

David EAGLEMAN

# MOZOG



VÁŠ PRÍBEH

Bizbooks®

# Mozog

## Váš príbeh

Vyšlo aj v tlačovej podobe

Objednať môžete na  
[www.bizbooks.sk](http://www.bizbooks.sk)  
[www.albatrosmedia.sk](http://www.albatrosmedia.sk)

**Biz**books®

**David Eagleman**

**Mozog: Váš príbeh – e-kniha**  
Copyright © Albatros Media a. s., 2017

Všetky práva vyhradené.  
Žiadna časť tejto publikácie nesmie byť rozširovaná  
bez písomného súhlasu majiteľov práv.

  
**ALBATROS** MEDIA a.s.

**MOZOG**  
VÁŠ PRÍBEH

DAVID  
EAGLEMAN

BIZBOOKS

2017

# Mozog Váš príbeh

**David Eagleman**

**Preklad:** Miroslav Šatka

**Obálka:** Veronika Pruszkova

**Zodpovedná redaktorka:** Zuzana Kullová

**Odborná korektorka:** Dušana Bradáčová

**Jazyková korektorka:** Ladislava Rešková

**Technický redaktor:** Jiří Matoušek

Authorized translation from the English language edition *The Brain: The Story of You*.

Copyright © 2015 by David Eagleman

Artwork copyright ©Blink Entertainment trading as Blink Films, 2015

Photo © Blink Films UK (str. 222)

Copyright licensed by Canongate Books Ltd.

arranged with Andrew Nurnberg Associates International Limited

Translation © Miroslav Šatka, 2017

ISBN v tlačenej verzii 978-80-566-0214-0

ISBN e-knihy 978-80-566-0262-1 (1. zverejnenie, 2017)

Cena uvedená výrobcom predstavuje nezáväznú odporúčanú spotrebiteľskú cenu.

Vydalo nakladateľstvo BizBooks v Bratislave v roku 2017 v spoločnosti Albatros Media Slovakia s. r. o. so sídlom Mickiewiczova 9, Bratislava, Slovenská republika  
Číslo publikácie 1 435

© Albatros Media Slovakia s.r.o., 2017. Všetky práva sú vyhradené. Žiadna časť tejto publikácie nesmie byť kopírovaná a rozmnožovaná za účelom rozširovania v akejkoľvek forme alebo akýmkoľvek spôsobom bez písomného súhlasu nakladateľa.

1. vydanie

  
**ALBATROS MEDIA**

## Obsah

Úvod	5
1 Kto som?	7
2 Čo je realita?	37
3 Kto tu velí?	69
4 Ako sa rozhodujem?	99
5 Potrebujem ťa?	131
6 Čo z nás bude?	159
PodĎakovanie	202
Poznámky	204
Slovníček	217
Autori nákresov, schém a fotografií	220
O autorovi	222
Povedali o tejto knihe	223



## Úvod

Štúdium mozgu je veľmi dynamicky sa rozvíjajúci vedný odbor. Zriedkakedy sa zastavíme a zamyslíme nad aktuálnym stavom znalostí a vedomostí. Zriedkakedy sa snažíme prísť na to, čo výsledky vedeckých štúdií znamenajú pre náš každodenný život. A zriedkakedy debatujeme s ostatnými o tom, čo to vlastne znamená, byť živou bytosťou. Táto kniha sa o to pokúsi.

Veda zaoberajúca sa štúdiom mozgu má svoj neoddiskutovateľný význam. Ten podivný výpočtový materiál v našich lebkách je radarom, pomocou ktorého sa pohybujeme v zložitých vodách tohto sveta, a materiálom pre naše rozhodnutia a predstavivosť. Naše sny aj všetky úkony vykonané v bdelom stave pochádzajú z miliárd aktívnych buniek. Ak lepšie pochopíme mozog, pochopíme aj seba samého, naše vzťahy s ostatnými a všetko, čo sa v ich rámci deje: ako sa hádame, prečo sa milujeme, prečo je pre nás to či ono pravdou, ako by sme sa mali vzdelávať, ako môžeme zdokonaľovať sociálnu politiku a ako pripraviť naše telá na ďalšie storočia, ktoré ich čakajú. Dejiny a budúcnosť ľudstva sú vyleptané do mikroskopicky spletitej štruktúry mozgu.

Ak uvážime jeho dôležitosť, vždy ma prekvapovalo, prečo sa ním naša spoločnosť tak málo zaoberá a prečo sú namiesto toho v éteri klebety o celebritách a reality šou. No teraz už tuším, že nedostatok pozornosti venovanej mozgu nie je chyba, ale signál: sme natolko pohltení svojou realitou, že je neskonale ťažké uvedomiť si to, že sme vôbec pohltení.

Mohlo by sa zdať, že nie je o čom hovoriť. Je jasné, že okolo nás sú farby. Je jasné, že pamäť je svojho druhu videokamera. A, samozrejme, poznáme pravé dôvody, prečo v niečo veríme.

Na stránkach tejto knihy sa na tieto domnienky zameriame. Pri písaní som sa chcel vyhnúť akademickému popisu a ísť do hĺbky a vysvetliť, ako sa rozhodujeme, ako vnímame realitu, kým sme, kam sa uberajú naše životy, prečo okolo seba potrebujeme iných ľudí a kam

smerujeme ako živočíšny druh, ktorý to má konečne všetko pod kontrolou. Zmyslom tejto knihy je postaviť most medzi akademickou literatúrou a životmi nás, obyčajných majiteľov mozgov. Je to iný prístup, než na aký som zvyknutý ako autor článkov pre univerzitné zborníky alebo iných kníh z oblasti neurovied. Mierim na inú čitateľskú obec. Nepredpokladajú sa tu predchádzajúce znalosti, azda len zvedavosť a chuť spoznávať seba samého.

Pripravte sa na cestu do nášho vnútorného vesmíru. V hustej spleti miliárd mozgových buniek a biliónov synapsí možno objavíte niečo, čo ste tam ani nečakali. Seba.



# 1



**KTO SOM?**

Všetky životné skúsenosti,  
či už sú to krátke  
rozhovory s ostatnými  
alebo celá kultúra,  
utvárajú mikroskopické  
details v našom mozgu.  
Z neurologického pohľadu  
sa dá povedať, že to, čím  
sme, závisí od toho, kde sme  
dosiaľ boli. Naš mozog sa  
neustále utvára a opakovane  
prepája sám seba. A rovnako,  
ako sú jedinečné naše  
skúsenosti, je jedinečná  
aj zložitá a spleť siet'  
neurónov nášho mozgu.  
A pretože sa náš život  
neustále mení, je aj naša  
identita akýmsi pohyblivým  
cieľom, ktorý nebude  
nikdy dosiahnutý.

Hoci sú neurovedy môj denný chlieb, predsa len žasnem zakaždým, keď držím v dlani ľudský mozog. Hneď ako ma prestane udivovať jeho hmotnosť (mozog dospelého človeka váži asi 1,4 kg), podivná konzistencia (asi ako tuhé želé) a vráskavý povrch (hlboké údolia medzi kopcami), čo ma naozaj dostane, je zdanlivý nesúlاد medzi tým, ako podivne vyzerá a úžasnými vecami, ktoré vie vytvoriť.

Naše myšlienky, sny, spomienky a skúsenosti pochádzajú z tohto kusa nervovej hmoty. Odpoveď na otázku kto sme, nájdeme v spleti elektrochemických impulzov. Ak by táto činnosť ustala, neboli by sme ani my. A ak sa nejako zásadne zmení, napríklad v dôsledku zranenia alebo užívania drog, od základov sa zmení aj naša osobnosť. Na rozdiel od iných častí tela, v prípade poškodenia čo i len malého kúska mozgu dôjde k radikálnej zmene. Aby sme pochopili, prečo to tak je, bude treba začať od samého začiatku.

**Celý život  
pretkaný agóniami  
a extázami sa  
odohráva v tomto  
kile a pol.**



## **Novorodené polotovary**

Ľudskí novorodenci sú bezmocní. Trvá nám rok, kým sa naučíme chodiť, približne ďalšie dva roky, kým sa naučíme súvislo vyjadrovať svoje myšlienky a mnoho ďalších rokov, kým sa naučíme postarať sa sami o seba. Naše prežitie úplne závisí od ľudí okolo nás. Delfíny sa rodia v pohybe, žirafy sa postavajú na nohy v priebehu niekoľkých

hodín, malá zebra sa vie rozbehnúť už 45 minút po narodení. Ak sa porovnáme s inými cicavcami, zistíme, že naši priatelia zo zvieracej ríše sú obdivuhodne samostatní už krátko po pôrode.

Mohlo by sa zdať, že je to veľká výhoda. V skutočnosti sú s tým spojené zásadné obmedzenia. Mláďatá sa vyvíjajú rýchlejšie, pretože ich mozgy sú vopred naprogramované. Za túto predpripravenosť však platia nízkou adaptabilitou. Predstavme si, že by sa malý nosorožec ocitol na Sibíri, na vrchole osemtisícovky alebo uprostred Tokia. Nemal by predpoklady prispôbiť sa (čo je tiež dôvod, prečo v týchto oblastiach nosorožce nežijú). Stratégia, pri ktorej mláďatá prichádzajú na svet s už takmer hotovým mozgom, môže fungovať len v obmedzenom ekosystéme. Len čo zviera svoju niku opustí, jeho šance prosperovať sú nízke.

Naproti tomu ľudia môžu pohodlne žiť v mnohých rozličných prostrediach – od zamrzutej tundry cez vysoké pohoria až po centrá veľkých miest. Je to tak práve preto, že ľudský mozog sa nerodí hotový. Namiesto toho, aby sme prišli na svet „pevne zapojení“, má ľudský mozog úžasnú schopnosť pretvárať sa vplyvom každodenných skúseností. Z toho dôvodu je ľudské mláďa pomerne dlho bezmocné, zatiaľ čo sa jeho mozog pomaly formuje na obraz jeho životného prostredia. Stáva sa „pripojeným k životu“.

## Synaptický pruning: vykresávanie z mramoru

Čomu vďačíme za onú pružnosť mladého ľudského mozgu? Tajomstvo nie je v tom, že by mozgové bunky pribúdali, v skutočnosti je ich počet u detí a dospelých rovnaký; spočíva v ich prepojení.

Po narodení sú neuróny v detskom mozgu neprepojené a spojenia sa začnú prudko utvárať počas prvých dvoch rokov života vďaka zmyslovým informáciám. V mozgu novorodenca vznikajú každú sekundu dva milióny synapsií. V dvoch rokoch veku už je ich viac ako sto biliónov, čo je dvakrát viac ako u dospelého.

## TRVALO ZAPOJENÍ



Mnohé zvieratá sa rodia geneticky vopred naprogramované na určité správanie a inštinky. Gény u nich predurčujú stavbu tela a mozgov, čo vo výsledku definuje aj to, kým budú a ako sa budú správať. Muche velí jej reflex uletieť, ak zbadá pohybujúci sa tieň, drozd je naprogramovaný odletieť na zimu do teplých krajín. Ďalším príkladom je potreba zimného spánku medveďov alebo psí inštinkt chrániť svojho pána – toto inštinktívne správanie je vopred naprogramované pevne spojenými neurónmi v mozgu. Vďaka týmto pevným spojom sa mláďatá ihneď po narodení naučia chodiť rovnako dobre ako ich rodičia a v niektorých prípadoch si samy zabezpečia potravu a prežijú bez pomoci druhých.

U ľudí je situácia trochu odlišná. Je pravda, že aj ľudský mozog prichádza na svet do istej miery vopred zapojený (napríklad pre dýchanie, plač, cicanie, rozpoznávanie tváří a schopnosť naučiť sa reč). V porovnaní so zvyškom zvieracej ríše je však ľudský mozog nezvykle nehotový. Vopred určený diagram, ako majú byť neuróny v ľudskom mozgu prepojené, neexistuje – namiesto toho gény určujú len základný rámec pre rozvrhnutie neurónovej siete a zvyšok dotvorí vlastná skúsenosť, čo umožňuje prispôbenie sa životným podmienkam.

Vďaka možnosti prispôbiť ľudský mozog svetu, do ktorého sa jedinec narodí, bol náš druh schopný adaptovať sa na všetky ekosystémy, ktoré na našej planéte sú, a potom zamieriť k hviezdam.

Tým mozog dosiahol maximum, má teraz oveľa viac spojení, ako bude kedy potrebovať. Od tejto chvíle je utváranie nových spojení nahradené stratégiou, ktorá by sa dala prirovnať k zastrihávaniu stromčeka, pretože sa v odbornej terminológii aj rovnako volá – pruning. Ako jedinec dozrieva, polovica synapsíi bude zase „odpojená“.

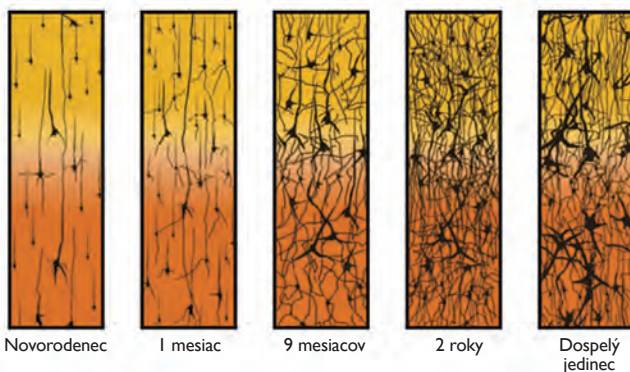
Ktoré spojenia zostanú a ktoré zmiznú? Keď je spojenie využívané, posilňuje sa. Neužitočné spojenia sa oslabujú, až nakoniec zmiznú. Je to ako s cestičkou v lese – ak ju nepoužívame, zarastie a stratí sa.

Svojím spôsobom možno povedať, že kým sa stávame, závisí od „odrezania“ niektorých možností, ktoré sme dostali. Našu osobnosť neutvára to, čo sa nám v mozgu vytvorí, ale čo z neho zmizne.

V priebehu detstva je náš mozog utváraný prostredím, v ktorom žijeme. Zo záplavy možností sa vynárajú tie, ktoré korešpondujú so svetom, s ktorým sa stretávame. Synapsíi je menej, ale sú silnejšie.

Napríklad jazyk, ktorý počujeme ako novorodenci (povedzme angličtina alebo japončina), utvára schopnosť lepšie vnímať zvuky rodného jazyka a, naopak, znižuje schopnosť vnímať zvuky iných jazykov. Dieťa narodené v Japonsku a dieťa narodené v Spojených štátoch najprv počujú oba jazyky a reagujú na ne, postupom času dieťa vyrastajúce v Japonsku stratí schopnosť rozlišovať medzi hláskami R a L (pretože japončina ich nerozlišuje). To je dôkaz, že nás tvaruje prostredie, do ktorého sa narodíme.

***V mozgu novorodenca nie je prepojenie neurónov rozvinuté. Počas prvých troch rokov života sieť hustne a synapsíi pribúda. Následne sa počet synapsíi zasa znižuje a v dospelosti je ich menej a sú silnejšie.***



## Keď sa príroda hrá

Počas nášho dlhého detstva mozog postupne odpája nepotrebné synapsie a formuje sa vplyvom konkrétneho prostredia. Na jednej strane je to chytrá stratégia, spárovať mozog s prostredím, prináša však aj riziká.

Ak nie je rozvíjajúcemu sa mozgu dopriate správne a „očakávané“ prostredie, v ktorom je dieťa opatrované a dostáva sa mu pozornosti, ktorú potrebuje, nebude sa mozog vyvíjať normálne. Rodina Jensenovcov z amerického štátu Wisconsin s tým má priamu skúsenosť. Carol a Bill Jensenovci adoptovali Toma, Johna a Victoriu, keď mali deti štyri roky. Išlo o siroty, ktoré až do adopcie žili v hrozných podmienkach rumunských štátom prevádzkovaných sirotincov. A tieto podmienky sa podpísali na vývoji mozgu detí.

Keď manželia deti vyzdvihli a nasadli s nimi do taxíka, Carol požiadala vodiča, aby jej prekladal, o čom sa deti bavia. Taxikár jej však vysvetlil, že je to spleť slov, ktoré z rumunčiny nepozná. Pretože nemali možnosť normálne komunikovať, utvorili si deti svoj vlastný jazyk. Ako vyrastali, prejavovali sa u nich najrôznejšie poruchy učenia, ktoré boli všetky spôsobené zanedbaním v najranejšej fáze života.

Tom, John ani Victoria si zo svojho niekdajšieho života v Rumunsku veľa nepamätajú. Kto si však na tieto detské domovy veľmi dobre pamätá, je doktor Charles Nelson, profesor pediatrie Bostonskej detskej nemocnice. Prvýkrát ich navštívil v roku 1999 a to, čo videl, ho vydesilo. Malé deti boli držané vo svojich posteliach a nedostávalo sa im žiadnych podnetov. Na každých pätnásť detí pripadala jedna ošetrovatelka, ktorej bolo odporúčané nebrať deti do náručia a neprejavovať im žiadne city, dokonca ani keď plakali. Panovala tu obava, aby potom deti nevyžadovali stále viac pozornosti, čo by pri obmedzenom množstve personálu nebolo možné zabezpečiť. Všetko bolo striktné organizované. Deti vykonávali potrebu do radu plastových nočníkov a bez ohľadu na pohlavie mali všetky rovnaký účes. Boli rovnako oblečené a kŕmené podľa rozpisu, všetko bolo mechanizované.

Deti, ktorých plač zostával bez odozvy, sa čoskoro naučili neplačať. Nikto ich nepopestoval a nehral sa s nimi. Hoci ich základné potreby boli naplnené (jedlo, hygiena, oblečenie), dojčatá nedostávali city, podporu a podnety. V dôsledku toho sa u nich vyvinulo tzv. bezpodmienečné priateľstvo. Nelson opisuje, ako vošiel do miestnosti plnej malých detí, s ktorými sa nikdy predtým nestretol. Okamžite ho obklopili, chceli vziať do náručia, sedieť mu na kolenách, chytiť ho za ruku, alebo s ním dokonca odísť. Napriek tomu, že to na prvý pohľad môže pôsobiť roztomilo, ide o copingovú (vyrovnávaciu) stratégiu zanedbávaných detí, ktorá je následkom nenaplnenej potreby k niekomu citovo prilnúť, a prejavuje sa u detí, ktoré vyrastali v dočenských ústavoch a detských domovoch.

Otrasený týmito podmienkami vytvoril doktor Nelson so svojím tímom Bukurešťský program včasnej intervencie. Testovali 136 detí vo veku od šiestich mesiacov do troch rokov, ktoré žili od narodenia v ústavoch. Zo všetkého najskôr prišli na to, že tieto deti majú IQ 60 – 70, pričom obvyklý priemer ich rovesníkov je IQ 100. Vykazovali znaky oneskoreného vývoja mozgu aj rečových schopností. Keď pomocou EEG merali elektrickú aktivitu ich mozgu, zistili, že je dramaticky nízka.

Bez citovej väzby a bez dostatku podnetov z prostredia sa ľudský mozog nemôže vyvíjať normálne. Ale z Nelsonovej štúdie vyplýva aj dobrá správa: mozog sa vie do istej miery regenerovať, len čo sa deti ocitnú v bezpečnom a milujúcom prostredí. Čím skôr sa tak stane, tým lepší je výsledok. Deti, ktoré sú umiestnené do náhradných rodín skôr, než dosiahnu vek dva roky, sa dokážu úplne zotaviť. U tých starších síce dochádza k zlepšeniu, ale prejavujú sa u nich (v závislosti od veku) rôzne závažné vývojové ťažkosti.

Výsledky Nelsonovho výskumu sú jasným dôkazom nenahradiiteľnosti milujúceho a starostlivého prostredia pre zdravý rozvoj mozgu detí. A sú tiež dôkazom podstatnej roly prostredia na naše formovanie. Vývoj synapsí počas prvých rokov života spôsobuje, že sme veľmi vnímaví k okoliu. Kým sme teraz, podstatne závisí od toho, kde sme boli.



## RUMUNSKÉ SIROTINCE



V snahe zvýšiť počet obyvateľov a zabezpečiť tak dostatočnú pracovnú silu, zakázal v roku 1966 rumunský prezident Nicolae Ceaușescu antikoncepciu a potraty. Zaviedol tzv. „menštruáciu policie“, keď štátom riadení gynekológovia sledovali ženy v plodnom veku, či majú dostatok potomkov. Rodiny, ktoré mali menej ako päť detí, museli platiť „daň z celibátu“. Pôrodnosť sa rapídne zvýšila.

Mnohé chudobné rodiny si však starostlivosť o toľko detí nemohli dovoliť, takže ich dávali do štátnych detských domovov. V reakcii na to začal štát zriaďovať obrovské množstvá týchto zariadení. V roku 1989, keď bol prezident zosadený, bolo v štátnych dojčenských ústavoch a detských domovoch 170 000 detí.

Vedci čoskoro odhalili dôsledky ústavnej výchovy na vývoj mozgu. Výsledky týchto štúdií ovplyvnili zmenu vládnej politiky. Postupom času sa väčšina rumunských sirôt vrátila k rodičom alebo boli umiestnení do pestúnskych rodín. V roku 2005 Rumunsko prijalo zákon, podľa ktorého deti mladšie ako dva roky nesmú byť v ústavnej starostlivosti, okrem tých s vážnym postihnutím.

Po celom svete žijú v štátom riadených dojčenských ústavoch a detských domovoch milióny sirôt. Ak uvážime, aké dôležité je milujúce prostredie pre správny vývoj detského mozgu, je nevyhnutné, aby vlády našli spôsoby, ako deťom čo najskôr toto prostredie zabezpečiť.

## Dospievanie ako kľúčová fáza

Ešte pred niekoľkými desiatkami rokov prevládal názor, že vývoj mozgu prakticky končí s detstvom. Dnes už vieme, že proces budovania ľudského mozgu trvá dvadsaťpäť rokov. Počas dospievania je proces reorganizácie a zmien synapsí taký intenzívny, že zásadne určuje to, kým navonok sme. Hormóny sa starajú o viditeľnú fyzickú premenu na dospelého, ale očiam skryté zmeny nášho mozgu sú obdobne výrazné. Tieto zmeny zásadne predurčia, ako sa budeme správať a ako budeme reagovať na svet okolo seba.

Jedna z týchto zmien sa týka vnímania seba samého a utvárania sebavedomia. Aby sme lepšie pochopili, ako mozog tínedžera pracuje, urobili sme jednoduchý pokus. Požiadali sme dobrovoľníkov, aby sa posadili na stoličku vo výkladnej skrini obchodu. Potom sme rozhrnuli záves a dobrovoľník sa mohol pozerať na svet vonku z výkladu a okoloídúci zase na neho.

Ešte než sme našich dobrovoľníkov vystavili tejto sociálne záťažovej situácii, napojili sme každého na prístroje, aby sme mohli merať emočné reakcie. Jeden z nich meria galvanický odpor kože (GSR), čo je dobrý indikátor úzkosti – čím viac sa aktivizujú potné žľazy, tým vyššia je vodivosť kože. (Na rovnakom princípe o. i. funguje detektor lži.)

Experimentu sa zúčastnili dospelí aj dospievajúci. Podľa očakávania sme u dospelých zaznamenali stresovú reakciu na obzeranie cudzími ľuďmi. U tínedžerov však tá istá situácia zvýšila hladinu emócií natoľko, že sa niektorí triasli na celom tele – v mladých ľuďoch vyvoláva situácia, v ktorej sú pozorovaní, veľmi silnú úzkostnú reakciu.

Čo spôsobuje tento rozdiel medzi dospelými a dospievajúcimi? Odpoveď musíme hľadať v časti mozgu nazvanej mediálna prefrontálna kôra. Táto oblasť mozgu sa aktivuje, ak človek premýšľa sám o sebe a najmä o emočnom význame, ktorý pre neho situácia má. Doktorka Leah Somervilleová a jej kolegovia z Harvardovej univerzity zistili, že v čase medzi detstvom a dospievaním sa mediálna prefrontálna kôra v sociálnych situáciách stále viac aktivuje, čo vrcholí

niekedy okolo pätnásteho roku veku. V tejto fáze života sprevádzajú sociálne interakcie veľmi intenzívne emócie vedúce k stresovej reakcii z toho, že nás iní pozorujú. Inými slovami, počas dospievania je premýšľanie o sebe a sebahodnotenie obzvlášť dôležité. Naproti tomu mozog dospelého jedinca je s obrazom seba samého už zžitý, rovnako ako si časom rozchodíme nové topánky. A preto situáciu, keď ho vo výklade pozorujú cudzí ľudia, neprežíva tak intenzívne.

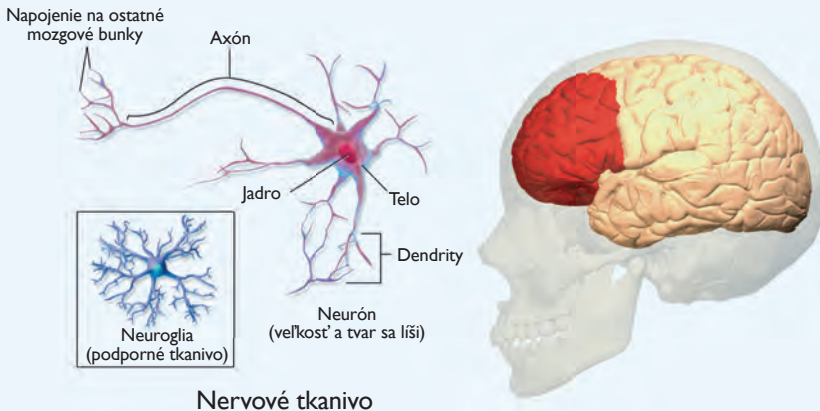
***Dobrovoľníci sedeli vo výklade, kde ich pozorovali okoloidúci ľudia. Tínedžeri túto skúsenosť prežívali so zvýšenou mierou vypätia, čo odráža stav vývoja mozgu v období dospievania.***



Okrem sociálnej neobratnosti a precitlivenosti je mozog dospievajúceho jedinca tiež náchylnejší riskovať. Či už ide o rýchlu jazdu alebo zdieľanie nahých fotiek, je rizikové správanie lákavejšie pre mladý mozog ako pre dospelého. Má to súvislosť so spôsobom, akým reagujeme na nutkanie a odmeny. Čím bližšie dospievaniu, tým viac mozog reaguje na odmeny aktiváciou oblastí súvisiacich s prežívaním rozkoše (jedna taká sa nazýva nucleus accumbens). Mozgová aktivita u dospievajúcich je tu rovnaká ako u dospelých. Avšak aktivita v orbitofrontálnej kôre, ktorá sa podieľa na rozhodovaní, pozornosti a vyvodzovaní dôsledkov, je stále rovnaká ako u dieťaťa. V mozgu teda zároveň fungujú vyspelé centrá rozkoše s nedozretou orbitofrontálnou kôrou. V praxi to znamená, že dospievajúci jedinec je veľmi emocionálny, ale zároveň je oveľa menej ako dospelý schopný svoje emócie ovládať.

Vedecký tím doktorky Somervilleovej vyslovil hypotézu, prečo má sociálny tlak taký zásadný vplyv na správanie tínedžerov: oblasti mozgu podieľajúce sa na spoločenskej interakcii (napríklad

# UTVÁRANIE DOSPIEVAJÚCEHO MOZGU

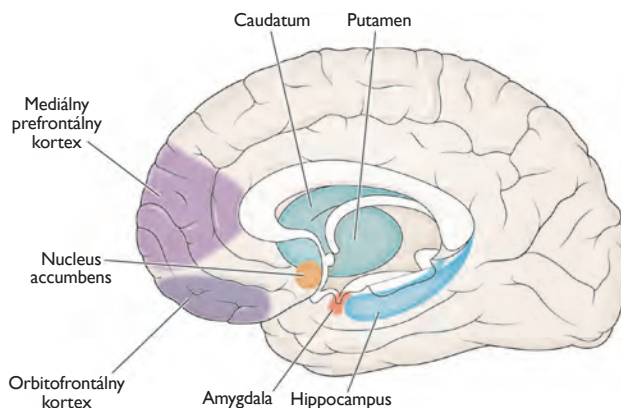


Po skončení detstva a pred nástupom puberty nastáva druhá fáza nadprodukcie, keď prefrontálny kortex vytvára nové bunky a synapsie, a tým aj nové možnosti ich zapojenia. Potom nastáva asi desaťročné obdobie prerezávania, synaptického pruningu. V období dospievania slabšie synapsie zanikajú, zatiaľ čo silnejšie spojenia sa ešte viac posilňujú. Výsledkom je zníženie objemu prefrontálneho kortexu o jedno percento ročne. To, aké spojenia si utvoríme počas dospievania, nás pripraví na životné skúsenosti prichádzajúce s dospelosťou.

Keďže sa tieto zásadné zmeny odohrávajú v oblastiach mozgu podieľajúcich sa na zložitejších myšlienkových operáciách a ovládaní nutkania, je obdobie dospievania tiež obdobím zásadných kognitívnych zmien. Dorzolaterálny prefrontálny kortex, ktorý hrá kľúčovú úlohu v ovládaní impulzov, dozrieva až ako jedna z posledných oblastí mozgu, o jeho dospelí hovoríme až po dvadsiatom roku veku. Na výrazné zmeny mozgu u dospievajúcich prišli poist'ovne dávno pred neurovedcami a prispôbili tomu svoje zvýšené sadzby pre mladých vodičov. Odráža sa to aj v súdnom systéme, ktorý oddávna pristupuje k mladistvým delikventom inak ako k dospelým.

spomenutá mediálna prefrontálna kôra) sú silne prepojené s tými oblasťami mozgu, ktoré prevádzajú motívy na činy (striatum a jeho sieť synapsií). To by mohlo vysvetľovať, prečo tínedžeri častejšie podstupujú riziko, ak sú obklopení priateľmi.

**Vnímanie seba samého sa zásadne mení v období dospievania, a to v súvislosti so zmenami v oblastiach mozgu podieľajúcich sa na plánovaní, motiváciách a odmeňovaní.**



To, ako vnímame svet v dospievaní, súvisí s evolučne naprogramovaným vývojom mozgu. Vďaka týmto zmenám rastie sebauvedomenie, ale aj sklon riskovať a konať pod vplyvom rovesníkov. Pre frustrovaných rodičov z celého sveta môže byť užitočné uvedomiť si, že to, akí tínedžeri sú, nie je výsledkom ich voľby alebo postoja. Je to dôsledok intenzívnych a nevyhnutných zmien mozgu.

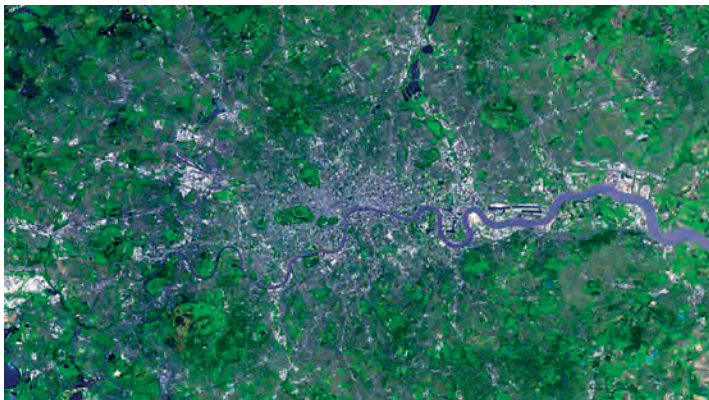
## Plasticita v dospelosti

Keď máme dvadsaťpäť rokov, vývoj mozgu, ktorý trval celé detstvo a dospievanie, sa končí. Otrasy sprevádzajúce hľadanie identity a vlastnej osobnosti sú za nami. Náš mozog by mal byť už úplne zrelý. A tiež by sa mohlo zdať, že to, kým sme ako dospelí, je už stabilné a nemenné. Ale nie je to tak, náš mozog sa mení aj v dospelosti. Ak môžeme nejakú hmotu pretvoriť na nový tvar, ktorý si udrží,

hovoríme o plasticite. Rovnakú vlastnosť má aj mozog, a to aj v dospelosti. Skúsenosť vytvorí zmenu, ktorá v mozgu zostane zachovaná.

Aby sme získali lepšiu predstavu, aké obdivuhodné tieto zmeny môžu byť, pozrieme sa na mozgy veľmi špecifickej skupiny mužov a žien z Londýna – vodičov taxíkov. Tí prechádzajú veľmi náročným štvorročným školením, aby pri záverečnej skúške, ktorá patrí medzi najťažšie testy pamäti vôbec, preukázali znalosť Londýna. Uchádzači o túto prácu si musia zapamätať sieť londýnskych ulíc vrátane všetkých spojení, ktoré prichádzajú do úvahy: 320 rôznych trás Londýnom, 25 000 ulíc a 20 000 miest, ako sú hotely, divadlá, reštaurácie, ambasády, policajné stanice, štadióny a ďalšie miesta, kam by sa zákazník mohol chcieť dať odviezť. Účastníci kurzu trávajú obvykle tri až štyri hodiny denne odriekaním možných trás.

***Zácvik londýnskych taxikárov spočívajúci v učení sa tamojších ulíc, trás a miest je jedinečným príkladom tzv. memorovania. Po skončení školenia sú taxikári schopní odriekať najlepšiu (a legálnu) trasu medzi dvoma miestami v Londýne a bezprostrednom okolí bez toho, aby sa museli pozerat' do mapy. Výsledkom tohto intelektuálneho cvičenia je viditeľná zmena na mozgu.***



Jedinečná náročnosť tejto skúšky vzbudila záujem neurovedcov z University College London, ktorí urobili snímky mozgu niekoľkých londýnskych taxikárov. Zamerali sa najmä na malú oblasť mozgu zvanú hippocampus, a to pre jej kľúčový význam pre pamäť a priestorovú predstavivosť.

Vedci našli okom viditeľné zmeny na mozgoch týchto taxikárov, ktorí mali oproti kontrolnej skupine zväčšenú zadnú časť hippocampu, čo bolo zrejme spôsobené vyššími nárokmi na orientačné

schopnosti. Výskumníci tiež zistili, že čím dlhšie slúžiaci taxikár, tým väčšia zmena sa v danej oblasti mozgu odohrala, čo dokazuje, že nejde o predispozíciu u tých, ktorí sa rozhodnú tejto profesii venovať, ale o dôsledok dlhodobej praxe za volantom taxíka.

Táto štúdia dokazuje, že ani dospelý mozog nie je hotový a nemenný. Dokáže sa zmeniť tak, že je to skúseným okom viditeľné.

*U absolventov kurzov pre londýnskych taxikárov došlo v dôsledku učenia sa ulíc, miest a trás k viditeľným zmenám na hippocampe, čo odráža zlepšovanie priestorovej predstavivosti a orientačných schopností.*



Taxikári nie sú jedinou profesiou, ktorá mení mozog. Jeden z najznámejších mozgov 20. storočia pri podrobnom skúmaní neprezradil tajomstvo geniality svojho nositeľa Alberta Einsteina. Ukázalo sa však, že oblasť mozgu ovládajúca prsty ľavej ruky sa u neho zväčšila a utvorila útvar pripomínajúci grécke písmeno omega – to všetko vďaka jeho vášni pre hru na husliach. Rovnakú zmenu môžeme nájsť aj u iných skúsených huslistov, ktorí intenzívne trénujú obratnosť prstov ľavej ruky na strunách. Pianisti majú omegu pripomínajúci útvar vyvinutý v oboch hemisférach, pretože trénujú prsty na oboch rukách.

Základná topografia mozgu, útvary pripomínajúce hory a údolia, je u všetkých ľudí v podstate rovnaká a jedinečnosť každého človeka je vpísaná v malých detailoch. Práve tie najlepšie vypovedajú o tom,