Эмирсанова Сайле Османовна, Васильева Полина Олеговна
Студентки 1 курса 2-го мед. Факультета, Медицинская академия им. С. И. Георгиевского ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского» г. Симферополь
Доломатов Сергей Игоревич
Кандидат биологических наук, доцент, преподаватель медицинской биологии, Медицинская академия им. С. И. Георгиевского
ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И.Вернадского» г. Симферополь ms-sayle99@yandex.ru, simpolya_99@mail.ru, dolomatov@rambler.ru

Некоторые актуальные проблемы антропогенеза. Взаимосвязь эволюции головного мозга и черепа человека

АННОТАЦИЯ. Цель работы - анализ взгляда современной науки на эволюцию головного мозга и черепа человека. Проведенный обзор литературы показал, что морфологические и структурные изменения головного мозга и черепа гоминид тесно связаны с возникновением и развитием когнитивных функций мозга. Факторы внешней среды продолжают оказывать влияние на эти процессы. Однако, наличие интеллекта не только усиливало адаптивные возможности видов данного семейства, но и открыло новое поле деятельности принципиально новых факторов эволюции, не свойственных для представителей других млекопитающих.

Ключевые слова: эволюция гоминид, антропогенез, факторы эволюции, генетические маркеры, экологическая пластичность, эволюция головного мозга, эволюция черепа, адаптивное значение.

ВВЕДЕНИЕ**.** Реконструкция основных периодов эволюции представителей семейства Hominidae и, в частности, вида Homo sapiens – актуальная проблема современной биологии, затрагивающая принципиально важный вопрос – зарождение разумной формы жизни. Открытия, совершаемые в данном направлении, имеют важное практическое значение, способствуя более глубокому пониманию физиологических и патофизиологических процессов в организме человека [1,2], совершенствованию системы практического здравоохранения [3], пониманию сути процессов изменчивости человека, а также совершенствованию методов медицинской генетики [4,5], развитию реконструктивной медицины [6]. Отметим, что речь идет не только о накоплении новых данных, получаемых с помощью более современных методов научных исследований, но и о систематизации и переосмыслении ранее накопленных фактов [1,7]. При этом, подавляющее большинство опубликованных результатов посвящено проблеме возникновения и эволюции уникального свойства представителей семейства Hominidae – интеллекту [8,9].
Поэтому целью нашей работы был анализ взгляда современной науки на эволюцию головного мозга и черепа человека.

РОЛЬ ФАКТОРОВ ЭВОЛЮЦИИ В ПРОЦЕССАХ АНТРОПОГЕНЕЗА

Подавляющее большинство авторов придерживаются мнения о том, что современная эволюционная теория, базирующаяся на принципах классического дарвинизма, является теоретическим фундаментом, позволяющим воссоздавать объективную картину истории Homo sapiens и близкородственных ему видов. Поэтому значительное внимание уделяется факторам эволюции, определявших возникновение и развитие разумной формы жизни [10]. Возможно, географическая изоляция, дрейф генов и популяционные волны имели важное значение на ранних этапах эволюции человека [7,11,12]. Однако, бурное развитие человеческого

общества, интенсивность миграционных процессов, повышение эффективности современной медицины, доступность пищевых ресурсов, создавали предпосылки для усиления роли изменчивости в эволюционном процессе [4,11,12,13]. С одной стороны, ряд наследуемых фенотипических изменений, могут быть результатом ковалентной модификации ДНК в результате генных мутаций и эпигенетических механизмов [13,14], а также хромосомных аберраций [15]. Хотя вопрос о корреляциях интенсивности мутационного процесса (в гаметах и соматических клетках эмбриона) и динамики антропогенеза требует более глубокого исследования [16]. С другой стороны, высокая экологическая пластичность организма человека, делает возможным адаптацию вида к экстремальным экологическим условиям [11, 17,18,19]. Высокая фенотипическая пластичность организмов может способствовать закреплению крупных наследственных морфофункциональных изменений, которые могут служить элементарным эволюционным материалом, из которого под контролем естественного отбора формируются новые адаптации и новые типы организации [8]. Человек не является исключением из правил, поскольку его видовая эволюция также являлась адаптивным процессом под воздействием естественного отбора, в результате которого возникла трудовая деятельность. Под его влиянием остались те виды, которые в силу своих морфофункциональных особенностей, возникавших в ходе мутации, оказались способными перейти к новому типу поведения, элиминировались те, которые этих особенностей не имели [10]. Обсуждая роль отбора в эволюции человека, отметим два принципиально важных момента. Во-первых, естественный отбор играл важную роль на ранних этапах эволюции гоминид [12], сохраняя свою актуальность в современной истории человека [3, 13]. Большинство авторов указывают, что климатические условия – один из наиболее важных факторов внешней среды, непосредственно определяющий морфологические особенности различных популяций человека [3,12,17,19]. Сходные адаптивные фенотипические изменения могут возникать в генетически разнородных популяциях, проживающих в экстремальных климатических условиях [17,20]. Исследования генетической структуры популяций человека показали, что уникальные сочетания абиотических и биотических факторов внешней среды закономерно влияют на частоту встречаемости генов [21], которые определяют эффективность адаптации к экологическим факторам, принимая участие в регуляции ассимиляции пищевых продуктов, состоянии мышечного аппарата, резистентности к возбудителям паразитарных болезней, детоксикации организма, регуляции температуры тела, пролиферации клеток, управлении репродуктивными функциями, а также в контроле сосудистого тонуса и водно-солевого обмена [3,12]. Во-вторых, уникальность адаптивных возможностей разумных предков человека создает предпосылки анализа социального фактора, как самостоятельной движущей силы в эволюции человека и близкородственных ему видов [22,23,24]. Труд явился предпосылкой зарождения и дальнейшего развития общественных отношений, речи, мышления, сознания – всего, что отличает человека от животного, от обезьяны [25].

ЭВОЛЮЦИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

Возможно, поступательное усложнение структуры и функции головного мозга гоминид не только продукт исторического развития, но и фактор, стимулирующий повышение уровня организации в ряду антропоморфных предков человека. Суммируя накопленные данные о физиологических, гистологических и биофизических аспектах филогенеза головного мозга в ряду современных видов млекопитающих, кратко отметим, что главные отличия мозга человекообразных приматов и человека, наряду с увеличением объема органа, характеризуются

уникальным механизмом закладки на ранних стадиях онтогенеза архитектуры коры головного мозга и мозжечка, структурной и функциональной дифференциаций коры, наличием извилин коры, способствующих увеличению удельного объема неокортекса и оптимизации работы нейронных сетей [26]. Фундаментом существующих моделей филогенеза головного мозга являются базовые эволюционные принципы изменчивости и отбора [27,28]. Роль наследственных факторов в регуляции морфогенеза органа и его сложной архитектуры требует более глубоких исследований [29]. Однако, выявлены гены, отвечающие за величину объема мозга человека и интенсивность нейрогенеза на этапе эмбрионального развития [5,28]. Установлено, что амплификация некоторых генов является уникальной для генома человека и тесно связана с формированием неокортекса [4,15]. С одной стороны, возможно, способность гоминид создавать искусственную, более комфортную среду обитания, а также их потребность в расширении рациона питания, в определенной мере, стимулировалась усилением энергетических затрат нарастающим объемом головного мозга [1]. С другой стороны, вопрос о том насколько обретение способности к прямохождению, созданию орудий труда, формированию социального устройства, переход к новым способам добычи и обработки пищи коррелируют с анатомическими и ультраструктурными изменениями головного мозга, по-прежнему, является предметом дискуссии [7,30]. Эволюционные изменения мозга, сформировавшие предпосылки для возникновения когнитивных функций, позволяют предположить, что интеллектуальные и социальные качества также допустимо рассматривать, как возможные критерии отбора в эволюции гоминид [7,13,27]. Поиск генетических маркеров этого процесса позволяет высказать мнение о том, что, во-первых, динамика эволюции человека не прекратилась с момента возникновения Homo s. sapiens в эпоху среднего плейстоцена, а, во-вторых, некоторые гены, способные предопределять социальные качества человека, возможно, следует рассматривать в качестве маркеров отбора [13].

ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕРЕПА ЧЕЛОВЕКА

Анализ данной проблемы имеет практическое значение для современной медицины, поскольку способствует более полному пониманию патогенеза врожденных краниофациальных аномалий [31]. Авторы цитируемой публикации подчеркивают актуальность выявления генетических маркеров врожденных черепно-лицевых аномалий человека. Результаты исследования особенности строения черепа [32,33, 34] и позвоночного столба [35,36] человека с использованием современных инструментальных методов достаточно надежно подтвердили их корреляцию с увеличением объема головного мозга. Вместе с тем, установлено, что в формировании траекторий эволюционного развития нейрокраниума и лицевой части черепа человека, скорее всего, принимали участие различные факторы. Особое значение как при анторопогенезе, так и в эволюции высших позвоночных отводится стрессу. Повышение давления стресса при резкой смене условий среды изменяет активность нейромедиаторных систем и регулируемые ими формы поведения, что может инициировать последующие эволюционные события [21]. В частности, трансформация морфологических признаков костей лицевого черепа человека и его предковых видов, возможно, испытывала существенное влияние экологических факторов среды, прежде всего, климатических условий [20]. Показано, что морфометрические показатели нейрокраниума человека более консервативны и демонстрируют значительно меньше расовых отличий на разных стадиях онтогенеза в сравнении с лицевым черепом [34]. В то же время, проводятся попытки установить эволюционные принципы морфологических трансформаций нейрокраниума человека [37].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный обзор литературы показал, что морфологические и структурные изменения головного мозга и черепа гоминид тесно связаны с возникновением и развитием когнитивных функций мозга. Факторы внешней среды продолжают оказывать влияние на эти процессы. Вхождение в информационную эпоху обусловило качественно новые условия, в которых происходит современный процесс антропогенеза – становления и развития человека, его телесности, сознания, жизненного мира, связей с социумом и другой личностью [9]. Однако, наличие интеллекта не только усиливало адаптивные возможности видов данного семейства, но и открыло новое поле деятельности принципиально новых факторов эволюции, не свойственных для представителей других млекопитающих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pontzer H., Brown M.H., Raichlen D.A. et al. Metabolic acceleration and the evolution of human brain size and life history // Nature. – 2016. - № - 533(7603). – С. 390-392. doi: 10.1038/nature17654
2. Rühli F., van Schaik K., Henneberg M. Evolutionary Medicine // The Ongoing Evolution of Human Physiology and Metabolism. Physiology (Bethesda). – 2016. - № 31(6). С.392-397. doi:10.1152/physiol.00013.2016
3. Vatsiou A.I, Bazin E., Gaggiotti O.I. Changes in selective pressures associated with human population expansion may explain metabolic and immune related pathways enriched for signatures of positive selection // BMC Genomics. – 2016. - № 17. – С. 504. doi: 10.1186/s12864-016-2783-2
4. Glinsky G.V. Mechanistically Distinct Pathways of Divergent Regulatory DNA Creation Contribute to Evolution of Human-Specific Genomic Regulatory Networks Driving Phenotypic Divergence of Homo sapiens // Genome Biol Evol. – 2016. - № 8 (9). – С. 2774-2788. doi: 10.1093/hmg/ddn021
5. Wang J., Li Y., Su B. A common SNP of MCPH1 is associated with cranial volume variation in Chinese population // Hum. Mol. Genet. – 2008. - № 17 (9). – С. 1329-1335. doi: 10.1098/rstb.2015.0229
6. Prado F.B., Freire A.R., Cláudia Rossi A.et al. Review of In Vivo Bone Strain Studies and Finite Element Models of the Zygomatic Complex in Humans and Nonhuman Primates // Implications for Clinical Research and Practice. Anat Rec (Hoboken). – 2016. - № 299(12). – С. 1753-1778. doi: 10.1002/ar.23486
7. Foley R.A., Martin L., Mirazón Lahr M., Stringer C. Major transitions in human evolution // Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. – 2016. - № 371(1698). – С. 201-229. doi: 10.1098/rstb.2015.0229
8. Иорданский Н. Н. Фенотипическая пластичность организмов и эволюция // Журнал общей биологии. – 2009. - № 1. – С. 3-9.
9. Баева Л.В. Антропогенез в условиях развития информационных технологий // Известия Саратовского университета. – 2011. - Т. 11. -№ 3. – С. 30-34.
10. Хисматуллин И.Р. Проблема происхождения человека в трудах Ч. Дарвина и Ф. Энгельса: сравнительный анализ // Вестник магистратуры. – 2013. - № 3(18). – С. 35-42.
11. Gibson M.A., Lawson D.W. Applying Evolutionary Anthropology // Evol Anthropol. – 2015. - № 24(1). – С. 3–14. doi: 10.1002/evan.21432
12. Salzano F.M. The role of natural selection in human evolution – insights from Latin America // Genet Mol Biol. – 2016. - № 39(3). – С. 302–311. doi: 10.1590/1678-4685-GMB-2016-0020
13. Fieder M., Huber S. The Adapting Mind in the Genomic Era // Front Psychol. – 2016. - № 7. – С. 78. doi: 10.3389/fpsyg.2016.00078

14. Cramer J.M., Pohlmann D., Gomez F. et al. Methylation specific targeting of a chromatin remodeling complex from sponges to humans // Sci Rep. – 2017. - № 7. – С. 40674. doi: 10.1038/srep40674
15. Dennis M.Y., Eichler E.E. Human adaptation and evolution by segmental duplication // Curr Opin Genet Dev. – 2016. - №41. – С. 44-52. doi: 10.1016/j.gde.2016.08.001
16. Scally A. Mutation rates and the evolution of germline structure // Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. – 2016. - № 371(1699). – С. 20150137. doi: 10.1098/rstb.2015.0137
17. Bigham A.W. Genetics of human origin and evolution: high-altitude adaptations // Curr Opin Genet Dev. – 2016. - № 41. – С. 8-13. doi: 10.1016/j.gde.2016.06.018
18. d'Alpoim Guedes J.A., Crabtree S.A., Bocinsky R.K., Kohler T.A. Twenty-first century approaches to ancient problems: Climate and society // Proc Natl Acad Sci U S A. – 2016. - № 113(51). – С. 14483-14491. doi: 10.1073/pnas.1616188113
19. Evteev A.A., Movsesian A.A. Testing the association between human mid-facial morphology and climate using autosomal, mitochondrial, Y chromosomal polymorphisms and cranial non-metrics // Am J Phys Anthropol. – 2016. - № 159(3). – С. 517-22. doi: 10.1002/ajpa.22894
20. Evteev A., Cardini A.L., Morozova I., O'Higgins P. Extreme climate, rather than population history, explains mid-facial morphology of Northern Asians // Am J Phys Anthropol. – 2014. - № 153(3). – С. 449-462. doi: 10.1002/ajpa.22444
21. Гербек Ю.Э., Захаров И.К., Трапезов О.В., Шумный В.К. Эволюция, сжатая во времени // Философия науки. – 2013. - № 1(56). – С. 115-139.
22. Fogarty L., Creanza N., Feldman M.W. Cultural Evolutionary Perspectives on Creativity and Human Innovation // Trends Ecol Evol. – 2015. - № 30(12). – С. 736-75. doi: 10.1016/j.tree.2015.10.004
23. Pievani T. Individuals and groups in evolution: Darwinian pluralism and the multilevel selection debate // J Biosci. – 2014. - № 39(2). – С. 319-325.
24. Richerson P., Baldini R., Bell A.V. et al. Cultural group selection follows Darwin's classic syllogism for the operation of selection // Behav Brain Sci. – 2016. - № 39. – С. 58. doi: 10.1017/S0140525X15000606
25. Сукиасян С. Г. О природе человека: происхождение человека в свете новых антропологических находок // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. - № 12. – С. 6–10.
26. Hofman M.A. Evolution of the human brain: when bigger is better // Front Neuroanat. – 2014. - № 8. – С. 15. doi: 10.3389/fnana.2014.00015
27. Anderson M.L., Finlay B.L. Allocating structure to function: the strong links between neuroplasticity and natural selection // Front Hum Neurosci. – 2013. - № 7. – С. 918. doi: 10.3389/fnhum.2013.00918
28. Montgomery S.H., Mundy N.I., Barton R.A. Brain evolution and development: adaptation, allometry and constraint // Proc Biol Sci. – 2016. - № 283(1838). – С. 20160433. doi: 10.1098/rspb.2016.0433
29. Enard W. The Molecular Basis of Human Brain Evolution // Curr Biol. – 2016. - № 26(20). – С. R1109-R1117. doi: 10.1016/j.cub.2016.09.030
30. Cornélio A.M., de Bittencourt-Navarrete R.E., de Bittencourt Brum R. et al. Human Brain Expansion during Evolution Is Independent of Fire Control and Cooking // Front Neurosci. – 2016. - № 10. – С. 167. doi: 10.3389/fnins.2016.00167
31. Sherwood R.J., Duren D.L., Mahaney M.C. et al. A genome-wide linkage scan for quantitative trait loci influencing the craniofacial complex in humans (Homo sapiens sapiens) // Anat Rec (Hoboken). – 2011. - № 294(4). – С. 664–675. doi: 10.1002/ar.21337

32. Neubauer S., Gunz P., Hublin J.-J. The pattern of endocranial ontogenetic shape changes in humans // J Anat. – 2009. - № 215(3). – С. 240–255. doi: 10.1111/j.1469-7580.2009.01106.x
33. Singh N., Harvati K., Hublin J.J., Klingenberg C.P. Morphological evolution through integration: a quantitative study of cranial integration in Homo, Pan, Gorilla and Pongo // J Hum Evol. – 2012. - № 62(1). – С.155-164. doi: 10.1016/j.jhevol.2011.11.006
34. Sardi M.L., Ramírez Rozzi F.V. Different Cranial Ontogeny in Europeans and Southern Africans // PLoS One. – 2012. - № 7(4). – С. e35917. doi: 10.1371/journal.pone.0035917
35. Manfreda E., Mitteroecker P., Bookstein F.L., Schaefer K. Functional morphology of the first cervical vertebra in humans and nonhuman primates // Anatomical Record. – 2006. - № 289B. – С. 184–194.
36. Whitcome K.K., Shapiro L.J., Lieberman D.E. Fetal load and the evolution of lumbar lordosis in bipedal hominins // Nature. – 2007. - № 450(7172). – С.1075-1078. doi:10.1038/nature06342
37. 37. Reyes-Centeno H., Harvati K., Jäger G. Tracking modern human population history from linguistic and cranial phenotype // Sci Rep. – 2016. - № 6. – С. 36645.