



KAROLINUM

FRANTIŠEK KOUKOLÍK
PŘED ÚSVITEM, PO RÁNU

ESEJE O DĚTECH A RODIČÍCH

Před úsvitem, po ránu
Eseje o dětech a rodičích

František Koukolík

Vydala Univerzita Karlova
Nakladatelství Karolinum
Redakce Lenka Ščerbaničová
Grafická úprava Jan Šerých
Sazba DTP Nakladatelství Karolinum
Vydání druhé, přepracované

© Univerzita Karlova, 2017
© František Koukolík, 2017

ISBN 978-80-246-3634-4
ISBN 978-80-246-3639-9 (online : pdf)



Univerzita Karlova
Nakladatelství Karolinum 2017

www.karolinum.cz
ebooks@karolinum.cz

OBSAH

7	PŘEDMLUVA K PRVNÍMU VYDÁNÍ
9	PŘEDMLUVA K DRUHÉMU VYDÁNÍ
11	1 / V NOCI
37	2 / PŘED ÚSVITEM, PO RÁNU A DOPOLEDNE
57	3 / POZNÁVÁM
91	4 / HÝBÁM SE
99	5 / PAMATUJI SI
119	6 / MLUVÍM A POČÍTÁM
143	7 / MILUJI
177	8 / INTELIGENCE
185	9 / JÁ
203	10 /MY
239	SLOVO NA ZÁVĚR

PŘEDMLUVA K PRVNÍMU VYDÁNÍ

Knížka popisuje některé nové poznatky o rodičovství a vývoji dětského mozku ve čtyřech vzájemně se prostupujících směrech:

první je hluboké zakořenění duševních funkcí našeho druhu v evoluční minulosti, sahající do hloubky desítek milionů let;

druhý je soubor objevů dokazujících, že děti ještě před narozením a počínaje prvními okamžiky po něm „vědí“, aniž by si to uvědomovaly a byly s to cokoli přímo sdělit, podstatně víc, než si donedávna uměl kdokoli představit;

třetí je soubor nových poznatků o vývoji niterného života vlivem zevního prostředí, zejména pak o vztahu nejmenších dětí a maminek, jemuž se říká vazba;

čtvrtý je skupina objevů dokazujících vzájemný vztah empatie, mentalizace a sebeuvědomování, kořenů lidství.

Smyslem neúplné mozaiky, již se knížka snaží vytvořit, je pokus ukázat, že vývojová minulost, vrozené „vědění“ nejmenších dětí a polidšťující vlivy prostředí tvoří nedílný celek. Jeho narušení děti poškozují, stává se, že velmi těžce i nezvratně a na celý život. V těchto případech bývají důsledkem slzy, které svět nevidí; může jím být ale i hromadná vražda přičítaná „šilenci“.

Knížka je náročnější, a přesto určena široké veřejnosti. Nenahrazuje učebnice dětské a vývojové psychologie, neurologie nebo psychiatrie. Při jejím psaní jsem myslel na všechny babičky a dědečky, kteří budou mít sílu ji přečíst a sami pochopí, co je dobré právě pro jejich vnoučata.

Mohla by prospět při bakalářském a magisterském studiu všech oborů, které se zabývají dětmi a rodiči, kognitivní vědou a neurovědou.

Kapitola nazvaná *Před úsvitem* vypráví o jednom z našich vývojově nejstarších předků a zkouší odpovědět na otázku, kterou mi položil čtyřletý chlapec: „Jak se stalo, že já jsem právě já?“

Těžištěm kapitoly *Citový život* je popis vazby mezi maminkou a malým dítětem. Bezpečná vazba je jeden z největších darů, jaký mohou lidské bytosti dostat. Je zde tedy mnoho o tom, co všechno vazbu poškozuje. Kapitoly o *poznávání, paměti, jazyku a řeči* spolu s kapitolou pojmenovanou *Příběhy s čísly* vyprávějí o tom, co všechno nejmenší děti poznávají a co si pamatují, jak se učí mluvit, a také že tak jako máme smyslové systémy, například vidění a slyšení, máme i nově objevený číselný smysl, systém, jenž umí zacházet s čísly.

Poslední kapitola, nazvaná *Jak se tvoří člověk*, vypráví, jak se rodí niterné soukromí a jak nejmenší děti vrůstají do sociálního světa.

Vědecké prameny k jednotlivým kapitolám jsou shromážděny v závěru knížky. Informace v rámečcích, k nimž je v textu odkazováno písmenem R a příslušným číslem, podobně jako obrázky v příloze doplňují a prohlubují text.

Hranice vědeckého poznání se podobají mořské vlně v pohybu. Překonávají samy sebe a snad se nezastaví. Kromě toho jde o vlnu tak obrovskou a hlubokou, že není v silách žádného člověka, aby ji zachytil jako celek, byť v jediném úzkém úseku pohybu. Proto jsem napsal eseje, nikoli příručku.

František Koukolík
Praha, 2008

PŘEDMLUVA K DRUHÉMU VYDÁNÍ

V druhém vydání jsem se snažil zachovat čtyři základní směry poznávání vývoje dětského mozku zachycené ve vydání prvním. Vývoj neurovědeckého poznání je výbušný. Zachytit ho v celé jeho šíři a hloubce je téměř nemožné a snad by i postrádalo smysl. Už ve chvíli, kdy by taková encyklopedie opouštěla tiskárnu, by řada poznatků byla zastaralá.

Nové poznatky jsem se pokusil sloučit se staršími, překonané vyřadit. Všechny kapitoly jsou informačně prohloubené, někdy náročnější. Správné, ale i snazší pochopení se opírá o výsledky popsanych experimentů. Rámečky přinášejí doplňující informace. Do dílčích seznamů užití literatury jsem zařadil jenom vybrané prameny, nejnnutnější pro téma každé kapitoly.

Podnět ke knížce mi dala mladá maminka, která 27. 5. 2007 brzy po poledni podala svému plačícímu dítěti v autobusu č. 139 směřujícímu k Thomayerově nemocnici prs. Ještě jsem ani nevystoupil a pláč ustal. Dítěti teď bude deset let. Buďte oba šťastni.

František Koukolík
Praha, květen 2017

1 / V NOCI

Může se stát, že budete se svými dětmi nebo vnoučaty sedět o prázdninách u ohníčku. Až dohasne, uvidíte oblohu plnou hvězd. V křoví pískne rejsek, nad hlavou přelétne sova, pak netopýr a od rybníka budou slyšet žáby. Může se stát, že se větší děti zeptají: „Kde se to všechno vzalo? Hvězdy, stromy, zvířata a my?“

Odpovíte jim: „Umíte si představit jeden milimetr? A představte si, že ten jeden milimetr ujdete za jeden rok. Jeden milion milimetrů měří jeden kilometr. Pojdme touhle cestou proti proudu času.“

Po dvou kilometrech potkáte naše první přímé vývojové předky. Podobali se opicím. Nevznikli z nich, ale měli s nimi společné vývojové předky. Jako když se oddělí větvička z jiné větve.

Po 230 kilometrech najdete první dinosaury.

Po 350 kilometrech si všimnete prvních obratlovců, kteří žili na souši.

Po 530 kilometrech uvidíte, že živočichové v té době žijící vypadali jinak než ti dnešní.

Čím vzdálenější milník, tím jsou čísla nepřesnější...

Až dorazíte k milníku, na kterém bude napsáno 2100 km, naberete vodu z moře a podíváte se do její kapky mikroskopem. Najdete v ní první podoby života složené z většího počtu buněk.

U milníku, kde stojí nápis 3800 km, budete svědky vzniku života.

Kde a jak vznikl, se zatím přesně neví. Mohlo to být v teplé mělké mořské vodě při pobřeží, ale také v okolí drobných sopek na mořském dně. Zárodky života také mohly na povrch planety přinést meteority – ale to také není jisté. A vznik života se tím neřeší – musel by vzniknout někde jinde, nikoli na Zemi (R1).“

„Co je život?“ byla otázka, kterou si v přednášce roku 1944 kromě mnoha předcházejících vědců položil fyzik Erwin Schrödinger, jeden z tvůrců kvantové mechaniky, pravděpodobně nejúspěšnější vědecké teorie všech dob. Byl přesvědčen, že kvantová teorie přispěje k objasnění vzniku života. Jeho přednáška se považuje za zrod molekulární biologie. Předpověděl vlastnosti genetického kódu.

Současná fyzika pohlíží na živou buňku jako na systém, který jednak s neuvěřitelnou přesností zpracovává informace, jednak umí sám sebe okopírovat. Buňku a její součásti chápou kvantoví fyzici jako makroskopický systém – zjednodušeně řečeno „něco velkého“.

Kvantová teorie se zabývá atomy a jejich součástmi – ty považují fyzikové za velmi malé, proto mluví o mikroskopickém systému nebo také o kvantové úrovni poznávání.

Na úrovni atomů a jejich součástí, tedy v mikroskopických systémech, se informace zpracovává podstatně rychleji než v makroskopických systémech. A nejen to. Zpracovává se způsoby, které makroskopický svět nezná a jež vypadají přinejmenším v rozporu se zdravým rozumem, který se vyvinul právě pro zpracovávání velkého, makroskopického světa. Dějí se tu události v makroskopickém světě netušené, například tunelový jev a další. Kdyby se tunelový jev odehrával v makroskopickém světě, viděli byste jablko propadnout pevným dnem misky.

Cokoli, co dokáže samo sebe okopírovat, se označuje jako *replikátor*. U vzniku života tedy musela být schopnost kopírovat informaci. Mohl by u zrodu života stát replikátor, který by byl zároveň dostatečně malý, takže by vyhovoval kvantové teorii a byl by tedy *kvantovým replikátorem*?

Kvantový replikátor si lze přestavit jako skupinu atomů, které mají schopnost se přesně okopírovat včetně svých vlastností. Informace se snadno přenáší z jednoho prostředí do jiného. Kvantové replikátory si mohly zabrat velké organické molekuly, které jsou v mezihvězdném prostředí.

Problémem je však složitost neboli komplexita. Kvantové replikátory by přenášely jen malé množství informace. Mohli bychom si ji představit jako řetízek složený pouze z malého počtu nul a jedniček. Řekneme-li však život, řekneme zároveň neuvěřitelná složitost. To jsou v případě i těch nejjednodušších živých organismů fantastické řetězce nul a jedniček.

Fyzikové ale snad již tuší postupné řešení i tohoto problému. Astrofyzik Paul Davies poznamenal: „Jestliže současná biologie zůstane jen

u fyzikálně klasických systémů, těch, jimž říkáme makroskopické, vznik života nevyřeší. Je nutné jít do větší hloubky.“

Bayeyr, H. Ch.: Information. The new language of science. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press 2004.

Davies, P.: The origin of life. Penguin 2003.

Hazen, R. M.: Genesis. The scientific quest for life's origin. Washington, DC, Joseph Henry Press 2005.

Schrödinger, E.: What is life? The physical aspect of living cell. Cambridge University Press 1948.

A budete ve výkladu pokračovat:

„Všechno co se od těch dob se životem stalo, si v nějaké podobě neseme ve svých tělech. Všechno co se stalo s mozkem zvířat od doby, kdy vznikl, si v nějaké podobě neseme ve svých mozcích.“

Bydlíte-li v Praze nebo jejím okolí, zajděte do Prokopského údolí, do lomu, jenž se jmenuje Kační, nebo na barrandovské skály. Zkuste dětem vyprávět, že země, na které právě stojí, bývala mořským dnem. Také jim řekněte, že nedaleko odtud byla docela pěkná podmořská sopka.

Máte-li bystřejší děti ještě nepokažené televizí nebo počítačovým vražděním, můžete jim otevřít okno do světa, o němž nemají ani ponětí. Zajme-li je tento pohled, můžete mít radost, asi je bude těšit přemýšlení. Třeba z té cesty nesejdou, ať budou v životě dělat cokoli. Daní mohou být potíže s některými spolužáky a třeba i učiteli – děti se budou ptát na věci, které pan učitel nemusí vědět –, ale na to je třeba dokázete připravit také.

RYBY

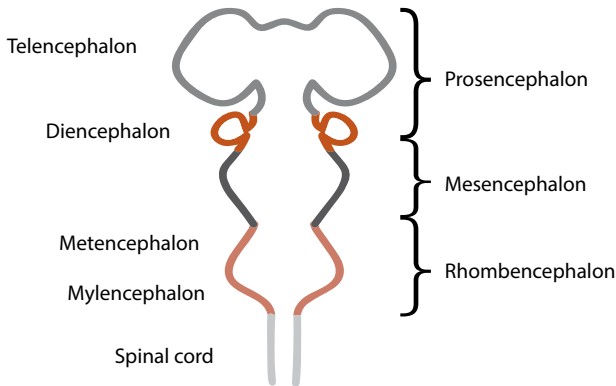
Obratlovci se vyvíjejí asi půl miliardy let. Nejstarší dosud objevené ryby pluly v ordovickém moři před 450 miliony let. Nevylíhly se z ničeho, lze předpokládat, že jim něco předcházelo.

Uvažujeme-li o vývoji mozku obratlovců, musíme položit alespoň některé otázky:

- jaké proměny stavby a činnosti zaznamenaly mozky obratlovců za tak dlouhou dobu, neboli co se s mozky dělo během času?
- jak k proměnám došlo, proč k nim došlo a kdy proběhly?

Anatomické proměny mozku obratlovců jsou zkoumány přibližně dvě stě let. Z nepřehledně rozsáhlého souboru poznatků lze vyvodit, že

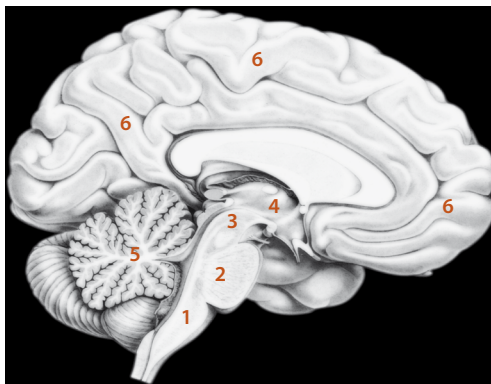
mozky všech obratlovců mají stejnou základní stavbu. Nejlépe je to patrné na mozcích jejich embryí. U lidí se základním součástí mozku říká mozkový kmen (to je prodloužená mícha a Varolův most), mozeček, střední mozek, mezimozek a mozek koncový (obr. 1).



Obr. 1 Základní členění mozku obratlovců, včetně mozku lidského

Telencephalon	koncový mozek	Prosencephalon	koncový mozek
Diencephalon	mezimozek	Mesencephalon	střední mozek
Spinal cord	páteřní mícha	Rhombencephalon	zadní mozek

Metencephalon a myelencephalon jsou součástí zadního mozku

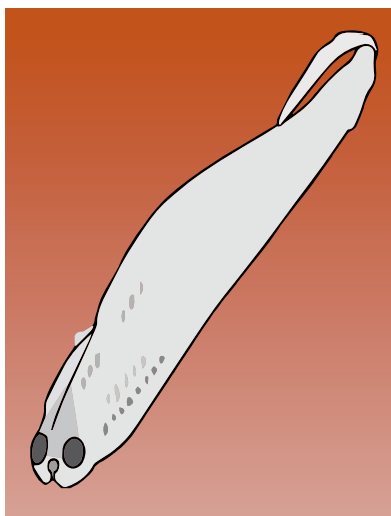


Stejné členění při pohledu na vnitřní plochu levé mozkové hemisféry člověka

1 prodloužená mícha	2 Varolův most
3 střední mozek	4 mezimozek
5 mozeček	6 koncový mozek

Stavba a funkce jednotlivých součástí mozku různých obratlovců se pochopitelně liší. Ptačí mozky se odlišují od mozku savců, ptačí a savčí mozky se odlišují od mozku plazů. Na druhé straně je základní „stavební plán“ těl i mozků všech obratlovců totožný, museli mít tedy společného předka.

V roce 1999 byl nalezen fosilní strunatec *Haikouichthys*. Měřil asi 2,5 cm, žil v hejnech, podobal se dnešní malé rybce. Pravděpodobně byl už nositelem všech hlavních částí mozku, které mají všichni obratlovci včetně lidí, takže je jedním z možných pra-pra-prapředků našeho druhu (obr. 2).



Obr. 2 Haikouichthys, jeden z možných prarodičů lidského druhu

PTÁCI

Relativní velikost mozku měřená například jako poměr objemu celého mozku k prodloužené míše s vývojem obratlovců rostla stejně jako složitost jeho architektury. Ve vztahu k velikosti těla kolísá poměr velikosti mozku obratlovců k velikosti těla přibližně třicetkrát. Jak ptáci, tak savci mají mozky 6–10krát větší, než mají hadi se stejnou velikostí těla.

Někteří havranovití ptáci, například novokaledonské vrány, vyrábějí nástroje, jimiž loví hmyz, podobně jako šimpanzi. Jiní dovedou důmyslně klamat své zlodějské bližní. Předstírají, že ukládají potravu, ve skutečnosti

ukládají kaménky a různé smetí. Anebo počkají, až případný zloděj, jenž je sledoval, odletí, a své skladiště potravy přenesou jinam.

Na druhé straně je dobré vědět, že se ve všech vývojových směrech velikost mozku obratlovců značně překrývá, například mezi rybami, obojživelníky a plazy. V průběhu adaptivní radiace neboli šíření, kdy se nějaký druh života přizpůsobuje, proniká druh do neobsazené niky. Nikou se rozumějí nároky populace nějakého druhu v životním prostředí. Druh, který do niky proniká, získává vlastnosti, které mu umožňují v nové nuce lepší přizpůsobení.

Vývoj mozku ptáků z mozku plazů stejně jako vývoj savčích mozků, které se rovněž vyvinuly z mozku plazů, charakterizuje jednak větší počet „jader“, tj. nakupenin nervových buněk v jednotlivých základních oddílech mozku, jednak větší počet různých druhů nervových buněk v těchto jádrech. Z toho plyne i větší složitost jejich vzájemného zapojení. Řečeno počítačovým jazykem vyvíjí se větší výpočetní kapacita.

Příkladem může být proslulý Archeopteryx, tvor, který nese znaky jak plazů, tak ptáků. Podařilo se rekonstruovat obsah jeho lebeční dutiny. S ohledem na hmotnost těla, která se pohybovala mezi 300–500 gramy, odpovídá objem jeho mozku spojovacímu článku mezi plazy a ptáky. Nádherná zkamenělina Archeopteryxe je k vidění v berlínském Přírodovědeckém muzeu.

SAVCI

Savci tvoří pouhou desetinu všech druhů obratlovců. Jejich vývojový úspěch se přičítá několika vlastnostem, například jejich teplokrevnosti snižující míru závislosti na prostředí. Od ostatních obratlovců se savci liší zejména mozkovou kůrou. Je téměř celá šestivrstevná, zatímco např. u plazů jen trojvrstevná. Zásadně se změnilo uspořádání nervových vláken, která do kůry přivádějí smyslové informace. To rovněž podpořilo růst schopnosti rychleji zpracovávat větší množství informací.

Výsledkem rostoucího objemu mozku je rostoucí složitost chování, byt jde o obtížně měřitelnou veličinu. Je totiž poměrně komplikované porovnávat hybnost neboli motoriku u hadů, koček, šimpanzů a lidí, natož vzájemně porovnávat jejich poznávací funkce, nemluvě o tak složitém jevu, jakým je vědomí a sebeuvědomování.

Přesto je většina biologů přesvědčena, že chování primátů je složitější než chování například hlodavců a že to má vztah k relativní velikosti

našeho mozku, zvláště té jeho části, které se říká prefrontální, neboť ji tvoří nejpřednější oblasti čelních mozkových laloků.

Někteří badatelé dokazují, že na relativní velikosti téhle části mozku nezáleží, spíše záleží na nejméně jednom typu nervových buněk, které mají pouze lidé, a na složitosti spojení s jinými částmi mozku, charakteristickými rovněž jen pro lidi.

EVOLUCE JAKO HUSTÝ KEŘ

Budou-li se vás děti ptát na evoluci života, ukažte jim pořádně rozvětvený strom nebo velmi vzrostlý hustý keř. Na konci každé větvičky sedí současné druhy, ale spousta větví ve starších odbočkách vyhynula. To se stalo u 99 % podob života, které kdy na Zemi žily (R2).

EVOLUCE

RÁMEČEK 2

	Darwin 1859	Moderní syntéza 1959	Integrovaný model 2012
Proměnlivost (variací)	Příčina neznámá	Změny v genech Náhodné mutace	Změny DNA Mobilní DNA Dynamický genom Endosymbióza Hybridizace Náhodné mutace
Dědičnost	Vertikální	Vertikální	Vertikální Horizontální
Výběr (selekce)	Přírodní Umělý Pohlavní	Přírodní Umělý Pohlavní Drift	Přírodní Umělý Pohlavní Drift Příbuzenstvo Skupina
Čas	500 milionů let	2 miliardy let	3,7 miliardy let

Biologická evoluce je vědecký fakt, různé evoluční teorie jsou jeho výklad. Darwinova evoluční teorie měla řadu předchůdců. Možnost, že se živočišné vyvíjejí a vystoupili z moře, napadla již antické řecké filosofy.

Tabulka uvádí tři vývojové kroky evolučních teorií: Darwinova teorie (1859), moderní syntéza neboli neodarwinismus (1959) a současný integrovaný model, označovaný také jako neutrální teorie.

Evoluční teorie se snaží vysvětlit proměnlivost, dědičnost a výběr druhů v čase a prostoru. Podstatu dědičnosti Darwin neznal. Moderní syntéza už s ní pracovala. Integrovaný model je výsledkem velmi rychlého vývoje molekulární genetiky v posledních 50 letech. Dokázala, že dědičná informace, a tedy i biologická evoluce je daleko dynamičtější a plastičtější, než si kdo uměl představit. Ze šesti pilířů neodarwinovské teorie tři padly. Například Darwinův (pozitivní) přírodní výběr se nepovažuje za hlavní hnací motor evoluce. Spíše jím jsou změny genetické informace, například zdvojování genů.

J. Maynard-Smith a E. Szathmáry (1995) mají za to, že biologická evoluce proběhla v následujících velkých krocích:

Chemická evoluce předcházející vzniku života

Evoluce replikátorů, jednoduchých molekul, které se umějí bezchybně okopírovat

Vznik genetického kódu

Vznik primitivních buněk podobných dnešním bakteriím

Vznik buněk s jádrem

Vznik pohlaví

Vznik živých společností: sociální hmyz, sociálně žijící obratlovci

Vznik jazyka a vědomí

Carl Woese (1928–2012) definoval posledního společného univerzálního „předka“ (LUCA, Last Common Universal Ancestor). Nejmenší „společný jmenovatel života“ je tvořen asi 60 geny. Za „minigenom“ se považuje přibližně 300 genů. LUCA, náš „prapředek“, mohla být komunita primitivních organismů, které sdílely společné geny a vyměňovaly si je horizontálním přenosem.

Růst objemu mozku proběhl u našich bezprostřednějších vývojových předků v několika skocích a nebyl ani trochu rovnoměrný. Jedním ze základních důvodů rychlého vývoje mozku primátů, zejména větve směřující k lidem, byly jak vlivy životního prostředí, tak rostoucí složitost sociálních vztahů v jejich skupinách.

Zeptají-li se vás děti, proč pořád mluvíte o mozku, řekněte ji třeba, že je to on, kdo umožňuje, že spolu mluvíte a že se mohou ptát právě na tohle.

O GENECH A MOZCÍCH

Odhady celkového počtu lidských genů kolísají, nejčastěji se s nějakým rozptylem pohybují kolem čísla 20 000. Na stavbě a činnosti mozku se jich podílí nejméně polovina, možná víc. Z ohromného počtu genů a jejich proměn majících vztah k vývoji lidského mozku se zmíním jen o několika.

Astronomicky složitý a výbušně rychlý vývoj mozkové kůry v průběhu vývoje lidského druhu charakterizuje rychlá pout primitivních nervových buněk od povrchu mozkových komor – to jsou dutiny uvnitř mozku, v nichž je mozkomíšní mok – vzhůru do tvořící se mozkové kůry. V tomto období je v nich vysoce aktivní gen *HAR-1* (R3). Podílí se na organizaci nitroděložního vývoje mozkové kůry lidí, lidoopů, opic a dalších savců.

GEN

RÁMEČEK 3

Gen je část řetězu „písmen“ DNA. Lze ho chápat jako biologickou informaci. Při dělení buněk tvoří své kopie kopie, ty se přenášejí prostřednictvím zárodečných buněk, spermií a vajíček, do dalších generací.

Různé podoby téhož genu se jmenují alely.

Pravděpodobnost, se kterou se činnost genu projevuje, může být různá, někdy vysoká, jindy nízká. Této pravděpodobnosti se říká *penetrace*.

Projevy činnosti genu mohou být také různé, tzv. *expresivita*.

Složitost činnosti genů je dána jejich vzájemnými vztahy i vlivem prostředí včetně epigenetického ovlivnění. Při epigenetickém ovlivnění se stavba genu nemění, zato se mění jeho činnost.

Lidský *HAR-1* se od stejnojmenného genu jiných živočišných druhů včetně šimpanzů značně odlišuje. Prošel strmým vývojem a říká: toto bude kůra lidského mozku, nikoli kůra mozku lidoopa nebo opice.

Jiný gen s názvem *FOXP 2* se v současné podobě objevil asi před 200 000 lety. Starší podoby téhož genu s námi sdílejí některá zvířata, třeba myši. Spoluodpovídá za vývoj oblastí mozku podílejících se na řízení řeči.

Podobně rychlý byl vývoj genů *mikrocefalinu* a *ASPM-1*.

Mutace, to znamená odchylná stavba mikrocefalinu, je příčinou mikrocefalie. Mozek mikrocefalického pacienta je uspořádán normálně, ale dosahuje jen třetinovou velikost mozku dospělého člověka. Je tedy velký podobně jako u australopitéků.

Gen může mít více než jednu podobu. Různým podobám stejného genu se říká alely. Důsledky činnosti různých alel téhož genu se mohou odlišovat. Různé alely téhož genu například odpovídají za různé zabarvení duhovek, čemuž říkáme barva očí.

Střední doba, v níž se objevila jedna z alel mikrocefalinu, odpovídá výtrysku tvořivosti v raném paleolitu. Zatím však není známo, zda tato alela odpovídá za nějaký druh vylepšení poznávacích funkcí, nebo nikoli.

Střední doba, kdy se objevila zmíněná alela *ASPM*, zase odpovídá vzniku prvních měst, přibližně 10 000 let před současností. (Dohoda stanoví, že „současnost“ je od r. 1950 n. l.)

V obou případech však může jít o časovou, nikoli příčinnou souvislost.

Novým a velmi slibným směrem postupuje zkoumání genu *SRGAP 2*. Nějakou dobu už se ví, že se podílí na vývoji mozku. Zjistilo se, že lidé nosí v jádrech svých buněk jeho čtyři kopie, označované písmeny A–D, a tyto kopie nejsou zcela totožné. Naši vývojoví bližní mají jen jednu. Když vědci porovnali lidský gen *SRGAP 2* se stejnojmenným genem šimpanzů a orangutanů, zjistili, že se ve vývojové větvi směřující k současným lidem přibližně před 3,4 milionu let zdvojnásobila a objevila se jeho podoba A, kterou sdílíme se svými vývojovými bližními, a podoba pojmenovaná B. Před 2,4 milionu let došlo k dalšímu zdvojení, objevila se podoba C a před jedním milionem let proběhlo čtvrté zdvojení, na světě byla podoba D.

Podoby B a D se chovají jinak než podoby A a C. Vědci z toho soudí, že podoba C, tedy *SRGAP 2C*, může být důvodem, proč se před 2–3 miliony let objevila vývojová linie směřující k dnešním lidem.

Geny *SRGAP 2* odpovídají za tvorbu spin, což jsou drobné trnovité výběžky na povrchu nervových buněk, které jsou součástí synapsí, míst, kde si nervové buňky vyměňují informace. Lidé jich mají víc než ostatní primáti a také hlodavci. Podle odhadu může být v lidském mozku jeden trilion synapsí, ale i řádově víc (obr. 3).

Vznik genu C se tedy zřejmě podílel na větší hustotě synapsí a na vývoji mozkové kůry našich předků, doba jeho vzniku odpovídá době, kdy se po Africe pohybovali australopitékové.