

Естественные

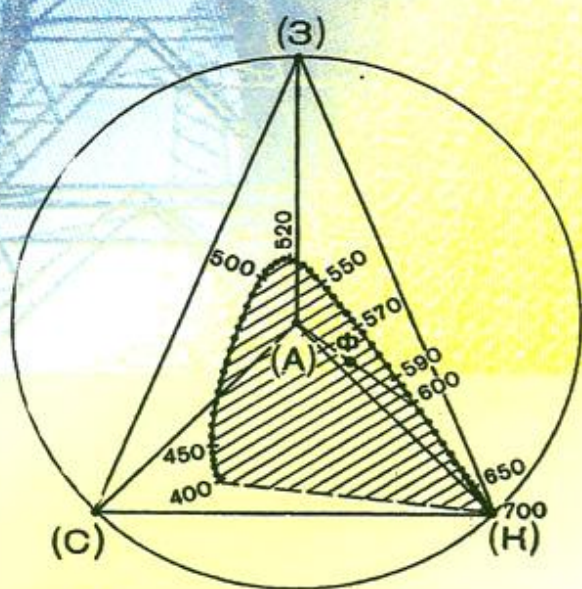
и

технические

науки®

№ 5 (107) 2017 г.

ISSN 1684-2626



ISSN 1684-2626



9 771684 262008 >

**Естественные
и
технические
науки[®]**

№ 5 (107) 2017 г.

ISSN 1684-2626

*В соответствии с решением Высшей аттестационной комиссии журнал «**Естественные и технические науки**» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук и международную базу данных Chemical Abstracts.*

Учредитель – Издательство «Спутник+»
Корректор – А.А. Полякова
Компьютерный набор и верстка – О.Н. Якушина

Адрес редакции: Россия, 109428, Москва, Рязанский проспект, д. 8а
Телефон: (495) 730-47-74, 778-45-60 (с 9 до 18, обед с 14 до 15)

E-mail: print@sputnikplus.ru

**Издание зарегистрировано
Министерством Российской Федерации по делам печати,
телерадиовещания и средств массовых коммуникаций**

**Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-39983 от 20 мая 2010 г.**

Объем 24 печ. л.
Тираж 1000 экз. Заказ № 1267.
Подписано в печать 30.05.2017.

**Отпечатано в ООО «Издательство «Спутник+»
ПД №1-00007 от 28.07.2000**

Цехмистренко Т.А. (Российский университет дружбы народов, Институт возрастной физиологии Российской академии образования), Кучук А.В., Мазлоев А.Б., Мохамед Э.Х.Р. (Российский университет дружбы народов), Обухов Д.К. (Санкт-Петербургский государственный университет), Рыжакин С.М., Черных Н.А., Якушева А.В. (Российский университет дружбы народов)

Изменения толщины коры мозжечка человека в постнатальном онтогенезе.....49

Экология

Щипцова Н.В., Ларионов Г.А., Данилов К.П. (Чувашская государственная сельскохозяйственная академия)

Динамика содержания тяжелых металлов в моркови при использовании в качестве удобрения осадков сточных вод.....53

Науки о Земле

Гидрогеология

Константинов Е.А. (Институт географии Российской академии наук), Мухаметшина Е.О. (Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова), Карпухина Н.В. (Институт географии Российской академии наук)

Условия залегания и свойства погребенных органогенных отложений бассейна реки Большой Коши (Тверская область).....56

Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр

Хавкин А.Я. (Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) им. И.М. Губкина)

Особенности наноявлений в угольных пластах.....62

Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Иванова Т.Н. (Институт механики Уральского отделения Российской академии наук, Чайковский филиал Пермского национального исследовательского политехнического университета), Чикишева О.А. (Удмуртский государственный университет)

Опыт разработки залежи верейского объекта с применением боковых горизонтальных стволов.....65

Иманбаев Б.А. (АО «Мангистаумунайгаз», Казахстан), Хавкин Б.А. (Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) им. И.М. Губкина)

Особенности вытеснения нефти полимерными растворами на месторождении Каламкас.....68

Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география

Абалаков А.Д., Лысанова Г.И., Шеховцов А.И., Базарова Н.Б., Новикова Л.С. (Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук)

Природные ресурсы и природопользование в Хакасии.....74

Геоморфология и эволюционная география

Константинов Е.А., Филиппова К.Г. (Институт географии Российской академии наук)

Реликтовая эрозионная сеть на междуречьях восточного Приазовья.....82

Геодезия

Нгуен Хью Вьет, Мустафин М.Г. (Санкт-Петербургский горный университет)

Анализ и пути развития методов оценки устойчивости опорных реперов при наблюдениях за оседаниями земной поверхности.....89

Цехмистренко Т.А., доктор биологических наук, профессор Российского университета дружбы народов, Института возрастной физиологии Российской академии образования

Кучук А.В.

Мазлов А.Б.

Мохамед Э.Х.Р.

(Российский университет дружбы народов)

Обухов Д.К. *(Санкт-Петербургский государственный университет)*

Рыжакин С.М.

Черных Н.А.

Якушева А.В.

(Российский университет дружбы народов)

ИЗМЕНЕНИЯ ТОЛЩИНЫ КОРЫ МОЗЖЕЧКА ЧЕЛОВЕКА В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

С помощью гистологических и количественных и методов изучали изменения толщины коры мозжечка человека от рождения до 20 лет. Показано, что на макроструктурном уровне гетероморфность топографически отличающихся зон коры мозжечка прослеживается в течение продолжительного постнатального онтогенеза, а представления об изоморфности коры мозжечка у детей и подростков не имеют очевидного подтверждения.

Ключевые слова: *кора мозжечка, толщина коры, возрастные изменения.*

TRANSFORMATIONS OF THE THICKNESS OF HUMAN CEREBELLAR CORTEX IN POSTNATAL ONTOGENESIS

Using histological and quantitative methods we studied changes in the thickness of the cerebellar cortex from birth to 20 years. It is shown that macro-structural differences in various topographic zones of the cerebellar cortex can be traced over a long postnatal ontogenesis and representation on the isomorphism of the different zones of the cerebellar cortex in children and adolescents do not have explicit confirmation.

Keywords: *cerebellar cortex, thickness of cerebellar cortex, age transformations.*

Кора мозжечка, как и кора больших полушарий, относится к экранным структурам в составе высших интегративных систем мозга [3, 5]. Концепция дивергентного формирования мозга на любом уровне дифференцировки предполагает гетерохронность развития архитектурно отличающихся зон корковых структур экранного типа [1]. В связи с этим представляет интерес, насколько концептуальное положение о региональной специфике развития экранных структур мозга [4, 7] приложимо к коре мозжечка.

Целью исследования было изучение особенностей макроуровневой организации коры мозжечка человека от рождения до 20 лет. В соответствии с задачами исследования была сделана попытка проверить концепцию изоморфной организации коры мозжечка [8] в филогенетически и топографически отличающихся зонах, изучить возрастную и региональную специфику изменений толщины коры (Тк) мозжечка человека, а также выявить периоды ее изменений в постнатальном онтогенезе.

Материал и методы. Использован секционный материал людей от рождения до 20 лет (120 наблюдений) без неврологических заболеваний или травм большого мозга и мозжечка. С помощью гистологических и количественных методик изучены кусочки коры мозжечка из

21 корковой зоны в области архи-, палео-, пренео- и неocerebellума. Материал объединяли в годовых интервалах по 5-6 случаев в каждой группе. На сагиттальных парафиновых срезах толщиной 10 мкм, окрашенных по Нисслию, методом компьютерной морфометрии с применением стандартной технологии Image Tools (NIH, USA) измеряли Тк на вершине, боковой стенке листка мозжечка (Лм), а также в глубине борозды полуавтоматическим методом с визуальным контролем. Методами вариационной статистики определяли ошибку средней и доверительного интервала с уровнем значимости $P \geq 95\%$. Для сравнения параметров использовали двухвыборочный критерий Стьюдента.

Результаты исследования. В функционально и топографически различных корковых зонах мозжечка новорожденных Тк и пространственная конфигурация мозжечковых листков имеет значимые различия. На вершине извилины наибольшая Тк наблюдается в области узелка ($505,0 \pm 22,2$ мкм), наименьшая – в околочервячной зоне левого полушария ($201,1 \pm 5,0$ мкм). Толщина коры в исследованных зонах правого полушария верхней поверхности мозжечка больше, чем в левом полушарии в 1,3-1,5 раза, а в области его нижней поверхности в левом полушарии – больше, чем в аналогичной зоне правого полушария в 1,2 раза. На боковой стенке наибольшая Тк наблюдается в области правого клочка ($458,3 \pm 41,4$ мкм), наименьшая – в области филогенетически молодых червячных зон – ската и бугра ($170,5 \pm 6,8$ и $170,9 \pm 6,8$ мкм соответственно). Поперечник коры в области боковых стенок извилин в правом полушарии мозжечка, а также в области правого клочка в 1,2-1,5 раза больше, чем в левом. На дне борозды наибольшая Тк наблюдается в области узелка, наименьшая – в бугре мозжечка. У новорожденных строение Лм в области архицереbellума отличается сглаженными границами между вершиной и боковой стенкой извилины. Борозды между Лм глубоко погружены в корковый слой, вызывая существенные искажения микроструктуры молекулярного и зернистого слоев. Аналогичное строение имеет кора в палеocerebellарных отделах червя. В области ската, бугра, а также четырехугольной, верхней полулунной и двубрюшной долек Лм имеет четко выраженные границы между его вершинной и боковой поверхностью. Дно борозды имеет закругленную форму, а искажения в структуре коры менее выражены по сравнению с архи- и палеocerebellарными областями. Указанные особенности конфигурации неocerebellарной коры и латеральных отделов палеocerebellарных корковых зон полушарий отражают незрелость их микроструктурной организации. Очевидно, что уже у новорожденных наблюдается различие в уровне сформированности извилин и в степени утолщения коркового поперечника, что свидетельствует о разной степени зрелости филогенетически и топографически различных отделов коры мозжечка. В течение первого года жизни темпы роста Тк в различных отделах мозжечка неодинаковы. От рождения до 3-4 месяцев значимые приросты Тк наблюдаются во всех изученных зонах, к 6 месяцам – в архицереbellуме и палеocerebellарных отделах коры верхней поверхности мозжечка. К концу 1 года жизни интенсивный рост отмечается в большинстве изученных корковых зон, за исключением кортикальных локусов на боковых стенках извилин в узелке, правом клочке, а также на вершине извилины в двубрюшной дольке правого полушария. К концу 2 года жизни опережающими темпами Тк растет в области четырехугольной дольки, а также ската, бугра и пирамиды мозжечка – в 2,3-3,4 раза по сравнению с новорожденными. К 2 годам во всех отделах коры мозжечка отмечается синхронный значимый прирост Тк на боковой поверхности Лм. Приросты Тк наблюдаются также в остальных топографических зонах, за исключением вершины извилины и дна борозды в узелке, околочервячной зоне четырехугольной дольки правого полушария, бугра и двубрюшной дольки левого полушария мозжечка. Интенсивное развитие коры на боковых стенках извилин к 2 годам обеспечивает расширение регуляторных влияний мозжечка при обработке проприоцептивной сенсорной информации в процессе освоения ребенком локомоторной деятельности. В то же время наблюдается морфологическое отставание в развитии апикальных отделов Лм, участвующих в регуляции зрительно-моторных реакций и механизмах общей пространственной ориенти-

ровки. К 3 годам темпы роста T_k во многих кортикальных локусах снижаются. В узелке и в палеоцеребеллярных отделах коры верхней поверхности мозжечка наблюдается синхронное увеличение T_k на вершине и боковых стенках извилины в 2,4-3,9 раза по сравнению с новорожденными. В червячной области нижней поверхности мозжечка отмечается прирост T_k на вершине извилины и в глубине борозд в области бугра. Значимые приросты T_k наблюдаются в правом клочке, околочервячной и латеральной зонах четырехугольной долики правого полушария, двубрюшной долике правого полушария, в то время как T_k аналогичных зон левого полушария остается преимущественно стабильным. Вероятно, от 3 до 5 лет развитие коры в правом полушарии на верхней поверхности мозжечка носит не опережающий (по сравнению с левым полушарием), а преимущественно компенсаторный характер вследствие усложнения опосредованных межполушарных связей между правым полушарием мозжечка и левым полушарием большого мозга.

К 5 годам темпы роста T_k в большинстве отделов мозжечка заметно снижаются. В апикальных отделах L_m наибольшая T_k наблюдается в узелке ($881,6 \pm 70,2$ мкм), наименьшая – в двубрюшной долике левого полушария ($679,0 \pm 20,8$ мкм). Приросты T_k регистрируются также на вершине извилины в остальных неопалеоцеребеллярных отделах полушарий. В течение 5 года жизни отмечается асинхронное развитие околочервячных зон четырехугольной долики: в правом полушарии наблюдаются значимые приросты T_k на свободной поверхности извилины, в левом – в глубине борозд. К 7-8 годам прирост T_k на вершине и боковой стенке извилины отмечается в области архицеребеллума, центральной долики и вершины, ската и верхней полулунной долики левого полушария на верхней поверхности мозжечка, а также во всех исследованных зонах коры нижней поверхности мозжечка, за исключением двубрюшной долики правого полушария. К 7 годам на вершине L_m T_k достигает наибольшей величины в пирамиде ($1075,7 \pm 53,9$ мкм), наименьшей – в четырехугольной долике правого полушария ($712,7 \pm 31,2$ мкм); на боковой стенке – в области пирамиды ($742,3 \pm 51,2$ мкм) и левом клочке ($477,0 \pm 35,7$ мкм). После 8 лет поперечник коры в архицеребеллярных и в большинстве палеоцеребеллярных корковых зон мозжечка в среднем стабилизируется. К 9-10 годам наблюдается увеличение T_k в апикальных отделах извилин в области ската, верхней полулунной долики, бугра, а также в двубрюшной долике правого полушария мозжечка. К 11-12 годам локальные приросты наблюдаются на боковой стенке извилины в верхней полулунной долике левого полушария, а также на вершине извилины в двубрюшной долике левого полушария и в язычке мозжечка. После 12 лет отмечается нарастание индивидуальной варибельности T_k преимущественно в неопалеоцеребеллярной коре.

Заключение. Таким образом, представления об изоморфности коры мозжечка в филогенетически и топографически отличающихся зонах не имеет очевидного подтверждения уже на ранних этапах постнатального онтогенеза. На макроструктурном уровне гетеродинамическое нарастание коры мозжечка в толщину прослеживается в течение продолжительного постнатального онтогенеза вплоть до подростково-юношеского возраста. Известно, что каждый уровень системной организации коры мозжечка характеризуется собственными этапами развития [2, 5]. Наиболее значимыми этапами, связанными с постнатальными макроструктурными перестройками церебеллярной коры, очевидно, являются: 3-6 мес, 12 мес, 2 года, 3 года, 5, 7, 9, 12 и 16-17 лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кесарев В.С.* К проблеме количественной архитектоники мозга // Современные аспекты учения о локализации и организации церебральных функций. – М.: Медицина, 1980. – С.72-87.

2. *Цехмистренко Т.А.* Структурные преобразования зернистого слоя в коре вестибулярного мозжечка человека от рождения до 7 лет // Естественные и технические науки. 2016. № 10. С. 21-24.
3. *Baldassarre G., Caligiore D., Mannella F.* The hierarchical organisation of cortical and basal-ganglia systems: a computationally-informed review and integrated hypothesis. – In: Baldassarre G., Mirolli M., ed. Computational and robotic models of the hierarchical organization of behavior. Berlin: Springer, 2013. P. 237–270.
4. *Bernard J.A., Seidler R.D.* Relationships between regional cerebellar volume and sensorimotor and cognitive function in young and older adults // *Cerebellum*. 2013. Vol.12, issue 5. P. 21-37.
5. *Leto K., Arancillo M., Becker E.B.E., Buffo A.* et al. Consensus Paper: Cerebellar Development // *Cerebellum*. 2016. № 15. P. 789-828.
6. *Proville R.D., Spolidoro M., Guyon N., Dugué G.P., Selimi F., Isope P., Popa D., Léna C.* Cerebellum involvement in cortical sensorimotor circuits for the control of voluntary movements // *Nat Neurosci*. 2014. Vol.17, N 9. P.1233-1239.
7. *Reuter-Lorenz P.A., Park D.C.* Human neuroscience and the aging mind: a new look at old problems // *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. 2010. Vol. 65, N 4. P.405-415.
8. *Sereno M.I., Diedrichsen J., Tachroum M., Silva G., De Zeeuw C.I.* Reconstruction and unfolding of the human cerebellar cortex from high-resolution post-mortem MRI // *Abst Soc Neurosci*. 2014. Abstract No. 733.01.

