

Еволюционното развитие на човешкия мозък

Владимир Овчаров

Първата промяна е била, че преди около 4 – 5.4 милиона години, нашите предшественици са започнали да ходят на задните си крайници – *Ardipithecus ramidus*, с обем на

мозъка около 325 см³. Най-често се приема, че изправеният вървеж е свързан със засушаването на климата и развитието на обширни открити пространства. Изправянето е довело до промени в костите на долните и горните крайници, на гръбначния стълб и черепа, при което предните крайници са се освободили за други дейности (например, правене на сечива за лов).

Втората промяна се е осъществила преди около 3 милиона години – разделянето на предшествениците на човешкия род на най-малко два различни вида. Единият вид е бил с масивен череп и

Жизненото пространство на нашите предшественици за милиони години е било ограничено в Африка. Някъде там, преди 6 до 10 милиона години човекът се е отделил от шимпанзетата и горилите. Вероятно са настъпили три важни промени, които са следвали една след друга и са проправили пътя към съвременния човек.

големи скулови кости – *Australopithecus robustus* (масивната южна маймуна), който е използвал растителна храна. Вторият вид е бил с по-лек череп и по-малки зъби,

който е използвал както растителна, така и месна храна – *Australopithecus africanus* (африканска южна маймуна), но също така и *Australopithecus anamensis* и *Australopithecus garhi*. От този втори вид се е формирал *Homo habilis* (Номо – човек и *habilis* – сръчен) (сръчният човек). Мозъкът на тези „южни маймуни“ е бил по-голям от този на *Ardipithecus ramides* – около 375 – 400 см³. Днес е прието, че от *Australopithecus africanus* се е отделил един „трети“ вид.

Третата и последна голяма промяна на нашите предшественици, настъпила преди 2.5 милиона години, е била използ-

ването на каменни сечища. Големи количества от тях се намират сега в различни области на Източна Африка. Тази промяна се е осъществила от *Homo habilis*, който е най-ранният представител на рода Homo. Неговият мозък е имал обем 550 – 750 cm³.

За осъществяване еволюцията на човешкия мозък са били необходими два адаптационни механизма. Първият е осъществил генетични промени в мозъка на нашите предтечи – групата индивиди от съответния вид и на нивото на индивида, като това е включвало промени в организацията на хроматина или епигенетични промени. Генетичните механизми включват:

1. Генетични промени в кодиращите области, което е довело до промени

в секвенциите и активността на съществуващите протеини;

2. Дупликация или делеция на съответните гени;

3. Промени в генната експресия, посредством промени в регулаторните секвенции на различните гени и

4. Синтез на некодиращи РНК – молекули.

Сега се приема, че генната дупликация на алелите е основната стимулираща еволюционна сила. Тези генни копия са мощни еволюционни сили, тъй като едното копие е активно, а второто е неактивно, т.е. „свободно“, като в него могат да се случат мутации (които биха могли да бъдат с положителен ефект).

Прието е, че генът SRGAP2 при *Homo habilis* се е удвоил, за разлика от другите

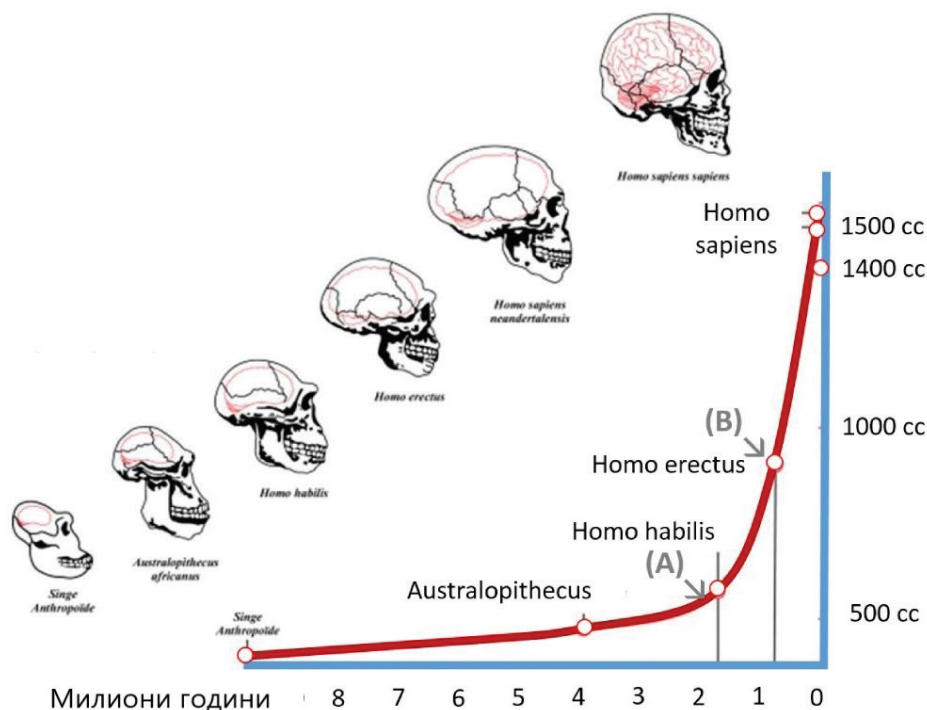


Схема на еволюцията на човешкия череп, която осигурява все по-голям обем за мозъка



Черепът на изчезналия подвид *Homo sapiens idaltu* (най-старият разумен човек) е открит в Етиопия през 1997 година в пластове на възраст около 155 000 години. Черепът на възрастен мъжки екземпляр има обем 1450 куб.см – малко по-голям то този на съвременните хора

примати, които имат един такъв ген. Това е довело до развитието на челната кора на крайния мозък. Настъпила мутация в този ген, най-вероятно е била решаваща за развитието на мозъка в хода на еволюцията. Генът SRGAP2 има най-съществена роля за провеждането на нервния импулс по невроните, тяхната диференциация и развитието на синапсите. Този ген е бил от най-решаващо значение за развитието на мозъка на нашите предшественици и е един от 23 гена, които имат двойно копие при човека, но не и при другите примати.

Следващият представител на рода Номо е изправеният човек – *Homo erectus*, който е съществувал преди 1,3 – 1,8 милиона години. Неговият мозък е бил с обем около 1000 см³ (800 – 1100 см³). Приблизително едновременно с него е съществувал подобният *Homo ergaster* – работещият човек, който е бил с по-малък мозък (850 – 900 см³). Регида автори приемат, че *Homo erectus* е

напуснал Африка и е достигнал Европа, преди 500 000 години, като е еволюирал като *Homo heidelbergensis* (хайделбергския човек), *Homo neandertalensis* (неандерталец), *Homo antecessor* (предшествещ човек) и вероятно като *Homo denisovan* (генисовият човек). Тези автори допускат, че съвременният човек – *Homo sapiens* произлиза от работещия човек – *Homo ergaster*. Последният е имал по-дълги и стройни крайници, използвал е огъня, започнал да живее в постоянни жилища, в лова са участвали повече индивиди, които са планирали и организирали своите действия. Имало е

някакви наченки на първично изкуство – награскани линии по кости и събиране на камъни с човекоподобна форма. *Homo heidelbergensis* е имал по-голям мозък (1100 – 1230 см³), отколкото *Homo erectus*.

Това трикратно увеличаване на обема на мозъка е довело до формирането на най-комплексната и ефикасна структура в животинския свят на нашата планета. Причините за това са в селекцията, която пък е повлияна от околната среда – наличието на храна, подбирането ѝ, влиянието на климата, но също така и от социалната среда – живот на малки или по-големи групи, връзките между членовете на тези групи, както и грижата за децата и болните в групите.

Развитието на обема на мозъка е достигнало своя максимум при неандерталците (*Homo neandertalensis*) – 1200 – 1800 см³. Добре развитите теменни и тилни кости на черепа дават възможност да се приеме, че са имали добри зрителни и

пространствени възможности, били са физически по-силни от съвременния човек, но са имали само каменни сечива и не са оставили никакви фигури или предмети на изкуството. Приема се, че те са били унищожени от представителите на съвременния човек, които са били по-интелигентни, имали са по-добри оръжия и по-добра социална организация. Вероятно е настъпила и известна метасация, тъй като е установена идентичност на тяхната ДНК (1 – 4%) с тази на съвременния човек.

Въз основа на едно новаторско изследване на Станфордския университет е установено, че съвременните хора – *Homo sapiens sapiens* са се формирали в една тясна ивица земя в Субсахарска Африка, преди 100 000 – 200 000 години и след това са мигрирали на север. Те са били една малка популация, с численост между 2000 и 5000 човека. Тези представители на съвременния човек са унищожили групите хоминиди (хайделберския човек, неандерталците) и представителите на *Homo sapiens* – кроманьонците и *Homo sapiens idaltu*. Най-вероятно съществено предимство на съвременния човек е в развитието на мозъка, което е свързано с по-високата интелигентност.

Човешкият мозък се изгражда от повече от 100 милиарда нервни клетки, като връзките между тях имат дължина, по-голяма от 100 000 км. Образно се приема, че мозъкът може да съхрани информация от 1.25×10^{12} бита. В него се осъществяват процеси на интеграция на много голямо количество от сетивната информация. Важен момент в еволюцията е разрастването на кората на крайния мозък. Това е една от най-съществените морфологични промени в мозъка на бозайниците, особено при човекоподобните маймуни и някои от морските бозайници. Сивото вещество

на кората на крайния мозък нараства от 25% при насекомаядните (insectivora) до 50% при човека.

Днес съществува само един човешки вид. Преди 2 – 3 милиона години е имало 2, 3, или повече човешки вида, но е останал само един. Не е лесно, а вероятно не е и възможно да се направи истинско родословно дърво на рода Ното (човек), тъй като освен съвременният човек има още 17 представители в еволюцията, някои от които са странични „клонове“, които са изчезнали.

Приема се, че при процеса на енцефализацията, човешкият мозък е увеличавал своя обем със 7 см³ на всеки 10 000 години. По-големият обем и тегло на мозъка е съществено предимство, но само до известна степен. Големият мозък изисква по-голяма мускулна сила, коя-



Възстановка на черепа на *Ardipithecus ramidus*. От него преди 4,4 млн. години е започнала еволюцията към съвременния човек. Мозъкът му е бил с обем 300 – 350 куб.см. (20% от обема на човешкия мозък). Движел се е изправен, като на ръст е достигал до 120 см и тегло около 50 кг.

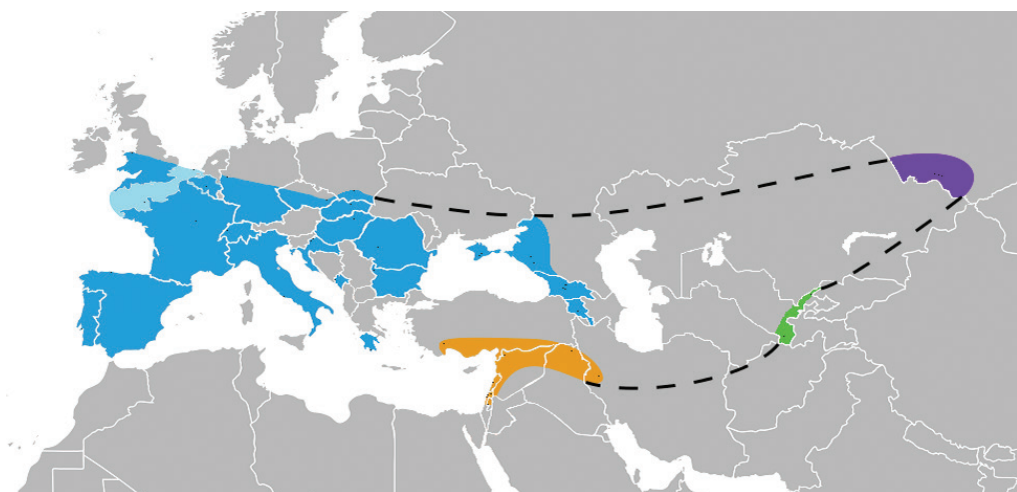


Неандерталецът (Homo neanderthalensis) е живял в епохата на средния палеолит 350 000 – 24 500 г. пр.Хр.Името му идва от долината Неандертал в Германия, където в пещера през 1856 г. са открити останки от човокоподобно праисторическо същество. Днес се приема, че той не е директен предшественик на човека, а се е развивал успоредно с него. Обемът на мозъка е до 1600 куб.см. Останки са намирани в сравнително обширен район (Вж схема 05)

то да поддържа в изправено положение главата. Големият мозък изисква много енергия. Човешкият мозък представлява 3% от телесното тегло, но в спокойно състояние изисква около 25% от цялата енергия за тялото. За сравнение при маймуните този процент е само 8%. Нашите предшественици са платили висока цена за своя мозък – нуждаели се от повече храна и относителното намаляване на мускулната сила в хода на еволюцията. Ние сме много по-умни от шимпанзето, но то може с лекота да ни убие, като разликата в генома на човека и шимпанзето е около 1.23%. Друг проблем за развитието на човешкия мозък е изправеното положение на човека, което е довело до промяна на формата на женския таз, включително родовия канал. Новородените е трябвало да се раждат с малък размер на главата (съответно на мозъка), за да могат да преминат през родовия канал. Новороденото е напълно безпомощно и трябва да бъде пазено, хранено и отглеждано от своите родители и сродници в групата. Така за еволюцията на мозъка са спомагали и социалните връзки при отглеждането на децата и запазването на техния живот.

Използването на говора като най-голямата комуникация при нашите предшественици е важна предпоставка за развитието на нашия мозък. Повишените паметови възможности са били от съществено значение за този процес. За тези процеси съществено значение е имал генът FOXP2, който е имал ключова роля при вокализацията и говоримия език. Този ген е регулирал активността на редица други гени в различни части на мозъка.

Трябва да се има предвид, че еволюционните процеси са променили не само размера на мозъка, но също така негова-

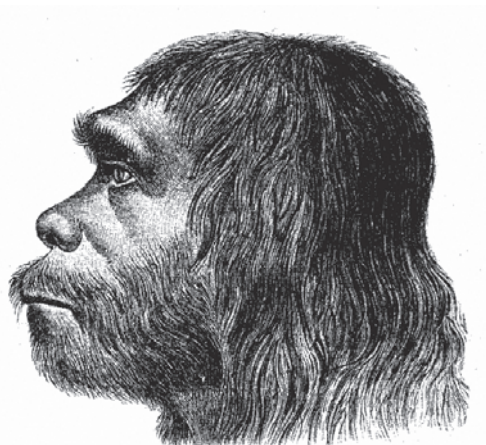


Познатите местообитания на неандерталци в Европа (синьо), Югоизточна Азия (оранжево), Узбекистан (зелено) и Алтай (виолетово) на базата на костни останки (а не на каменни оръдия на труда). Схема Nilenbert, Nicolas Perrault III

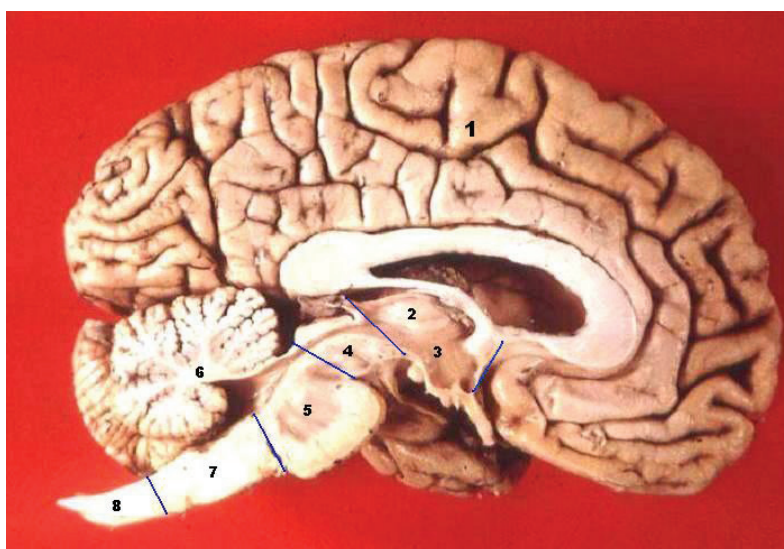
та структура, включително биохимичните и молекулярните процеси в невроните и оптималното разпределение на синапсите. Настъпили са промени в трансмитерите и техните рецептори в човешкия мозък.

Някои автори приемат, че човешкият мозък за последните 20 000 години е намалял от 1500 см³ до 1350 см³. В същото време човешката интелигентност се е повишила съществено, както и ефективността на мозъка в различни направления. Намаляването на обема на мозъка вероятно е резултат на някои мутации в човешката ДНК. Установени са два гена, които определят размера на мозъка – микроцефалин и ASPM. Новият вариант на микроцефалина се е появил преди около 37 000 години, а новият алел на ASPM – вероятно преди 5800 години. Допуска се, че естествената селекция е облагодетелствала тези промени в човешкия геном, тъй като съвременният вариант на микроцефалина го има при

70% от съвременните хора, а вариантът на ASPM – при 30% от човешката популация. Допуска се, че една хаплогрупа D на микроцефалина вероятно е довела до способността на нашите предтечи да рисуват, да възприемат религията,



Реконструкция на глава на неандерталец от Херман Шаафхаузен от 1888 година



Човешкият мозък е най-комплексната и ефикасна структура в животинския свят на нашата планета

- 1. Полукълбо на главния мозък (Краен мозък) 2. Таламус (Междинен мозък)
3. Хипоталамус (Междинен мозък) 4. Среден мозък 5. Варолиев мост
6. Малък мозък 7. Продълговат мозък 8. Гръбначен мозък*

музиката и правенето на по-съвършени сечища. Този период от време е наречен „Големият скок напред“. Генът ASPM е причината за създаването на най-старата цивилизация в Месопотамия.

Мозъкът на съвременния човек е най-съвършената биологическа структура в познатата ни вселена. Той е резултат на продължителна еволюция, започвайки от нашите най-ранни предшественици. Има няколко виждания за неговото бъдещо развитие. Първото е, че човешкият мозък е достигнал върха на своето развитие и груги позитивни промени са невъзможни, с което ще пла-

щаме за липсата на „естествена селекция“. Второто виждане е песимистично, като се смята, че човешкият мозък е тръгнал по пътя на „гееволюцията“. Третото виждане е оптимистичното, на което съм привърженик. В него подкрепя съществуват данни от генетиката, че има 35 гена, които са резултат на генна дупликация, която е главната причина за стимулиране на еволюцията. Човешкият мозък е в състояние да се променя. В човечеството има една амбиция и възможности за постигане на по-висока интелигентност, която ще бъде реализирана. ■

Толстолобът създава екологични проблеми в САЩ

Далекоизточният толстолоб (*Hypophthalmichthys molitrix*) се появи и бързо завладя Европа още през втората половина на XX в. в резултат на съзнателна интродукция от човека. Неговата родина е Централен Китай, но поради ценните му хранителни качества, бързото развитие и нарастване, невзискателност към водоемите в които живее и други биологични особености, днес той е успешно разпространен в почти всички континенти с изключение на Антарктида. А като растителнояден вид, който се храни основно с водорасли, толстолобът често се оказва полезен и за очистване на водоемите в които живее от масово развиващи се планктонни водорасли, причиняващи т.н. „Цъфтежи на водата“ с неблагоприятни екологични последици. Тук трябва да отбележим и една негативна страна на толстолоба – той понякога се храни и с яйцата на другите видове риби, обитаващи водоема. Толстолобът е едра риба и при наличие на достатъчно храна бързо достига на дължина до 1 – 1.4 м. и маса до 30 – 40 кг., което го прави конкурент в цената на пазара на много други сладководни риби.

В САЩ толстолобът е интродуциран от човека за първи път през 1955 г. в Арканзас. Целта била напълно благородна – да се използва вида за биологична борба с вредните водораслови цъфтежи в местните стоящи водоеми. За няколко години обаче, той сам се разселил по естествен път и през 1995 г. завладял и щатите Индиана и Охайо. Днес това се отчита като голяма грешка, защото само за още няколко години толстолобът направил триумфално шествие по Америка и достигнал през 2008 г. до огромния водосбор на Великите езера до границите с Канада. И въпреки че видът е основно растителнояден, той започнал „да подяжда“ и местните видове риби, с което привлякъл вниманието на еколозите върху себе си като потенциална опасност за местното



ихтиологично разнообразие. Първите сериозни сигнали за тревога дошли, когато толстолобът проникнал и в р. Илинойс, която е съединена чрез канал с Великите езера и тяхното естествено биологично разнообразие също било поставено под угроза. Част от еколозите искали да се затвори и прекъсне завинаги канала между реката и езерата, но това не се приемало от друга част на обществото, тъй като каналът се използва главно за транспортни цели.

Неочаквано решение предложили не еколозите, а военни инженери от американската армия. Те предложили да се построят на р. Илинойс и на канала специални електрически и шумови прегради – подводни генератори и електрически полета, които да преградят пътя на толстолоба на около 40 мили преди езерото Мичиган и другите Велики езера. Предвиждали се и специални инсталации за промивка на съдовете, плаващи през канала и езерата, против пренасянето на яйцата на толстолоба. Но всичко това трябвало да струва само „дребната сума“ от 778 до 832 милиона долара!

Дали и как ще се спре нашествието на толстолоба в САЩ и специално във Великите езера предстои да видим, но явно е че ползата от необмислената интродукция на този инвазивен вид риба в САЩ ще се окаже доста „солена“ на американските данъкоплатци.

По Scientific American и Наука и Жизнь