Například laboratorní opice, které se nikdy nesetkaly s hady (nebo umělými květinami), mohou být strachu z prvního jmenovaného uvyknuty mnohem snadněji než z toho druhého. Jak uvidíme v příští kapitole, lidé praktikují předpřipravené učení a mají sklony naučit se bát osob, které nějak konkrétně vypadají.

Neostře rozdělení mezi vrozeným a naučeným strachem se hezky promítá do stavby amygdaly. Její evolučně starobylá centrální část hraje klíčovou úlohu ve vrozeném strachu. Kolem ní je bazolaterální amygdala (BLA), jež se vyvinula později a trošku připomíná novodobou elegantní mozkovou kůru. BLA má na starosti učení se strachu a nově zjištěné informace následně posílá do centrální amygdaly.

Joseph LeDoux z New York University ukázal, jak se BLA učí strachu.^{†20} Vystavte potkana vrozenému spouštěči strachu – šoku. Když se tento „nepodmíněný podnět“ vyskytne, centrální amygdala se aktivuje, dojde k vyloučení stresových hormonů, zmobilizuje se sympatický nervový systém a nastane jasný koncový bod: potkan na místě ztuhne: „Co to bylo? Co mám dělat?“ Nyní proveďte podmiňování. Před každým šokem potkana vystavte nějakému podnětu, který za normálních okolností strach nevyvolává, například určitému zvuku. Při opakovaném propojení zvuku (podmíněný podnět) a šoku (nepodmíněný podnět) dojde k podmiňování strachu – zvuk sám o sobě vyvolá ztuhnutí, vyloučení stresových hormonů a další jevy.‡

LeDoux a jiní ukázali, jak sluchové informace související se zvukem stimuluje BLA neurony. Zpočátku je aktivace těchto neuronů pro centrální amygdalu

* Arachnofobii dokonce odmítáme tak hluboce, že když Šarlota v *Šarlotině pavučince* zemře, děti truchlí.

† Důležitým bodem celé této knihy je, že kdykoli popisujeme práci Jany Novákové, ve skutečnosti je řeč o „práci, kterou udělala Nováková a tým jejích postdoktorandů, techniků, studentů a spolupracovníků v průběhu mnoha let a na mnoha pracovištích“. Ačkoli v zájmu stručnosti budeme zmiňovat pouze Novákovou, nijak tím nechceme naznačovat, že všechnu práci udělala ona sama – věda je bezvýhradně týmový proces. A když jsme u toho, ještě další poznámka: napříč knihou budeme na mnoha místech uvádět výsledky výzkumů ve stylu „A pokud uděláte cokoli s touto oblastí mozku/neurotransmiterem/hormonem/genem, stane se X“. Vždy tím však budeme mít na mysli, že „X se stane ve statisticky spolehlivé většině případů“. Vždycky totiž existuje velká variabilita a existují jedinci, u nichž se nepříhodí nic, nebo dokonce nastane opak X.

‡ S odkazem na Ivana Petroviče Pavlova se tomu říká „klasické podmiňování“. Jde o tentýž postup jako ten, během kterého se Pavlovovi psi naučili propojit podmíněný podnět v podobě zvonku s podnětem nepodmíněným – potravou. První podnět nakonec vyvolal produkci slin. Méně spolehlivý je přístup „operantního podmiňování“, u nějž se míra děsivosti posuzuje podle toho, nakolik se jedinec snaží, aby dotyčné věci nebyl vystaven.

nepodstatná (její neurony se aktivují po šoku), ale s opakovaným spojováním zvuku a šoku dojde k přenastavení a BLA neurony získají prostředky k aktivaci centrální amygdaly.*

BLA neurony, které na zvuk zareagují teprve po podmiňování, budou odpovídat i v případech, kdy se podmiňování netýká zvuku, nýbrž světla. Jinými slovy tyto neurony reagují spíš na význam podnětu než na jeho smyslový původ. Pokud je navíc stimulujete elektřinou, potkání si strach podmíní snadněji. Snížili jste totiž práh pro vytvoření asociace. A pokud zároveň se šoky stimulujete pomocí elektřiny vstup do sluchové soustavy (tedy pouze aktivujete dráhu, která obvykle přináší informace o zvuku do amygdaly), vyvoláte strachové podmiňování zvuku. Způsobili jste, že se subjekt učí falešnému strachu.

Nastanou i synaptické změny. Jakmile proběhne podmiňování na zvuk, synapse propojující BLA a neurony centrálního jádra začnou být vzrušivější. Jak se to děje, lze pochopit na úrovni změn v množství receptorů pro excitační neurotransmitery v dendritických trnech, které se v těchto okruzích vyskytují.† Mimoto podmiňování zvyšuje hladinu „růstových hormonů“, které podnítlí růst nových spojení mezi neurony BLA a centrální amygdaly. Byly rovněž identifikovány některé geny, jež se na tom podílejí.

V této chvíli jsme se naučili mít strach, když dostáváme rány.^{‡21} Teď se okolnosti změny – zvuk tu a tam stále zaznívá, ale šok už nenastává. Reakce na podmiňovaný strach pozvolna oslabuje. Jak k takovému „vymírání strachu“ dochází? Jak zjistíme, že daná osoba přestala být natolik vystrašená, aby se „nezvyklé“ rovnalo „děsivé“? Vzpomeňte si, jak podskupina BLA neuronů odpovídala na zvuk, pouze když probíhalo podmiňování. Další soubor dělá pravý opak: reaguje na zvuk, když nesignalizuje šok (logicky se tyto dva soubory neuronů vzájemně potlačují). Odkud ono „Aha, zvuk už není děsivý“ dostává vstupní informace? Z frontální kůry. Jakmile se něčeho přestaneme bát, není to proto,

* Jak už to ve vědě bývá, věci zas tak jednoduché nejsou – některé z „plastických“ změn, jež se během podmiňování strachu dějí, probíhají i v centrální amygdale.

† Abychom to trochu zkomplikovali, BLA neurony pravděpodobně komunikují s neurony centrální amygdaly pomocí prostředníků, jimž se říká vmezežené buňky.

‡ Bylo by ledabylé, kdybychom se nedotkli jednoho souvisejícího problému. Když se naučíme novému strachu, kde se tato vzpomínka uloží? S amygdalou sousedí hipokampus, který hraje klíčovou roli v „explicitním“ učení přímých faktů (například něčího jména). Zatímco hipokampus je místem, kde se krátkodobá vědomost ukládá do dlouhodobé paměti, samotná paměťová stopa se s největší pravděpodobností nachází v kůře. Použijme metaforu, která bude v době, kdy tato kniha spatří světlo světa, pravděpodobně již zastaralá: Hipokampus je klávesnicí, přiváděčem, portálem k pevnému disku, kde je uložena paměť. Je amygdala výhradně klávesnicí (se vzpomínkami na strach, jež jsou uloženy jinde), nebo je i pevným diskem? To je v rámci oboru přetrvávající a stále nevyřešená debata, v níž LeDoux zastává pohled „klávesnice + pevný disk“, kdežto stejně vynikající vědec James McGaugh z Kalifornské univerzity v Irvine obhájuje pohled „pouze klávesnice“.

že by některé neurony v amygdale ztratily svou vzrušivost. Děsivé věci nezapomínáme pasivně. Aktivně se učíme, že děsivé nejsou.*

Amygdala rovněž plní logickou úlohu v sociálním a emocionálním rozhodování. Ve hře na ultimátum, což je ekonomická hra, jíž se účastní dva hráči, udělá první člověk nabídku, jak rozdělit peněžní obnos. Druhý hráč nabídku přijme, nebo odmítne.²² Pokud odmítne, nedostane nikdo nic. Výzkum ukazuje, že odmítnutí nabídky je emocionální záležitost, která spouští vztek (kvůli bídné nabídce) a touhu trestat. Čím je amygdala po vyřčení nabídky u druhého hráče aktivnější, tím je pravděpodobnější odmítnutí. Lidé s poškozenou amygdalou jsou ve hře na ultimátum neobvykle štedří, a pokud začnou dostávat nespravedlivé nabídky, míra odmítání u nich neroste.

Proč? Tito jedinci rozumí pravidlům a dokážou ostatním hráčům rozumně a takticky poradit. V nespolečenské verzi hry – tedy když věří, že druhým hráčem je počítač – používají tutéž strategii jako kontrolní subjekty. Chybí jim zejména dlouhodobý náhled, nenarušený emocionálním pozdvižením amygdaly, díky němuž by předpokládali, že nepodmíněná štedrost způsobí reciprocitu a v dlouhém časovém horizontu se vyplatí. Pokud se jich zeptáte, očekávají stejnou míru reciprocitu jako kontrolní subjekty.

Místo toho daná zjištění naznačují, že amygdala vnáší do sociálního rozhodování implicitní nedůvěru a ostrážitost.²³ To vše díky učení. Slovy autorů studie: „Štedrost našich pokusných osob s poškozenou BLA ve hře na důvěru lze pokládat za patologický altruismus v tom smyslu, že vrozené altruistické jednání se vzhledem k poškození BLA nelze odnaučit prostřednictvím negativní společenské zkušenosti.“ Jinak řečeno, výchozím stavem je důvěřovat, přičemž amygdala umožňuje naučit se opatrnosti a nedůvěře.

Překvapivé je, že amygdala se spolu s jedním ze svých hypotalamických cílů podílí i na samčí sexuální motivaci (jiná hypotalamická jádra jsou zase zásadní pro sexuální výkonnost samců),[†] nikoli však na samičí.[‡] Jak je to možné? Trochu světla na to vrhla jedna neurozobrazovací studie. „Mladý heterosexuální muž“ sledoval obrázek atraktivní ženy (kontrolní subjekt se díval na atraktivního

* Jeden příklad toho, s jak nesmírnou komplexností se potýkáme: podmiňování strachu i jeho vymizení vyžaduje inhibiční neurony. Tento společný rys působí vskutku podivně, uvážíme-li, že vede k opačným výsledkům. Má se to takto: vymizení obnáší aktivaci neuronů tlumících excitační neurony, zatímco strachové podmiňování vyžaduje aktivaci neuronů inhibičních, jež potlačují jiné inhibiční neurony, které vysílají projekce do excitačních neuronů. Výsledek dvojitého záporu je kladný.

† Jak rozlišit sexuální motivaci krysího samce od jeho výkonnosti? To druhé je docela snadné – jaká je u samce frekvence a latence, je-li přítomna sexuálně receptivní samice? Ale co se sexuální motivací? K jejímu změření je potřeba zjistit, jak často samec zmáčkne páčku, aby se k samici dostal.

‡ Neodolám, abych nezmínil zprávu o ženě, která trpěla epileptickými záchvaty, jež měly svůj počátek v amygdale. Před začátkem záchvatu mívala žena mylnou představu, že je muž – dokonce mluvila hlubokým hlasem a zdálo se jí, že má chlupaté ruce.

muže). Pasivní pozorování obrázku aktivovalo systém odměny, o kterém jsme se právě zmínili. Naopak když subjekt opakovaným mačkáním tlačítka vyvíjel činnost na to, aby obrázek spatřil, aktivovala se též amygdala. Podobně i další studie ukázaly, že amygdala je vůči pozitivním podnětům nejnímavější, jestliže se výše odměny mění. Krom toho některé BLA neurony, které za těchto okolností reagují, odpovídají i za situace, kdy je proměnlivá závažnost něčeho, co vyvolává averzi – tyto neurony dávají pozor na změnu, bez ohledu na její směr. „Výše odměny se mění“ a „výše trestu se mění“ pro ně znamená totéž. Podobné výzkumy poukazují na skutečnost, že amygdala nesouvisí s radostí z prožívání radosti, ale že jde o nejistotu, o proměnlivé prahnutí po potenciálním potěšení, o úzkost, strach a zlost, že odměna může být menší, než se čekalo, nebo že k ní dokonce nedojde vůbec. Jde o to, v kolika našich radostech a snahách o jejich dosažení se ukrývá zárodek choroby.^{*24}

AMYGDALA JAKO SOUČÁST MOZKOVÝCH SÍTÍ

Nyní když známe jednotlivé prvky amygdaly, by bylo přínosné podívat se na její externí propojení – například na to, které části mozku do ní vysílají projekce a do jakých částí je posílají.²⁵

NĚKTERÉ VSTUPY DO AMYGDALY

Smyslové vstupy: Amygdala, konkrétně BLA, v první řadě přijímá projekce ze všech smyslových systémů.²⁶ Jak jinak by vás mohl vyděsit ústřední hudební motiv z *Čelistí*? Je to docela prosté: do mozku proudí senzorycké informace z různých smyslových orgánů (oči, uši, kůže, ...) a dostávají se do náležité korové oblasti (zrakový kortex, sluchový kortex, hmatový kortex, ...), která je zpracuje. Například zraková korová (též kortikální) oblast zapojuje mnoho vrstev neuronů, aby proměnila pixely ze stimulované sítnice v rozpoznatelný obrázek, a teprve pak zakřičí do amygdaly: „Zbraň!“ Stěžejní je, že některé senzorycké informace vstupující do mozku putují zkratkou: vyhnou se kůře a zamíří rovnou do amygdaly. Ta tak obdrží informaci o něčem děsivém ve chvíli, kdy kůra ještě nemá o ničem ani ponětí. Díky extrémní vzrušivosti této dráhy může navíc amygdala reagovat na podněty, které jsou příliš letmé či slabé na to, aby je kůra zaznamenala. Kromě toho tvoří tyto zkratkovité projekce v BLA silnější a vzrušivější synapse, než jaké mají ty ze senzoryckého kortexu – emoční nabuzení touto cestou zesiluje strachové podmiňování. Silu této zkratky ukazuje případ muže, který měl po mrtvici poškozený zrakový kortex, což u něj

* V kontrastu s tímto obrazem rostoucího, nejistého nabuzení se amygdala u mužů i žen během orgasmu deaktivuje.

způsobilo „kortikální slepotu“. Přestože nedokázal zpracovat většinu vizuálních informací, prostřednictvím zkratky nadále rozpoznával emočně zabarvené výrazy obličeje.*

Zásadní je, že ačkoli se smyslová informace dostává do amygdaly zkratkou, není zrovna přesná (poněvadž přesnost zajišťuje právě kůra). Jak uvidíme v příští kapitole, vznikají tak tragické situace, při nichž se amygdala například rozhodne, že vidí pistoli, předtím než zrakový kortex stačí oznámit, že jde ve skutečnosti o mobilní telefon.

Informace o bolesti: Amygdala dostává zprávy o spolehlivém spouštěči strachu a agrese, totiž o bolesti.²⁷ Informaci jí zprostředkovávají projekce ze starobylé struktury mozkové kůry, „periaqueduktální šedi“ (PAG). Stimulace PAG může vyvolat panickou ataku – a lidé s chronickými panickými atakami mají PAG zvětšenou. Uvědomíme-li si roli amygdaly v ostražitosti, nejistotě, úzkosti a strachu, je zřejmé, že amygdalu bude aktivovat spíš bolest nepředvídatelná než bolest jako taková. Bolest (a reakce amygdaly na ni) je zcela závislá na kontextu.

Znechucení všeho druhu: Nesmírně zajímavé projekce dostává amygdala i z „inzulárního kortexu“, čestné součásti frontálního kortexu, na niž se blíže podíváme v pozdějších kapitolách.²⁸ Pokud vy (nebo jakýkoli jiný savec) kousnete do zkaženého jídla, inzulární kortex se rozsvítí a způsobí, že jídlo vyplivnete, obrátí se vám žaludek, pocítíte nevolnost, zatváříte se znechuceně – inzulární kortex zpracovává znechucení spřažené s chutí. Totéž platí i pro odpudivé pachy.

Pozoruhodné je, že lidé ho aktivují, i když přemýšlejí o něčem morálně nechutném – o porušování společenských norem nebo o jedincích, jež společnost obvykle stigmatizuje. Za těchto okolností jeho aktivace uvede v činnost i amygdalu. Někdo vám během hry provede něco hnusného či sobeckého, a míra aktivace inzuly (též insula, z lat. označení pro ostrov) a amygdaly předpoví, nakolik jste rozzuření a jak moc se pomstíte. Všechno to souvisí se společenskostí – pokud vám nůž do zad vrazil počítač, insula a amygdala se neaktivují.

Inzula začne pracovat, když jíme šváby nebo si to jen představíme. Inzula s amygdalou se aktivují i tehdy, když o sousedním kmeni přemýšlíme jako o odporných švábech. Jak se ještě dočtete, toto je podstatné při zpracovávání rozdílů mezi „mý“ a „oni“.

Závěrem, amygdala přijímá záplavu vstupních informací z frontální kůry. Čeká nás však toho ještě daleko víc.

* Tuto zkratku nejlépe demonstroval LeDoux u informací získávaných sluchem. Důkazy pro další smysly jsou do značné míry založené na dedukci.

NĚKTERÉ VÝSTUPY Z AMYGDALY

Obousměrná spojení: Jak uvidíme, amygdala komunikuje s mnoha oblastmi, které k ní promlouvají – včetně frontální kůry, inzuly, periaqueductální šedi či senzorických projekcí – a upravuje jejich citlivost.

Rozhraní mezi amygdalou a hipokampem: Je přirozené, že amygdala komunikuje s jinými limbickými strukturami včetně hipokampu. Jak jsme již zmínili, amygdala se zpravidla učí strachu, zatímco hipokampus objektivním, emocionálně nezabarveným faktům. Avšak v době krajních obav amygdala hipokampus do určitého typu učení zatáhne.²⁹

Vraťme se k potkanům podrobovaným strachovému podmiňování. Pokud je potkan v kleci A, následuje po zaznění zvuku šok. V kleci B však zvuk nedoprovází nic. Výsledkem je kontextuální podmiňování – zvuk způsobí polekané ztuhnutí v kleci A, nikoli však v kleci B. Amygdala se naučí stimulační podnět – zvuk – zatímco hipokampus se učí souvislosti spjaté s klecemi A a B. Propojené učení amygdaly a hipokampu je velmi cílené – všichni si pamatujeme pohled na letadlo, které naráží do druhé věže Světového obchodního centra, ale ne už, jestli byly v pozadí mraky. Zda se vyplatí nějakou banální zprávu ukládat, hipokampus rozhoduje v závislosti na tom, jestli se při ní rozrušila amygdala. Sílu propojení může navíc měnit intenzita. Předpokládejte, že vás někdo okrádá s namířenou pistolí v uličce v pochybné části města. Podle okolností může být zbraň podnětem a ulička kontextem, nebo je podnětem ulička a kontextem pochybná část města.

Motorické výstupy: K amygdale se vztahuje druhá zkratka: když amygdala komunikuje s motorickými neurony řídicími pohyb.³⁰ Je logické, že chce-li amygdala provést nějaké chování, třeba útěk, mluví k frontální kůře a domáhá se jejího exekutivního souhlasu. Pokud je však amygdala dostatečně vzrušená, komunikuje přímo s podkorovými reflexivními motorickými drahami. Opět je to něco za něco – zvýšená rychlost při obcházení kůry má za následek nižší přesnost. Zkratka při vstupu vás může přimět, abyste místo mobilního telefonu viděli zbraň. A zkratka při výstupu vás třeba donutí zmáčknout kohoutek dřív, než na to vědomě pomyslíte.

Nabuzení: A nakonec, výstupy z amygdaly se týkají převážně spouštění poplachu napříč mozkiem i tělem. Jak jsme zjistili, jádrem amygdaly je centrální amygdala.³¹ Axonální projekce, které odtud vycházejí, pokračují do nedaleké amygdaloidní struktury, jež se jmenuje „lůžkové jádro striae terminalis“ (BNST). BNST následně vysílá projekce do částí hypotalamu, který zahajuje hormonální stresovou reakci (čtvrtá kapitola), a zároveň do středního mozku a oblastí mozkového kmene, jež aktivují sympatický nervový systém a tlumí systém parasympatický. Když dojde k něčemu emočně vzrušivému, amygdala, která je součástí

limbického systému (potažmo jeho druhé vrstvy), vyšle signál oblastem vrstvy první, načež prudce stoupne tepová frekvence a krevní tlak.*

Amygdala rovněž aktivuje strukturu mozkového kmene, která se nazývá „locus coeruleus“ a podobá se sympatickému nervovému systému mozku.³² Do celého mozku, obzvláště pak do kůry, vysílá projekce uvolňující norepinefrin. Pokud je locus coeruleus ospalý a zticha, jste ospalí a zticha i vy. Je-li mírně aktivní, jste na pozoru. A když díky vstupům z rozvášněné amygdaly jede na plné obrátky, pracují všechny neurony naplno.

Schéma projekcí amygdaly vznáší důležitou otázku:³³ kdy pracuje sympatický nervový systém na plný výkon? Během strachu, útěku, boje a sexu. Nebo když vyhraje v loterii, sprintujete po fotbalovém hřišti nebo jste právě vyřešili Velkou Fermatovu větu (jste-li ten typ člověka). Pokud se nad tím zamyslíme, přibližně čtvrtina neuronů v jednom hypotalamickém jádru se u samce myši zapojuje jak do sexuálního, tak agresivního chování (při intenzivnější stimulaci).

Vyplyvají z toho dva důsledky. Sex i agrese aktivují sympatický nervový systém, který může následně ovlivnit chování – lidé mají z věcí jiný pocit, když jim například srdce pádí jako zběsilé, nebo tluče pomalu. Znamená to, že schéma našeho autonomního nabuzení ovlivňuje, *co* cítíme? Ani ne. Avšak autonomní zpětná vazba má vliv na *intenzitu* toho, co cítíme. O tom více v příští kapitole.

Druhý důsledek vyjadřuje ústřední myšlenku celé knihy. Vaše srdce dělá přibližně totéž, ať už pociťujete vražedný vztek, nebo orgasmus. A zase, opakem lásky není nenávisť, ale lhostejnost.

Tímto jsme u konce našeho přehledu o amygdale. V záplavě žargonu a složitosti se skrývá ta nejdůležitější myšlenka, totiž že amygdala hraje dvojí roli v agresivitě a různých stránkách strachu a úzkosti. Strach a agresivita nejdou nutně ruku v ruce – ne každá obava vyvolá agresi, a ne všechny projevy agrese pramení ze strachu. Strach agresivitu zvyšuje obvykle jen u těch, kdo k ní mají sklony. U podřízených, kteří postrádají možnost vyjádřit agresivitu bezpečně, dělá strach přesný opak.

Disociace mezi strachem a agresivitou je očividná u násilných psychopatů, kteří jsou antitezí bázlivosti – fyziologicky i subjektivně méně reagují na bolest, jejich amygdala je vůči typickým podnětům vyvolávajícím strach relativně neúčinná a bývá menší než obvykle.³⁴ To souhlasí s představou psychopatického

* Abychom byli konkrétnější, přesné schéma toho, které podoblasti hypotalamu a která autonomní vysílací jádra se aktivují, se může lišit podle typu stimulu – strach a agrese asociovaná s reakcí na predátora mají tudíž odlišné schéma než reakce na hrozbu od jedince vlastního druhu. Podobně se reakce hlodavce na pach kočky trochu liší od reakce na kočku samotnou.

násilí – nedochází k němu v rozrušené reakci na provokaci, naopak je čistě instrumentální a využívá ostatní jako nástroj s nevzrušenou, nelitostnou, plazí lhostejností.

Takže strach a násilí nejsou pokaždé pevně propojené. Spojení je však pravděpodobné, jestliže je vyvolaná agrese reaktivní, divoká a plná vášně. Svět, v němž by se žádný neuron amygdaly nemusel bát a seděl by si „pod svou vinnou révou, pod svým fikovníkem“, by byl pravděpodobně mnohem mírumilovnějším místem.*

Nyní se přesuneme ke druhé ze tří detailněji probíraných mozkových oblastí.

FRONTÁLNÍ KÚRA

Studiem hipokampu jsem strávil desítky let. Byl na mě hodný a rád bych si myslél, že já na něj taky. Nicméně mám pocit, že jsem tehdy zvolil špatně – možná jsem se měl celé ty roky věnovat zkoumání frontálního kortexu. Je to totiž ta nejzajímavější část mozku.

Co dělá frontální kůra? Seznam jejích odborných činností zahrnuje pracovní paměť, exekutivní funkce (strategické uspořádání znalostí a následná iniciace činnosti na základě exekutivního rozhodnutí), odložené uspokojení, dlouhodobé plánování, řízení emocí či krocení impulzivity.³⁵

Je to široké portfolio. Tyto rozmanité funkce seskupím pod jednoduchou definici, která bude příhodná pro každou stránku mé knihy: *frontální kůra vás přiměje vybrat si obtížnější alternativu, pokud je správná.*

Pro začátek tu máme některé důležité vlastnosti frontální kůry:

Z hlediska evoluce jde o nejnověji vyvinutou mozkovou oblast, která se svému vrcholu přiblížila až se vznikem primátů. Ve frontální kůře je aktivní nepřiměřené procento genů, jež se vyskytují výhradně u primátů. Vzor genové exprese je navíc vysoce individualizovaný, přičemž mezi jedinci pozorujeme větší variabilitu, než jaká je průměrná míra odlišnosti celého mozku lidí a šimpanzů.

Propojení frontální kůry je u člověka komplexnější než u ostatních lidoopů a podle některých definic jejího prostorového vymezení je naše frontální kůra rovněž proporcčně větší.³⁶

Frontální kůra coby mozková oblast plně dospívá jako poslední, přičemž na závěr zrají evolučně nejnovější podoblasti. Kupodivu není zcela zapojená, dokud člověk nedosáhne zhruba pětadvaceti let. Můžete si být jisti, že tato zpráva bude zásadní v kapitole o dospívání.

A nakonec, ve frontální kůře se nachází jedinečný typ buněk. Celkově lidský mozek není unikátní proto, že by se u nás vyvinuly unikátní typy neuronů,

* Omluva Micheášovi 4:4.

neurotransmitterů, enzymů a tak dále. Neurony člověka a mouchy jsou si pozoruhodně podobné. Jedinečnost je kvantitativní – na každý musí neuron máme milionkrát víc neuronů a milionkrát víc spojů.³⁷

Jedinou výjimku představuje málo známý typ neuronů s osobitým tvarem a vzorem zapojení. Jedná se o von Economovy (či vřetenovité) neurony. Zpočátku to vypadalo, že se vyskytují výhradně u člověka, nyní jsme je však našli i u ostatních primátů, velryb, delfinů a slonů.* Hotový hvězdný tým sociálně komplexních druhů.

Jak ukázal John Allman z Caltechu, několik von Economových neuronů se jinak vyskytuje už jen ve dvou podoblastech frontálního kortexu. O jedné z nich, inzule a její roli v chuti a morálním znechucení, jsme už slyšeli. Ta druhá je podobně zajímavá a říká se jí přední cingulum. Ještě se k ní dostaneme, ale prozatím naznačím, že jde o centrum empatie.

Z hlediska evoluce, velikosti, komplexity, vývoje, genetiky a typu neuronů je frontální kůra jedinečná a její lidská verze vůbec nejunikátnější.

PODOBLASTI FRONTÁLNÍ KŮRY

Anatomie frontálního kortexu je náramně komplikovaná a vedou se diskuse ohledně toho, jestli některé části frontální kůry primátů existují i u „jednodušších“ druhů. Jsou tu nicméně některá užitečná obecná témata.

V nejřednější části se nachází prefrontální kůra (PFC), nejnovější část frontálního kortexu. Jak bylo zmíněno, frontální kůra je ústředním dějištěm exekutivních funkcí. Abychom ocitovali George W. Bushe, v rámci frontální kůry je PFC „tím, kdo rozhoduje“. Zcela obecně lze říct, že PFC vybírá mezi dvěma protichůdnými možnostmi – Cola, nebo Pepsi; vychrlít, co si opravdu myslíte, nebo se držet na uzdě; zmáčknout spoušť, nebo nezmáčknout. Konflikt, který je potřeba vyřešit, často spočívá ve volbě mezi dvěma možnostmi, z nichž jedna se zakládá především na kognici, kdežto druhou pohánějí emoce.

Jakmile PFC rozhodne, pošle prostřednictvím projekcí rozkazy do zbytku frontální kůry, jež se nachází přímo za ní. Tyto neurony pak komunikují s „perirhinální kůrou“, jež leží hned za frontální kůrou a posílá informaci do „motorické kůry“, která ovlivňuje vaše svaly. Následuje určité chování.†

* Když vezmeme v úvahu evoluční vzdálenost mezi primáty, kytovci a slony, silně to naznačuje, že se tyto neurony vyvinuly nezávisle během tří oddělených událostí. Kupříkladu nejbližší příbuzní slonů jsou damani a kapustňáci. Konvergentní evoluce von Economových neuronů v rámci daných tří linií podtrhuje, že tyto buňky jdou ruku v ruce s hlavními projevy sociálního způsobu života.

† Aby to dávalo smysl, představte si někoho, kdo se rozhoduje, jestli má zmáčknout knoflík. Frontální kortex vyprodukuje rozhodnutí; jestliže znáte vzorce jeho neuronálních výbojů, můžete rozhodnutí předpovědět s 80procentní přesností asi 700 milisekund předtím, než si osoba své rozhodnutí uvědomí.

Než se podíváme, jak frontální kůra ovlivňuje sociální chování, začněme s jednodušší sférou jejího fungování.

FRONTÁLNÍ KŮRA A KOGNICE

Jak v oblasti kognice (definované Jonathanem Cohenem z Princetonu jako „schopnost zorganizovat myšlení a jednání ve shodě s vnitřními cíli“) vypadá „dělání obtížnější věci, kterou je správné udělat“?³⁸ Představte si, že jste našli telefonní číslo z města, kde jste kdysi žili. Frontální kůra nejen, že si ho pamatuje dostatečně dlouho, abyste ho vytočili, ale rovněž o něm uvažuje strategicky. Před vytáčením si uvědomíte, o jaké město běží, a z paměti vytáhnete městskou předvolbu. A potom si vzpomenete, že před předvolbou musíte vytočit „1“.*

Frontální kůra má rovněž na starosti soustředěnost na různé úkoly. Pokud sejdete z chodníku a plánujete neukázněně přejít ulici, prozkoumáte dopravní situaci, věnujete pozornost pohybu a posoudíte, jestli můžete bezpečně přejít. Jestliže uděláte krok do silnice a hledáte taxi, pozornost věnujete tomu, zda autu trůní na střeše jedna z těch nasvícených věcíček, které taxíky mívají. V rámci jedné báječné studie byly opice vycvičeny, aby se dívaly na obrazovku s různobarevnými tečkami, které se pohybovaly určitým směrem. V závislosti na signálu měly opice dávat pozor buď na barvu, nebo na pohyb. Každý signál indikující změnu úkolu vyvolal nápor aktivity v PFC a společně s ním potlačení proudu informací (barva či pohyb), které byly rázem nepodstatné. Takto vás PFC přiměje udělat obtížnější věc; mějte na paměti, že pravidlo se změnilo, a vyhnete se předchozí zvykové reakci.³⁹

Frontální kůra taktéž zprostředkovává „exekutivní funkce“ – zvažuje nejruznější informace, hledá nějaký vzor a následně volí strategický krok.⁴⁰ Posuďte tento frontálně náročný úkol. Experimentátor řekne masochistickému dobrovolníkovi: „Mířím na trh pro broskve, kukuřičné lupínky, prací prášek, skořici, ...“ Zazní šestnáct položek. Dobrovolník je požádán, aby seznam zopakoval. Možná si vybaví několik prvních položek, pár posledních, přidá několik těsných minel – řekněme muškátový oříšek místo skořice. Poté experimentátor seznam zopakuje. Tentokrát si dobrovolník vybaví několik položek navíc a vyhne se chybě s muškátovým oříškem. A nyní to opakujte znovu a znovu.

Jde o něco víc než o jednoduchý paměťový test. S dalším opakováním si pokusné osoby všimnou, že čtyři položky představují ovoce, čtyři souvisejí s čištěním, čtyři patří mezi koření a čtyři jsou složené ze sacharidů. Zapadají do kategorií, což změní kódovací strategii pokusných osob tak, že začnou spojovat sémantické skupiny: „Broskve. Jablka. Borůvky – tedy, myslel jsem ostružiny.

* Tento kuriózně zastaralý odstavec je napsán s vědomím, že většina je ho ve věku chytrých telefonů a neustálé společnosti Siri (inteligentní osobní asistent) bezvýznamná.

Ještě tu byl jeden druh ovoce, nemohu si vzpomenout, co to bylo. Dobře, kukuřičné lupínky, chléb, koblihy, muffiny. Římský kmín, muškátový oříšek - sakra, už zase! - chtěl jsem říct skořice, oregano...“ A po celou dobu PFC vyvíjí jednotící exekutivní strategii, která si vzpomenout na oněch šestnáct věcí.*

PFC je nezbytná pro uvažování v kategoriích, pro organizování a přemýšlení o informacích s odlišnými šitky. PFC k sobě dává v pojmové mapě jablka a broskve blíže než jablka a zvony k čištění toalety. V jedné důležité studii se opice cvičily v rozlišování mezi obrázky psa a kočky. PFC obsahuje samostatné neurony, které reagují na „psa“, a jiné, jež reagují na „kočku“. Nyní vědci spojili obrázky dohromady a vytvořili hybridy s různým procentuálním zastoupením psa a kočky. Na křížence, kteří byli z 80 procent psem a z 20 procent kočkou, či na poměr 60 : 40, „psi“ PFC neurony reagovaly jako na stoprocentní psy. To se však změnilo při poměru 40 : 60 - v tu chvíli se nakoply neurony „kočičí“.⁴¹

Frontální kůra napomáhá tomuto nepravděpodobnému výsledku, za nímž stojí myšlenky vzešlé z vlivů vyplňujících zbytek této knihy: „Počkejte, to nejsou vaše sušenky, půjdete do pekla, sebekázeň je správná, a když jste šitější, jste šťastnější.“ Všechny z nich skýtají některým osamoceným inhibičním motorickým neuronům větší šanci.

METABOLISMUS FRONTÁLNÍ KŮRY

A IMPLICITNÍ ZRANITELNOST

Vyvstává zajímavá otázka, která se týká jak sociálních, tak kognitivních funkcí frontální kůry.⁴² Všechno to „být sebou, nedělal bych to“ zajišťované frontální kortexem je vyčerpávající. Jiné mozkové oblasti reagují na některé nepředvídatelné události, ale frontální kůra dodržuje pravidla. V době, kdy nám byly asi tři roky, naučila se naše frontální kůra pravidlo, jímž se řídíme po zbytek života: nečůrej kdykoli se ti chce. Navíc získala prostředky, jak pravidlo uzákonit zvýšením svého vlivu na neurony řídící činnost močového měchýře.

Frontální kůrou omílaná zásada „sebekázeň je dobrá“ se neuplatňuje jen, když máte chuť na sušenky, ale i pokud snižujete náklady, abyste zvýšili úspory na stáří. Frontální korové neurony jsou všestranné a disponují širokým systémem projekcí, které zastanou víc práce.⁴³

* Test připomíná něco, čemu se říká Kalifornský test verbálního učení (CVLT). Když moje žena, která své profesní mládí strávila jako neuropsycholožka, ještě studovala, zkoušela tyhle testy na mně. CVLT byl bez debat nejhorší. Byl šíleně stresující - když jsme to večer konečně zabalili, cítil jsem se úplně grogy. Na druhou stranu se mi to vyplatilo o několik desetiletí později, když jsem jaksi ze zvyku exceloval v neuropsychologických testech, přestože jsem slušně senilní... a nedostává se mi z toho důvodu náležitá lékařská péče. No, možná si to budu muset znovu promyslet.

To všechno stojí energii, a jestliže frontální kůra tvrdě pracuje, má extrémně vysoký metabolický výdej i tempo aktivace genů souvisejících s produkcí energie.⁴⁴ *Síla* vůle není jen metafora. Sebekázeň není neomezený prostředek. Frontální neurony jsou nákladné buňky a nákladné buňky bývají zranitelné. V souladu s tím je frontální kortex neobvykle náchylný k různým neurologickým poškozením.

S tím souvisí koncept „kognitivní zátěže“. Zajistěte, aby frontální kůra tvrdě dřela – může jít o plnění úkolů náročných na pracovní paměť, usměrňování sociálního chování nebo uskutečňování nesnadných rozhodnutí při nakupování. Bezprostředně poté výkonost v nejrůznějších úkolech závislých na frontální kůře klesá.⁴⁵ Podobně jako během multitaskingu, při němž se PFC neurony souběžně zapojují do vícera aktivovaných okruhů.

Podstatné je, že pokud zvýšíte kognitivní zátěž na frontální kůru, pokusné osoby budou méně prosociální* – méně vlídné či ochotné pomoci a náchylnější ke lži.⁴⁶ Popřípadě zvyšte kognitivní zátěž společně se zahájením úkolů, jež vyžadují náročnou emoční regulaci, a pokusné osoby budou poté více podvádět během diety.^{†47}

Frontální kůra je tedy zaplavená kalvinistickou sebekázní a superego si hledí svého.⁴⁸ Avšak významným faktorem je, že krátce potom, co se naučíme chodit na nočník, udělá kůra se svaly našeho močového měchýře tu obtížnější věc – začnou pracovat automaticky. Obdobně se to má i s dalšími úkoly náročnými na frontální kůru. Řekněme, že se učíte na klavír skladbu s nějakým obtížným trylkem, a kdykoli se k němu dostanete, pomyslíte si: „Teď to přijde. Pamatuj si, zastrčit loket, vést palcem.“ Klasická úloha pro pracovní paměť. A pak si jednoho dne uvědomíte, že už jste pět kroků za trylkem, šlo to dobře a nemuseli jste o něm přemýšlet. Právě tehdy se provedení trylku přeneslo z frontálního kortexu do reflexivnějších oblastí mozku (například mozečku). Tento přechod k automaticnosti nastane i v případě, že se zlepšíte ve sportu, zkrátka když vaše tělo ví, co dělat, aniž byste na to museli myslet.

Kapitola o morálce se zabírá automaticností v mnohem důležitější oblasti. Představuje neochota lhát pro frontální kůru náročný úkol, nebo jen nepřilíš pracný zvyk? Jak uvidíme, poctivost bývá díky automaticnosti často snadnější. Objasňuje to odpověď, která zazní poté, co někdo prokáže nesmírnou statečnost: „Na co jste myslel, když jste skočil do řeky, abyste zachránil tonoucí dítě?“ „Nepřemýšlel jsem. Než jsem se nadál, už jsem tam skákal.“ Neurobiologie automaticnosti nezřídka zprostředkovává provádění nejobtížnějších morálních

* Je tu jedna zásadní výjimka, kterou poodhalíme ve třinácté kapitole zabývající se morálkou.

† V této oblasti dochází k nepřetržitým třenicím o to, jestli kognitivní zátěž snižuje „sílu vůle“, nebo „motivaci“. Pro naše účely považujeme obojí za synonyma.

činů, zatímco neurobiologie frontální kůry zajišťuje těžkou dřinu na závěrečné zprávě o tématu.

FRONTÁLNÍ KŮRA A SOCIÁLNÍ CHOVÁNÍ

Vše se začne rozjíždět, když frontální kůra musí do kognitivní směsi přidat sociální faktory. Kupříkladu jedna část opičí PFC obsahuje neurony, které se aktivují, jestliže opice udělá chybu v kognitivní úloze nebo pozoruje jinou opici, jak chybu dělá. Některé se aktivují pouze poté, co se chyby dopustí konkrétní jedinec. V rámci jedné neurovizuální studie si lidé museli něco vybírat a bilancovat zpětnou vazbu získanou z předešlé volby, kterou jim doporučil jiný člověk. „Odměnou řízené“ a „radou řízené“ uvažování se ubíralo odlišnými okruhy.⁴⁹

Tato zjištění pozvolna vyjevují ústřední funkce frontální kůry v sociálním chování.⁵⁰ Ukazuje se to při srovnání různých druhů primátů, u kterých platí, že čím je průměrná velikost sociální skupiny větší, tím větší je i relativní velikost frontální kůry. Obzvláště to platí pro druhy se strukturou „fission-fusion“, tzn. v některých obdobích se podskupiny rozejdou a po určitý čas fungují nezávisle, dokud se nevytvoří skupina nová. Taková sociální struktura je náročná, neboť vyžaduje, aby se příslušné chování upravilo na základě velikosti a složení podskupiny. Primáti, již náležejí k druhům uplatňujícím fission-fusion (šimpanzi, bonobové, orangutani, chápani), mají nad svým chováním logicky lepší inhibiční kontrolu než druhy primátů bez fission-fusion (gorily, malpy, makakové).

U lidí platí, že čím je jejich sociální síť rozsáhlejší (měřeno podle počtu různých osob, jimž jedinec zasílá textové zprávy), tím větší mají jistou podoblast PFC (viz dále).⁵¹ Vskutku úžasné, ale nedokážeme říct, jestli tato velká oblast mozku navozuje socialitu, nebo to funguje opačně (předpokládejme, že zde kauzalita je). Jiná studie odhalila, že pokud jsou makakové rhesus náhodně umístěni do sociálních skupin, během příštích patnácti měsíců dojde k následujícímu: čím je skupina početnější, o to větší bude jejich PFC - sociální složitost zvětšuje frontální kůru.

Frontální kůru využíváme k činění obtížnější věci v sociálním kontextu - chválíme hostitele za nepoživatelnou večeři, upustíme od zbití nesnesitelného spolupracovníka, navzdory našim fantaziím neděláme někomu sexuální návrhy, během oslavné řeči hlasitě neříháme. Výborným způsobem, jak docenit frontální kortex, je prozkoumat, co se stane v případě jeho poškození.

První „frontální“ pacient - slavný Phineas Gage - byl odhalen v roce 1848 ve Vermontu. Gage působil jako předák na stavbě železnice a zranil se při nehodě, když mu odpálený střelný prach prohnal levou stranou obličeje šestikilogramovou železnou tyč, která vyletěla vrchní přední částí jeho lebky. Tyč dopadla 25 metrů daleko, a s ní i velká část Gageovy frontální kůry.⁵²



Dva známé snímky Gagea, na nichž je i s pěchovací tyčí.

Je to pozoruhodné, ale přežil a zotavil se. Jenže onen ctěný a vyrovnaný Gage se změnil. Slovy doktora, který jej po léta sledoval:

Abych tak řekl, zdá se, že vyváženost či rovnováha mezi jeho intelektuálními schopnostmi a živočišnými sklony byla zničena. Je křečovitý, chybí mu respekt, čas od času si libuje v nejhrubších vulgaritách (což u něj dříve nebývalo zvykem), vůči přátelům projevuje jen málo úcty, schází mu trpělivost poslouchat rady, odporují-li jeho touhám, čas od času je neústupně tvrdohlavý, přesto náladový a nerozhodný, vymýšlí spousty plánů do budoucna, které opouští dřív, než jsou pořádně připravené, a nahrazuje je jinými, jež se jeví proveditelněji.

Přátelé o Gageovi tvrdili, že „už to není Gage“. Nedokázal se vrátit ke své práci, a nakonec byl nucen vystupovat (se svou tyčí) jako exponát předváděný cirkušákem P. T. Barnumem. Bolestně dojemné.

Gage se zcela nečekaně uzdravil. Několik let po zranění se vrátil do práce (většinou se živil jako řidič dostavníku) a jeho chování bylo popisováno jako víceméně přiměřené. Zbývající část jeho pravé frontální korové tkáně převzala některé funkce, jež se po úrazu ztratily. Tato tvárnost mozku bude ústředním bodem páté kapitoly.

Další příklad, co se stane, když dojde k poškození frontálního kortexu, lze pozorovat u frontotemporální demence (FTD), která začíná ničením frontální kůry.

Fascinující je, že prvními usmrcenými nervovými buňkami jsou ony záhadné von Economovy neurony, jež jsou specifické pro primáty, slony a kytovce.⁵³ Jací jsou lidé s FTD? Vykazují ztrátu zábran v chování (behaviorální disinhibice) a chovají se společensky nepatřičně. Přidává se rovněž apatie a nedostatek iniciačního chování, což vede k závěru, že „osoba zodpovědná za rozhodování“ byla zničena.*

Něco obdobného pozorujeme u Huntingtonovy choroby: děsivé poruchy vyvolané neskutečně podivnou mutací. Podkorové okruhy, které zajišťují sladění signálů posílaných svalům, jsou zničeny a pacient je kvůli mimovolným kroutivým pohybům stále méně soběstačný. Krom toho dochází i k poškození frontálního kortexu, často ještě před poškozením podkorové oblasti. Přibližně u poloviny pacientů se objevuje taktéž ztráta zábran – krádeže, agresivita, hypersexualita, výbuchy chorobného, nevysvětlitelného sázení.[†] Sociální a behaviorální ztráta zábran se objevuje rovněž u jedinců, kteří mají v důsledku mrtvice poškozenou frontální kůru (například sexuální útočné chování u osmdesátníků).

Je tu ještě jiná situace, při níž je funkce frontální kůry snížena a která navozuje podobné projevy chování (hypersexualitu, výbuchy emocí, nápadně nelogické činy).⁵⁴ Ptáte se, o jaké nemoci mluvíme? O žádné. Sníte. Během REM spánku, když sníte, se frontální kůra odpojí a snový scenárista si dělá, co si zamane. A pokud je navíc frontální kůra stimulovaná, zatímco se člověku něco zdá, začnou sny být méně snové a osoba si sama sebe více uvědomuje. A existuje ještě jedna nechorobná situace, při níž PFC mlčí a vytváří emocionální tsunami: během orgasmu.

Na závěr zmiňme poslední sféru poškozené frontální kůry. Adrian Raine z Pensylvánské univerzity a Kent Kiehl z Univerzity v Novém Mexiku oznámili, že u psychopatických zločinců je patrná nižší aktivita ve frontální kůře a že u těchto osob se navazuje menší množství vazeb mezi PFC a jinými oblastmi mozku (ve srovnání se zločinci, kteří nejsou psychopati, a kontrolními osobami, jež nepáchají trestnou činnost). Kromě toho prodělalo v minulosti nápadně vysoké procento lidí uvězněných za násilné trestné činy otřes mozku v oblasti frontální kůry.⁵⁵ Více v šestnácté kapitole.

OBLIGÁTNÍ PROHLÁŠENÍ O NEPRAVDIVOSTI DICHOTOMIE MEZI KOGNICÍ A EMOCEMI

PFC sestává z rozmanitých částí, podčástí a pod-podčástí – je jich zkrátka dost na to, aby neuroanatomové neskončili na podpoře. Dvě oblasti jsou klíčové.

* Apatie se naprosto liší od té, již trpí lidé v raných stádiích Alzheimerovy choroby, kteří se cítí trapně poté, co kvůli problémům s pamětí udělali pár společenských trapasů – například se někoho zeptali na zdraví manželky či manželky, jelikož zapomněli, že daná osoba před lety zemřela.

† Ústředním námětem románu *Sobota* od lana McEwana je ztráta zábran hlavního hrdiny, zapříčiněná Huntingtonovou chorobou. Vynikající kniha.

Zaprvé je tu dorzální část PFC, obzvláště dorzolaterální PFC (dlPFC) – se slovy „dorzální“ a „dorzolaterální“ se netrapte, je to jen žargon.* dlPFC je nejvíce rozhodující, nejvíce racionální, kognitivní, praktickou, nesentimentální částí PFC – a navíc částí evolučně nejmladší, jež nadto dospívá jako poslední. Pověštinou naslouchá ostatním korovým oblastem a komunikuje s nimi.

Naproti dlPFC máme ventrální část PFC, konkrétně ventromediální PFC (vmPFC). Je to frontokortikální oblast, z níž vizionářský neuroanatom Walle Nauta udělal čestného člena limbického systému, a to kvůli její provázanosti s touto částí mozku. Je evidentní, že vmPFC souvisí zejména s vlivem emocí na rozhodování. A hodně našeho nejlepšího a nejhoršího chování zahrnuje interakce mezi vmPFC, limbickým systémem a dlPFC.†

Funkce kognitivní dlPFC jsou esencí děláním obtížnější věci.⁵⁶ V situaci, kdy se jedinec vzdá okamžité odměny kvůli odměně větší, která přijde později, je to neaktivnější oblast frontální kůry. Vezměte si klasické morální dilema – je v pořádku zabít jednoho nevinného člověka, jestliže tím zachráníte pět dalších? Když lidé nad touto otázkou uvažují, rozsáhlejší aktivita dlPFC predikuje vyšší pravděpodobnost, že odpověď bude ano (jak ale uvidíme ve třinácté kapitole, záleží rovněž na tom, jak otázku položíte).

Opice s poraněnou dlPFC nedokáží při plnění úlohy změnit strategii, přestože se odměna udílená za tu kterou strategii mění – stále opakují tu, jež zajišťuje nejbezprostřednější odměnu.⁵⁷ Podobně mají lidé s poškozením dlPFC sníženou schopnost plánovat nebo odložit uspokojení, setrvávají u strategií, které skýtají okamžitou odměnu, a vykazují slabou exekutivní kontrolu nad svým chováním.‡ Za pozornost stojí, že metoda transkraniální magnetické stimulace zvládne dočasně umlčet část mozkové kůry, což se dělalo v rámci fascinující studie Ernsta Fehra z Curyšské univerzity.⁵⁸ Jestliže byla dlPFC umlčena, pokusné osoby hrající ekonomickou hru bez rozmyslu přijímaly mizerné nabídky, které by jinak odmítly v naději, že v budoucnu dostanou

* Rychlý úvod do určování směrů v mozku pro všechny, které to zajímá. Tyto směry lze dělit na tři kategorie: 1) Dorzální/ventrální: dorzální (hřbetní) = vršek mozku (když máte ploutev na hřbetě delfína, taky se nazývá hřbetní), ventrální (břišní) = spodní část. 2) Mediální/laterální: mediální = osa souměrnosti mozku, viděno z příčného řezu, laterální = co nejdále doprava či doleva od osy souměrnosti. „Dorzolaterální“ PFC je tudíž část PFC, které je na vršku a směřuje do strany. 3) Anteriorní/posteriorní: na předním či zadním konci mozku. Lateralizované mozkové struktury jsou párové – jedna v pravé, jedna v levé hemisféře, obě na stejném místě v dorzální/ventrální a anteriorní/posteriorní rovině, ale na opačných stranách v rovině mediální/laterální.

† Aby „dlPFC“ a „vmPFC“ zůstaly srozumitelné, budu nepřetržitě zmiňovat jejich neprávem rozdělené funkce. Jen pro připomenutí: „kognitivní dlPFC“ a „emoční vmPFC“. Případně tady je mnemotechnická pomůcka – „dl“ kognitivního dlPFC reprezentuje „rozhodovací“ (*deliberative*), „vm“ emočního vmPFC zase „velmi (e)moční“. Není to nic moc, ale párkrát už mě to zachránilo.

‡ Krom toho podávají dlPFC pacienti slabší výkon v obtížných činnostech, jako je například zohlednění cizích hledisek. Jde o podtyp něčeho, čemu se říká teorie mysli a co zahrnuje interakci mezi dlPFC a oblastí mozku jménem temporoparietální junkce. Více v jedné z pozdějších kapitol.

nabídku lepší. Zásadní nicméně je, že ve hře hrála roli socialita - pokud se pokusné osoby domnívaly, že protihráčem je počítač, umlčení dlPFC nemělo žádný efekt. Stejně jako pokusné osoby s umlčenou dlPFC hodnotili i kontrolní jedinci mizerné nabídky jako nečestné. Takže jak vyvodili autoři: „Pokusné osoby [s umlčenou dlPFC] se chovaly, jako kdyby nadále nedokázaly uskutečňovat své spravedlivé cíle.“

Jaké úlohy má na starosti emoční vmPFC?⁵⁹ Jak se dá očekávat, dostává vstupní informace ze struktur limbického systému. Aktivuje se po vítězství osoby, které fandíte, nebo když posloucháte příjemnou hudbu oproti disharmonické (konkrétně pokud u vás hudba vyvolá mrazení v zádech).

Jaké dopady má poškození vmPFC?⁶⁰ Mnoho věcí zůstane v normálu - inteligence, pracovní paměť, vytváření odhadů. Jedinci zvládnou „udělat obtížnější věc“, pokud se jedná o čistě kognitivní otázky, které směřují na frontální kůru (např. hlavolamy, v nichž se musíte vzdát kroku vpřed ve prospěch dvou následujících).

Rozdíly vyvstávají, dojde-li na konání sociálních/emočních rozhodnutí - pacienti s poškozením vmPFC se prostě nedokáží rozhodnout.* Chápu své možnosti a zvládnou uvážlivě poradit někomu jinému, kdo se nachází v podobné situaci. Leč čím je situace osobnější a čím je konkrétní scénář emocionálnější, tím větší s tím mají problémy.

Damasio vypracoval vlivnou teorii o emočně zatíženém rozhodování, která vychází z filozofie Davida Humea a Williama Jamese a brzy ji probereme.⁶¹ Stručně řečeno, frontální kůra provádí s vnitřními pocity experimenty „jak-kdyby“ („Jak bych se cítil, kdyby nastal tento výsledek?“) a činí volbu na základě myšlené odpovědi. Poškozením vmPFC dojde k odstranění limbických vstupů do PFC, což eliminuje vnitřní pocity. Rozhodování je pak obtížnější.

Konečná rozhodnutí mají navíc vysoce praktický ráz. VmPFC pacienti jsou nezvykle ochotní obětovat jednu osobu, včetně rodinného příslušníka, aby zachránili pět cizinců.⁶² Spíš než o výsledek se zajímají o své podpovrchové emocionální pohnutky: potrestají někoho, kdo neúmyslně zabil, ale ne toho, kdo zabít chtěl, ale neuspěl. V druhém případě koneckonců nikdo nezemřel.

Pan Spock spoléhal výhradně na dlPFC. A nyní ke klíčovému bodu: lidé, kteří rozlišují mezi myšlením a emocemi, často preferují myšlení a na to druhé hledí podezřívavě. Emoce brání v rozhodování, protože lidé kvůli nim bývají sentimentální, skandují příliš hlasitě, oblékají se křiklavě, mají znepokojivě zarostlé podpaží. Pokud by na tomto názoru něco bylo, platilo by, že odstříhnutím vmPFC bychom byli racionálnější a fungovali lépe.

* Pripomínka: jako u všech dobrých studií, jež se věnují jedincům s poškozením určité části mozku, tu není pouze kontrolní srovnávací skupina lidí, kteří žádné poškození mozku nemají - nechybí ani kontrolní skupina lidí s poškozením jiné, nesouvisějící části mozku.

Jenže to tak není, jak výřečně zdůrazňuje Damasio. Nejenže mají lidé s poškozením vmPFC potíže s rozhodováním, ale také činí špatná rozhodnutí.⁶³ Pacienti bývají nesoudní při vybírání přátel či partnerů a nemění své chování po negativních zkušenostech. Uvažte například úlohu týkající se sázení, při níž se výše odměny pro různé strategie bez vědomí pokusných osob mění, přičemž osoby mohou svou herní strategii změnit. Kontrolní osoby ji optimálně upravovaly, ačkoli nedokázaly vyjádřit, jak se výše odměn mění. Lidé s poškozením vmPFC tak nečinili, i když to formulovat dovedli. Bez vmPFC si sice uvědomujete význam negativní zpětné vazby, nerozpoznáte však vnitřní pocit, který nazvuje, a proto své chování neupravit.

Jak jsme viděli, bez dlPFC je s metaforickým superegem amen. Výsledkem jsou jedinci s hyperagresivním a hypersexuálním idem. Avšak bez vmPFC je chování nepatřičné kvůli své neemocionalitě. Když například postižený potká po dlouhé době známého, řekne: „Ahoj, vidím, že jsi maličko přibral.“ A když jej později zahanbená manželka pokárá, dotyčný nejspíš trochu zmateně prohlásí: „Ale vždyť je to pravda.“ VmPFC není zakrnělým appendixem frontálního kortexu a emoce nejsou v rozumném mozku obdobou zánětu slepého střeva. Naopak, vmPFC je nepostradatelná.⁶⁴ Kdybychom se vyvinuli ve Vulkány, tak by nepostradatelná nebyla, avšak dokud bude svět plný lidí, evoluce nás tím směrem nikdy neposune.

Aktivace dlPFC a vmPFC může být nepřímou úměrná. V podnětné studii, v níž jazzový pianista dostal uvnitř mozkového skeneru klávesnici, začala být vmPFC aktivnější a dlPFC méně aktivní, pokud pokusná osoba improvizovala. V další studii jedinci posuzovali hypoteticky škodlivé jednání. Uvažování o zodpovědnosti pachatele uvedlo v činnost dlPFC, rozhodování o výši trestu zase vmPFC.* Když pokusné osoby dostaly úlohu týkající se sázení, při níž se u různých strategií měnila pravděpodobnost odměny a strategii šlo kdykoli změnit, měly na rozhodování vliv dva faktory: a) výsledek jejich posledního činu (čím lépe se situace jevila, tím byla vmPFC aktivnější) a b) výše odměn za všechna předešlá kola, což vyžadovalo dlouhý retrospektivní pohled (čím lepší byly dlouhodobé odměny, tím aktivnější byla dlPFC). Poměrná aktivace mezi těmito dvěma oblastmi předpovídala, jak se subjekt rozhodne.⁶⁵

Zjednodušeně se dá říct, že vmPFC a dlPFC svádějí prostřednictvím emocí versus kognice neustálou bitvu o nadvládu. Ale i když lze emoce a kognici do jisté míry oddělit, jen málokdy stojí v opozici. Naopak jsou propletené ve společném vztahu, který je nutný pro normální fungování, a jakmile začnou být úlohy s emotivní i kognitivní složkou náročnější (provádění stále složitějších

* Pro zájemce: některé z nejsilnějších reakcí lze nalézt v podoblasti vmPFC, která se nazývá orbitofrontální kůra.

ekonomických rozhodnutí z čím dál nespravedlivější pozice), činnost obou struktur se stane synchronizovanější.

FRONTÁLNÍ KŮRA A JEJÍ VZTAH K LIMBICKÉMU SYSTÉMU

Nyní víme, co dělají různé podsekcce PFC a jak spolu neurobiologicky interagují kognice a emoce. To nás přivádí k úvaze, jak na sebe navzájem působí frontální kůra a limbický systém.

Důležité studie Joshuy Greena z Harvardovy univerzity a Jonathana Cohena z Princetonské univerzity ukázaly, jak se „emoční“ a „kognitivní“ části mozku do jisté míry separují.⁶⁶ Vědci využili slavný filozofický problém s „ujíždějící tramvají“ (tramvajové dilema), v němž se tramvaj řítí na pět lidí, a vy musíte rozhodnout, jestli je v pořádku zabít jednoho člověka, abyste těch pět zachránili. Formulace problému je klíčová. V jedné verzi zatáhnete za páku, čímž přeměrujete tramvaj na vedlejší kolej. Zachráníte tak pět lidí, ale tramvaj zabije někoho, kdo je čirou náhodou na druhé trati: 70 až 90 procent lidí řekne, že by to udělalo. Druhý scénář je takový, že osobu vlastnoručně pod tramvaj strčíte. Tramvaj to zastaví, leč osoba zemře: 70 až 90 procent prohlásí, že to v žádném případě neudělá. Početně se jedná o stejnou situaci „něco za něco“, ale rozhodnutí jsou naprosto odlišná.

Greene s Cohenem předložili obě verze a mezitím neurozobrazovacími metodami sledovali mozek subjektů. Uvažování o úmyslném zabití vlastníma rukama aktivovalo rozhodovací dlPFC, oblasti, jež souvisejí s emocemi a reagují na averzivní podněty (včetně korové oblasti, kterou spouštějí emočně zatížená slova), amygdalu a vmPFC. Čím aktivnější byla amygdala a čím negativnější emoce zúčastněný během rozhodování ohlásil, tím méně bylo pravděpodobné, že se rozhodne strčit osobu pod tramvaj.

A když lidé zvažovali nezaujaté zatáhnutí za páku, jímž by někoho bezděčně zabili? Aktivovala se jen dlPFC. Bylo to stejně ryze intelektuální rozhodnutí jako volba správného klíče při opravě. Znamení studie.*

Další výzkumy se zabývaly interakcí mezi „kognitivními“ a „emočními“ částmi mozku. Několik příkladů:

Kapitola 3 rozebírá poněkud znepokojivý výzkum – strčte průměrného člověka do mozkového skeneru a ukažte mu na desetinu sekundy obrázek příslušníka

* Ke Greenově následné „tramvajologické“ práci se podrobně vrátíme v kapitole o morálce. Obecně se ukazuje, že rozdíly v reakcích se točí kolem a) kontrastu osobní/neosobní, mezi zatáhnutím za páku a strčením vlastníma rukama, b) kontrastu prostředek/vedlejší efekt, mezi smrtí osoby jako nutnosti a nechtěného důsledku, c) psychologického odstupu od potencionální oběti.

odlišné rasy. Vše proběhne příliš rychle, než aby si uvědomil, co viděl. Amygdala ale rasovou odlišnost díky anatomické zkratce zaznamená a uvede se v činnost. Pro srovnání: ukažte obrázek na delší dobu. Amygdala se opět aktivuje, leč následně tak učiní i kognitivní dlPFC a utlumí ji - projevuje se tedy snaha kontrolovat něco, co je pro většinu lidí těžko stravitelná prvotní reakce.

Šestá kapitola probírá experimenty, při nichž pokusná osoba hraje s dalšími dvěma lidmi hru. Subjekt je zmanipulován tak, aby měl pocit, že byl vynechán. To spustí amygdalu, periaqueductální šed (onu starodávnou oblast mozku, která pomáhá zpracovávat fyzickou bolest), přední cingulum a inzulu, což je anatomické zobrazení strachu, úzkosti, bolesti, znechucení a smutku. Brzy nato se aktivuje PFC, zatímco nastupuje racionalizace: „To je ale pitomá hra; mám přátele; můj pes mě miluje.“ Amygdala a spol. se uklidní. A co když totéž provedete osobě, jejíž frontální kůra není plně funkční? Činnost amygdaly nadále roste a osoba je stále sklíčenější. O jakou neurologickou poruchu jde? O žádnou. Máme před sebou typického teenagera.

A na konec: PFC zprostředkovává vyhasnutí strachu. Včera se potkan naučil, že „po zvuku následuje šok“, takže po zaznění zvuku ztuhne. Dnes už žádné šoky nedostává, a tak si potkan osvojil jiný fakt, který má přednost: „Ale ne dnes.“ První skutečnost je tu pořád - důkazem je, že pokud začnete zvuk opět propojovat se šokem, tuhnutí po zaznění zvuku se „zase vrátí“ vyšší rychlostí, než jakou se jedinec tuto spojitost naučil původně.

Kde se závěr „ale ne dnes“ utvrzuje? V PFC, po obdržení informací z hipokampu.⁶⁷ Mediální PFC aktivuje inhibiční okruhy v BLA a potkan přestane po zaznění zvuku tuhnout. V podobném duchu, ovšem s ohledem na specificky lidskou kognici, začněte u lidí podmiňovat souvislost mezi modrým čtverečkem na obrazovce a šokem. Jakmile jedinec čtvereček uvidí, amygdala se aktivuje. Avšak u pokusných osob, které situaci znovu posoudily a aktivovaly mediální PFC rozjímáním o nádherné modré obloze, proběhne aktivace v omezené míře.

Tím volně přecházíme k tématu ovládání emocí prostřednictvím myšlení.⁶⁸ Usměrňovat myšlení je obtížné (zkuste nemyslet na hrocha), ale s emocemi je to ještě pracnější. Zkoumal to můj kolega ze Stanfordu a blízký přítel James Gross. „Uvažovat jinak“ o něčem emocionálním se liší od jednoduchého potlačování projevu emocí. Ukažte například někomu názorné záběry amputace. Dotyčný se ošije a aktivuje se u něj amygdala i sympatický nervový systém. V tu chvíli dostane jedna skupina pokyn skrýt své emoce („Ukážu vám jiný filmový záběr a chci, abyste potlačili svou emocionální reakci“). Jak to udělat co nejefektivněji? Gross rozlišuje mezi „vstupními“ a „výstupními“ strategiemi. Strategie zaměřená na výstup spočívá v zahrnutí emocionálního koně zpět do

stáje - když sledujete hrůzostrašné záběry, pociťujete nevolnost a myslíte si: „Dobře, seď klidně, pomalu dýchej.“ Obyčejně to způsobí ještě intenzivnější činnost amygdaly a sympatiku.

Vstupní strategie fungují zpravidla lépe, jelikož dveře od stáje zůstávají celou dobu zavřené. Fungují na principu soustředit se na pocity související s něčím jiným (například s báječnou dovolenou) či přemýšlet o něčem jiném, nebo mít jiné myšlenky/pocity o tom, co vidíte (opětovně posouzení: „Není to skutečné, ale sehrané“). A když uspějete, aktivuje se PFC (konkrétně dlPFC), amygdala a sympatikus se utlumí a subjektivní strádání poklesne.*

Díky vstupnímu přehodnocení funguje placebo.⁶⁹ Jestliže si pomyslíte: „Můj prst bude propíchnutý špendlíkem,“ uvedete tím v činnost amygdalu společně s okruhem mozkových oblastí, jež mají co do činění s reakcí na bolest, a propíchnutí zabolí. Pokud vám bude oznámeno, že pleťový krém nanesený na váš prst je účinný analgetický krém, pomyslíte si: „Můj prst bude propíchnutý špendlíkem, ale ten krém bolest zastaví.“ Aktivuje se PFC a dojde k oslabení činnosti jak amygdaly a okruhů souvisejících s bolestí, tak i vnímání bolesti samotné.

Podobné myšlenkové postupy jsou jádrem mimořádně efektivního typu psychoterapie - kognitivně-behaviorální terapie (KBT) - jež slouží k léčbě poruch emoční regulace.⁷⁰ Představte si člověka se sociálně-úzkostnou poruchou, kterou v raném dětství zapříčinil strašný zážitek doprovázený psychickým traumatem. Zjednodušeně řečeno: KBT se podílí na poskytování nástrojů k novému posouzení (přehodnocení) okolností, které vyvolávají úzkost - uvědomíte si, že příšerné pocity, jež v dané společenské situaci prožíváte, souvisejí s tím, co se stalo tehdy, nikoli s tím, co se děje teď.†

Řízení emočních reakcí pomocí podobného typu úvah je zcela jasně řízené shora - frontální kůra uklidňuje rozrušenou amygdalu. Stejně tak ale může být vztah PFC/limbický systém řízen zdola, zahrnuje-li rozhodování instinktivní pocit. To je hlavní oporou Damasiovy hypotézy somatických markerů. Vybrání z alternativ může vyžadovat mozkovou analýzu nákladů a přínosů. Zahrnuje však i „somatické markery“, tedy vnitřní simulace, jak by byl každý výsledek pocítován. Tyto simulace probíhají v limbickém systému a vmPFC je o nich informována. Proces není myšlenkovým, nýbrž emočním experimentem. Fakticky jde o emoční paměť potenciální budoucnosti.

Mírný somatický marker aktivuje pouze limbický systém.⁷¹ „Měl bych zvolit chování A? Asi ne - pravděpodobnost výsledku B působí děsivě.“

* Vzhledem k rozvržení PFC je nejpravděpodobnější posloupností spuštění dlPFC a následná aktivace vmPFC, načež dojde k utlumení amygdaly.

† A to se rozšiřuje až na meta-úroveň přehodnocování, poněvadž Gross ukázal, že při používání KBT pro léčbu sociální úzkosti je jedním z mediátorů výsledku léčby přesvědčení, že člověk může efektivně přehodnocovat.

Barvitější somatický marker spustí rovněž sympatický nervový systém. „Měl bych zvolit chování A? V žádném případě - potím se, už jen když si výsledek B představím.“ Experimentální zvýšení síly tohoto sympatického signálu posiluje averzi.

To je obrázek normální spolupráce mezi limbickým systémem a frontální kortexem.⁷² Samozřejmě ne vše je vždy v rovnováze. Například v důsledku strachu jsou lidé při rozhodování o trestu méně analytičtí a více reflexivní. Vystresovaní lidé často činí šeredně špatná, emocemi prodchnutá rozhodnutí. Co dělá stres s amygdalou a frontální kůrou, zkoumá čtvrtá kapitola.*

Účinky stresu na frontální kůru rozebral Daniel Wegner, který se později stal psychologem na Harvardu, v trefně nazvaném článku „Jak si v jakékoli situaci myslet, říkat nebo dělat ty nejhorší věci?“.⁷³ Uvažuje v něm nad tím, co Edgar Allan Poe nazval „démonem zvrácenosti“:

Na silnici před sebou vidíme vyjetou kolej. Namíříme své kolo rovnou do ní. V duchu si říkáme, že při rozhovoru nezmíníme choulostivé téma, a nato se otřeseme hrůzou, když se přesně o ně nechtěně otřeme. Zatímco procházíme místností, opatrně držíme sklenici červeného vína a myslíme si: „Nevylij to“ - a pak nám za upřeného pohledu hostitele upadne na koberec.

Wegner demonstroval dvoufázový proces frontokortikální regulace: a) jeden proud identifikuje X jako *velmi důležité*; b) druhý proud prověřuje, jestli závěr zní „*Udělej X*“, nebo „*Nikdy nedělej X*“. A během stresu, rozptýlení nebo těžké kognitivní zátěže se oba proudy mohou separovat; proud A dává svou přítomnost najevo bez proudu B a říká, kterou cestou se na křižovatce pustit. Pravděpodobnost, že zvolíte chybnou alternativu, se nezvyšuje navzdory vašim nejlepšími snahám, ale kvůli jejich stresem zmatené verzi.

Tím uzavřeme úvod do frontální kůry. Stále omílanou zásadou je, že frontální kortex vás přiměje udělat obtížnější věc, pokud je správná. Pět závěrečných bodů:

* A pak jsou tu okolnosti, za nichž limbický systém přemůže frontální kůru, nic jako „dobré rozhodnutí“ neexistuje a jedna volba je horší než druhá. Zamyslete se nad tím, co je pro rodiče pravděpodobně nejtrýznivější scénou v historii kinematografie - když musí Sofie ze *Sofiny volby* učinit volbu s velkým V a bez předchozího varování v několika vteřinách určit, které z jejích dvou dětí bude žít a které zemře. Aby se tato vynucená, nepředstavitelná volba uskutečnila, je potřeba, aby Sophiiny frontokortikální neurony vyslaly signál do prefrontální kůry a jejího motorického kortexu - nakonec přece jen pronese slova, pohne rukama a popostrčí jedno dítě vpřed. Obousměrnost systému se ukáže na skutečnosti, že Sophiiny limbický systém - bez pochyby v agonii - ječel na frontální kůru.

- „Dělat obtížnější věc“ není v praxi argument pro rozlišování mezi oceňováním emocí a oceňováním kognice. Jak kupříkladu probereme v jedenácté kapitole: co se týče naší morálky v rámci vlastní skupiny (*in-group*), nejvíce prosociální jsme, když u nás převládají prudké, nevyslovené emoce. Jestliže se však bavíme o morálce týkající se cizí skupiny (*out-group*), nejvíce prosociální jsme, vládneli kognice.
- Je snadné vyvodit, že PFC souvisí se zamezováním nerozváženému chování („Nedělej to, jinak budeš litovat“). Ale pokaždé tomu tak není. Například v sedmnácté kapitole se podíváme, jak překvapivě velké úsilí musí frontální kůra vynaložit na zmáčknutí spouště.
- Stejně jako všechno, co se týká mozku, se i struktury a funkce frontální kůry mezi jedinci nesmírně liší. Kupříkladu klidový energetický výdej v PFC mezi lidmi průměrně třicetinásobně kolísá.* Co takové individuální rozdíly způsobuje? Podívejte se na zbytek této knihy.⁷⁴
- „Dělat obtížnější věc, pokud je správné ji udělat.“ „Správné“ je v tomto případě použito spíš v neurobiologickém a pomocném než morálním smyslu.
- Vezměte si takové lhaní. Je jasné, že frontální kůra pomáhá v těžkém úkolu, jímž je odolat pokušení. Významnou úlohou frontální kůry, zejména dlPFC, je však lhát zdatně, kontrolovat emoční obsah signálu, vytvářet abstraktní vzdálenost mezi zprávou a významem. Pozoruhodné je, že patologičtí lháři mají v PFC neobvykle velké množství bílé hmoty což naznačuje její mnohem komplexnější naprogramování.⁷⁵

Ale znovu: „správná věc“ v souvislosti se lží, již dopomáhá frontální kůra, nemá s morálkou nic společného. Herec lže publiku o tom, že má pocity zasmušilého dánského prince. Dítě uplatňuje situační etiku, když babičce vykládá, jak je nadšené z dárku, a zamlčuje, že darovanou hračku již má. Vůdce pronáší nestydaté lži a rozpoutá válku. Finančník, který provozuje pyramidovou hru, okrádá investory. Venkovanka lže uniformovanému grázlovi a říká mu, že netuší, kde se nacházejí uprchlíci, přičemž ví, že se skrývají u ní na půdě. Stejně jako u spousty věcí, které souvisejí s frontální kůrou, jde o souvislosti, souvislosti, souvislosti.

Kde získává frontální kůra obraznou motivaci k tomu dělat obtížnější věc? Na to se nyní podíváme během závěrečné zastávky, kterou je dopaminergní systém „odměny“ v mozku.

* Představte si jedince s „represivní“ osobností. Takové osoby drží své emoce na uzdě a chovají se disciplinovaně – nejenže nevyjadřují emoce, oni nejsou dobří ani v jejich interpretaci u ostatních. Mají rádi uspořádaný, strukturovaný, předvídatelný život, dokáží vám říct, co budou večeřet příští čtvrtek, a všechno stihnou včas. Mají zrychlený metabolismus ve frontální kůře a zvýšenou hladinu stresových hormonů v krvi, což naznačuje, že může být nesmírně stresující budovat svět, v němž nedochází k ničemu, co by vyvolávalo stres.

MEZOLIMBICKÝ / MEZOKORTIKÁLNÍ DOMAPINOVÝ SYSTÉM

Odměna, radost a spokojenost jsou komplexní fenomény a motivovaná honba za jejich dosažením se minimálně v elementární formě vyskytuje u mnoha druhů. Klíčem k pochopení všeho je neurotransmitter dopamin.

JÁDRA, VSTUPY A VÝSTUPY

Dopamin se syntetizuje v několika mozkových oblastech. Jedna z nich napomáhá zahajovat pohyb - její poškození má za následek vznik Parkinsonovy choroby. Další řídí vylučování hypofyzárního hormonu. Avšak dopaminergní systém, který nás zajímá, vznikl ze starobylé, evolučně konzervované oblasti nedaleko mozkového kmene, již říkáme ventrální tegmentální oblast (dále jen „tegmentum“).

Hlavním cílem těchto dopaminergních neuronů je poslední víceslabičný mozkový region, který představíme v této kapitole - nucleus accumbens (dále jen „n. accumbens“). Vedou se diskuse, jestli by se měl n. accumbens brát jako součást limbického systému, avšak když už nic jiného, minimálně je značně „limbický“.

Následuje první pohled na organizaci tohoto systému:⁷⁶

- a) Tegmentum vysílá projekce do n. accumbens a (jiných) limbických oblastí, jako je amygdala a hipokampus. To vše se nazývá „mezolimbická dopaminová dráha“.
- b) Tegmentum rovněž vysílá projekce do PFC (nikoli však do jiných korových oblastí, což je podstatné). Říká se tomu „mezokortikální dopaminová dráha“. Mezolimbickou a mezokortikální dráhu budeme spojovat pod jeden název - „dopaminergní systém“ - a budeme ignorovat, že ne vždy jsou aktivní současně.*
- c) N. accumbens vysílá projekce do oblastí souvisejících s pohybem.
- d) Většina oblastí přijímá projekce z tegmenta a/nebo n. accumbens a samozřejmě posílá projekce zpět k nim. Nejzajímavější budou projekce od amygdaly a PFC.

* U lidí je se spouštěním dopaminergního systému běžně vyhodnocuje pomocí funkčních zobrazovacích technik, například fMRI, které zaznamenávají změny v metabolismu různých částí mozku. Přesněji řečeno: ačkoli mají vzrůst metabolických nároků v těchto oblastech na svědomí obvykle neurony, v nichž vzniká mnoho (dopamin uvolňujících) akčních potenciálů, nejedná se o synonyma. Nicméně pro jednoduchost zaměnitelně používám „růst dopaminergní signalizace“, „dopaminové dráhy aktivují“ a „dopamin se uvolnil“.

ODMĚNA

Dopaminergní systém souvisí v první řadě s odměnou – rozmanité příjemné podněty aktivují tegmentální neurony a způsobí, že se začne uvolňovat dopamin.⁷⁷ Několik podpůrných důkazů: a) drogy jako kokain, heroin a alkohol uvolňují dopamin v n. accumbens; b) pokud se uvolňování dopaminu v tegmentu zablokuje, podněty původně přinášející potěšení začnou být averzivní; c) chronický stres nebo bolest spotřebuje dopamin a sníží citlivost dopaminových neuronů na stimulaci, což vyvolá charakteristický příznak deprese – „anhedonii“, neschopnost prožívat radost.

Některé odměny, kupříkladu sex, uvolňují dopamin u všech zkoumaných druhů.⁷⁸ V případě lidí stačí na sex jen myslet.^{79*} Jídlo vyvolává vylučování dopaminu u hladových jedinců napříč druhy, u lidí obzvlášť. Ukažte obrázek mléčného koktejlu někomu, kdo právě jeden spořádal, a dopaminergní systém se aktivuje výjimečně – došlo k nasycení. Avšak u osob, které držely dietu, aktivace pokračuje. Pokud se snažíte o omezení příjmu potravy, mléčný koktejl způsobí, že chcete ještě jeden.

Mezolimbecký dopaminový systém též odpovídá na příjemnou estetiku.⁸⁰ V jedné studii lidé poslouchali novou hudbu. Čím víc se aktivoval n. accumbens, tím pravděpodobnější bylo, že si osoby následně hudbu koupí. Ke spuštění dopaminergního systému dochází i tehdy, když se bavíme o člověkem vytvořených kulturních vynálezech – pokud si například typický muž prohlíží obrázky sportovních aut.

Vzorci vylučování dopaminu jsou nejzajímavější, jestliže se týkají sociálních interakcí.⁸¹ Některá zjištění jsou vyloženě dojemná. V jedné studii měla pokusná osoba s někým hrát ekonomickou hru, přičemž hráč dostával odměnu za dvou okolností: a) pokud oba hráči spolupracovali, každý dostal průměrnou odměnu, a když b) subjekt vrazil druhému nůž do zad, získal velkou odměnu, kdežto druhá osoba neobdržela nic. Přestože oba výsledky zvyšují dopaminergní aktivitu, k většímu růstu dochází po spolupráci.[†]

Další výzkum se zabýval ekonomickým chováním při trestání darebáků.⁸² V jedné studii hrály pokusné osoby hru, v níž mohl hráč B podrazit hráče A kvůli zisku. V každém kole mohl hráč A buď a) nedělat nic, b) potrestat hráče B tak, že si vzal část jeho peněz (zdarma pro hráče B), nebo c) zaplatit určitou část peněz, přičemž hráč B přišel o dvojnásobek této částky. Trestání spustilo dopaminový

* Ve skutečnosti to naráží na svět pohlavních rozdílů, jelikož dopaminergní odpověď na sexuálně vzrušivé vizuální podněty je větší u mužů než u žen. Pozoruhodné je, že tento rozdíl neplatí výhradně pro lidi. Samci druhu makaka rhesus se zřeknou možnosti uhasit žízeň vodou a radši se dívají na obrázek – nejsem si úplně jistý, jak jinak to říct – rozkroku samice makaka rhesus (přičemž dívat se na jiné obrázky stejných makaků je nezajímavé).

† Důležitým bodem je, že všechny pokusné osoby ve studii byly ženy.

systém, a to zejména pokud musely pokusné osoby za trestání platit – čím výraznější byl nárůst dopaminu během trestání „zdarma“, tím ochotněji někdo platil, aby mohl trestat. Trestání porušení pravidel nám přináší uspokojení.

Jiná skvělá studie, o níž se postarala Elizabeth Phelpsová z Newyorské univerzity, se týkala „přihazování“ v aukcích, kde lidé ohlásili vyšší částku, než se čekalo.⁸³ Vykládá se to tak, že dané jednání odráží dodatečnou odměnu za překonání někoho v soupeřivém aspektu přihazování. Čili „vyhrávání“ v aukci je ve své podstatě sociálně kompetitivní, na rozdíl od „vyhrávání“ v loterii. Vítězství v loterii i vítězství v přihazování aktivuje u pokusné osoby dopaminergní signalizaci. Prohra v loterii nemá žádný efekt, zatímco prohra ve válce příhozů vylučování dopaminu zastaví. Nevyhrát v loterii je smůla; nevyhrát aukci je společenská podřízenost.

To vyvolává hrozbu závistí. V jedné neurovizuální studii subjekty četly o hypotetických akademických záznamech jisté osoby, o její popularitě, atraktivitě a bohatství.⁸⁴ Popisy, které evokovaly závist, jak respondenti uváděli, aktivovaly korové oblasti, jež se zapojují při vnímání bolesti. Následoval popis, že hypotetického jedince potkala rána osudu (třeba byl přeložen na nižší pozici). Vyšší aktivace drah pro bolest při zaslechnutí novinek o štěstí osoby predikovala větší dopaminergní činnost poté, co se subjekty dozvěděly o neštěstí zmíněné osoby. Škodolibost tedy vede k aktivaci dopaminergních drah – vychutnáváme si, když osoba, která vzbuzovala závist, upadá v nelibost.

Dopaminový systém nám umožňuje nahlédnout do žárlivosti, zatrpklosti a záštiplnosti a vede k jistému depresivnímu zjištění.⁸⁵ Jedna opice se učila, že když desetkrát zmáčkne páčku, bude odměněna rozinkou. To se stalo a výsledkem bylo vyloučení deseti jednotek dopaminu v n. accumbens. A teď přijde překvapení: opice stiskla desetkrát páčku a dostala dvě rozinky. A hle: vyloučilo se dvacet jednotek dopaminu. A jak opice nadále dostávala výplatu v podobě dvou rozinek, míra dopaminové odpovědi se vrátila na deset jednotek. Nyní opici odměňte jen jednou rozinkou a hladina dopaminu *klesne*.

Proč? To je náš svět habituace, v němž nic není tak dobré jako poprvé.

Kvůli naší škále odměn to tak naneštěstí chodí.⁸⁶ Koneckonců kódování odměn musí obsáhnout všechno, co přináší potěšení: od řešení matematických příkladů po orgasmus. Dopaminergní reakce na odměnu nejsou absolutní, ale spíš relativní vůči hodnotě odměny při alternativních výsledcích. Aby šlo obsáhnout potěšení z matematiky i orgasmu, systém neustále mění měřítko, aby vyhověl rozsahu intenzity, který konkrétní podnět skýtá. Reakce na jakoukoli odměnu se musí s jejím opakováním přizpůsobovat, aby systém mohl na novou věc reagovat v plném rozsahu.

To se ukázalo v nádherné studii, kterou provedl Wolfram Schultz z Cambridgeské univerzity.⁸⁷ Opice byly cvičeny, aby v závislosti na okolnostech očekávaly

buď dvě, nebo dvacet jednotek odměny. Jestliže nečekaně obdržely čtyři, respektive čtyřicet jednotek, uvolnil se stejný příval dopaminu. Dostaly-li jednu či deset dávek, zapříčinilo to totožný pokles. Šlo o relativní, nikoli absolutní míru překvapení, na níž záviselo víc než na desetinásobném rozdílu mezi odměnami.

Tyto studie ukazují, že dopaminový systém je dvousměrný.⁸⁸ Na nečekaně dobré zprávy reaguje zvyšováním hladiny dopaminu (bez ohledu na měřítko) a při těch špatných jejím snížením. Schultz demonstroval, že dopaminový systém po odměně zapracuje odchylku od očekávání – získáte, co jste očekávali, a dostaví se neměnná troška dopaminu. Dostanete odměnu vyšší a/nebo ji obdržíte dříve a přijde záplava; méně a/nebo později, nastane pokles. Některé tegmentální neurony reagují na pozitivní odchylku od očekávání, jiné na odchylku negativní. Ty druhé jsou příhodně lokálními neurony, které uvolňují inhibiční neurotransmitter GABA. Stejně neurony se podílejí na navykání si (habituaci), což způsobí, že odměna, jež kdysi vyvolala silnou dopaminovou odezvu, se stane méně vzrušivou.*

Je logické, že tyto rozdílné typy kódujících neuronů, které se v tegmentu nacházejí, přijímají (podobně jako accumbens) projekce z frontální kůry, v níž probíhá veškeré poměřování rozdílu mezi očekáváním a odchylkou: „Dobře, myslel jsem si, že dostanu 5, ale dostal jsem 4,9. Nakolik je to nepřijemné?“

Svým dílem přispívají i další korové oblasti. V jedné studii byla pokusným osobám ukázána položka k zakoupení, přičemž míra aktivace n. accumbens prorokovala, kolik osoba zaplatí.⁸⁹ Následně byla oznámena cena: jestliže byla nižší, než kolik subjekty hodlaly utratit, aktivovala se emoční vmPFC; byla-li vyšší, zapojil se inzulární kortex, jenž souvisí se znechucením. Pokud zkombinujete veškerá data získaná neurozobrazováním, dokážete předpovědět, zda si osoba předmět koupí.

U typických savců tedy dopaminový systém kóduje bez ohledu na měřítko širokou škálu zkušeností pro dobrá a špatná překvapení a nepřetržitě se přizpůsobuje posledním novinkám. Avšak lidé mají něco navíc: konkrétně jsme vyvinuli potěšení, která jsou mnohem intenzivnější než cokoli, co nabízí přirozený svět.

Kdysi během koncertu varhaní hudby v katedrále, zatímco jsem seděl a mezi přívaly zvuku dostával husí kůži, mě z ničeho nic napadlo: tohle musel být pro středověké venkovany ten nejhlasilější člověkem vyprodukovaný zvuk, jaký zažili a jenž budil úžas dnes nepředstavitelným způsobem. Není divu, že se upsali nabízené víře. Dnes nás neustále bombardují zvuky, které půvabné varhany zastihují. Kdysi mohli lovci a sběrači náhodou narazit na med ze včelího úlu a poté nakrátko uspokojit pevně zakořeněnou touhu po jídle. Dnes máme stovky pečlivě navržených komerčních potravin obstarávajících výbuch vzrušení, který je

* Pozoruhodné je, že v případě hazardního modelu, v němž oba výsledky vyústí v šok, po chvíli dojde k tomu, že dostaví-li se jeden z šoků v menší míře, aktivuje se dopaminová signalizace.

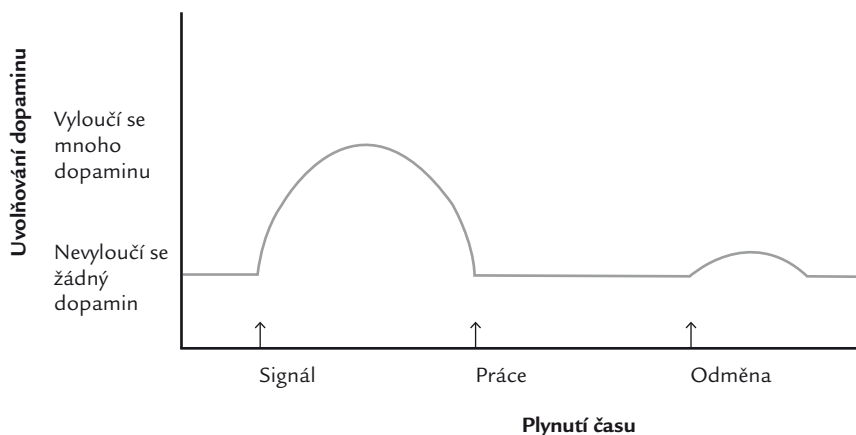
nesrovnatelný s nějakou obyčejnou přirozenou potravinou. Kdysi jsme žili ve značné nouzi a život skýtal četná, drobná a těžce vydobytá potěšení. Dnes máme drogy, které způsobují přívaly rozkoše a tisíckrát vyšší uvolnění dopaminu než cokoli, co nás stimulovalo ve starém světě bez drog.

Z této kombinace přehnaných nepřirozených zdrojů odměny a nevyhnutelné habituace pochází prázdnota. Je tomu tak proto, že nepřirozeně silné výbuchy umělých zážitků, vzrušení a potěšení vyvolávají nepřirozeně silnou míru zvyku.⁹⁰ Vyplývají z toho dva důsledky. Zaprvé: brzy sotva zaznamenané letmé potěšení vyvolané šustěním podzimního listí, dlouhým pohledem té správné osoby či slíbenou odměnou po obtížném úkolu, jenž je hodný naší pozornosti. Dalším důsledkem je, že si nakonec navykne i na tyto umělé přívaly intenzity. Kdyby nás navrhli inženýři, touha by s rostoucí mírou spotřeby klesala. Ale lidskou tragédií jako obvykle je, že čím víc konzumujeme, tím jsme hladovější. Více, rychleji a silněji. Co bylo včera neočekávaným potěšením, to si dnes nárokuje a zítra už nám to nebude stačit.

OČEKÁVÁNÍ ODMĚNY

Dopamin tedy sice má co do činění s nespravedlivě překotným přivykáním odměně, pojí se s ním ale ještě mnoho zajímavějších věcí. Vraťme se k naší cvičené opici, která pracuje za odměnu. V jejím pokoji se rozsvítí, což signalizuje začátek odměňovacího pokusu. Opice se chopí páčky, desetkrát za ni zatáhne a dostane odměnu v podobě rozinky. Stalo se to už tolikrát, že s každou rozinkou dojde jen k malému zvýšení dopaminu.

Důležité ale je, že když se světlo coby signál začínajícího pokusu rozsvítí poprvé, tedy ještě než opice začne páčku mačkat, vyloučí se dopaminu spousta.



Jinými slovy: jakmile se jednou naučíme, že existuje možnost odměny, dopamin nadále nesouvisí ani tak s odměnou jako s jejím očekáváním. Podobně práce Briana Knutsona, mého kolegy ze Stanfordu, ukázala aktivaci dopaminové dráhy u lidí, kteří očekávali finanční odměnu.⁹¹ Dopamin souvisí s vítězstvím, očekáváním a sebedůvěrou: „Já vím, jak věci fungují, tohle bude skvělé.“ Jinak řečeno, potěšení spočívá v očekávání odměny, která je sama o sobě takřka jen doplňkem (tedy pokud se nestane, že nedorazí, jelikož v takovém případě je tou nejdůležitější věcí na světě). Jestliže víte, že vaše chuť bude uspokojena, vztahuje se radost víc k chuti než k jejímu naplnění.* To je nesmírně důležité.

Očekávání (anticipace) vyžaduje učení.⁹² Učte se prostřední jméno bývalého prezidenta USA Warrena Gamaliela Hardinga a synapse ve vašem hipokampu se stanou vzrušivějšími. Učte se, že jakmile se rozsvítí světlo, je čas na odměnu, a vzrušivější začnou být neurony hipokampu, amygdaly a frontální kůry, které vysílají projekce dopaminovým neuronům.

To vysvětluje tužby při závislosti, jež se opírají o kontext.⁹³ Předpokládejme, že alkoholik byl několik let čistý a střízlivý. Vraťte ho tam, kde byl zvyklý alkohol konzumovat (například na zchátralý roh ulice či do exkluzivního pánského klubu), a zesílené synapse – podněty, které se naučil asociovat s alkoholem – se zničehonic v plné síle rozječí, v očekávání se náhle zvedne hladina dopaminu a bývalého alkoholika zaplaví touha po alkoholu.

Může se spolehlivý stimul nadcházející odměny časem sám stát odměnou? To ukázala Huda Akilová z Michiganské univerzity. Světlo na levé straně potkanovy klece signalizuje, že když bude zvíře mačkat páčku, z podavače na pravé straně klece sklouzne odměna. Pozoruhodné je, že potkani časem usilují o možnost poflakovat se kolem levé strany klece – prostě proto, že je jim příjemné tam být. Signál dosáhl dopaminergní síly toho, co signalizoval. Podobně se potkani budou snažit, aby byli vystaveni podnětu, který signalizuje, že je pravděpodobný *nějaký* typ odměny, aniž by věděli, co to je nebo kdy to bude. Právě to jsou fetiše, v antropologickém i sexuálním smyslu.⁹⁴

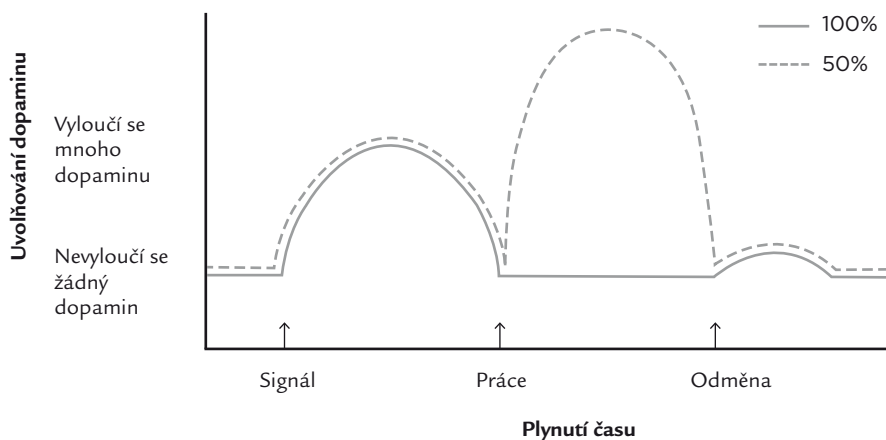
Schultzova skupina ukázala, že v míře, do jaké při očekávání vzroste dopamin, se odrážejí dvě proměnné. Tou první je velikost očekávané odměny. Opice se naučila, že světlo značí jednu jednotku odměny za deset zmáčknutí páčky, kdežto zvuk znamená, že deset zmáčknutí vynese deset jednotek. A brzy už zvuk vyprovokuje více anticipatorního (s očekáváním souvisejícího) dopaminu než světlo. Máme zde „Bude to skvělé“ versus „Bude to *skvělé*“.

* Tento fenomén mi připomíná krutě cynický postřeh mého spolubydlícího z koleje, který měl za sebou dlouhou řadu bouřlivých, katastrofálních vztahů: „Vztah je cena, kterou platiš za jeho očekávání.“

SEKUNDU PŘEDTÍM

Druhá proměnná je pozoruhodná. Pravidlo zní: rozsvítí se světlo, zatahneš za páčku, dostaneš odměnu. Teď se to změní. Rozsvítí se světlo, zatahneš za páčku, dostaneš odměnu... pouze v 50 procentech případů. Zajímavé je, že jakmile si subjekt nový scénář osvojí, uvolní se daleko víc dopaminu. Proč? Protože nic nepohání vylučování dopaminu tolik, jako „možná“ při přerušovaném posilování.⁹⁵

Tento dodatečný dopamin se uvolňuje ve specifické chvíli. Světlo se rozsvítí v 50 procentech případů a způsobí obvyklý vzrůst anticipatorního dopaminu, předtím než dojde na mačkání páčky. Teď se vraťme zpět k předvídatelným dnům, kdy mačkání pokaždé vyneslo odměnu: jakmile mačkání skončilo, hladina dopaminu zůstala nízká, dokud nepřišla odměna, načež následovalo mírné vyplavení dopaminu. Avšak při tomto 50procentním scénáři platilo, že jakmile mačkání skončilo, hladina dopaminu začala růst, jelikož ji poháněla nejistota „možná ano, možná ne“.



Provedme ještě jednu úpravu: odměna se nyní vyskytuje ve 25 nebo 75 procentech případů. Pravděpodobnost odměny je při posunu z 50 na 25 procent zcela opačná než při posunu a z 50 na 75 procent. Práce Knutsonovy skupiny ukazuje, že čím větší je pravděpodobnost odměny, tím více se aktivuje mediální PFC.⁹⁶ Avšak jak změna z 50 na 25 procent, tak z 50 na 75 procent snižuje míru nejistoty a druhotný vzrůst dopaminu při 25 či 75procentní pravděpodobnosti odměny je menší než při 50procentní. Uvolnění anticipatorního dopaminu tedy dosahuje maxima v případě, kdy ohledně výskytu odměny panuje

největší nejistota.* Zajímavé je, že za nejistých okolností probíhá zvýšené uvolňování dopaminu zejména v mezokortikální spíši než v mezolimbické dráze, což naznačuje, že nejistota je z hlediska kognice složitější stav než očekávání předvídatelné odměny.

Nic z toho není novinkou pro čestné psychology, kteří řídí Las Vegas. Hazardní hry by logicky neměly vyvolávat mnoho anticipatorního dopaminu, uvážíme-li astronomicky nízkou šanci na výhru. Avšak behaviorální inženýrství – provoz 24 hodin 7 dní v týdnu a nedostatek časových vodítek, levným alkoholem prosáklá soudnost frontální kůry, manipulace, které mají navodit pocit, že máte dnes šťastný den – zkreslí a posune vnímání pravděpodobnosti do té míry, že dopamin se jen řine a vy si říkáte, proč to nezkusit znovu.

Interakci mezi „možná“ a sklonem k návykovému sázení lze spatřit ve výzkumu „těsných proher“ – když byly na hracím automatu v jedné řadě dva ze tří kotoučů. U kontrolních osob byla dopaminergní aktivace po jakékoli prohře minimální, kdežto mezi patologickými gamblery těsná prohra rozběhla dopaminový systém na plné obrátky. Jiná studie obsahovala dvě situace, které se týkaly sázení a zahrnovaly totožnou pravděpodobnost odměny, ale odlišnou míru informací o možnosti odměny. Situace s menším množstvím informací (tedy jestliže šlo víc o nejednoznačnost než riziko) aktivovaly amygdalu a umlčely dopaminergní signalizaci. Co lze vnímat jako dobře nastavené riziko, je návykové, kdežto nejednoznačnost je pouze znepokojivá.⁹⁷

HONBA ZA ODMĚNOU

Dopamin tedy souvisí víc s očekáváním odměny než s odměnou samotnou. Je čas přidat do skládačky ještě jeden dílek. Představte si opici vycvičenou tak, aby reagovala na světelný podnět mačkáním páčky, po čemž následuje odměna. Už víme, že jakmile se tento vztah vytvoří, většina uvolněného dopaminu má co do činění s očekáváním a k uvolnění dojde hned po signálu.

Co se stane, když se dopamin po světelném signálu neuvolní?⁹⁸ Něco zásadního: opice páčku nezmačkne. Podobně pokud potkanovi zničíte n. accumbens, bude se rozhodovat impulzivně, místo aby trval na opožděné větší odměně. A naopak, vrátíme-li se k opici, když místo podnětu v podobě blikající světla stimulujete tegmentum elektrinou, aby se uvolnil dopamin, opice páčku zmačkne. Dopamin nesouvisí jen s očekáváním odměny. Pohání *účelové chování*, jež je k získání odměny nutné. Dopamin „svazuje“ hodnotu odměny s výslednou

* Tato skutečnost dohnala Greena během našeho rozhovoru k suché poznámce týkající se odhadů rozpočtu Harvardovy univerzity, které zahrnují očekávání, že pokud budou mladí členové pedagogického sboru pracovat dostatečně tvrdě, přibližně 50 procent z nich získá definitivu.

činností. Týká se motivace, která pramení z oněch dopaminergních projekcí do PFC, jež jsou nutné k děláni obtížnější věci (tj. k tomu, aby systém fungoval).

Jinými slovy, u dopaminu nejde o radost z odměny. Jde o radost z usilování o odměnu, u níž je slušná šance, že nastane.^{*99}

To je klíčové k pochopení původu motivace a jejího selhávání (například během deprese, při níž kvůli stresu či úzkosti dochází k inhibici dopaminové signalizace, přičemž inhibici způsobují projekce z amygdaly).¹⁰⁰ Rovněž nám to vyjevuje zdroj frontokortikální síly, která stojí za silnou vůlí. V rámci úlohy, při níž osoba vybírala mezi okamžitou a (větší) opožděnou odměnou, spustilo uvažování o okamžité odměně limbické cíle dopaminu (tzn. mezolimbickou dráhu). Naopak přemýšlení o opožděné odměně aktivovalo frontokortikální cíle (tj. mezokortikální dráhu). Čím byla aktivace v druhém případě větší, tím pravděpodobnější bylo, že potěšení bude odloženo.

Tyto studie zahrnovaly scénáře krátkého náporu práce, po níž zanedlouho následovala odměna.¹⁰¹ A co když se vyžadovaná činnost protahuje a odměna se výrazně opozdí? Při takovém vývoji dochází k druhotnému vzrůstu dopaminu, postupnému zvyšování, které pohání setrvalou činností: míra stabilního růstu dopaminu je funkcí délky zpoždění a očekávané velikosti odměny.

To odhaluje, jak dopamin podněcuje odložené uspokojení. Pokud má čekání na odměnu po dobu X hodnotu Z , pak by měla být hodnota při čekání dlouhém $2X$ logicky $\frac{1}{2}Z$. Místo toho „dočasně slevíme“ – hodnota je menší, například $\frac{1}{4}Z$. Nemáme rádi čekání.

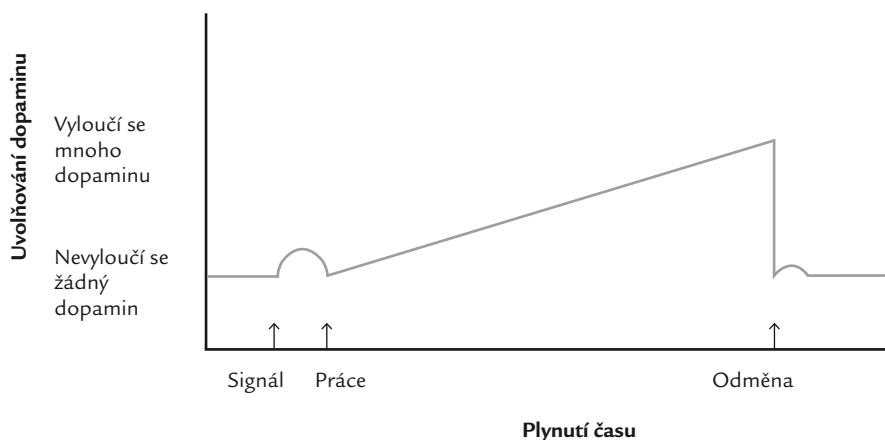
V jádru tohoto jevu stojí dopamin a frontální kůra. Klesající křivky – hodnota $\frac{1}{4}Z$ namísto $\frac{1}{2}Z$ – se kódují v n. accumbens, zatímco neurony dlPFC a vmPFC kódují časové zpoždění.¹⁰²

To vytváří mnohem složitější interakce. Aktivujte například vmPFC či deaktivujte dlPFC a krátkodobá odměna bude mnohem lákavější. Velmi zajímavá neurovizuální studie provedená Knutsonem nám umožnila porozumět netrpělivým lidem, u nichž jsou klesající křivky strmé. Jejich n. accumbens v podstatě podceňuje velikost odložené odměny a jejich dlPFC přeceňuje dobu opoždění.¹⁰³

Společně tyto studie ukazují, že náš dopaminergní systém, frontální kůra, amygdala, inzula a další členové sboru kódují odlišné aspekty velikosti odměny, opoždění a pravděpodobnosti s různou mírou přesnosti a všichni ovlivňují, jestli zvládneme udělat obtížnější správnější věc.¹⁰⁴

Individuální mezilidské odlišnosti v kapacitě pro odložení uspokojení vyplývají z rozdílů v hlasitosti těchto individuálních neurálních hlasů.¹⁰⁵ Existují

* A skvělým příkladem radosti z usilování o něco, při čem kvalita odměny spočívá víc v procesu než v konečném produktu, je, že mezolimbický dopaminový systém hraje klíčovou roli v motivování samic potkanů k mateřské péči.



kupříkladu abnormality v profilech dopaminové odezvy, k nimž dochází během úloh zaměřených na diskontování v čase (tedy na fakt, že menší odměna hned teď je cennější než větší odměna později), a to u lidí s maladaptivně impulzivní hyperkinetickou poruchou (HKP či ADHD podle *attention-deficit* či *hyperactivity disorder*). Podobně vychylují návykové drogy dopaminový systém k impulzivitě.

Je tu ještě jedna komplikace: tyto studie zaměřené na diskontování v čase obvykle zahrnují opoždění v řádu sekund. Ačkoli jsou si dopaminové systémy napříč druhy podobné, my lidé děláme něco naprosto originálního: odkládáme uspokojení po neuvěřitelně dlouhou dobu. Žádné prase bradavičnaté si neomezí příjem kalorií, aby příští léto vypadalo dobře v plavkách, žádný písomník se nebude dřít ve škole, aby získal dobré výsledky zkoušek, dostal se na dobrou vysokou školu, byl přijat do dobrého postgraduálního studia, získal dobrou práci, a nakonec se dostal do dobrého domova důchodců. Podnikáme dokonce něco, co je za hranicí tohoto bezprecedentního odkládaného uspokojení: využíváme dopaminergní sílu radosti z usilování k tomu, abychom se motivovali k práci za odměnu, která přijde až po naší smrti - v závislosti na vašem kulturním zázemí se může jednat o vědomí, že přiblížíte svůj národ k vítězství ve válce, že vaše děti zdědí více peněz díky vašim finančním obětem nebo že prožijete věčný život v ráji. Právě náš ojedinělý neurální systém se dokáže vzpírat diskontování v čase natolik, že někteří z nás jsou ochotni starat se o teplotu planety, kterou budou obývat naši pravnucci. V zásadě není jasné, jak to my lidé děláme. Jsme sice jen jeden druh zvířat - savců, primátů, opic - přesto jsme druh zcela jedinečný.

POSLEDNÍ DROBNÉ TÉMA: SEROTONIN

Tento zdlouhavý oddíl se zabýval dopaminem, ale v některých typech chování, které nás zajímají, hraje zásadní roli ještě jeden neurotransmiter: serotonin.

Vše začalo studií z roku 1979, která ukázala, že nízká hladina serotoninu v mozku souvisí se zvýšenou úrovní lidské agresivity, a dostalo se to až k výzkumům, jež sahají od psychologického měření nepřátelských projevů po otevřené násilí.¹⁰⁶ Podobný vztah serotonin-agresivita byl pozorován i u jiných savců, a kupodivu dokonce i u cvrčků, měkkýšů a koryšů.

Jak práce pokračovala, vynořily se důležité okolnosti. Nízká hladina serotoninu nepredikuje předem promyšlené, instrumentální násilí, ale naopak impulzivní agresi a kognitivní impulzivnost (například prudké diskontování v čase či potíže s potlačováním zvykových reakcí). Další studie propojily nízkou hladinu serotoninu s impulzivními sebevraždami (i po odečtení vážnosti dané psychiatrické poruchy).¹⁰⁷

Kromě toho se u zvířat i lidí zvyšuje při farmakologickém snižování serotoninové signalizace behaviorální a kognitivní impulzivita (například impulzivní maření stabilního, kooperativního vztahu s hráčem v ekonomické hře).¹⁰⁸ Důležité je, že zatímco rostoucí serotoninová signalizace nesnižuje impulzivnost u normálních pokusných osob, činí tak u subjektů se sklony k impulzivitě, třeba u adolescentů s poruchou chování.

Jak to serotonin dělá? Téměř veškerý serotonin se syntetizuje v jedné mozkové oblasti,* která vysílá projekce k obvyklým podezřelým: tegmentu, nucleus accumbens, PFC a amygdale, kde serotonin zesiluje vliv dopaminu na účelové chování.¹⁰⁹

Ke spolehlivějšímu zjištění se v této oblasti asi dobrat nedá.¹¹⁰ Až se dostaneme k osmé kapitole a podíváme se na geny související se serotoninem, stane se ze všeho naprosto rozporuplný zmatek. Jako malou ukázkou toho, co přijde, zmiňme jednu variantu genu, kterou někteří vědci s kamennou tváří označují za „válečnický gen“. Její přítomnost byla úspěšně využita v některých soudních procesech ke snížení trestů za vraždy spáchané v pomnutí smyslů.

ZÁVĚREČNÉ SHRNUTÍ

Tímto završujeme úvod do nervové soustavy a její role v pro- a antisociálním chování. Kapitola se točila okolo tří témat: centra strachu, agrese a vzrušení, které se soustřeďují v amygdale; podstaty odměny, očekávání a motivace v dopaminerním systému a podstaty frontokortikálního usměrňování a omezování

* Její název - raphe nukleus - není podstatný.