

**ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В НИЖНЕЙ ПОЛУЛУННОЙ ДОЛЬКЕ
МОЗЖЕЧКА У МУЖЧИН**

© А.А. Баландин¹, Л.М. Железнов², И.А. Баландина¹

Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера,
Пермь, Российская Федерация (1)

Кировский государственный медицинский университет, Киров, Российская Федерация (2)

Цель. Установить возрастные морфологические особенности нижней полулунной долики мозжечка у мужчин в старческом возрасте в сравнении с молодым возрастом.

Материалы и методы. На секционном материале проведено морфологическое исследование с использованием гистологического, микрометрического и иммуногистохимического методов исследования 64 трупов мужчин в возрасте 24-35 лет и 75-88 лет без заболеваний и травм органов центральной и периферической нервной системы, а также не имеющих алкогольной и наркотической зависимости в анамнезе. Объекты исследования разделили на две группы согласно их возрастной категории. В I группу включили 35 человек молодого возраста (от 24 до 35 лет включительно). Во II группу вошли 29 человек старческого возраста (от 75 до 88 лет включительно). Определяли толщину молекулярного и зернистого слоёв коры мозжечка в нижней полулунной долике в обоих полушариях. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином, и методом Ниссля (по Снесареву), по ван Гизону, по Шпильмейеру, серебрили по Футу. Для иммуногистохимического исследования использовали панель антител к глиальному фибриллярному кислому белку (GFAP).

Результаты. Сравнительный анализ полученных данных в возрастном аспекте показал статистически значимое уменьшение параметров толщины молекулярного слоя в старческом возрасте. Зернистый слой имеет менее выраженную динамику истончения с возрастом, однако прослеживается тенденция к снижению его показателей от зрелого к старческому возрасту. При иммуногистохимическом исследовании отмечено значительное разрастание GFAP-позитивной астроглии в коре мозжечка к старческому возрасту.

Заключение. Полученные результаты позволяют по-новому оценить проблему возрастной перестройки нейронных сетей в ткани головного мозга. Эти данные могут стать опорой для исследователей большого спектра клинических специальностей в решении проблемы старения и социально-когнитивных нарушений в старческом возрасте.

Ключевые слова: *мозжечок; фибриллярный кислый белок; астроглия; кора мозжечка; молекулярный слой; зернистый слой; нижняя полулунная доляка.*

**AGE-RELATED ALTERATIONS IN THE INFERIOR SEMILUNAR LOBULE
OF CEREBELLUM IN MEN**

A.A. Balandin, L.M. Zheleznov, I.A. Balandina

Perm State Medical University named after academician E.A. Wagner, Perm, Russian Federation (1)
Kirov State Medical University, Kirov, Russian Federation (2)

Aim. The aim of the study was to establish age-related morphological features of the lower semilunar lobule of the cerebellum in men of old age in comparison with young age. The study subjects were divided into two groups according to their age category.

Materials and Methods. Morphological study was performed on autopsy material of 64 corpses of men aged 24-35 years and 75-88 years without diseases and injuries of the central and peripheral nervous system, as well as without history of alcohol and drug dependence, using histological, micrometric, and immunohistochemical methods. The first group included 35 young men from 24 to 35 years old inclusive. Group II included 29 men of senile age from 75 to 88 years inclusive. The thickness of the molecular and granular layers of the cerebellar cortex in the lower semilunar lobule was determined in both hemispheres. The sections were stained with hematoxylin and eosin, and by Nissl (according to Snesarev), van Gieson and Spielmeyer methods, and silvered by Foot. For immunohistochemical research, a panel of antibodies to glial fibrillar acid protein (GFAP) was used.

Results. Comparative analysis of the data obtained in the age aspect showed a statistically significant decrease in the parameters of the molecular layer thickness at an old age. The granular layer showed a less expressed dynamics of thinning with age, but with the tendency to reduction of its parameters from mature to senile age. An immunohistochemical study showed a significant overgrowth of GFAP-positive astroglia in the cerebellar cortex by senile age.

Conclusion. The results obtained allow to evaluate the problem of age-related restructuring of neural networks in the brain tissue in a new way. In future, these data may become the base for researchers of a wide spectrum of clinical specialties for joining their efforts and finding new methods for salvation of the problem of ageing and of social-cognitive disorders of senile age.

Keywords: *cerebellum; GFAP; astroglia; cerebellar cortex; molecular layer; granular layer; inferior semilunar lobule.*

Перед современными медико-биологическими отраслями науки стоит множество задач, которые поступательно решаются. Одна из таких задач – понимание процессов старения человека, а также компенсация возрастнo-биологических факторов снижения качества жизни [1-3]. Одной из важнейших структур головного мозга является мозжечок. Обладая огромным функционалом, обеспечивая координацию при выполнении локомоторных действий и располагая несметным количеством связей с другими структурами головного мозга, мозжечок участвует и в выполнении не двигательных функций: поддержании циркадных ритмов, тонуса сосудов микроциркуляторного русла, а также в когнитивной, речевой и эмоциональной сферах [4-6].

Как отмечено многими исследователями, занимающимися вопросами нейродегенерации, понимание возрастной пластичности нервной ткани может помочь формированию более эффективных стратегий улучшения функций мозга. В науч-

ной литературе очень четко подмечен тот факт, что структуры человеческого мозга подвержены непрерывным морфофункциональным изменениям на протяжении всей жизни. Во внутриутробном периоде преобладает развитие структурных изменений, таких как нейрогенез и миграция нейронов. Напротив, в головном мозге взрослого человека основным типом нейропластичности являются функциональные изменения, позволяющие структурам мозга, как единой системе, постоянно адаптироваться к изменениям внешней среды. В старческом возрасте отмечаются комбинированные изменения: снижаются функциональные характеристики нейронов, наряду с этим отмечается глобальная перестройка нейрональных сетей с разрастанием астроглии. Однако некоторые исследователи в своих работах отразили, что процессы нейрональной инволюции проявляющейся в виде когнитивно-поведенческих нарушений, можно компенсировать, причем не только умственной на-

грузкой, но и физической активностью, что перекликается с работами тех учёных, которые утвердительно указывают на участие мозжечка в поведенческо-социальной жизни человека [7-10].

Одни исследователи указывают на снижение когнитивных и физических функций, снижающих социально-биологическую активность у мужского населения в старческом возрасте, при этом другие учёные выявили, что при правильной физической активности когнитивные нарушения нивелируются. Вместе с тем установлено, что повышенный темп старения у мужчин старшей возрастной группы приводит к ухудшению возрастной самооценки и к снижению качества их жизни. Мужчины пожилого и старческого возраста с ускоренным темпом старения имеют выше риск развития постуральной нестабильности [11,12].

Детальные знания о возрастных морфологических особенностях коры мозжечка весьма скудные и неполные. Устранение этих информационных «белых пятен» предоставит возможность более полно понять процессы нейродегенерации, что в дальнейшем позволит найти методики профилактики её клинических проявлений. На наш взгляд, наиболее информативным отделом о морфофункциональной характеристике коры мозжечка является нижняя полулунная доля – одна из крупнейших долек его полушарий, обеспечивая контроль координации конечностей человека и тонус сосудов при локомоции.

В связи со скудностью знаний о морфологии мозжечка в возрастном аспекте, представляет интерес получение новых сведений о данном отделе головного мозга на примере нижней полулунной доли.

Цель – установить возрастные морфологические особенности нижней полулунной доли мозжечка у мужчин в старческом возрасте в сравнении с первым периодом зрелого возраста.

Материалы и методы

Работа основана на анализе результатов морфологического исследования коры мозжечка 64 трупов мужчин, выполненно-

го в танатологическом отделении Государственного казенного учреждения здравоохранения особого типа Пермского края «Пермское краевое бюро судебно-медицинской экспертизы» в период 2018-2019 гг. Проведено комплексное морфологическое исследование с использованием гистологического, микрометрического, иммуногистохимического методов и статистического анализа. Объекты исследования разделили на две группы согласно их возрастной категории. В I группу включили 35 мужчин молодого возраста (от 24 до 35 лет включительно), во II группу вошли 29 мужчин старческого возраста (от 75 до 88 лет включительно). На проведение исследования получено разрешение этического комитета Пермского государственного медицинского университета имени академика Е.А. Вагнера (№10 от 22.11.2017). Критерии включения погибших в исследование: первый период зрелого возраста либо старческий возраст, причина смерти людей – травмы или ранения груди и/или живота (отсутствие при этом каких-либо механических повреждений головы); анамнестические данные, исключающие патологию центральной и периферической нервной системы, а также наркотическую и алкогольную зависимость; давность смерти, не превышающая 24-36 ч; хранение трупов до исследования в одинаковых условиях при температуре +2°C; отсутствие макроскопических признаков патологии мозжечка, выявляемых при заборе материала.

Выборку исследования составили объекты с черепами средней формы – мезокраны, величина черепного указателя которых варьировала от 75,0 до 79,9.

Производили забор аутопсийного материала в области нижней полулунной доли в обоих полушариях мозжечка. Кусочки фиксировали в 10% растворе забуференного по Лилли формалина ($pH - 7,2$) в течение 24 ч. Материал промывали в проточной воде в течение 30 мин, а затем подвергали обезвоживанию и заливке в парафин по схеме: спирт 60% – 2 ч, спирт 70% – 2 ч, спирт 96% – 2 ч, спирт 96% – 2 ч, спирт + ксилол (1:1) – 2 ч, ксилол + па-

рафин (1:1) – 2 ч, парафин I 56° – 2 ч, парафин II 56° – 1 ч. После заливки кусочков в парафиновые блоки на ротационном микротоме изготавливали гистологические срезы толщиной 4-6 мкм. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином, и методом Ниссля (по Снесареву), по ван Гизону, по Шпильмейеру, серебрили по Футу.

Морфометрический анализ исследуемых гистологических образцов проводили с использованием программного пакета BioVision, version 4.0 (Австрия). Захват изображений обеспечивали использованием цифровой камеры для микроскопа «СМ V200», («Vision», Австрия). Размеры гистологических объектов выражали в мкм.

Морфометрическое исследование нижней полулунной дольки мозжечка в обоих полушариях включало определение параметров толщины молекулярного и зернистого слоев. Использовали панель антител к кислому фибриллярному белку (GFAP) для выявления процессов астроглиоза. Статистическую обработку полу-

ченных результатов проводили с использованием системы программного обеспечения Statistica v.6.0. Результаты представили в виде значений средней арифметической величины (M), относительной ошибки (m), максимального и минимального значений, вариационного коэффициента, медианы. Достоверность различий средних значений оценивали с использованием параметрического t-критерия Стьюдента. Критическим уровнем значимости при проверке статистических гипотез считали равный 0,05, при этом определяли доверительный интервал, $p < 0,01$, свидетельствующий о различиях между относительными частотами значений признака.

Результаты и их обсуждение

При гистологическом исследовании препаратов мозжечка выявили, что у мужчин старческого возраста кора полушарий тоньше, прежде всего за счет более истонченного ее молекулярного слоя в сравнении с мужчинами первого периода зрелого возраста (рис. 1, 2).

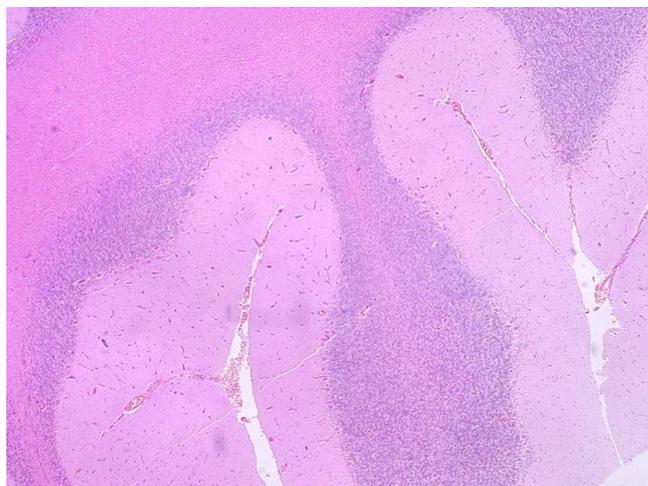


Рис. 1. Фрагмент коры мозжечка у мужчины 26 лет, окраска гематоксилином и эозином. Ув. 40

Морфометрическое исследование показало, что максимальные параметры толщины молекулярного слоя коры установлены в правом полушарии мозжечка у мужчин в первом периоде зрелого возраста – $417,09 \pm 15,35$ мкм. В левом полушарии мозжечка толщина молекулярного слоя составляет $415,84 \pm 16,10$ мкм.

В старческом возрасте толщина молекулярного слоя в правом полушарии мозжечка достигает лишь $258,24 \pm 9,69$ мкм, в левом полушарии мозжечка – $238,61 \pm 6,86$, что меньше на 38,1 и 42,6% соответственно в сравнении с показателями, установленными у лиц зрелого возраста. Самый большой показатель толщины

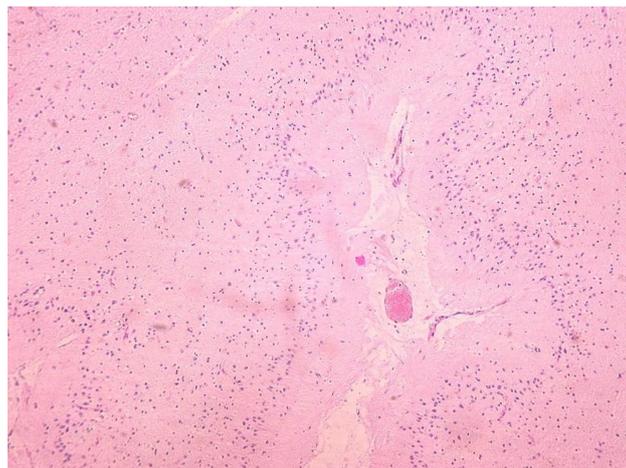


Рис. 2. Фрагмент коры мозжечка у мужчины 87 лет, окраска гематоксилином и эозином. Ув. 40

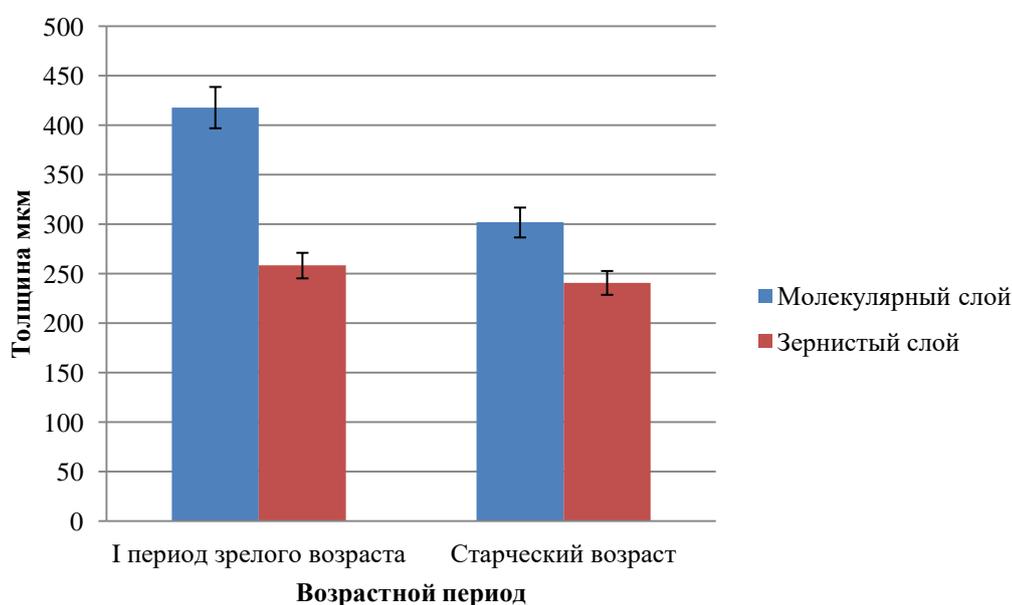


Схема 1. Толщина слоев коры в правом полушарии мозжечка

молекулярного слоя, равный 495,0 мкм, выявлен в правом полушарии мозжечка у мужчины 23 лет. Наименьший показатель толщины молекулярного слоя, равный 239,0 мкм, установлен у мужчины 86 лет в обоих полушариях мозжечка (схема 1).

Наибольшая толщина зернистого слоя коры мозжечка установлена у мужчин первого периода зрелого возраста. Она достигает 258,24±9,69 мкм в правом полушарии мозжечка и 256,94±9,57 мкм – в левом полушарии. Наименьшая толщина зернистого слоя отмечена в старческом возрасте. Ее показатель составляет 240,74±7,82 мкм в

правом полушарии и 238,61±6,86 мкм – в левом полушарии мозжечка.

Максимальный параметр толщины зернистого слоя, равный 308,0 мкм, выявлен в первом периоде зрелого возраста в правом полушарии мозжечка. Наименьший параметр толщины зернистого слоя, достигающий 195,0 мкм, определен в старческом возрасте в левом полушарии мозжечка. Параметры толщины слоев коры в нижней полулунной доле мозжечка у мужчин в первом периоде зрелого возраста и в старческом возрасте представлены в таблице 1.

Таблица 1

Толщина молекулярного и зернистого слоев коры в нижней полулунной доле мозжечка у мужчин в первом периоде зрелого возраста (ППЗВ) и в старческом возрасте (n=64)

Полушарие	Возраст	M±m	Max	Min	σ	Cv	Me
Толщина молекулярного слоя, мкм							
Левое	ППЗВ	415,84±15,75	494,0	335,0	50,53	6,19	407,0
	Старческий	298,04±13,01	344,0	239,0	33,28	3,75	304,0
Правое	ППЗВ	417,79±15,27	495,0	336,0	28,34	3,18	411,0
	Старческий	301,74±12,86	348,0	239,0	28,54	3,49	309,0
Толщина зернистого слоя, мкм							
Левое	ППЗВ	256,94±9,17	304,0	200,0	28,35	3,20	262,0
	Старческий	238,61±6,86	283,0	195,0	28,77	3,48	241,0
Правое	ППЗВ	258,24±9,69	308,0	202,0	28,94	3,18	264,0
	Старческий	240,74±7,92	285,0	196,0	28,34	3,49	243,0

Результаты иммуногистохимического исследования с у лиц первого периода зрелого возраста выявили незначительное количество GFAP-позитивных тел астроцитов и их отростков в обоих слоях мозжечка. В молекулярном слое визуализируются отростки радиальных астроцитов. В старческом возрасте отмечено значительное увеличение количества GFAP-позитивной астроглии как в зернистом, так и в молекулярном слоях коры мозжечка. Выявленная картина согласуется с данными научной литературы о возрастном реактивном астроглиозе, наблюдаемом при дегенеративных процессах [13,14].

Сравнительный анализ слоев коры мозжечка выявил статистически значимое снижение показателей толщины молекулярного слоя в старческом возрасте в сравнении с молодым возрастом. При сравнении толщины зернистого слоя коры мозжечка статистически достоверной разницы в исследуемых возрастных группах не выявлено.

При иммуногистохимическом исследовании GFAP-позитивной астроглии, выявили значительное разрастание астроцитов у лиц старческого возраста. Как известно, астроциты играют важную роль в функции нервной системы, регулируя образование, поддержание и стабильность синапсов. Вместе с тем исследователями установлено, что астроциты, патологически активированные микроглиальными цитокинами, могут активно оказывать не-

гативное влияние на формирование и поддержание синапсов, что приводит к запуску дегенеративных процессов [14].

В работах последних лет учеными было доказано, что астроциты, участвующие в реактивном астроглиозе, теряют большинство нормальных функций, присущих астроцитам и приобретают новую нейротоксическую функцию, стремительно вызывая в нейронах апоптоз. Такая картина быстро формируется *in vivo* после травмы центральной нервной системы и широко присутствует при многих нейродегенеративных заболеваниях человека. Таким образом, исследователям удалось доказать вредоносную роль реактивных астроцитов, способствующих гибели нейронов после острых повреждений центральной нервной системы. В возрастном аспекте происходит подобная ситуация, растянутая во времени. При возрастной перестройке нейронных сетей и морфофункциональных изменениях астроциты динамично разрушают синаптические связи и тела поврежденных нейронов, активно распространяются и формируют «нервно-тканые рубцы» [13,15-18].

Заключение

Полученные результаты позволяют по-новому оценить проблему возрастной перестройки нейронных сетей в ткани головного мозга. Эти данные в дальнейшем имеют возможность стать опорой для исследователей большого спектра клиниче-

ских специальностей, от фармакологов до реабилитологов, объединяя усилия и находя все новые и новые методики для решения проблемы старения и социально-когнитивных нарушений в старческом возрасте.

Дополнительная информация

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, о которых необходимо сообщить в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов:

Сбор данных; анализ литературы; анализ и интерпретация полученных данных; подготовка черновика рукописи; обоснование рукописи; проверка критически важного интеллектуального содержания – Баландин А.А.

Обоснование рукописи; анализ и интерпретация полученных данных; окончательное утверждение для публикации рукописи – Железнов Л.М.

Концепция и дизайн; планирование исследования; анализ литературы; анализ и интерпретация полученных данных; подготовка черновика рукописи; обоснование рукописи – Баландина И.А.

Литература

1. Натальская Н.Ю., Меринов А.В., Федотов И.А. К проблеме гериатрической деонтологии // Клиническая геронтология. 2009. Т. 15, №12. С. 41-43.
2. Беловол Е.В., Бойко З.В., Радыш И.В., и др. Возможно ли замедлить когнитивное старение, или о пользе обучения в зрелом и пожилом возрасте // Экология человека. 2018. №2. С. 59-64. doi:10.33396/1728-0869-2018-2-59-64
3. Tangalos E.G., Petersen R.C. Mild Cognitive Impairment in Geriatrics // Clinics Geriatric Medicine. 2018. Vol. 34, №4. P. 563-589. doi:10.1016/j.cger.2018.06.005
4. Mariën P., Borgatti R. Language and the cerebellum // Handbook of Clinical Neurology. 2018. Vol. 154. P. 181-202. doi:10.1016/B978-0-444-63956-1.00011-4
5. Schmahmann J.D. The cerebellum and cognition // Neuroscience Letters. 2019. Vol. 688. P. 62-75. doi:10.1016/j.neulet.2018.07.005
6. Canto C.B., Onuki Y., Bruinsma B., et al. The Sleeping Cerebellum // Trends in Neurosciences. 2017. Vol. 40, №5. P. 309-323. doi:10.1016/j.tins.2017.03.001
7. Никитин О.Л., Пятин В.Ф., Романчук Н.П., и др. Нейрофизиология старения // Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке. 2017. Т. 19, №12. С. 246-251.
8. Архипова О.В. Обучение как условие успешной адаптации пожилых людей в стационарных условиях // Актуальные проблемы психологического знания. 2011. №2(19). С. 99-105.
9. Hirano T. Purkinje Neurons: Development, Morphology, and Function // Cerebellum. 2018. Vol. 17, №6. P. 699-700. doi:10.1007/s12311-018-0985-7
10. Голубева Е.Ю., Данилова Р.И. Физическая активность в профилактике ограничения жизнедеятельности в пожилом возрасте // Клиническая геронтология. 2010. Т. 16, №11-12. С. 46-51.
11. Сиротин А.Б., Белозерова Л.М., Щепина Г.М. Влияние двигательной активности на старение мужчин зрелого возраста // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2009. №6(66). С. 21-24.
12. Дёмин А.В., Кривецкий В.В., Фесенко В.В. Особенности качества жизни мужчин старших возрастных групп с разными темпами старения // Фундаментальные исследования. 2012. №7-2. С. 296-299.
13. Mederos S., González-Arias C., Perea G. Astrocyte – Neuron Networks: A Multilane Highway of Signaling for Homeostatic Brain Function // Frontiers in Synaptic Neuroscience. 2018. Vol. 10. P. 45. doi:10.3389/fnsyn.2018.00045
14. Liu B., Teschemacher A.G., Kasparov S. Neuroprotective Potential of Astroglia // Journal of Neuroscience Research. 2017. Vol. 95, №11. P. 2126-2139. doi:10.1002/jnr.24140
15. Liddel S.A., Guttenplan K.A., Clarke L.E., et al. Neurotoxic reactive astrocytes are induced by activated microglia // Nature. 2017. Vol. 541, №7638. P. 481-487. doi:10.1038/nature21029
16. Горбачёва Л.Р., Помыткин И.А., Сурин А.М., и др. Астроциты и их роль в патологии центральной нервной системы // Российский педиатрический журнал. 2018. Т. 21, №1. С. 46-53. doi:10.18821/1560-9561-2018-21-1-46-53
17. Павлов А.В., Пронин Н.А., Сучков Д.И., и др. Иммуногистохимическая характеристика возрастных изменений астроцитов в медиальных ядрах сосцевидных тел гипоталамуса человека // Журнал медико-биологических исследований. 2018. Т. 6, №4. С. 417-424. doi:10.17238/issn2542-1298.2018.6.4.417
18. Singh S., Joshi N. Astrocytes: inexplicable cells in neurodegeneration // The International Journal of Neuroscience. 2017. Vol. 127, №3. P. 204-209. doi:10.3109/00207454.2016.1173692

References

1. Natalskaya NYu, Merinov AV, Fedotov IA. To the issue of geriatric ethics. *Clinical Gerontology*. 2009;15(12):41-3. (In Russ).
2. Belovol EV, Boyko ZV, Radysh IV, et al. Is it possible to slow down cognitive aging or benefits of education in middle and late adulthood. *Human Ecology*. 2018;(2):59-64. (In Russ). doi:10.33396/1728-0869-2018-2-59-64
3. Tangalos EG, Petersen RC. Mild Cognitive Impairment in Geriatrics. *Clinics Geriatric Medicine*. 2018;34(4):563-89. doi:10.1016/j.cger.2018.06.005

4. Mariën P, Borgatti R. Language and the cerebellum. *Handbook of Clinical Neurology*. 2018;154:181-202. doi:10.1016/B978-0-444-63956-1.00011-4
5. Schmahmann JD. The cerebellum and cognition. *Neuroscience Letters*. 2019;688:62-75. doi:10.1016/j.neulet.2018.07.005
6. Canto CB, Onuki Y, Bruinsma B, et al. The Sleeping Cerebellum. *Trends in Neurosciences*. 2017;40(5):309-23. doi:10.1016/j.tins.2017.03.001
7. Nikitin OL, Pyatin VF, Romanchuk NP. Neurophysiology of aging. *Health and Education Millennium*. 2017;19(12):246-51. (In Russ).
8. Arkhipova OV. Training as a condition of elderly persons successful adaptation in hospital conditions. *Aktual'nyye Problemy Psikhologicheskogo Znaniya*. 2011;(2):99-105. (In Russ).
9. Hirano T. Purkinje Neurons: Development, Morphology, and Function. *Cerebellum*. 2018;17(6):699-700. doi:10.1007/s12311-018-0985-7
10. Golubeva YeYu, Danilova RI. Physical activity in preventing disability in old age. *Clinical Gerontology*. 2010;16(11-12):46-51. (In Russ).
11. Sirotin AB, Belozeroва LM, Schepina GM. The influence of motional activity on the ageing of males in the maturity age. *Lechebnaya Fizkul'tura i Sportivnaya Meditsina*. 2009;(6):21-4. (In Russ).
12. Demin AV, Krivetski VV, Fesenko VV. The specificity of quality of life of old man with different temps of ageing. *Fundamental Research*. 2012;(7-2):296-9. (In Russ).
13. Mederos S, González-Arias C, Perea G. Astrocyte – Neuron Networks: A Multilane Highway of Signaling for Homeostatic Brain Function. *Frontiers in Synaptic Neuroscience*. 2018;10:45. doi:10.3389/fnsyn.2018.00045
14. Liu B, Teschemacher AG, Kasparov S. Neuroprotective Potential of Astroglia. *Journal of Neuroscience Research*. 2017;95(11):2126-39. doi:10.1002/jnr.24140
15. Liddelov SA, Guttenplan KA, Clarke LE, et al. Neurotoxic reactive astrocytes are induced by activated microglia. *Nature*. 2017;541(7638):481-7. doi:10.1038/nature21029
16. Gorbacheva LR, Pomytkin IA, Surin AM, et al. Astrocytes and their role in the pathology of the central nervous system. *Russian Pediatric Journal*. 2018;21(1):46-53. (In Russ). doi:10.18821/1560-9561-2018-21-1-46-53
17. Pavlov AV, Pronin NA, Suchkov DI, et al. Immunohistochemical characteristics of age-related changes in medial mammillary nuclei of human hypothalamus. *Zhurnal Mediko-Biologicheskikh Is-sledovaniy*. 2018;6(4):417-24. (In Russ). doi:10.17238/issn2542-1298.2018.6.4.417
18. Singh S, Joshi N. Astrocytes: inexplicable cells in neurodegeneration. *The International Journal of Neuroscience*. 2017;127(3):204-9. doi:10.3109/00207454.2016.1173692

Информация об авторах [Authors Info]

Баландин Анатолий Александрович – к.м.н. наук, старший преподаватель кафедры нормальной, топографической и клинической анатомии, оперативной хирургии, Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера, Пермь, Российская Федерация.

SPIN: 8298-5970, ORCID ID: 0000-0002-3152-8380.

Anatoly A. Balandin – MD, PhD, Senior Lecturer of the Department of Normal, Topographic and Clinical Anatomy, Operative Surgery, Perm State Medical University named after academician E.A. Wagner, Perm, Russian Federation.

SPIN: 8298-5970, ORCID ID: 0000-0002-3152-8380.

Железнов Лев Михайлович – д.м.н., проф., профессор кафедры анатомии человека, ректор, Кировский государственный медицинский университет, Киров, Российская Федерация.

SPIN: 2107-3507, ORCID ID: 0000-0001-8195-0996.

Lev M. Zheleznov – MD, PhD, Professor, Professor of the Department of Human Anatomy, Rector, Kirov State Medical University, Kirov, Russian Federation.

SPIN: 2107-3507, ORCID ID: 0000-0001-8195-0996.

***Баландина Ирина Анатольевна** – д.м.н., проф., зав. кафедрой нормальной, топографической и клинической анатомии, оперативной хирургии, Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера, Пермь, Российская Федерация. E-mail: balandina_ia@mail.ru

SPIN: 6484-8520, ORCID ID: 0000-0002-4856-9066.

Irina A. Balandina – MD, PhD, Professor, Head of the Department of Normal, Topographic and Clinical Anatomy, Operative Surgery, Perm State Medical University named after academician E.A. Wagner, Perm, Russian Federation. E-mail: balandina_ia@mail.ru

SPIN: 6484-8520, ORCID ID: 0000-0002-4856-9066.

Цитировать: Баландин А.А., Железнов Л.М., Баландина И.А. Возрастные изменения в нижней полулунной дольке мозжечка у мужчин // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2020. Т. 8, №3. С. 337-344. doi:10.23888/HMJ202083337-344

To cite this article: Balandin AA, Zheleznov LM, Balandina IA. Age-related alterations in the inferior semilunar lobule of cerebellum in men. *Science of the young (Eruditio Juvenium)*. 2020;8(3):337-44. doi:10.23888/HMJ202083337-344

Поступила / Received: 09.02.2020
Принята в печать / Accepted: 02.09.2020