

Lisa Feldman Barrettová

Sedm a půl kapitoly o mozku

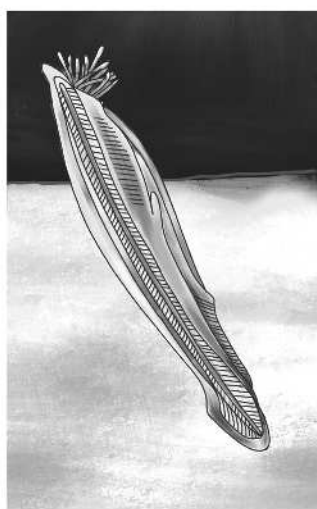
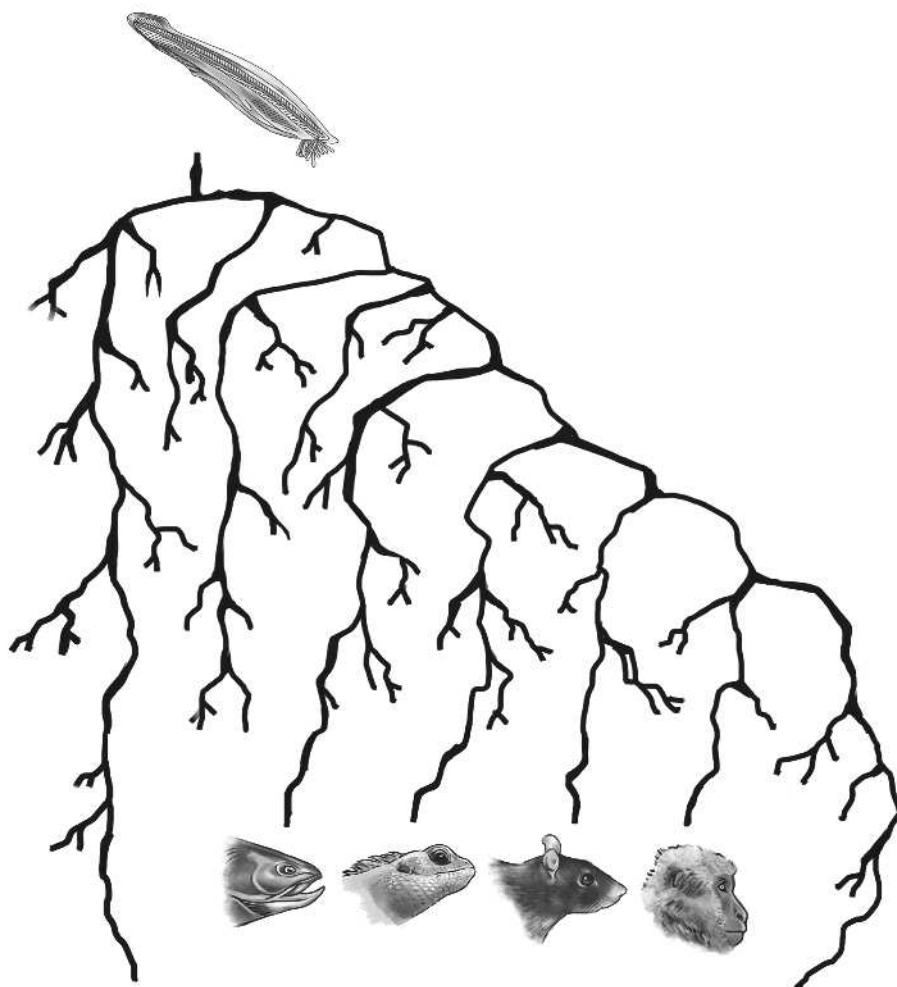
**OBRAZOVÁ PŘÍLOHA
K AUDIOKNIZE**

slovarť



Zkrácená úvodní kapitola

Možek nemáme na přemýšlení

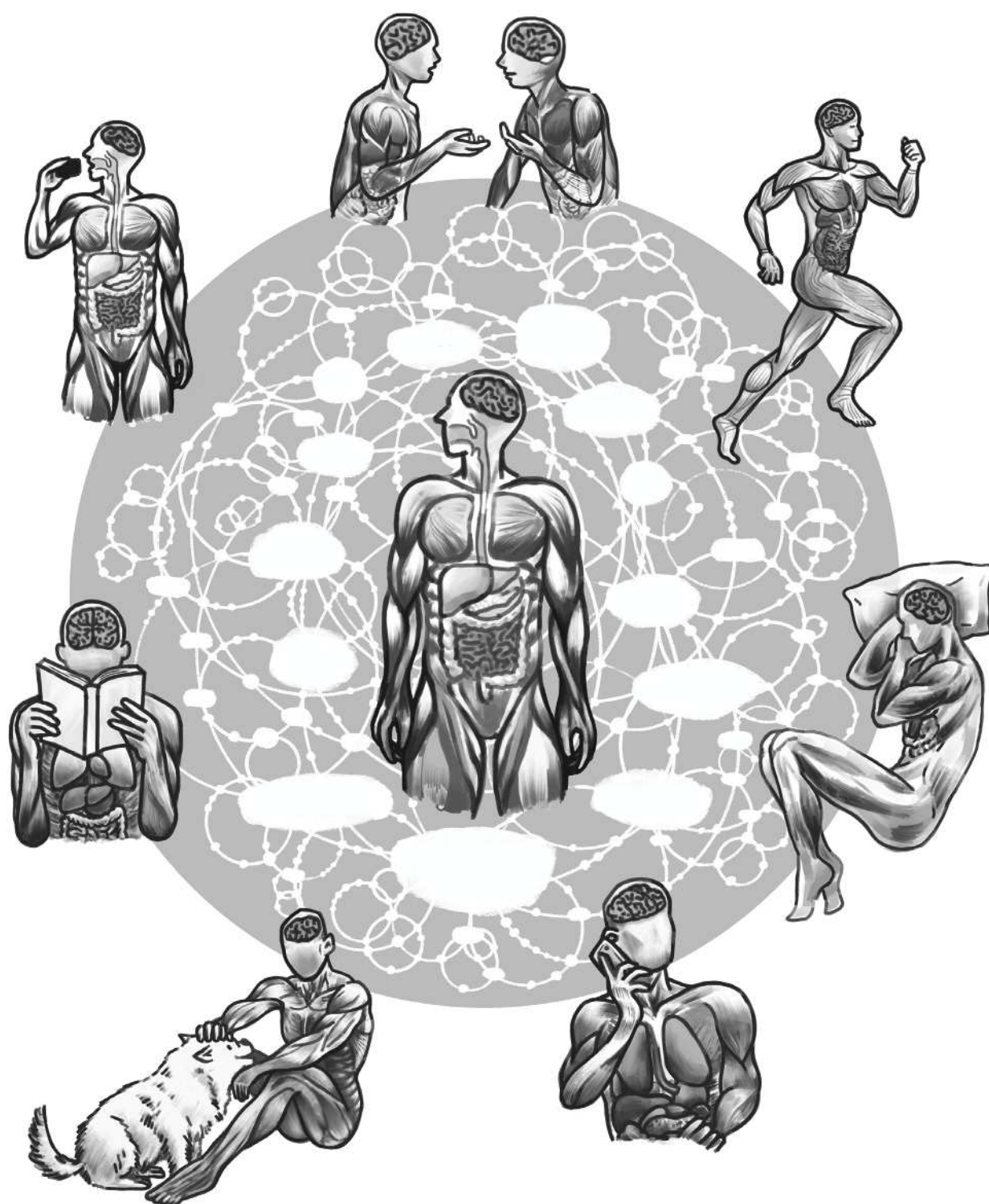


slovart



PUBLIXING

Obrazová příloha k audioknižce: Sedm a půl kapitoly o mozku



Obrazová příloha k audioknize: Sedm a půl kapitoly o mozku

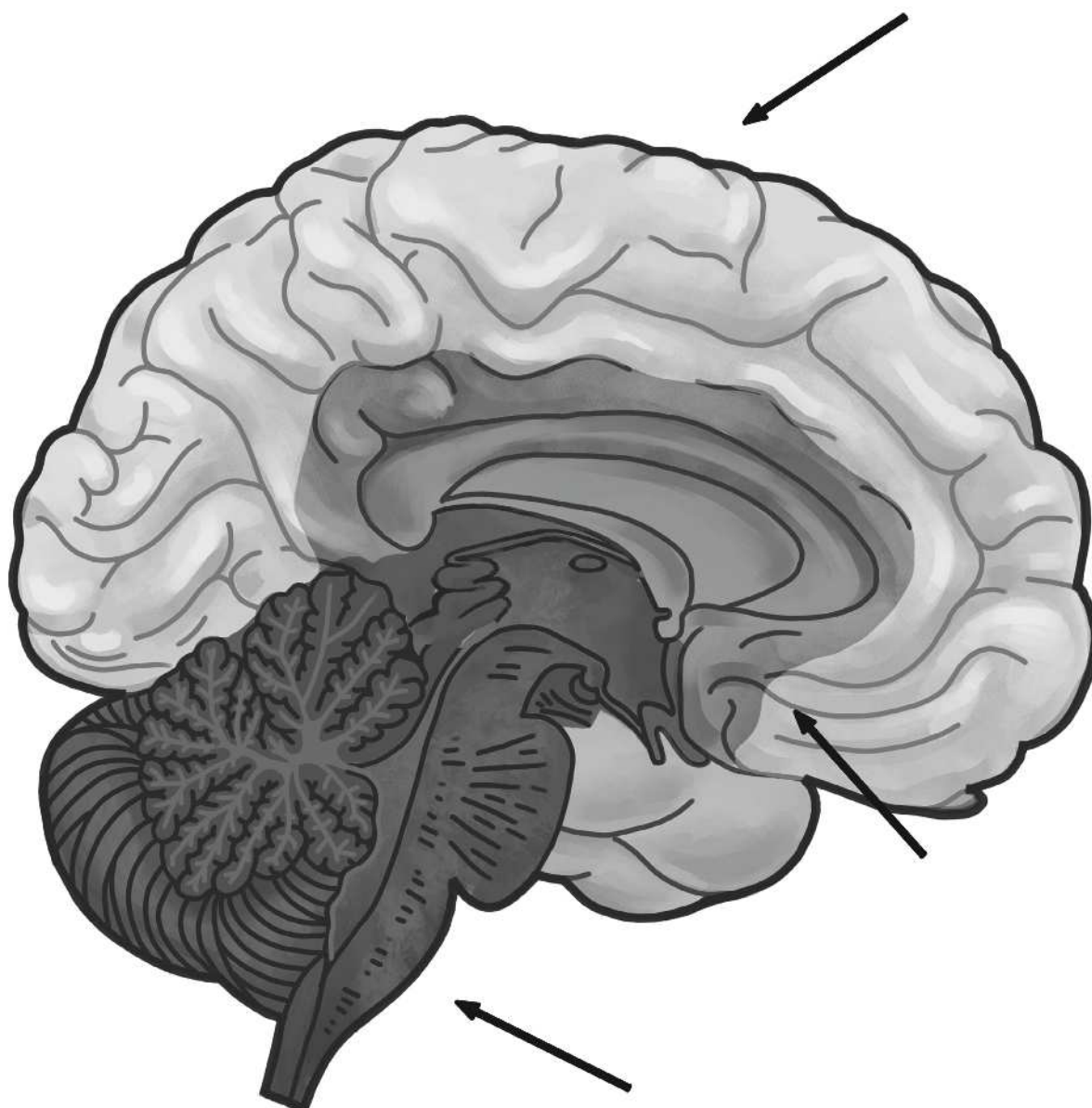
slovart



PUBLIXING

Kapitola 1

Máme jeden mozek (ne tři)

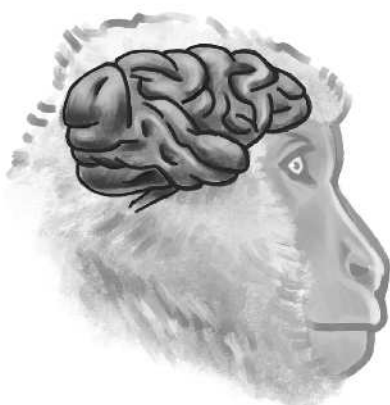
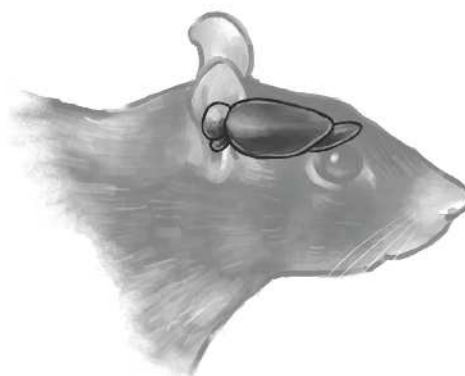
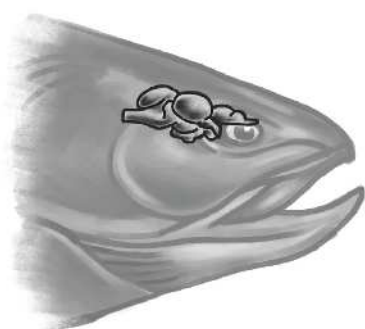
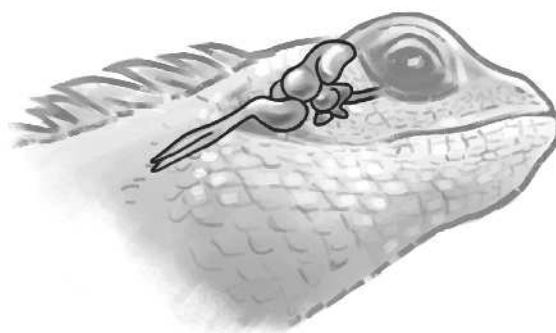


slovart



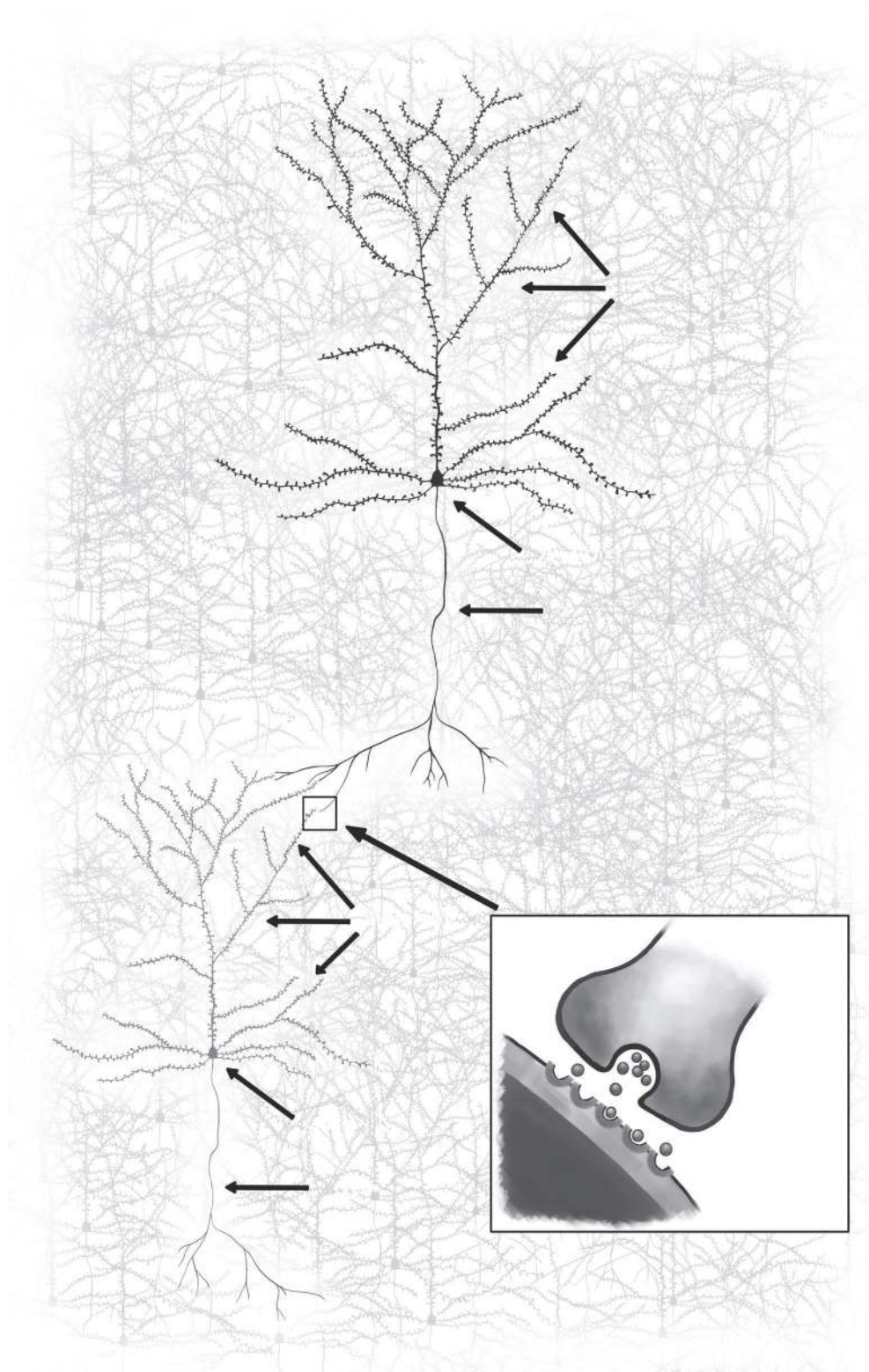
PUBLIXING

Obrazová příloha k audioknižce: Sedm a půl kapitoly o mozku



Kapitola 2

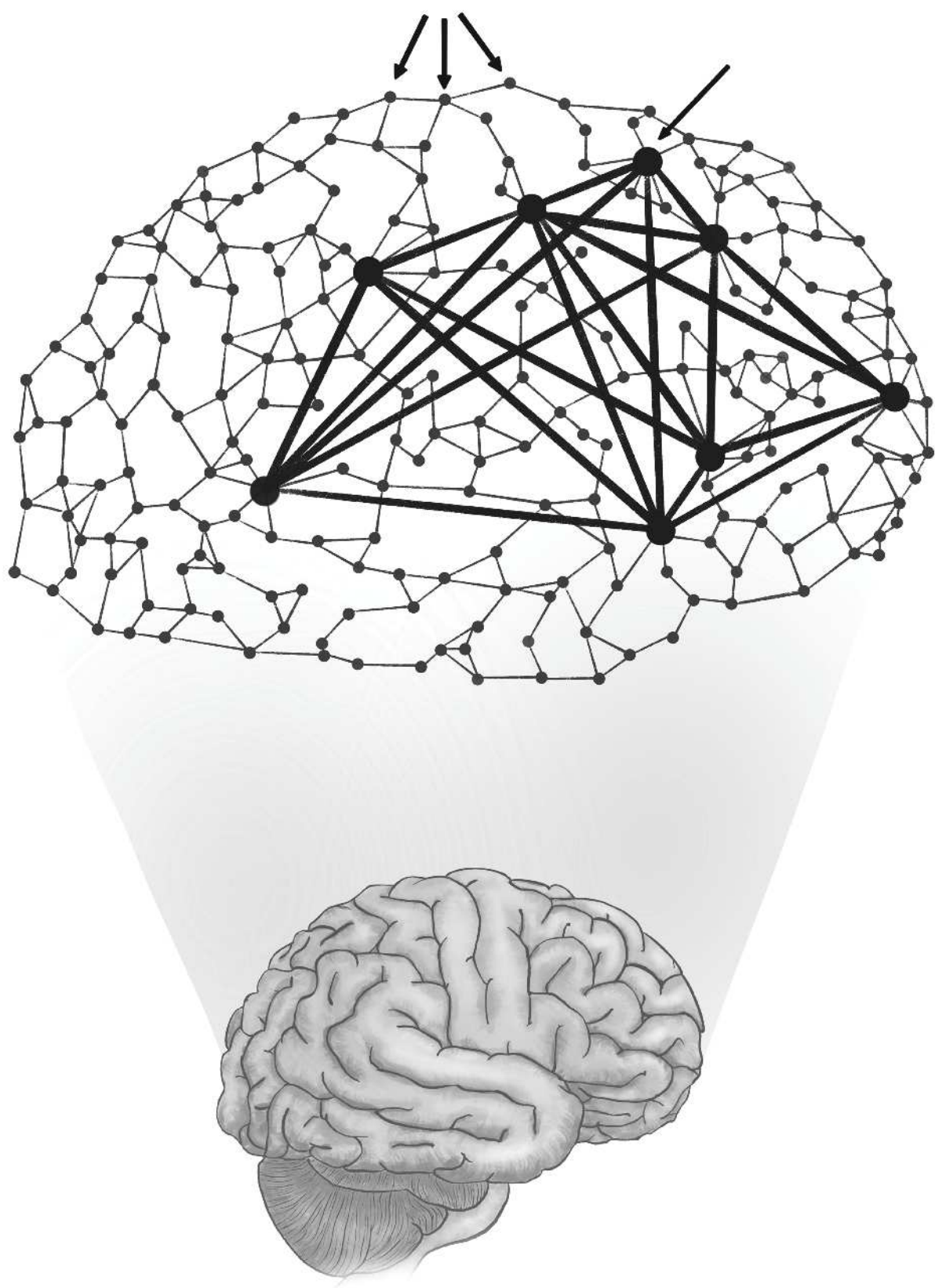
Náš mozek je síť



Obrazová příloha k audioknize: Sedm a půl kapitoly o mozku

slovart





Obrazová příloha k audioknize: Sedm a půl kapitoly o mozku

slovart



PUBLIXING

Kapitola 3

Malé mozky se zapojují do světa



Obrazová příloha k audioknižce: Sedm a půl kapitoly o mozku

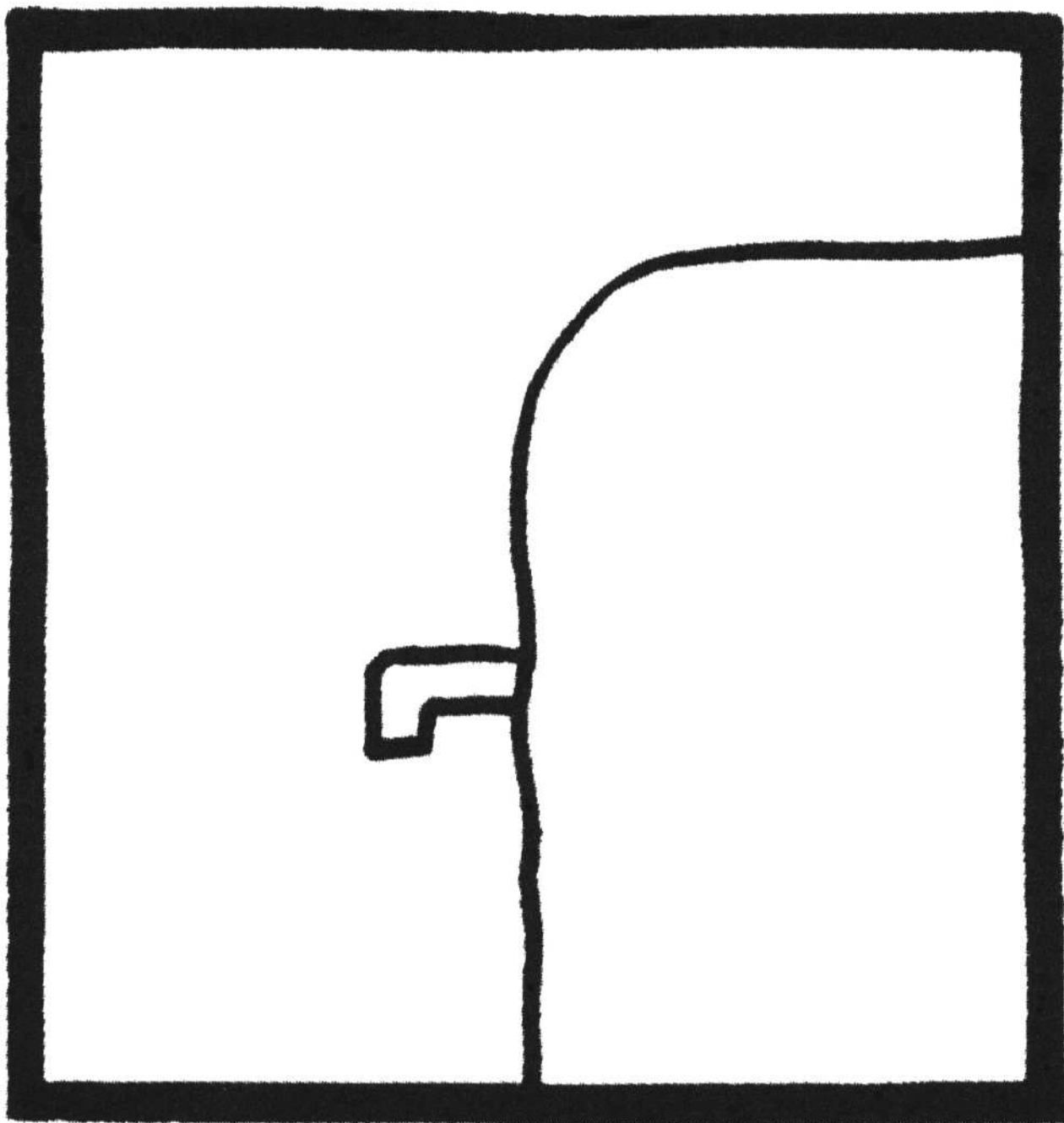
slovart



PUBLIXING

Kapitola 4

Náš mozek předvídá (skoro) vše, co uděláme



slovaart

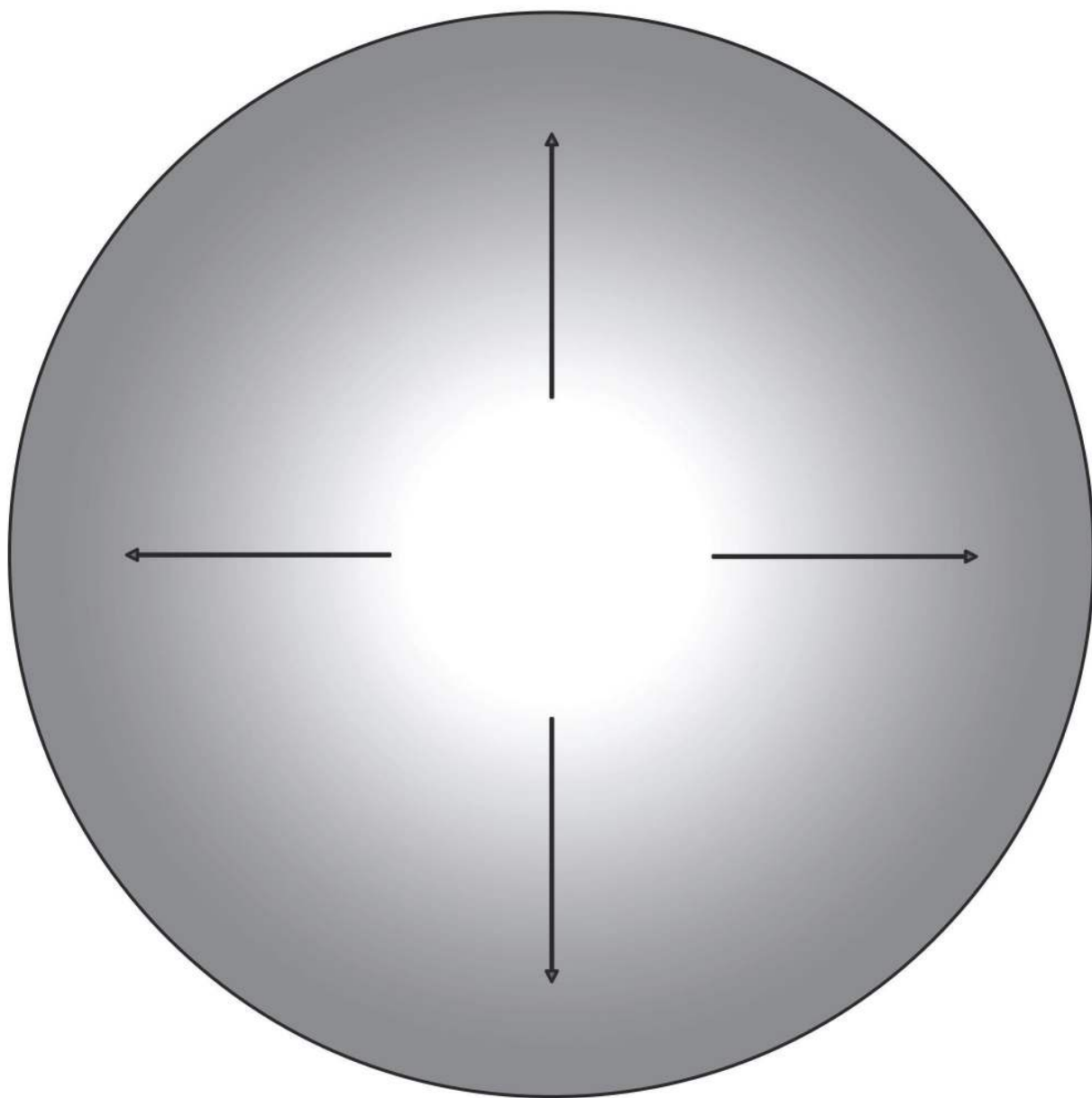


PUBLIXING

Obrazová příloha k audioknižce: Sedm a půl kapitoly o mozku

Kapitola 6

Náš mozek vytváří více než jeden druh myšlení



Obrazová příloha k audioknize: Sedm a půl kapitoly o mozku

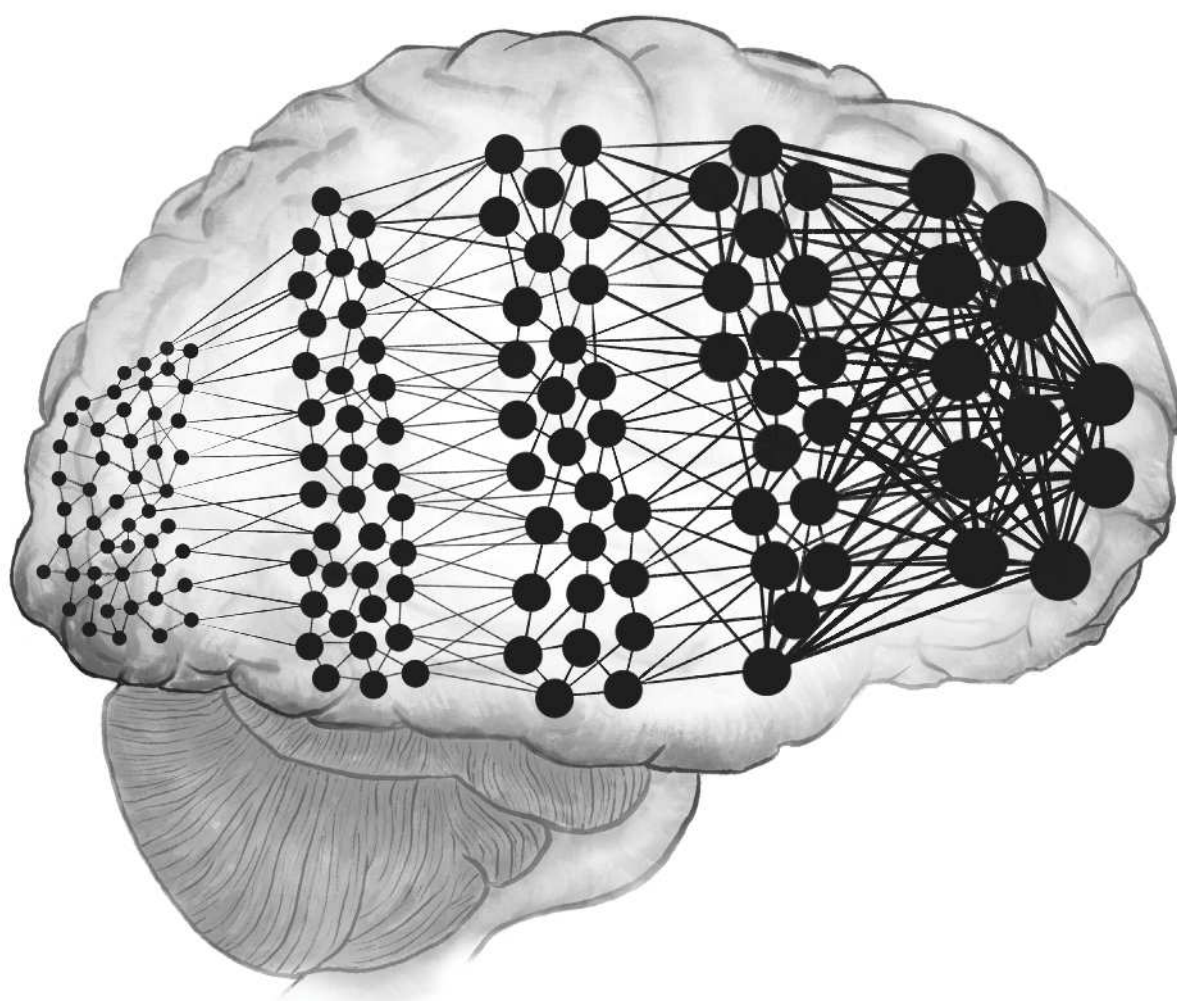
sloart



PUBLIXING

Kapitola 7

Náš mozek umí vytvořit realitu



Obrazová příloha k audioknize: Sedm a půl kapitoly o mozku

slovaart



PUBLIXING

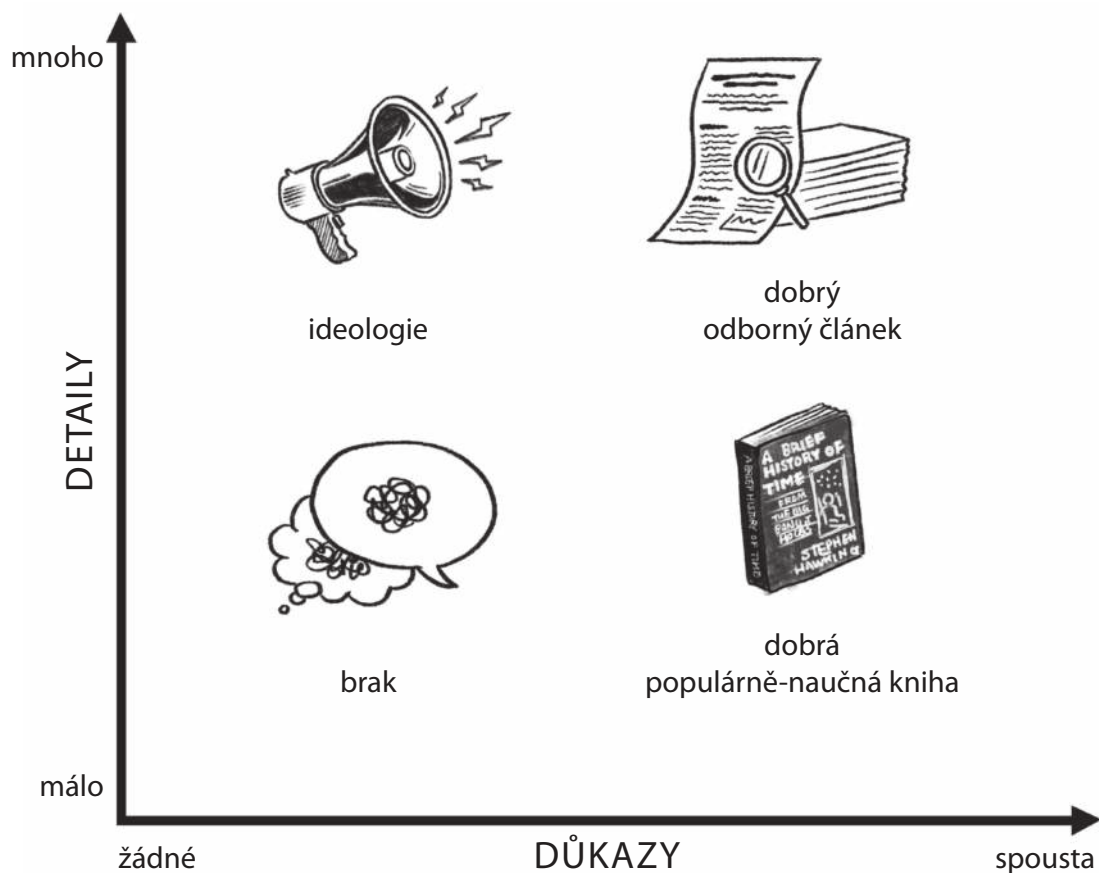
Dodatek

Věda schovaná za vědou

Tento dodatek připojuje k určitým tématům odborné detaily, vysvětluje, že se na něčem ještě vědci nedokážou shodnout, a děkuje jim za jejich myšlenky, které v knize cituji. Souhrn veškeré literatury naleznete na webových stránkách sevenandahalflessons.com. (Většina hesel v dodatku obsahuje přímé odkazy na příslušné webové stránky.)

Nejhorší při psaní o vědě je rozhodnout, co vynechat. Autor je jako sochař, odsekává kousky z hromady vědeckého materiálu, až se začne rýsovat něco poutavého a srozumitelného. Výsledek je jistě z přísně vědeckého hlediska neúplný, ale (jak doufám) s trochou shovívavosti „dost dobrý“ na to, aby ho odborníci neztrhali.

Příkladem toho, co je „dost dobré“, je tvrzení, že mozek má 128 miliard neuronů. Tento odhad se může v jiných knihách lišit. Je to tím, že jsem započítala i neurony mozečku, struktury důležité pro použití senzorických informací, např. hmatu a zraku, ke koordinaci pohybu a k mnoha dalším věcem. Někteří autoři mozeček podcenili. Ale ani můj odhad počtu buněk není úplný, protože mozek se kromě neuronů skládá i z 69 miliard jiných buněk zvaných glie, které mají



Jak se popularizuje věda.

překvapivě mnoho funkcí. Ale i představa 128 miliard nám ukazuje, jak složitý náš mozek, složený ze vzájemně propojených částí, je, jak se o tom píše ve 2. kapitole.

Poznámky podle stránek

Zkrácená úvodní kapitola: Mozek nemáme na přemýšlení

- 11 *Kopinatci osídlili oceány asi před 550 miliony let:* Tito pravěcí tvorové (*Amphioxi*) žijí doposud. Kopinatce můžeme považovat za vzdálené bratrance, protože lidé jsou obratlovci (*Vertebrata*), neboť mají páteř složenou z obratlů (*vertebrae*) a mají i nervovou trubici (míchu, *medullu spinalis*). Kopinatci nejsou obratlovci, ale nervová trubice jim prochází téměř po celé délce těla. Mají také chrupavčitou strunu hřbetní (*chordu dorsalis*). Kopinatci patří společně s obratlovci do kmene strunatců (*Chordata*) a mají s námi společného prapředka, o kterém se teď krátce zmíním.

Kopinatcům chybí spousta orgánů, které odlišují obratlovce od bezobratlých. Nemají srdce, játra, slinivku, ledviny ani orgánové systémy, kterých jsou tyto orgány součástí. Mají pár buněk pro řízení cirkadiánního rytmu a střídá se u nich rytmus spánku a bdění.

Kopinatci nemají přesně ohraničenou hlavu a ani žádné patrné smyslové orgány, které obvykle vídáme na hlavách obratlovců, např. oči, uši nebo nos. Na předním konci má kopinatec na jedné straně skupinku buněk zvanou oční skvrna. Tyto buňky jsou fotosenzitivní a umějí zachytit zásadnější změny intenzity světla, takže pokud na kopinatce padne stín blížícího se živočicha, odplave. Buňky v oční skvrně mají stejné geny jako některé buňky v sítnici obratlovců, ale kopinatec nemá oči a nevidí.

Kopinatec také nemá čich ani chuť. Některé jejich kožní buňky umějí detekovat chemické látky rozpuštěné ve vodě a také obsahují některé geny, které se velmi podobají genům

v čichovém bulbu obratlovců. Není však doposud jisté, zda tyto geny mají stejnou funkci. Kopinatec má i skupinku vláskových buněk pro orientaci, udržování rovnováhy ve vodě a pravděpodobně i pro vnímání zrychlení při plavání. Nemá však vnitřní ucho s vláskovými buňkami detekujícími zvuk, jako mají obratlovci.

Kopinatec neumí zjistit, kde je potrava, a jít si za ní. Po večerí, cokoli k němu proud vody přinese. Má buňky detekující nepřítomnost jídla, a když se aktivují, odplave náhodným směrem s nadějí, že jinde se nějaké jídlo najde (buňky hlásí „*všude lépe než tady*“). Viz 7half.info/amphioxus.

- 11 *drobný shluk buněk, kterému se nedá říkat mozek*: Vědci se stále neshodnou, zda má kopinatec vůbec mozek. Závisí to na tom, kde stanovíte hranici mezi tím, co už je mozek, a tím, co ještě mozek není. Evoluční biolog Henry Gee toto téma výstižně shrnul: „Nic podobného mozku obratlovců se u pláštěnců (*Tunicata*) ani u kopinatců nenachází, ačkoli jsou u nich známky jeho základního plánu..., pokud se pozorně díváme.“

Vědci se shodují v tom, že nástin genetického plánu mozku se nachází v přední části *chordy dorsalis* kopinatce a tento plán je nejméně 550 milionů let starý. To nutně neznamená, že geny v přední části struny hřbetní pracují stejně nebo kódují stejné struktury jako příslušné geny v mozku obratlovců. (Více podrobností o tom, co to znamená, když dva druhy mají podobné geny, najdete v dodatku k 1. kapitole – *ještěři i savci mají v neuronech ty samé geny...*) A tady začíná veliká vědecká diskuse. Kopinatci mají určité molekulární faktory, nutné pro organizaci mozku obratlovců na jednotlivé části, ale vědci se přou o to, které části jsou

navrženy a pro které chybí instrukce. Také je diskutabilní, zda mozek kopinatce vůbec nějaké části má. Stejně tak má kopinatec nepatrný genetický základ pro vznik hlavy, i když hlavu jako takovou nemá.

Pro více informací o kopinatci nahlédněte do knihy Henryho Geeho *Across the Bridge: Understanding the Origin of the Vertebrates* (česky nevydáno) a knih evolučních neurovědců. Viz 7half.info/amphioxus-brain.

- 11 *pozorujete živočichy velmi podobné našemu drobnému předkovi*: Vědci se domnívají, že se náš prapředek, kterého máme společného s kopinatcem, dnešnímu kopinatci velmi podobá, protože kopinatcovo prostředí (*niche*) se za posledních 550 milionů let skoro nezměnilo, a tak se nemusel zase tolik přizpůsobovat. Naopak obratlovci prošli obrovskými evolučními změnami, na rozdíl např. od pláštěnců. Proto se vědci rozhodli studovat moderní kopinatce, aby se dozvěděli víc o prapředkovi společném všem strunatcům.

Přesto s tím jiní vědci nesouhlasí. Že by se za půl miliardy let kopinatec nezměnil? Například struna hřbetní (*chorda dorsalis*) se u kopinatce táhne pod míchou celým tělem, zepředu až po ocas, zatímco u obratlovců začíná vpředu až za hlavou, v místě, kde mozek přechází v míchu. Vědci se přou o to, zda měl společný prapředek dlouhou *chordu dorsalis* jako moderní kopinatec a ta se u obratlovců s vývojem mozku zkrátila, nebo krátkou, která se u dnešního kopinatce prodloužila. Vedou se i podobné diskuse o vývoji čichu a dalších systémů. Podrobnější informace o našem společném prapředkovi kopinatci najdete v knize Henryho Geeho *Across the Bridge*. Viz 7half.info/ancestor.

- 12 *Proč se vůbec takový složitý mozek vyvinul:* Tvrzení jako „máš mozek vhodný na *tohle*“ a „mozek se ti vyvinul, aby dělal *tohle*“ jsou příklady teleologie, z řeckého slova *telos*, které znamená konec, účel nebo cíl. Ve vědě a filozofii se debatuje o různých druzích teleologie. Nejčastěji vědci a filozofové diskutují o tom, že něco bylo *záměrně navrženo za nějakým vrcholným účelem*. Příkladem je názor, že mozek se vyvinul kvůli dalšímu pokroku a rozvoji, např. kvůli změně instinktů v racionální myšlení nebo nižších obratlovců ve vyšší obratlovce. Tím se teď nebudu zabývat.

Jiným druhem teleologie je, že něco se *za nějakým účelem stále vyvíjí, ale tento proces nikdy nekončí*. Pokud říkám, že mozek nemáme na přemýšlení, ale na řízení těla v určitém prostředí (*niche*), netvrdím, že hospodaření s tělesným rozpočtem (alostázou) má nějaký konečný neměnný cíl. Alostáza je proces, který předvídá v okolním prostředí každodenní změny a počítá s nimi. Všechny mozky zvládají alostázu. Nevidíme zde žádný vývoj od špatné po dobrou alostázu.

Psychologové Bethany Ojalehtová, Sandra R. Waxmanová a Douglas L. Medin studují to, co si lidé různých kultur myslí o přírodním světě. Jejich výsledky ukazují, že teleologická tvrzení zmíněná v této kapitole odrážejí uznání vztahů mezi živými bytostmi a jejich prostředím. Nazývají to „kontextuálním relačním myšlením“. Tvrzení jako „mozek nemáme na přemýšlení“ je zcela relační (vyjadřuje se ke vztahu mezi mozkem, různými tělesnými systémy a věcmi v okolním prostředí) a neodráží to, že by byl mozek *záměrně navržen pro nějaký konečný neměnný cíl*.

Má formulace („mozek nemáme na přemýšlení“) se také objevuje v určitém kontextu, v knize, která popisuje různé funkce mozku. Svůj úplný význam získává jen v kontextu,

ve kterém se s ní pracuje. Pokud se neohlížíte na kontext, snadno můžete tento výrok chybně považovat za zmíněný první problematický druh teleologie. Alostáza pochopitelně není jedinou příčinou evoluce mozku a nepohání ji nějakým určitým způsobem. Evoluce mozku byla poháněna hlavně přírodním výběrem, což je chaotické a prospěchářské. Vývoj mozku může být ovlivněn i vývojem kultury, jak jsem popsala v kapitole 7. Viz 7half.info/teleology.

- 16 *Vědecky se ekonomickému nakládání s energií těla říká* alostáza: Alostáza není jediným faktorem, který má vliv na vývoj mozku a na jeho činnost, ale je zásadní. Je to předpovědní proces udržující rovnováhu, ne něco, co se snaží najít jediný neměnný stav (nefunguje jako termostat). Tomu neměnnému stavu se říká *homeostáza*. Viz 7half.info/allostasis.
- 16 *Pohyb by měl ekonomicky řečeno stát za to:* Myšlenka o pohybu (činnosti), co za něco stojí, se studuje v ekonomii a říká se jí hodnota. Viz 7half.info/value.
- 18 *U novějších organismů se však vyvinuly složité vnitřní orgánové systémy:* Orgány (*viscera*) v našem těle, jako je srdce, žaludek či plíce, jsou součástí orgánových systémů, kardiovaskulárního, trávicího a dýchacího. Činnost (pohyb a sekrece) srdce, střev, plic a dalších orgánů se nazývá *visceromotorika*. Mozek řídí naše orgánové systémy (naši *visceromotoriku*). Stejně jako je v mozku primární motorická kůra a celá řada podkorových struktur pro řízení pohybu příčně pruhovaných svalů, je v něm i primární visceromotorická kůra a spousta podkorových struktur řídících orgány. Některé vnitřní orgány, jako například plíce, musejí být řízeny mozkem. Ale srdce

a trávicí ústrojí mají svůj vlastní vnitřní rytmus a visceromotorický systém řízený mozkem jejich činnost pouze zrychluje či zpomaluje. A ještě poslední poznámka: naše tělo má další dva orgánové systémy, imunitní a endokrinní, a jejich činnost doplňuje visceromotoriku.

Stejně jako jsou pohyby končetin, těla a hlavy poznávány somatosenzorickým systémem a přenášeny jako somatosenzorická data do mozku, jsou i vnitřní děje v našich orgánech zachyceny viscerosenzitivními *interoreceptory* a jako interoceptivní data posílány do viscerosenzitivních částí mozku (k visceroreceptivnímu systému). Všechna senzorická data pomáhají mozku vykonávat správnou somatomotoriku i visceromotoriku.

Hlavní vědecké poznatky dnes prokazují, že vývoj somatomotoriky a visceromotoriky u obratlovců šel ruku v ruce s vývojem senzorických systémů. Při embryonálním vývoji mozku a těla krátce po početí vznikají první neurony visceroreceptivních drah ze stejné části buněk neurální lišty. Stejně je to i s visceromotorickými a visceroreceptivními částmi koncového mozku (*telencephala*). Neurální lišta je jedinečná struktura typická pro obratlovce a najdeme ji u všech druhů obratlovců včetně člověka.

Visceromotorické i visceroreceptivní systémy hrají klíčovou roli při posuzování hodnoty jakéhokoli pohybu, ale nevyvinuly se za tím účelem. K vývoji orgánových systémů a k vývoji visceromotorických oblastí mozku vedly jiné selekční tlaky, např. vývoj větších těl, která potřebovala jiný způsob péče a řízení. Většina živočichů na naší planetě je drobných, mají jen pár buněk rozprostřených od vnitřku těla až k jeho povrchu. Toto uspořádání zjednodušuje některé fyziologické funkce, jako je výměna plynů (při dýchání) a odvá-

dění odpadních produktů. U větších těl je vnitřek těla vzdálenější zevnímu prostředí, a tak se vyvinuly nové systémy, např. pumpa, jež pohání vodu skrz žábry podporující výměnu plynů nebo ledviny a delší trávicí systém odvádějící odpad. Díky těmto novým systémům se z obratlovců stali zdatnější plavci, a tedy i úspěšnější predátoři. Viz 7half.info/visceral.

Kapitola 1. Máme jeden mozek (ne tři)

- 21 *Lidská mysl podle Platona*: Platon psal o *psýché*, která je jiná než naše moderní teorie mysli. Držím se ústní tradice a používám termíny *psýché* a *mysl* jako synonyma. Viz 7half.info/plato.
- 21 *Proto snad nepřekvapí, že vědci tento Platonův průměr později použili při pokusech o vysvětlení toho, jak se lidský mozek vyvinul*: Myšlenka trojjediného mozku spojila neurovědu s Platonovým popisem lidské *psýché*. Na začátku dvacátého století se fyziolog Walter Cannon domníval, že emoce jsou vyvolávány a následně vyjadřovány dvěma oblastmi mozku, thalamem a hypothalamem, které se nacházejí hned pod mozkovou kůrou, považovanou tehdy za racionální. (Dnes víme, že thalamus je hlavní brána pro vstup senzorických dat do kůry kromě čichových. Hypothalamus je klíčový pro regulaci krevního tlaku, tepové a dechové frekvence, pocení a dalších autonomních funkcí.) Ve třicátých letech dvacátého století neuroanatom James Papez popsal „korový okruh“ sloužící emocím. Jeho okruh přesahoval thalamus a hypothalamus a obsahoval korové struktury považované za staré, které jsou uloženy na vnitřní straně hemisféry (cingulární

kůra) a obkružují podkorové struktury. O padesát let dříve nazval neurolog Paul Broca tuto oblast limbickým lalokem. (Slovo *limbický* pochází z latinského slova *limbus*, límec.) Tato oblast sousedí se senzitivními mozkovými oblastmi i s těmi motorickými, které vydávají pokyny pro pohyby končetin, hlavy i trupu. Broca považoval limbický lalok za sídlo primitivních funkcí nutných pro přežití, např. čichu. Koncem čtyřicátých let přetvořil neurovědec Paul MacLean Papezův „korový okruh“ na plnohodnotný limbický systém, považoval ho za součást třívrstevného mozku, který pojmenoval *trojjediný mozek*. Viz 7half.info/triune.

- 22 *Zevní vrstva je část mozkové kůry, která je považována za výhradně lidskou, nazývá se neokortex. Mnoho názvů v centrálním nervovém systému, včetně názvu cortex/kortex, nás může zmást. Mozková kůra (cortex cerebri) pokrývá podkorové (subkortikální) části mozku a neurony, které ji vytvářejí, jsou vrstevnatě uspořádány. Často se tvrdí, že část kůry je evolučně starší a patří k limbickému systému (např. cingulární kůra) a část je evolučně mladší, a proto se nazývá neokortex. Toto rozdělení plyne z nepochopení, jak se kůra vyvíjela, což je tématem této kapitoly.*
- 22 *Teorie trojjediného mozku je jedním z nejúspěšnějších a nejrozšířenějších omylů ve vědě: Vědci se obvykle snaží vyhnout tomu, aby tvrdili, že něco je fakt či absolutní pravda nebo že něco vůbec neplatí. V reálném světě určité tvrzení platí či neplatí s určitou pravděpodobností, v závislosti na kontextu. (Jak píše Henry Gee ve své knize *The Accidental Species: Misunderstandings of Human Evolution*, věda je proces, ve kterém se kvantifikují pochybnosti.) V případě*

teorie o trojjediném mozku však můžeme mluvit s větší jistotou. Už v roce 1990, v době, kdy MacLean publikoval své velké *The Triune Brain in Evolution: Role in Paleocerebral Functions*, bylo jasně prokázáno, že teorie o trojjediném mozku neplatí. Její neustálá oblíbenost odráží spíše ideologii než výsledky vědeckého výzkumu. Vědci tvrdě pracují na tom, aby je ideologie neovlivnila, ale jsou také jen lidé a lidé se někdy řídí více pocity než ověřenými fakty. (Viz kniha Richarda Lewontina *Biology as Ideology: The Doctrine of DNA*.) Při běžném výzkumu dochází k chybám, a pokud si jich vědci všimnou a poučí se z nich, může to být velká příležitost pro nečekané objevy. Více se dozvíte v knihách Stuarta Firesteina *Failure: Why Science Is So Successful* a *Ignorance: How It Drives Science*. Viz 7half.info/triune-wrong.

- 25 *pak měl s vysokou pravděpodobností podobné neurony se stejnými geny náš poslední společný předek*: Tento předpoklad platí, jen pokud nedocházelo během vývoje k příliš velkým změnám buněk živočichů, se kterými se porovnáváme.

Geny obecně nejsou to jediné, na čem záleží, když zkoumáme, zda dvě zvířata mají v mozku struktury, které lze vystopovat až k jejich společnému prapředkovi, a to i když se tyto struktury na první pohled liší. Někdy nás geny mohou zmást. A někteří vědci používají i jiné zdroje biologických informací než geny, např. spoje mezi neurony, aby zjistili, zda se dvě mozkové struktury vyskytovaly i u společného prapředka. Podrobnou diskusi na toto téma, zvané homologie, najdete v knihách Georga Striedtera *Principles of Brain Evolution* a Striedtera a Northcutta *Brains Through Time*. Viz 7half.info/homology.

- 25 *jak se mozek během vývoje zvětšuje, dochází k jeho reorganizaci*: Tato myšlenka pochází od neurobiologa Georga Striedtera. Přirovnával mozky k firmám, které se reorganizují, aby zlepšily své zisky. Viz Striedterova kniha *Principles of Brain Evolution*. Mozky také mohou o svoji komplexitu během vývoje přijít, např. pláštěnci (*Tunicata*). Viz 7half.info/reorg.
- 26 *jejich vymezení a následná integrace vytváří složitější typ mozku*: Zde je analogie, která vám přiblíží mé srovnávání primární somatosenzitivní kůry u potkanů a lidí. Známý šéfkuchař a autor knih o vaření Thomas Keller vysvětluje, že pokud uvaříte v jednom hrnci spoustu různých druhů zeleniny, vše bude mít nakonec jednu fádní chuť. Zaniknou výrazné chutě jednotlivých ingrediencí. Když chceme chutnější jídlo, je lepší uvařit každý druh zeleniny zvlášť a smíchat je až na závěr. Pak bude mít každá lžička zvláštní chuť složenou z mnoha chutí. Tyto dva způsoby vaření zeleniny jsou stejně odlišné jako primární somatosenzitivní kůra u potkana a člověka. Jedna oblast potkaního mozku odpovídá hrnci se všemi ingrediencemi vařenými naráz a čtyři lidské oblasti jsou jako čtyři hrnce s jednotlivými druhy zeleniny. Jazykem 2. kapitoly, technika čtyř hrnců má vyšší komplexitu. Viz 7half.info/keller.
- 26 *ještěři i savci mají v neuronech ty samé geny, které vytvářejí báječný lidský „neokortex“*: Tím myslím, že neurony mají stejnou molekulární identitu, mají specifické geny nebo genové sekvence, které dělají stejné věci (např. produkují určité proteiny). Stejný gen nemusí vždy kódovat stejný protein u všech živočichů, v jejichž buňkách se nachází. Dva živočichové mohou mít stejné geny, ale tyto geny fungují jinak nebo kódují vznik jiných struktur. A dokonce u jednoho

živočicha mohou geny vykazovat různé aktivity v různých dobách vývoje. (Pro upřesnění a příklady viz kniha Henryho Geeho *Across the Bridge*.) Důležité je poznání, že dvě bytosti mohou mít neurony s několika shodnými geny, které u obou fungují stejně, a přesto jsou neurony obou zvířat uspořádány jinak, takže se jejich mozky na první pohled velmi liší. Viz 7half.info/same-neurons.

- 28 *Společný plán pro stavbu mozku*: Evoluční a vývojová neurovědkyně Barbara Finlayová přišla s výzkumem něčeho, co nazvala translační časový model. Vytvořila matematický model, který předpovídá načasování 271 událostí během vývoje zvířecího mozku. Například vznik neuronů, počátek růstu axonů, vznik synapsí a jejich přestavba, začátek myelinizace axonů a doba, kdy se začne měnit objem mozku a kdy se jeho velikost značně zvětší. Tento model porovnává čas, kdy k oněm událostem dochází u osmnácti různých druhů savců i u některých jiných zvířat, která v původním modelu nebyla. Při porovnání jejího modelu načasování vývojových událostí a skutečných časů, kdy v mozku k daným událostem dochází, vychází korelace úžasných 0,993 (na stupnici od -1,0 do 1,0). To znamená, že pořadí událostí je skoro stejné u všech studovaných zvířecích druhů, neboť ho může popsat shodný model.

Navíc také geny nalezené u těchto druhů savců přinášejí molekulární genetický důkaz, že je vývoj mozku v souladu s tímto translačním časovým modelem. Mozkové buňky čelistnatých ryb mají také tyto geny. Některé z těchto genů má i kopimatec a s velkou pravděpodobností i náš společný prapředek. Na základě genetických důkazů je tedy možné předpokládat, že stejný stavební plán mozku (nebo jeho části) platí pro všechny čelistnaté obratlovce. Viz 7half.info/manufacture.

- 28 *U lidského mozku tedy nenacházíme žádné nové části:* Jako neurovědkyně věřím důkazům podporujícím hypotézu Finlayové o společném stavebním plánu mozku. Informovaní čtenáři jsou si však vědomí, že se někteří vědci stále drží myšlenky, že se u člověka určité části mozku (např. prefrontální kůra) vyvinuly více a jsou ve srovnání s primáty mnohem větší. Podle mne některé osobité schopnosti lidského mozku vycházejí z kombinace velké mozkové kůry (ne větší v poměru k celkové velikosti mozku, prostě jen absolutně větší) a složitějších spojení mezi neurony v určitých částech kůry, včetně horních vrstev prefrontální kůry. Někteří vědci, včetně mne, se domnívají, že tyto podklady dávají lidem schopnost porozumět věcem spíš na základě jejich funkce než podle fyzických vlastností (např. tvaru), tím jsem se zabývala v 7. kapitole i ve své starší knize *Jak vznikají emoce – Skrytý život mozku*. Viz 7half.info/parts.
- 30 *Žádný limbický systém vyhrazený emocím neexistuje:* I když je limbický systém jako takový mýtus, náš mozek obsahuje tzv. limbické okruhy. Neurony limbických okruhů projikují do jader v mozkovém kmeni, která ovlivňují náš autonomní nervový systém, imunitní systém, endokrinní systém a další systémy, které přivádějí viscerosenzitivní informace z těla do mozku a tam se vytvářejí reprezentace našeho vnitřního prostředí. Limbické spoje neslouží jen emocím a jsou rozptýleny v mnoha mozkových systémech. Jedná se o podkorové struktury, jako je hypothalamus a centrální jádro amygdaly, dále o allokortikální oblasti, jako je hipokampus a *bulbus olfactorius*, a části mozkové kůry, jako je cingulární kůra a přední část inzuly. Viz 7half.info/limbic.

- 30 *Trojediný mozek a jeho boj mezi emocemi, instinkty a racionalitou je novodobým mýtem:* Teorie o trojediném mozku patří k hluboce zakořeněným mýtům ve vědě. Abych vás pobavila, povím vám o jiném takovém mýtu. V osmnáctém století vážení učenci věřili, že teplo je tvořeno mytickým fluidem zvaným teplík a že hoření způsobuje imaginární substance zvaná *flogiston*. V devatenáctém století byli fyzici přesvědčeni, že vesmír je naplněn neviditelnou substancí zvanou éter, kterou mohou prostupovat světelné paprsky. Jejich kolegové lékaři se zabývali podivnými nemocemi, např. nemocí ze zkaženého vzduchu zvanou miasma. Každý z těchto mýtů byl považován za vědecký fakt a přežíval celá staletí, než byl vyvrácen. Viz 7half.info/myths.
- 31 *Přírodní výběr neměl za cíl vývoj člověka, my jsme jen zajímavý druh:* Tato myšlenka pochází z knihy Henryho Geeho *The Accidental Species*. Viz 7half.info/interesting.

Kapitola 2. Náš mozek je síť

- 35 *Náš mozek je síť:* Náš mozek je složen z menších sítí (podsítí) vzájemně propojených neuronů. Každá podsít' je tvořena skupinkou řídce uspořádaných neuronů, které se mezi sebou stále spojují a také se odpojují podle toho, jak podsít' funguje. Představte si to jako basketbalový tým, který má dvanáct až patnáct hráčů, ale při hře je na hřišti aktivních vždy jen pět z nich. Různí hráči nastupují do hry a nechávají se vystřídat, ale na hřišti je pořád stejný tým. Podobně jsou v podsíti aktivní a tlumené neurony a jejich aktivita se mění. Tato variabilita je příkladem tzv. degenerace, kdy strukturálně

odlišné prvky (např. skupinky neuronů) mají na starosti stejnou funkci. Viz 7half.info/network.

- 36 *síť 128 miliard neuronů*: Můj odhad průměrného počtu neuronů v lidském mozku je vyšší, než můžeme najít v jiných zdrojích, kde se obvykle uvádí něco kolem 85 miliard neuronů. Ten rozdíl je dán skutečností, že existují různé metody sčítání neuronů. Obvykle vědci stanovují počet neuronů v mozku pomocí stereologických metod, které využívají pravděpodobnost a statistiku k určení 3D struktury neuronů z dvourozměrných obrázků řezů mozku. Číslo 128 miliard pochází z vědecké práce, která využívala stereologickou metodu zvanou optická frakcionace; bylo napočítáno přibližně 19 miliard neuronů v mozkové kůře, hipokampu a čichovém bulbu, dalších 109 miliard granulárních buněk v mozečku, a navíc 28 milionů Purkyňových buněk v mozečku. Obvyklé číslo 85 miliard neuronů vychází z jiné metody zvané izotropická frakcionace, což je jednodušší a rychlejší metoda, ale systematicky vynechává některé neurony. Viz 7half.info/neurons.
- 36 *Mozková síť není metafora*: Mozek není žádná symbolická síť – je to skutečná síť a funguje jako jiné sítě. Slovo síť je zde pojem a žádná metafora. Pomáhá zapojit do myšlení jiné sítě, které, jak víte, pomohou lépe porozumět, co to mozková síť je a jak pracuje.
- 36 *Obecně řečeno, každý neuron vypadá jako rozvětvený stromek*: Lidský mozek obsahuje různé druhy neuronů, které se liší tvarem i velikostí. V příslušné kapitole jsem popisovala tvar pyramidového neuronu v mozkové kůře.

- 37 *Pro zjednodušení nazývám toto uspořádání „spoji“ našeho mozku:* Jednoduchý název *spoje* však musím vysvětlit, spoje mají velice specifické vlastnosti. Obvykle se neuron skládá z těla, z něhož vycházejí rozvětvené výběžky (dendrity) a z jednoho dlouhého tenkého výběžku připomínajícího kmen (axon), který vychází z báze těla neuronu. Každý axon je mnohem tenčí než lidský vlas a na koncích má knoflíkovitá zakončení (terminace axonu), která jsou naplněna neurotransmitery. Dendrity jsou poseté receptory, které neurotransmitery zachycují. Obvykle jsou terminály axonu jednoho neuronu v blízkosti dendritů tisíců jiných neuronů, ale přímo se jich nedotýkají, zůstává mezi nimi malá štěrbinka zvaná synaptická štěrbina. Když dendrity neuronu zachytí přítomnost neurotransmiteru, začnou „pálit“, tedy vysílat elektrické signály šířící se axonem na terminace axonu, kde se vyloučí transmitter do synaptické štěrbině a pak se naváže na receptory dendritů dalších neuronů (přitom jiné buňky zvané glie pomáhají vést axonem vzruch a brání úniku neurotransmiterů). Takto neurotransmitery excitují nebo inhibují neurony a mění frekvenci, se kterou vysílají vzruchy. Tímto způsobem jediný neuron ovlivňuje tisíce jiných a zároveň tisíce neuronů mohou ovlivnit jeden jediný. Viz 7half.info/wiring.
- 42 *která se běžně nazývá zraková kůra:* Co to znamená „vidět“? Naše vědomá zkušenost věcí kolem nás, např. to, jak vidíme svou ruku nebo mobil, částečně vzniká činností neuronů v naší okcipitální (týlní) kůře. Přesto je možné se v okolním světě orientovat i po zničení okcipitální kůry. Když dáme člověku s poškozenou primární korovou zrakovou oblastí do cesty překážku, nebude si jí vědom, ale obejde ji. Tomu se říká „vidění slepých“. Viz 7half.info/blindsight.

- 42 *Pokud dáte dobře vidícím lidem na několik dní šátek přes oči:* Pokusy s lidmi, jimž se zakryly oči a kteří se poté naučili Brailleovo písmo, jsou dalším důkazem toho, že neurony mají mnoho funkcí. Když vědci rušili normální elektrickou aktivitu primární zrakové kůry (V1) pomocí transkraniální magnetické stimulace, lidé se zakrytýma očima se museli lopotit se čtením Brailleova písma, avšak tyto potíže zmizely 24 hodin poté, co jim byla sundána páska z očí a zrakové signály se mohly znovu zpracovávat ve V1. Viz 7half.info/blindfold.
- 45 *Systémy mohou být „vysoce“ nebo „málo“ komplexní:* Komplexita (složitost) mozku postupně nenarůstá na nějaké fylogenetické stupnici nebo přírodním žebříčku od jednoduchého po stále složitější a složitější mozek a vše nekulminuje lidským mozkem. Mozky jiných živočichů, jako jsou opice nebo červi, jsou také dost komplexní. Viz 7half.info/complexity.
- 46 *Tomuto mozku budeme říkat Sekaná:* Inspirací pro tento název mi byla kniha psychologa Stevena Pinkera *The Blank Slate*, ve které autor popsal „uniformní sekanou“ mysl jako „homogenní kouli vybavenou jednotnými schopnostmi“. Viz 7half.info/meatloaf.
- 46 *proto mu budeme říkat Kapesní nůž:* Tento název je inspirován evolučními psychology Ledou Cosmidesovou a Johnem Toobym, kteří popsali lidskou mysl jako švýcarský armádní nůž. Viz 7half.info/pocketknife.
- 46 *Skutečný kapesní nůž má dejme tomu čtrnáct nástrojů:* Za složitostí kapesního nože se skrývá kapka matematiky. Při určité konfiguraci nástrojů, které říkám vzorec, má kaž-

dý nástroj dva možné stavy – používaný a nepoužívaný. Čtrnáct nástrojů, každý se dvěma stavy, to dělá dohromady 16 000 možných vzorců pro celý nůž: $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 2^{14} = 16\,384$.

Přidáním jediného dalšího (patnáctého) nástroje se počet vzorců zdvojnásobí: $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 2^{15} = 32\,768$.

Pokud každému nástroji přidáme jednu funkci navíc, bude mít tři místo dvou (první funkce, druhá funkce, nepoužíván). To mnohem zásadněji zvýší počet vzorců celého nože: $3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 = 3^{14} = 4\,782\,969$.

Když bude mít každý nástroj čtyři funkce, bude těch vzorců $4^{14} = 268\,435\,456$ atd.

- 49 *Neurony nejsou ve skutečnosti vzájemně propojeny:* Díky za tento postřeh mé kolegyni Daně Brooksové z Ústavu elektroinženýrství a počítačového inženýrství na Northeastern University.
- 49 *Fyzici někdy říkají, že světlo je „vlněné“:* Tato metafora se netýká duality částic a vlnění, ale mýtu o éteru popsáném v úvodní části k 1. kapitole v dodatku. Viz 7half.info/wave.

Kapitola 3. Malé mozky se zapojují do světa

- 51 *mnoho právě narozených živočichů toho umí daleko víc než lidský novorozenec:* A pochopitelně i spousta novorozených mláďat je méně vyvinuta než lidské mláďe, jsou např. slepá a holá, jako u potkanů, morčat a jiných hlodavců.

54 „*neurony, které spolu pálí, se spolu také propojují*“: Tato slova patří neurovědci Donaldu Hebbovi a tento fenomén je znám jako Hebbovo pravidlo nebo Hebbova plasticita. Přísně vzato, výboje neuronů nejsou simultánní, ale jeden neuron pálí vždy těsně před jiným. Viz Hebbova kniha *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*. Viz 7half.info/hebb.

57 *vše kolem je osvětleno velkým reflektorem*: Krásnou metaforu jsem s díky převzala od psycholožky Alison Gopnikové, která se zabývá kognitivním vývojem u dětí. Viz její kniha *The Philosophical Baby: What Children's Minds Tell Us About Truth, Love, and the Meaning of Life*.

Pro vývoj zaměření pozornosti jsou pravděpodobně důležité i jiné schopnosti než sdílená pozornost. Jednou z nich je kontrola nad pohyby hlavy, kterou dítě získává v prvních měsících života. Další je kontrola pohybů očí, tedy kontrola okulomotoriky, která se zlepšuje v prvních měsících života.

Také bych měla připomenout, že vědci stále diskutují o tom, s jak velkou schopností udržet pozornost se děti rodí a jaké druhy pozornosti asi mají. Mnoho vědců zabývajících se vývojem se domnívá, že děti jsou geneticky naprogramované, aby si všímaly určitých stránek okolního světa (např. jestli je něco živé, nebo ne), a následný rozvoj šplhá po těchto vrozených schopnostech. Viz 7half.info/lantern.

63 *je mnohem méně nákladné odstranit chudobu než se v budoucnu potýkat s jejími následky*: Děti vyrůstající v chudobě stojí společnost skoro jeden trilion dolarů ročně, to se dočteme ve zprávě z roku 2019 *A Roadmap to Reducing Child Poverty* vydané National Academies of Sciences, Engineer-

ring, and Medicine. Ve zprávě se píše, že částka vydaná na záchranu jednoho dítěte z chudoby je mnohem menší než částka vydaná na následky dospívání v chudobě. Můj kolega psycholog Isaiah Pickens poukazuje na ironii toho, že v naší kultuře činíme lidi odpovědnými za jejich jednání právě v době, kdy se zhoubné účinky chudoby a nezájmu projevují nejvíce.

Kapitola 4. Náš mozek předvídá (skoro) vše, co uděláme

- 65 *muž, který sloužil v rhodéské armádě*: Další odkaz na tuto příhodu se objevil v mém vystoupení *Cultivating Wisdom: The Power of Mood* na TEDx Talk v roce 2018 a můžete ho vidět na 7half.info/tedx.
- 66 *Mozek, který je vystaven těmto mnohoznačným zlomkům senzorických dat*: Senzitivní data bývají nejen dvojznačná, ale jsou i neúplná. Část informace o okolním světě i nitru těla se během zpracování v sítnici, hlemýždi a jiných smyslových orgánech a během cesty senzitivními drahami ztrácí. Vědci stále diskutují o množství ztracených dat, ale všichni se shodnou na tom, že neurony vedou méně dat, než je na receptorech k dispozici. Viz 7half.info/incomplete.
- 67 *Náš mozek sestavuje z těchto útržků vzpomínky*: Myšlenka, že mozek používá předešlé zkušenosti k tomu, aby dodal smysl přicházejícím senzitivním informacím, je v mnohém podobná tvrzení imunologa a neurovědce Geralda Edelmana, že náš právě probíhající vědomý zážitek je „zapamatovaná přítomnost“. Viz 7half.info/present.

- 68 *Kresby*: Tyto tři obrázky zachycují ponorku sjíždějící vodopád, pavouka stojícího na jedné končetině a skokana na lyžích pozorujícího diváky těsně před rozjezdem. Kresby jsou převzaty z knihy Rogera Price *The Ultimate Doodles Compendium: The Absurdly Complete Collection of All the Classic Zany Creations* © 2019 Tallfellow Press, Inc. Se souhlasem autora, všechna práva vyhrazena. Texty k obrázkům jsou: PONORKA SJÍŽDÍ VODOPÁD, PAVOUK DĚLÁ STOJKU NA JEDNÉ KONČETINĚ A DIVÁCI Z POHLEDU SKOKANA. Tallfellow.com.



- 69 „podíl pozorovatele“: Tato myšlenka o vnímání uměleckého díla pochází od historika umění Aloise Riegla, který ji nazýval „zapojení pozorovatele“. Pozdější pojem – podíl pozorovatele – byl zaveden historikem umění Ernstem Gombrichem. Viz 7half.info/art.
- 71 *Je to druh každodenních halucinací*: Vědomou percepci a zážitky jsem nazvala každodenními halucinacemi už spoustu let před objevem filozofa Andyho Clarka, který nezávisle na mně dospěl ke stejným závěrům a nazval vědomé zážitky „řízenými halucinacemi“, viz jeho kniha *Surfing Uncertainty: Prediction, Action, and the Embodied Mind*. Dnes už i jiní vědci popisují naši percepci tímto způsobem, hlavně neurovědce Anil Seth ve svém poutavém vy-

stoupení *Your Brain Hallucinates Your Conscious Reality* na TED Talk. Viz 7half.info/hallucination.

- 79 *kdo za nás nese odpovědnost, když se chováme špatně*: Část materiálu k tomuto tématu pochází z mého vystoupení *You Aren't at the Mercy of Your Emotions – Your Brain Creates Them* na TED Talk v roce 2018, záznam můžete vidět na 7half.info/ted.

Kapitola 5. Náš mozek tajně spolupracuje s jinými mozky

- 86 *na pokusech, které prokazují sílu slov*: Můj laboratorní výzkum síly slov, při kterém účastníci poslouchali příběh a ten si představovali, zatímco byl jejich mozek skenován pomocí funkční magnetické rezonance, je popsán v několika článcích. Viz 7half.info/words.
- 86 *mnoho oblastí mozku, které zpracovávají jazyk, také řídí naše vnitřní prostředí*: Oblasti mozku nazývané vědci „jazyková síť“ se z velké části překrývají se sítí zvanou „autoreferenční síť“, hlavně v levé hemisféře mozku. Autoreferenční síť je částí rozsáhlejšího systému řídicího vnitřek našeho těla, tedy autonomního nervového systému (řídicího kardiovaskulární, dýchací a další orgánové systémy), imunitního systému a endokrinního systému (řídicího produkci hormonů a metabolismus). Viz 7half.info/language-network.
- 87 *Může to být fyzické násilí, slovní agrese*: Verbální agrese závisí trochu i na kontextu. Ne každé sprosté slovo je projevem verbální agrese. Například oslovení „ty vole“ může

znamenat spřízněnost či kamarádství. Stejně slovo může být v jedné souvislosti pozitivní a v jiné agresivní. Pokud řeknete něco romantického svému partnerovi a on odpoví „pojď sem a řekni to ještě jednou“, váš mozek asi předpoví, že se blíží polibek. Pokud jste někde s násilníkem a ten výhrůžně řekne „pojď sem a řekni to ještě jednou“, váš mozek předpoví nebezpečí. Viz 7half.info/aggression.

- 88 *dlouhodobý stres může poškodit lidský mozek*: Studie ukazují, že chronický stres škodí našemu mozku i tělu a nezáleží na tom, zda jde o fyzické násilí, sexuální zneužívání nebo o verbální agresi. Takové výsledky vědeckých výzkumů jsou nečekané a nevíтанé, tak se jimi ještě budeme podrobněji zabývat. Prozradím jen něco, zbytek najdete na 7half.info/chronic-stress.

Chronický stres předně způsobuje atrofii mozku, hlavně oblastí zodpovědných za hospodaření s tělesným rozpočtem (alostázu), učení a pružnost myšlení.

Co přesně způsobuje atrofii stresovaného mozku? A jak tyto změny souvisejí s větší pravděpodobností fyzického onemocnění a kratším životem? Vědci stále zkoumají biologické detaily. Potíž je v tom, že se nemůžeme podívat na mikroarchitekturu živého lidského mozku dost zblízka, abychom přesně viděli, k jakým změnám dochází. Proto vědci studují vliv stresu na zvířata a potom výsledky opatrně přenášejí na člověka, pokud to vůbec jde. Například se můžete podívat na výzkum neuroendokrinologa Bruce McEwena.

Chronická verbální agrese zažívaná v dětství má dlouhodobé následky. Například ve studii zahrnující 554 mladých dospělých se vědci ptali na to, jak často byli v dětství vystavováni slovní agresi ze strany rodičů a vrstevníků. Vědci zjistili, že lidé, kteří v dětství zažívali verbální agresi, měli

v rané dospělosti větší sklon k úzkosti, depresi a hněvu. Je k neuvěření, že tato souvislost byla zásadnější než u dětí vystavených fyzickému zneužívání členem rodiny a srovnatelná s následky u lidí sexuálně zneužívaných někým mimo rodinu. Tato zjištění jsou v souladu s hypotézou o tom, že chronická verbální agrese v dětství je predispozicí k poruchám nálady v rané dospělosti. Je tu ale i jiné vysvětlení, a to, že lidé, kteří trpí poruchami nálady, si více pamatují zneužívání, včetně verbální agrese. Proto je důležité toto téma dále zkoumat, aby se zjistilo, která z hypotéz je platná.

V jedné další studii vědci měřili biologické následky vyrůstání v drsné nebo chaotické rodině, kde byly časté hádky a hodně se kritizovalo. Vědci měřili hladinu interleukinu 6 (ukazatele chronického zánětu) v krvi a hladinu kortizolu (známky metabolické dysfunkce a kortizolové rezistence) u 135 adolescentních žen. S účastníky se během osmnácti měsíců čtyřikrát vedl rozhovor. Ti, kteří udávali nepřátelské rodinné prostředí s častou verbální agresí, vykazovali více poruch imunitních a metabolických funkcí, které s časem narůstaly, zatímco u účastníků, kteří udávali střední míru slovní agrese, se sledované parametry neměnily, a ti, kteří udávali nízkou míru slovní agrese v rodině, byli zdravější. I další studie mají podobné výsledky – plavba v moři neustálé agrese stáhne adolescenta na vývojovou cestu vedoucí k fyzickému i psychickému onemocnění.

Rostoucí počet vědeckých prací neustále odhaluje souvislost mezi stálým sociálním stresem, obvykle spojeným s verbální agresí, a zvyšujícím se výskytem psychiatrických a fyzických nemocí. Například je prokázáno, že verbální agrese může změnit imunitní odpověď natolik, že dojde k exacerbaci herpes viru (oparu), ke snížení účinku očkování

a k pomalejšímu hojení ran. Tyto studie nejsou prováděny na nějakých obzvláště zranitelných lidech, ale na průměrných lidech napříč politickým spektrem. Také bych měla připomenout, že tyto výsledky jsou platné bez ohledu na to, zda účastníci výzkumu udávali pocit intenzivního stresu, nebo ne. Viz 7half.info/chronic-stress.

- 88 *vliv stresu na stravovací návyky*: Zmínila jsem se o dvou studiích pojednávajících o stresu a o tom, jak tělo metabolizuje potravu. Obě jsou od psycholožky Janice K. Kiecolt-Glaserové a jejích spolupracovníků. Představu o 5,5 kg, které přiberete, když budete jíst jedno jídlo denně ve stresu, získáte vynásobením 104 kalorií 365 dny v roce a následně toto číslo vydělíte 7000 kaloriemi na 1 kg. Baví mne předkládat tyto vědecké lahůdky, když jsem na nějaké slavnostní recepci a ta potřebuje oživit. Viz 7half.info/eat.

Kapitola 6. Náš mozek vytváří více než jeden druh myšlení

- 93 *Když se na ostrově Bali v Indonésii lidé bojí, tak usnou*: Tento příklad jsem si vypůjčila od psychologů Batji Mesquitaové a Nica Frijdy. Citují z knihy *Balinese Character* vydané v roce 1942, ve které antropologové Gregory Bateson a Margaret Meadová pozorovali, že lidé žijící na Bali často usnou tváří v tvář situacím, které neznají nebo se jich bojí. Vysvětlovali to tak, že se chtěli vyhnout něčemu děsivému, podobně jako když zavíráme oči při sledování strašidelného nebo napínavého filmu. Podle Batesona a Meadové byl spánek sociálně osvědčenou reakcí na strach. Balijské to nazývali *takoet poeles*, což se překládá jako „ze strachu usnout“. Viz 7half.info/sleep.

- 94 *Myšlení Thunbergové je poznamenáno poruchou autistického spektra*: Greta Thunbergová o sobě říká, že má Aspergerův syndrom, ale dnes je vhodnější užívat termín porucha autistického spektra. Viz 7half.info/thunberg.
- 94 *Hildegarda z Bingenu*: Hildegarda z Bingenu (Sybila Rýnská) věřila, že její vize, kterým říkala „stíny živého světla“, jsou pokyny od boha. Během let své vize zdokumentovala v knihách i obrazech. Jen aby bylo jasno, *nepřisuzují* Hildegardě diagnózu schizofrenie ani jiné duševní choroby. Spíš poukazují na to, že co je pro někoho mystickým zážitkem, může být pro jiného příznakem duševní choroby, záleží na historickém a kulturním kontextu. Spousta badatelů retrospektivně diagnostikovala u Hildegardy z Bingenu různé nemoci, ale při takových úvahách musíme být velmi opatrní. Viz 7half.info/bingen.
- 95 *Taková mysl by se mohla objevit u mozku typu Kapesní nůž*: Když se střet mezi Sekanou a Kapesním nožem aplikuje na typ myšlení místo na typ mozku, máme tu dobře známý nativismus oproti empirismu. Tato filozofická debata je o tom, zda jsou schopnosti vrozené, nebo naučené na základě zkušeností, a o to se vedou spory už tisíce let. Psychologové někdy tuto diskusi nazývají sporem mezi fakultní psychologií a asociacionismem. Viz 7half.info/nativism.
- 95 *variabilita je předpokladem toho, aby mohl fungovat přirozený výběr*: Ve své knize *O původu druhů* Charles Darwin předstřel, že variabilita mezi jedinci stejného druhu je nutným předpokladem přírodního výběru během evoluce. Každý druh je různorodou skupinou jedinců a ti z nich, kdo jsou nejlépe

přizpůsobení určitému životnímu prostředí, mají největší šanci přežít a přenést své geny na potomstvo, které také s větší pravděpodobností přežije a bude se množit. Darwinova myšlenka o variabilitě, známá jako *populační myšlení*, je podle evolučního biologa Ernsta Mayra jednou z největších inovací. Bližší informace najdete v Mayrově knize *What Makes Biology Unique?* a pro hlubší pochopení nahlédněte do jeho knihy *Toward a New Philosophy of Biology*. Viz 7half.info/variation.

- 96 *Myers-Briggs Type Indicator (MBTI)*: MBTI a jiné osobnostní testy nemají o moc větší vědeckou validitu než horoskopy. Důkazy z mnoha předchozích let ukazují, že MBTI není tím, čím tvrdí, že je, a nijak nepředpovídá zapojení do pracovního procesu. Přesto tyto testy nutí jinak schopné manažery činit rozhodnutí, ze kterých nemají prospěch ani zaměstnanci, ani firmy. Proč se nám zdají výsledky těchto testů tak pravdivé? Protože se nás test ptá na to, co si o sobě myslíme. Výsledky shrnují naše domněnky a vyhodnocení, které nám pošlou, „opravdu sedí“. Háček je v tom, že nemůžete hodnotit chování lidí tak, že se jich ptáte na jejich názor na toto chování. Musíte jejich chování pozorovat v různém kontextu. Navíc ti samí lidé mohou být v určitém kontextu čestní a v jiném ne, mohou být v něčem introverti a v něčem jiném extroverti atd. Viz 7half.info/mbti.
- 98 *pocity mohou být různě příjemné či nepříjemné a vybízejí nás k lenošení či aktivitě*: Pocit (afekt) popisuje kruhový graf na obrázku na straně 105 zvaný cirkumplexní model, který zavedl psycholog James A. Russell. Jakýkoli kruhový graf slouží ke znázornění poměrů mezi určitými věcmi, v tomto případě mezi pocity.

Název *cirkumplexní model* znamená „cirkulární uspořádání složité veličiny“ a to dokládá, že pocity jsou charakterizovány současně nejméně dvěma základními psychologickými vlastnostmi. Graf znázorňuje podobnost jednotlivých pocitů a ve dvou rozměrech popisuje vlastnosti této podobnosti. Viz 7half.info/circumplex.

- 100 *aplikaci v mobilu nebo chytré hodinky, které by nám řídily tělesný rozpočet*: Tato analogie se objevuje také v mém vystoupení *Cultivating Wisdom: The Power of Mood* z roku 2018 na TEDx Talk, na které se můžete podívat na 7half.info/tedx2.

Kapitola 7. Náš mozek umí vytvořit realitu

- 104 *Hranice mezi společenskou a fyzickou realitou je propustná*: Tuto porézní hranici odhalily pokusy s chuťovým vnímáním, např. s posuzováním chuti vína a kávy, jak jsem zmínila v této kapitole. Závažnější příklad byl uveden ve 3. kapitole, popisující bludný kruh (*circulus vitiosus*) života v bídě. Společenský přístup k chudým lidem, tedy společenská realita, poškozují fyzickou realitu vývoje mozku. Zvyšuje se tak pravděpodobnost, že v chudobě vyrůstající malé mozky budou i v dospělosti žít v chudobě. Viz 7half.info/porous.
- 104 *schopnostmi nazývanými „pět K“*: „Pět K“ je můj vlastní název pro souhrn vlastností, které se vyvíjely společně a vzájemně se posilovaly a daly lidem schopnost vytvářet společenskou realitu v obrovském měřítku. Čtyři z těchto „K“ – kreativita, komunikace, kopírování a kooperace – jsou

inspirovány výzkumem evolučního biologa Kevina Laland. Velmi jsem se poučila z jeho knihy *Darwin's Unfinished Symphony: How Culture Made the Human Mind*. Laland se nezabývá rolí společenské reality v lidské evoluci, ale spřízněným konceptem kulturní evoluce. Viz 7half.info/5C.

- 105 *objevitelé z devatenáctého století: Příklady objevitelů, kteří spolupracovali s domorodým obyvatelstvem, aby přežili, pocházejí z knihy antropologa Josepha Henricha *The Secret of Our Success: How Culture Is Driving Human Evolution, Domesticating Our Species, and Making Us Smarter*. Viz 7half.info/explore.*
- 106 *Potřebujeme i páté „K“ – kompresi: Ke kompresi dochází v mnoha částech mozku. Zde se zabýváme kompresí v mozkové kůře, hlavně v její druhé a třetí vrstvě. Lidský mozek má v těchto klíčových vrstvách nadupané spoje, které zvyšují míru komprese. Velký složitý mozek se schopností komprese však pravděpodobně nestačí na to, aby z malých kousků společenské reality poskládal civilizaci. Potřebujeme i vhodné zdroje pro metabolismus, např. zemědělství, aby měl mozek dost energie k tvorbě nadupaných spojů. Užitečné informace najdete v knize Kevina Lalanda *Darwin's Unfinished Symphony*. Také se podívejte na knihu evolučního biologa Richarda Wranghama *Catching Fire: How Cooking Made Us Human*. Viz 7half.info/metabolic.*
- 107 *senzorická data přicházející z našich očí, uší a dalších smyslových orgánů: Senzorická data zachycují naše smyslové orgány, oči, uši, nos atd., a mění je v elektrické signály využitelné naším mozkem. Smyslová data se před příchodem*

do mozkové kůry přepojují v několika stanicích. Například zrakové signály zachycují tzv. fotoreceptory (specializované buňky v sítnici vystýlající zadní část oka), které mění světelnou energii na elektrické signály. Ty putují z oka svazkem nervových axonů zvaným zrakový nerv. Jeho vlákna se částečně kříží a od překřížení (*chiasmy optika*) pokračují jako *tractus opticus* (zrakový trakt). Většina jeho vláken míří ke skupince neuronů zvané *corpus geniculatum laterale*, nacházející se pod zadní částí thalamu a náležící k jeho jádrům. Hlavním úkolem thalamických jader je zpracovávat senzorické informace z našeho těla a okolního světa a předávat je mozkové kůře. Zrakové informace míří do zadních částí mediální strany hemisféry, do tzv. primární zrakové korové oblasti v okcipitálním laloku (kolem *fissury calcariny*). Menší část axonů v *traktu optiku* odbočuje do podkorových oblastí včetně hypothalamu, který je důležitý pro řízení činnosti našich orgánů.

Podobně jsou uspořádány i další smyslové dráhy kromě dráhy čichové. Čichové receptory najdeme na neuroepitelových buňkách nosní sliznice v čichové oblasti na stropu nosní dutiny. Detekují ve vodě rozpustné látky obsažené ve vzduchu a mění je na elektrické signály, které putují jejich axony do čichového bulbu (*bulbu olfaktorica*). Buňky čichového bulbu vedou pomocí *traktu olfaktorica* informace přímo do staré čichové korové oblasti, aniž by byly přepojeny v thalamu. Primární čichová kůra se nachází na spodní ploše frontálního (čelního) laloku a v přední části temporálního (spánkového) laloku, část vláken *traktu olfaktorica* končí i v oblasti inzuly, což je ostrůvek na zevní straně hemisféry překrytý částmi frontálního, temporálního a parietálního neboli temenního laloku. Viz 7half.info/sense-data.

- 107 *Komprese umožňuje mozku myslet abstraktně:* Vědci stále zkoumají mechanismus toho, jak náš mozek komprimuje informace a jak dojde od komprese k abstrakci. Dlouho a ostře se přou o to, kolik senzorických a motorických dat zůstává v mozku ve formě vysoko komprimovaných abstrakcí. Někteří vědci tvrdí, že abstrakce jsou *multimodální*, tedy obsahují informace ze všech smyslů, jiní, že abstrakce jsou *amodální* a neobsahují žádné smyslové informace. Já se domnívám, že důkazy svědčí spíš pro multimodální hypotézu. Například ty nejkomprimovanější souhrny jsou vytvářeny v korových oblastech, které neurologové a neuroanatomové zvou *heteromodální* kůra, což označuje kůru zpracovávající informace ze všech smyslů i z motorických oblastí mozku. Mozek umí pravděpodobně tvořit abstrakce i bez komprese, neboť i zvířata s poměrně malým mozkem (např. psi) nebo i bez mozkové kůry (např. včely) dokážou dvě věci považovat za podobné z hlediska jejich funkce, tedy dosahují určitého stupně abstrakce. Viz 7half.info/abstract.
- 110 *Ale u lidí jsou všechny tyto schopnosti propojeny a vzájemně se podporují:* Tato myšlenka a její dopad na evoluci člověka je stále předmětem vědeckých diskusí. Jeden evoluční pohled, známý jako „moderní syntéza“ (neodarwinismus), je kombinací genetiky (v jejíchž počátcích stojí Mendel) a Darwinovy teorie o přírodním výběru a považuje geny za jediný stabilní způsob, jak předat informace z jedné generace na druhou. Příkladem je teorie o sobeckém genu evolučního biologa Richarda Dawkinse. Z jiného úhlu pohledu na evoluci nahlíží „rozšířená evoluční syntéza“. Obsahuje různé schopnosti (včetně „pěti K“) a staví na důkazech, že i předávání jiné než genetické informace z generace na genera-

ci je stabilní (např. význam zrakových informací z okolního prostředí, které ovlivňují vznik mozkových spojů při vývoji mozku, a význam předávání kulturních informací). Rozšířená evoluční syntéza předpokládá na základě pozorování fylogeneze (evoluce) i ontogeneze mozku, že existují i jiné způsoby mezigeneračního předávání informací, např. epigenetika a tvorba životního prostředí (*niche*), kulturní vývoj a současné genetické a kulturní změny. Tento názor zastávají také Barbara Finlayová a Kevin Laland. V této knize jste našli spoustu jejich názorů, více můžete objevit na 7half.info/synthesis.

- 111 *propůjčuje klacku další symbolickou funkci, která nesouvisí s tou fyzickou*: Šimpanzi a mnoho dalších zvířat mají ve svých tlupách určitou hierarchii, ale dominance jednotlivých zvířat se nezískává ani neudrží se společenskou realitou. Pokud se všichni šimpanzi v tlupě dohodnou na tom, kdo je alfa samec, je to dáno tím, že příslušný alfa samec by zabil kohokoli, kdo by mohl ohrozit jeho vedoucí postavení. Zabití je fyzická realita. Většina králů, prezidentů a premiérů dnes vládne, aniž by musela své oponenty zabít. Viz 7half.info/sticks.
- 112 *„Nevytváříme svět fantazie, abychom unikli před skutečností, ale tvoříme ho proto, abychom v ní mohli zůstat“*: Tento výrok o světě fantazie pochází od spisovatelky a karikaturistky Lyn-
dy Barryové a je z její knihy *What It Is*. Viz 7half.info/barry.
- 113 *fyzické charakteristiky, jako je třeba barva kůže*: Pigmentace kůže se vyvíjela a měnila v závislosti na množství ultrafialového záření v životním prostředí. Světlejší kůže je výhodnější adaptací pro prostředí, kde je málo ultrafialové-

ho (UV) záření. Menší pigmentace umožní absorpci většího množství světla a větší tvorbu vitamínu D, což je důležité pro růst a sílu kostí a zdravý imunitní systém. Naopak tmavší kůže je lépe adaptována na prostředí s velkým množstvím UV záření, protože tmavší barva brání absorpci nadměrného množství světla. To naopak zpomaluje odbourávání vitamínu B9, kyseliny listové, což je důležité pro růst buněk a metabolismus, hlavně v časných stádiích těhotenství (protože sluneční světlo odbourává foláty). Intenzita UV záření závisí na vzdálenosti od rovníku, ale množství UV záření, které skutečně pronikne do kůže, závisí na pigmentaci kůže. Podrobnosti najdete v knize antropoložky Niny Jablonské *Living Color: The Biological and Social Meaning of Skin Color*. Viz 7half.info/skin.

Více na sevenandahalflessons.com!