© Коллектив авторов, 2020
УДК 616.831.711-053.88/9-091.8
DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2020.15132>
ISSN – 2073-8137

ОСОБЕННОСТИ ЦИТОАРХИТЕКТониКИ КОРЫ МОЗЖЕЧКА ПРИ СТАРЕНИИ НА ПРИМЕРЕ НИЖНЕЙ ПОЛУЛУННОЙ ДОЛЬКИ

А. А. Баландин¹, Л. М. Железнов², И. А. Баландина¹, В. А. Баландин¹, Е. Г. Кобаидзе¹

¹ Пермский государственный медицинский университет
им. академика Е. А. Вагнера, Российская Федерация

² Кировский государственный медицинский университет, Российская Федерация

FEATURES OF CYTOARCHITECTONICS OF THE CEREBELLAR CORTEX DURING AGING ON THE EXAMPLE OF INFERIOR SEMILUNAR LOBULE

Balandin A. A.¹, Zheleznov L. M.², Balandina I. A.¹, Balandin V. A.¹, Kobaidze E. G.¹

¹ E. A. Vagner Perm State Medical University, Russian Federation

² Kirov State Medical University, Russian Federation

Проведено исследование мозжечка на 55 трупах мужчин и 58 трупах женщин в возрасте от 24 до 35 лет и от 75 до 88 лет без заболеваний и травм органов центральной нервной системы (ЦНС) и периферической нервной системы (ПНС) в анамнезе, а также без алкогольной/наркотической зависимости. У погибших была прерогатива правой руки. Использовали гистологический, иммуногистохимический и микрометрический методы. Определяли толщину молекулярного и зернистого слоев коры мозжечка в нижней полулунной доле в обоих полушариях. Для иммуногистохимического исследования использовали панель антител к глияльному фибриллярному кислом белку (GFAP) и нейроспецифической енолазе (NSE). Сравнительный анализ данных, полученных в возрастном аспекте, показал статистически значимое снижение параметров толщины молекулярного слоя в старческом возрасте. Зернистый слой имеет менее выраженную динамику истончения с возрастом, однако наблюдается тенденция к снижению его показателей от молодого к старческому возрасту. Иммуногистохимическое исследование выявило значительное разрастание GFAP-позитивной астроглии в коре мозжечка к старческому возрасту и уменьшение количества клеток Пуркинье, иммунопозитивных к NSE.

Ключевые слова: кора мозжечка, фибриллярный кислый белок, нейроспецифическая енолаза, астроглия, молекулярный слой, зернистый слой, нижняя полулунная доля, клетки Пуркинье, старение

A study of the cerebellum was carried out on 55 corpses of men and 58 corpses of women aged 24–35 years and 75–88 years, respectively, without diseases and injuries of the central and peripheral nervous systems in the anamnesis, as well as without alcohol/drug addiction. All examined were right-handed. We used histological, immunohistochemical, and micrometric methods. The thickness of the molecular and granular layers of the cerebellar cortex in the lower semilunar lobule in both hemispheres was determined. For immunohistochemical study, a panel of antibodies to glial fibrillar acidic protein (GFAP) and neurospecific enolase (NSE) was used. Comparative analysis of the data in the age aspect showed a statistically significant decrease in the parameters of the thickness of the molecular layer in elderly. The granular layer has a less pronounced dynamics of thinning with age, however, there is a tendency for its indicators to decrease from young to old age. Immunohistochemical study revealed a significant growth of GFAP-positive astroglia in the cerebellar cortex closer in elderly and a decrease in the number of Purkinje cells immunopositive to NSE.

Keywords: cerebellar cortex, GFAP, NSE, astroglia, molecular layer, granular layer, lower semilunar lobule, Purkinje cells, aging

Для цитирования: Баландин А. А., Железнов Л. М., Баландина И. А., Баландин В. А., Кобаидзе Е. Г. ОСОБЕННОСТИ ЦИТОАРХИТЕКТониКИ КОРЫ МОЗЖЕЧКА ПРИ СТАРЕНИИ НА ПРИМЕРЕ НИЖНЕЙ ПОЛУЛУННОЙ ДОЛЬКИ. Медицинский вестник Северного Кавказа. 2020;15(4):559-563. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2020.15132>

For citation: Balandin A. A., Zheleznov L. M., Balandina I. A., Balandin V. A., Kobaidze E. G. FEATURES OF CYTOARCHITECTONICS OF THE CEREBELLAR CORTEX DURING AGING ON THE EXAMPLE OF INFERIOR SEMILUNAR LOBULE. *Medical News of North Caucasus*. 2020;15(4):559-563. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2020.15132> (In Russ.)

ПНС – периферическая нервная система
ЦНС – центральная нервная система

GFAP – глияльный фибриллярный кислый белок
NSE – нейроспецифическая енолаза

В связи с повышением качества медицинской помощи в настоящее время наблюдается рост численности людей в пожилом и старческом возрасте [1–3]. Изучение параметров

структур их мозга, функционирования и взаимодействия актуально в новейшей нейробиологии [4]. Среди множества факторов, приводящих к ухудшению качества жизни в старческом возрас-

те, выделяется проблема нарушений координации и походки. В связи с этим в центре внимания исследователей на протяжении многих лет находится мозжечок, функцией которого является, в том числе, обеспечение координации при выполнении двигательных и локомоторных действий. Обладая большим количеством связей с другими частями мозга, относящимися к экстрапирамидной системе, мозжечок по праву считается органом координации [5–9].

Системоподдерживающей структурой ткани мозга являются астроциты, которые обеспечивают иммунную реакцию нервной ткани, способны поддерживать хроническое воспаление, играют решающую роль в формировании гематоэнцефалического барьера и стимулируют процесс нейродегенерации за счет экспрессии цитокинов, факторов роста и хемокинов [10–12]. Астроциты взаимодействуют с нейронами на разных морфофункциональных уровнях: от образования и «перекачки» нейромедиаторов до энергетического обмена и защиты от агрессивных факторов окислительного стресса. Прямая связь функционального состояния нейронов с их постоянной поддержкой астроцитами наделяет последние особыми нейротекторными свойствами [12–14].

В научной литературе достаточно информации об анатомических характеристиках и структурной организации мозжечка при различной патологии [15–17]. Однако знания о возрастных характеристиках мозжечка скудны и неполны. Поскольку нижняя полулунная доля является одной из весомых частей мозжечка, осуществляющей контроль за координацией движений, очевидна необходимость изучения ее цитоархитектоники в возрастном сравнительном аспекте.

Цель исследования: установить возрастные морфологические особенности нижней полулунной доли мозжечка человека в старческом возрасте в сравнении с молодым возрастом.

Материал и методы. Проанализированы результаты секционного исследования 55 трупов мужчин и 58 трупов женщин, проведенного в танатологическом отделении Пермского краевого бюро судебной медицины с 2018 по 2019 год. Этический комитет Пермского государственного медицинского университета дал разрешение на выполнение исследования.

Комплексное морфологическое исследование проводилось с использованием гистологических, иммуногистохимических и микрометрических методов. Объекты исследования были разделены на группы в зависимости от возраста с учётом возрастной классификации ВОЗ [18]. I группа включала 31 мужчину и 31 женщину молодого возраста (24–35 лет), II группа – 24 мужчины и 27 женщин старческого возраста (75–88 лет). Для формирования выборки разработали критерии включения для умерших: исключение документированных данных о патологии центральной и периферической нервной систем; возрастная категория – молодой или старческий возраст, смерть от травмы, но без механических повреждений головы, исключение алкогольной/наркотической зависимости, прерогатива правой руки, наступление смерти не более 24–36 часов до исследования, при взятии материала исключение макроскопических признаков поражений мозжечка.

Выборку составили умершие со значением черепного индекса 75,0–79,9.

В области нижней полулунной доли в обоих полушариях мозжечка выполняли забор аутопсий-

ного материала, фиксировали в течение суток в забуференном по Лилли 10 % растворе формалина, промывали, обезвоживали, осуществляли заливку в парафин. Процедура завершалась выполнением гистологических срезов на микротоме толщиной 4–6 мкм (Leica RM 2125 RTS, Германия). Срезы окрашивали гематоксилином и эозином, методом Ниссля (по Снесареву), по Ван Гизону, по Шпильмайеру.

При иммуногистохимическом исследовании использовали панель антител к фибриллярному глиальному белку (GFAP) для выявления процессов астроглиоза, а также панель антител к нейроспецифической енолазе (NSE) для оценки активности клетки. Исследования проводили по стандартным протоколам с использованием концентрированных первичных моноклональных мышиных антител к белкам GFAP и NSE, клон 4C4,9 (Lab. Vision, США) в разведении 1:100; система визуализации KP50L (Diagnostic BioSystems, США). После фиксации формалином депарафинизированные срезы нагревали в 0,01 цитратном буфере (pH=6,0), погружали в трис-буфер (pH=7,5), обрабатывали раствором 0,3 % перекиси водорода, инкубировали с первичными антителами, используя растворитель (Primary Antibody Diluent, Diagnostic BioSystems, США) и применяя положительные контроли производителя. Срезы промывали трёхкратно и подвергали воздействию вторичных биотинилированных антител (Diagnostic BioSystems, США). Вновь промывали и обрабатывали стрептавидином, конъюгированным с пероксидазой. Окрашивали DAB + (3,3'-диаминобензидин, Diagnostic BioSystems, США). Промывали и окрашивали гематоксилином Майера. Срезы погружали в канадский бальзам, изучали при различном увеличении, идентифицируя антиген-позитивные клетки по появлению коричневой окраски.

Гистологические образцы подвергали морфометрическому анализу, используя BioVision, версия 4.0 (Австрия) и цифровую камеру CAM V200 (Vision, Австрия). Определяли толщину молекулярного и зернистого слоев в нижней полулунной доле полушарий мозжечка.

Для статистического анализа использовали программный комплекс STATISTICA V.6.0 (StatSoft, США), расчеты представляли в виде среднего арифметического (M), относительной ошибки (m), максимальных и минимальных значений, коэффициента вариации, медианы. Оценивали достоверность средних значений с помощью критерия Стьюдента (t). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез считали равным 0,05. Проверительный интервал $p < 0,01$ указывал на различия между относительными частотами значений признака.

Результаты и обсуждение. На рисунке 1 представлена морфологическая картина коры мозжечка в нижней полулунной доле в старческом возрасте. Молекулярный слой коры мозжечка у мужчин молодого возраста в правом полушарии составлял $417,7 \pm 15,3$ мкм, в левом полушарии – $415,8 \pm 16,1$ мкм. К старческому возрасту отмечено его истощение: толщина молекулярного слоя коры в правом полушарии мозжечка уменьшалась до $258,2 \pm 9,6$ мкм, в левом – до $238,6 \pm 6,8$ мкм. Аналогичная картина обнаружена у женщин. В правом полушарии толщина молекулярного слоя была равна $416,7 \pm 13,5$ мкм, в левом – $413,9 \pm 13,2$ мкм. К старческому возрасту эти параметры снижались до $300,1 \pm 13,4$ мкм в правом полушарии и до $297,7 \pm 12,4$ мкм – в левом. Статистически достоверные различия указывают на наличие

нейродегенеративных изменений в молекулярном слое коры в периоде от молодого к старческому возрасту ($p < 0,001$).

Толщина зернистого слоя коры мозжечка в нижней полулунной дольке у мужчин молодого возраста достигала $258,2 \pm 9,6$ мкм в правом полушарии и $256,9 \pm 9,5$ мкм – в левом. К старческому возрасту зернистый слой становится тоньше, составляя $240,7 \pm 7,8$ мкм в правом полушарии и $238,6 \pm 6,8$ мкм – в левом полушарии мозжечка. У женщин в правом и левом полушариях мозжечка в молодом возрасте толщина зернистого слоя коры составляет $257,8 \pm 9,3$ мкм и $255,9 \pm 10,2$ мкм соответственно. К старческому возрасту она уменьшается до $240,1 \pm 6,9$ мкм в правом полушарии и до $238,7 \pm 7,5$ мкм в левом. При сравнении параметров толщины зернистого слоя коры не выявлено статистически достоверных возрастных различий по этому признаку, однако в целом наблюдается тенденция к снижению показателей к старческому возрасту ($p > 0,005$) (табл.).

Таблица

Толщина слоёв коры в полушариях мозжечка у мужчин и женщин в молодом (М) и старческом (С) возрастах (n=113)

Пол	Полушарие	Слой	М	С	t
Мужчины (n=55)	правое	молекулярный	$417,7 \pm 15,3$	$301,7 \pm 12,9$	5,78
		зернистый	$258,2 \pm 9,6$	$240,7 \pm 7,8$	1,41
	левое	молекулярный	$415,8 \pm 16,1$	$298,0 \pm 13,0$	5,69
		зернистый	$256,9 \pm 9,5$	$238,6 \pm 6,8$	1,56
Женщины (n=58)	правое	молекулярный	$416,7 \pm 13,5$	$300,1 \pm 13,4$	6,12
		зернистый	$257,8 \pm 9,3$	$240,1 \pm 6,9$	1,52
	левое	молекулярный	$413,9 \pm 13,2$	$297,7 \pm 12,4$	6,40
		зернистый	$255,9 \pm 10,2$	$238,7 \pm 7,5$	1,35

При сравнении установленных в правом и левом полушариях мозжечка параметров статистически значимых различий не обнаружено ($p > 0,05$). Вместе с тем наблюдается тенденция к преобладанию этих параметров в правом полушарии.

Результаты иммуногистохимических исследований у лиц молодого возраста показали наличие экспрессии GFAP в небольшом количестве тел астроцитов и их отростках в обоих слоях мозжечка. В молекулярном слое визуализировались только отростки радиальных астроцитов. В старческом возрасте выраженное разрастание GFAP-позитивной астроглии выявлено как в зернистом, так и в молекулярном слое коры (рис. 1). Эта картина согласуется с данными литературы о возрастном реактивном астроглиозе, наблюдаемом при дегенеративных процессах [11, 12, 17, 19].

Иммуногистохимическое исследование коры мозжечка в молодом возрасте с использованием NSE показало, что подавляющее большинство клеток Пуркинье, иммунопозитивных к NSE, имеют четкие границы и контрастное ядрышко, тогда как в старческом возрасте тела этих клеток, как правило, практически не визуализируются из-за отсутствия экспрессии NSE (рис. 2).

Рис. 1. Фрагмент коры мозжечка мужчины 74 лет, разрастание GFAP-позитивной астроглии в обоих слоях коры. Ув. $\times 120$

Рис. 2. Фрагмент коры мозжечка мужчины 73 лет, иммунонегативные к NSE тела клеток Пуркинье. Ув. $\times 100$

Разрастание астроцитов с увеличением возраста свидетельствует о наличии инволютивных процессов в мозжечке, приводящих к гибели нейронов и активации компенсаторных ресурсов нервной ткани. Ранее было установлено, что астроглия не только участвует в нейропротекторных процессах и запуске компенсаторного нейрогенеза, но и активирует процессы апоптоза в уже поврежденных нейронах, выполняя роль «зачистки от слабаков» [12, 13, 20].

NSE – белок из группы гликолитических ферментов, обнаружен в нейронах и нейроэндокринных тканях, играет двойную роль: участвует в стимуляции процессов нейровоспаления и в обеспечении нейропротекции при различных повреждениях. В этом случае NSE может проявлять нейротрофическую функцию, поскольку контролирует выживание нейронов, дифференцировку и регенерацию нейритов посредством активации различных нейропротекторных пептидов. Снижение количества тел Пуркинье, экспрессирующих NSE в старческом возрасте, может частично объяснить тот факт, что люди этого возраста чаще склонны к хронизации и обострению симптомов воспалительных процессов и повреждению нервной ткани мозга, развитию нейродегенерации, приводящей к необратимому повреждению цитоархитектоники и являющейся пусковым моментом возникновения системных функциональных изменений [21–23].

Полученная морфологическая картина может служить эквивалентом возрастной анатомической норм-

мы коры мозжечка человека в молодом и старческом возрасте, позволит по-новому взглянуть на морфологические проявления нейродегенерации. Данные дают возможность клиницистам конструктивно оценить проблему адаптации и социализации людей старческого возраста и профилактики возраст-ассоциированной патологии.

Заключение. Таким образом, сравнительный анализ толщины слоев коры мозжечка выявил ее статистически достоверное уменьшение в молекулярном слое в старческом возрасте в сравнении с молодым возрастом. При этом статистически достоверного различия в исследуемых возрастных группах

при сравнении толщины зернистого слоя не выявлено. Полученные данные о динамике параметров толщины слоев коры мозжечка имеют некоторое сходство с результатами исследований других ученых и объясняются разным филогенетическим развитием на этапах постнатального онтогенеза [24, 25]. Следует отметить тенденцию к преобладанию параметров толщины слоев в правом полушарии мозжечка, что можно объяснить более сложными двигательными функциями правых верхней и нижней конечностей у лиц, имеющих прерогативу правой руки [5, 8, 26].

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература/References

1. Анисимов В. Н. Горячие точки современной геронтологии. *Природа*. 2007;2:52-60. [Anisimov V. N. Hot spots of modern gerontology. *Priroda. – Nature*. 2007;2:52-60. (In Russ.).]
2. Иржанова А. А., Супрун Н. Г. Проблемы социальной адаптации пожилых людей в посттрудовой период. *Гуманитарные научные исследования*. 2015;12(52):219-222. [Irzhanova A. A., Suprun N. G. The problem of social adaptation of elderly people in postremoval period. *Gumanitarnye nauchnye issledovaniya. – Humanitarian research*. 2015;12(52):219-222. (In Russ.).]
3. Миронова Л. И. Технология социальной адаптации граждан пожилого возраста в посттрудовом периоде. *Студенческий электронный журнал СтРИЖ*. 2019;4-2(27):96-98. [Mironova L. I. Technology of social adaptation of senior citizens in postlabor period. *Studenteskiy elektronny zhurnal StRIZh. – Student electronic journal StRIG*. 2019;4-2(27):96-98. (In Russ.).] <https://doi.org/10.22138/2500-0918-2017-14-1-27-34>
4. Ефимова О. И., Балабан П. М., Хайтович Ф. Е. Новые подходы к молекулярному картированию мозга: трехмерная циклическая иммуногистохимия и оптическое просвещение. *Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова*. 2018;68(6):747-758. [Efimova O. I., Balaban P. M., Khaitovich F. E. New approaches to molecular imaging of the brain: 3D cyclic immunohistochemistry and optical clearing. *Zhurnal vysshey nervnoy deyatel'nosti im. I. P. Pavlova. – Neuroscience and Behavioral Physiology*. 2018;68(6):747-758. (In Russ.).] <https://doi.org/10.1134/S0044467718060059>
5. Гудков А. Б., Дёмин А. В. Особенности постурального баланса у мужчин пожилого и старческого возраста с синдромом страха падения. *Успехи геронтологии*. 2012;25(1):166-170. [Gudkov A. B., Dyomin A. V. Features of postural balance in elderly and senile men with fear of falling syndrome. *Uspekhi gerontologii. – Advances in gerontology*. 2012;25(1):166-170. (In Russ.).]
6. Дёмин А. В., Мороз Т. П., Грибанов А. В., Торшин В. И. Характеристика постурально-моторного контроля у женщин пожилого возраста с синдромом падений. *Экология человека*. 2016;5:30-35. [Dyomin A. V., Moroz T. P., Gribanov A. V., Torshin V. I. Postural-motor control characteristics in older female fallers. *Ekologiya cheloveka. – Human ecology*. 2016;5:30-35. (In Russ.).]
7. Gazibara T., Kurtagic I., Kisic-Tepavcevic D., Nurkovic S., Kovacevic N. [et al.]. Falls, risk factors and fear of falling among persons older than 65 years of age. *Psychogeriatrics*. 2017;17(4):215-223. <https://doi.org/10.1111/psyg.12217>
8. Pelzer E. A., Melzer C., Timmermann L., von Cramon D. Y., Tittgemeyer M. Basal ganglia and cerebellar interconnectivity within the human thalamus. *Brain Structure and Function*. 2017;222(1):381-392. <https://doi.org/10.1007/s00429-016-1223-z>
9. Voogd J., Koehler P. J. Historic notes on anatomic, physiologic, and clinical research on the cerebellum. *Handbook of Clinical Neurology*. 2018;154:3-26. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63956-1.00001-1>
10. Горбачёва Л. Р., Помыткин И. А., Сурина А. М., Абрамов Е. А., Пинеллис В. Г. Астроциты и их роль в патологии центральной нервной системы. *Российский педиатрический журнал*. 2018;21(1):46-53. [Gorbachyova L. R., Pomytkin I. A., Surina A. M., Abramov E. A., Pine-lis V. G. Astrocytes and their role in Central nervous system pathology. *Rossyskiy pediatricheskiy zhurnal. – Russian journal of Pediatrics*. 2018;21(1):46-53. (In Russ.).]
11. Гомазков О. А. Астроциты как посредники интеграционных процессов в мозге. *Успехи современной биологии*. 2018;138(4):373-382. [Gomazkov O. A. Astrocytes as Mediators of Integration Processes in the Brain. *Uspekhi sovremennoy biologii. – Biology Bulletin Reviews*. 2018;138(4):373-382. (In Russ.).]
12. Liu B., Teschemacher A. G., Kasparov S. Neuroprotective Potential of Astroglia. *J. Neurosci. Res*. 2017;95(11):2126-2139. <https://doi.org/10.1002/jnr.24140>
13. Bélanger M., Magistretti P. J. The role of astroglia in neuroprotection. *Dialogues in Clinical Neuroscience*. 2009;11(3):281-295.
14. Kim R., Healey K. L., Sepulveda-Orengo M. T., Reissner K. J. Astroglial correlates of neuropsychiatric disease: From astrocytopathy to astrogliosis. *Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry*. 2018;87(Pt A):126-146. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2017.10.002>
15. Батыров М. А. К диагностике геморрагических инсультов мозжечка. *Современная медицина: актуальные вопросы*. 2016;54-55:45-54. [Batyrov M. A. Diagnosis of cerebellar hemorrhage. *Sovremennaya meditsina: aktualnye voprosy. – Modern medicine: current issues*. 2016;54-55:45-54. (In Russ.).]
16. Koeppen A. H. The neuropathology of the adult cerebellum. *Handbook of Clinical Neurology*. 2018;154:129-149. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63956-1.00008-4>
17. Stoodley C. J. The Cerebellum and Neurodevelopmental Disorders. *Cerebellum*. 2016;15(1):34-37. <https://doi.org/10.1007/s12311-015-0715-3>
18. Dyussenbayev A. Age periods of human life. *Adv. Soc. Sci. Res. J*. 2017;4(6). <https://doi.org/10.14738/assrj.46.2924>
19. Singh S., Joshi N. Astrocytes: inexplicable cells in neurodegeneration. *Internat. J. Neurosci*. 2017;127(3):204-209. <https://doi.org/10.3109/00207454.2016.1173692>
20. Румянцева Т. А., Пожилов Д. А., Варенцов В. Е., Москаленко А. В. Возрастные особенности экспрессии GFAP и DCX в обонятельных луковицах и ростральном миграционном потоке у крыс. *Журнал анатомии и гистопатологии*. 2018;7(2):69-75. [Rumyantseva T. A., Pozhilov D. A., Varentsov V. E., Moskalenko A. V. Age-Related Features of GFAP and DCX Expression in Rats' Olfactory Bulbs and Rostral Migratory Stream. *Zhurnal anatomii i gistopatologii. – Journal of Anatomy and Histopathology*. 2018;7(2):69-75. (In Russ.).] <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2018-7-2-69-75>
21. Зенков Н. К., Шеньшикова Е. Б., Шкурупий В. А. Старе-ние и воспаление. *Успехи современной биологии*. 2010;130(1):20-37. [Zenkov N. K., Menshchikova E. B., Shkurupii V. A. Aging and Inflammation. *Uspekhi sovremennoy biologii. – Biology Bulletin Reviews*. 2010;130(1):20-37. (In Russ.).]
22. Мякотных В. С., Остапчук Е. С. Церебральный инсульт в пожилом и старческом возрасте. *Вестник Уральской медицинской академической науки*. 2017;14(1):27-34. [Myakotnykh V. S., Ostapchuk E. S. Cerebral stroke in elderly and senile age. *Vestnik Ural'skoi meditsinskoi akademicheskoi nauki. – Bulletin of the Ural Medical Academic Science*. 2017;14(1):27-34. (In Russ.).] <https://doi.org/10.22138/2500-0918-2017-14-1-27-34>
23. Haque A., Polcyn R., Matzelle D., Banik N. L. New Insights into the Role of Neuron-Specific Enolase in Neuro-Inflammation, Neurodegeneration, and Neuroprotection. *Brain Sciences*. 2018;8(2):33. <https://doi.org/10.3390/brainsci8020033>
24. Цехмистренко Т. А. Возрастные изменения толщины слоев коры мозжечка человека в постнатальном онтогенезе. *Естественные и технические науки*. 2017;1(103):10-13. [Cekhmistrenko T. A. Age-related

- changes in the thickness of the layers of the human cerebellar cortex in postnatal ontogenesis. *Estestvennye i tekhnicheskiye nauki*. – *Natural and Technical Sciences*. 2017;1(103):10-13. (In Russ.).
25. Шиян Д. Н. Морфологические особенности исследования ядер и проводящих путей мозжечка. *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник української медичної стоматологічної академії*. 2016;16(2,54):254-257. [Shiyan D. N. Morfologicheskiye osobennosti issledovaniya yader i provodyashchikh putey mozzhechka. *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник української медичної стоматологічної академії*. 2016;16(2,54):254-257. (In Russ.).]
26. Gao Z., Davis C., Thomas A. M., Economo M. N., Abrego A. M. [et al.]. A cortico-cerebellar loop for motor planning. *Nature*. 2018;563(7729):113-116. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0633-x>

Сведения об авторах:

Баландин Анатолий Александрович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной, топографической и клинической анатомии, оперативной хирургии; e-mail: balandinnauka@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3152-8380>

Железнов Лев Михайлович, доктор медицинских наук, профессор, ректор, профессор кафедры анатомии человека; e-mail: lzm-a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8195-0996>

Баландина Ирина Анатольевна, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой нормальной, топографической и клинической анатомии, оперативной хирургии; тел.: 89124993580; e-mail: balandina_ia@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4856-9066>

Баландин Владимир Александрович, методист; e-mail: balandin.ru@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5142-7117>

Кобаидзе Екатерина Глахоевна, доктор медицинских наук, доцент; e-mail: eka7i@yahoo.com; <https://orcid.org/0000-0001-5042-1549>

© Коллектив авторов, 2020
УДК 612.064/616-092.12/663.252.61/678.746.47
DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2020.15133>
ISSN – 2073-8137

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ АБДОМИНАЛЬНОГО ОЖИРЕНИЯ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ МЕТАБОЛИЧЕСКОМ СИНДРОМЕ

А. В. Кубышкин¹, Ю. И. Шрамко¹, Е. Ю. Зяблицкая¹, В. И. Петренко¹,
Н. А. Иващенко¹, К. О. Таримов¹, И. В. Черноусова², Ю. А. Огай²

¹ Медицинская академия им. С. И. Георгиевского Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского, Симферополь, Российская Федерация

² Всероссийский научно-исследовательский институт виноделия «Магарах» РАН, Ялта, Российская Федерация

USE OF NATURAL PRODUCTS FOR CORRECTION OF ABDOMINAL OBESITY IN EXPERIMENTAL METABOLIC SYNDROME

Kubyshekin A. V.¹, Shramko Yu. I.¹, Zyablitskaya E. Yu.¹, Petrenko V. I.¹,
Ivaschenko N. A.¹, Tarimov C. O.¹, Chernousova I. V.², Ogay Yu. A.²

¹ Medical Academy named after S. I. Georgyevsky of V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation

² All-Russian National Scientific Research Institute of Viniculture and Winemaking «Magarach», Yalta, Russian Federation

Экспериментальное исследование проведено на 30 белых крысах-самцах с использованием фруктозной модели метаболического синдрома (МС). В течение 12 недель животные из экспериментальной группы (n=10) получали дополнительно к питанию полифенольный препарат (ПППВ) «Фэнокор». Установлено, что размеры адипоцитов абдоминальной жировой клетчатки у животных с метаболическим синдромом (МС) превосходили таковые у контрольной группы в 2,1 раза (p<0,05). Кривая распределения размеров адипоцитов при МС отличалась значительной вариативностью и сдвигом в сторону общего увеличения размеров. Коррекция МС препаратом «Фэнокор» привела к снижению размеров жировых клеток в 2,5 раза (p<0,05) по сравнению с группой с МС без коррекции; вариация стала умеренной, а размеры большинства клеток – ниже средних в контрольной группе. Достоверное уменьшение размеров адипоцитов, вызванное полифенольным продуктом переработки винограда (ПППВ) «Фэнокор», открывает перспективы клинических исследований полифенолов винограда для использования в программах профилактики ожирения.

Ключевые слова: полифенольные продукты переработки винограда, метаболический синдром, абдоминальное ожирение