

DOI: 10.18499/2225-7357-2021-10-3-9-14

УДК 611.813.12

ОЗ.03.04 – клеточная биология, цитология, гистология

© П. А. Агапов, И. Н. Боголепова, 2021



## Цитоархитектоника коры верхней теменной области мозга выдающегося русского ученого-физиолога

П. А. Агапов, И. Н. Боголепова\*

ФГБНУ «Научный центр неврологии», г. Москва, Россия

**Целью** исследования явилось выявление возможных цитоархитектонических особенностей строения коры верхней теменной области мозга выдающегося и талантливого ученого-физиолога.

**Материал и методы.** Исследование коры поля 7 верхней теменной области мозга ученого-физиолога и мужчин контрольной группы старческого возраста (8 полушарий мозга) проведено на сериях фронтальных срезов мозга толщиной 20 мкм, окрашенных кризидом фиолетовым по методу Ниссля. В коре поля 7 верхней теменной области левого и правого полушарий мозга измерены толщина коры, толщина цитоархитектонического слоя III, площадь профильного поля пирамидных нейронов в слоях III и V, плотность нейронов; нейронов, окруженных сателлитной глией и плотности сателлитной глиии в слоях III и V.

**Результаты.** Нами выявлен ряд особенностей цитоархитектонического строения коры поля 7 мозга ученого-физиолога, которые возможно коррелируют с его выдающимися умственными способностями. Для мозга ученого-физиолога характерна большая толщина коры и толщины ассоциативного слоя III, размера нейронов и плотности сателлитной глиии по сравнению с мужчинами контрольной группы старческого возраста. Выявлено большее значение площади профильного поля нейронов по сравнению с корой головного мозга мужчин старческого возраста контрольной группы. Выявлено большее значение плотности нейронов и сателлитной глиии в коре верхней теменной области мозга ученого-физиолога, а также отмечалась меньшая выраженность возрастных изменений в коре мозга ученого-физиолога по сравнению с контрольной группой мужчин.

**Заключение.** Для строения коры поля 7 верхней теменной области головного мозга ученого-физиолога характерно большее значение толщины коры и толщины ассоциативного слоя III, размера нейронов и плотности сателлитной глиии по сравнению с мужчинами контрольной группы старческого возраста. Выявленные особенности цитоархитектонического строения коры мозга ученого-физиолога отличаются от структуры аналогичного отдела коры мозга контрольной группы мужчин и возможно, связаны с особенностями когнитивной деятельности выдающегося ученого.

**Ключевые слова:** головной мозг, когнитивные способности, кора головного мозга, нейроны, нейроглия, цитоархитектоническое поле 7

### Cytoarchitectonics of the Superior Parietal Cortex of an Outstanding Russian Scientist-Physiologist

© P. A. Agapov, I. N. Bogolepova\*, 2021

Research Center of Neurology, Moscow, Russia

**The aim** of the study is to identify possible cytoarchitectonic features of the structure of the cortex in the superior parietal region of an outstanding and talented scientist-physiologist.

**Material and methods.** The cortex (area 7) of the superior parietal region of a scientist-physiologist and men of the senile age in the control group (8 hemispheres) was studied on the series of frontal brain slices, 20  $\mu$  thick, stained with cresyl purple according to Nissl method. The cortex area thickness, the thickness of the cytoarchitectonics layer III, the area of profile field of pyramidal neurons in layers III and V, the density of neurons surrounded by satellite glia and satellite glia density in layers III and V were measured in the cortex (area 7) of the superior parietal region in the left and right hemispheres of the brain.

**Results.** We have identified several features of the cytoarchitectonics structure of the cortex (area 7) in the brain of the scientist-physiologist that may correlate with his outstanding scientific abilities. The cortex of a scientist-physiologist is characterized by a large thickness of the studied cortex and its cytoarchitectonic layers III and V, and a greater value of the area of the profile field of neurons if compared with the cortex in men of the senile age from the control group. A higher value of the neuron density and satellite glia in the cortex of the superior parietal region of the scientist-physiologist was revealed. There was also a lower severity of age-related changes in the cortex of the scientist-physiologist compared with the control group of men.

**Conclusion.** The structure of the cortex (area 7) of the superior parietal region of the scientist-physiologist is characterized by a greater parameter of the cortical thickness and the thickness of the associative layer III, the size of neurons and the density of satellite glia if compared with those in men of the senile age of the control group. These features distinguish the structure of his cortex from the similar cortex of the control group of men and may be related to the features of the cognitive activity of the outstanding scientist-physiologist.

**Key words:** brain, talent, cortex, neurons, glia, area 7

**\*Автор для переписки:**

Боголепова Ирина Николаевна  
Научный центр неврологии, пер. Обуха, 5, Москва,  
105064, Российская Федерация

**\*Corresponding author:**

Irina Bogolepova  
Research Center of Neurology, per. Obukha, 5, Moscow,  
105064, Russian Federation

E-mail: bogolepovaira@gmail.com

**Введение**

Уже много лет исследователи изучают цитоархитектонические особенности строения мозга одаренных людей разных областей науки и творчества. На сегодняшний день в литературе можно найти несколько работ, описывающих особенности строения структур мозга одаренных, выдающихся и талантливых людей в сравнении с мозгом обычных людей [14]. В этих работах описаны некоторые особенности строения структур мозга, которые с точки зрения учения о локализации функций в мозге человека считаются связанными с определенным видом деятельности.

Например, в работе, посвященной изучению строения коры головного мозга одаренного переводчика Э. Кребса, знавшего более 60 языков, были обнаружены особенности строения коры полей 44 и 45 речедвигательной зоны Брока [3]. При изучении мозга знаменитого физика А. Эйнштейна [6, 15] найдены морфофункциональные особенности глиальных клеток и нейроглиального индекса коры поля 39, ассоциированного с математическими способностями. Однако, ответа на вопрос, что является морфологической основой одаренности до сих пор не получено и исследования продолжаются.

В последние годы широкое распространение в области изучения аспектов одаренности мозга человека получили методы магнитно-резонансной томографии, позволяющие при жизни исследовать особенности строения и работы мозга [12]. Методами магнитно-резонансной томографии показаны особенности активации структур мозга человека во время творческого процесса людей различных профессий [8, 9, 11].

Целью нашего исследования стало выявление возможных цитоархитектонических особенностей строения коры верхней теменной области мозга выдающегося и талантливого ученого-физиолога.

Кора верхней теменной области находится на стыке лобных и затылочных структур мозга человека и принимает важное участие в интегративной деятельности мозга посредством влияния на сеть корковых и подкорковых структур, участвующих в анализе когнитивной информации. Она участвует в визуальном контроле движений, поддержании и переключении внимания, играет важную роль в процессах, связанных с поиском событий в эпизодической памяти [13], кроме того кора

верхней теменной области входит в состав структур, относящихся к так называемым «горячим точкам» во время фоновой работы мозга [7, 10].

**Материал и методы исследования**

Цитоархитектоническое исследование строения коры поля 7 верхней теменной области мозга ученого-физиолога и мужчин контрольной группы аналогичного возраста проведено на сериях фронтальных срезов мозга толщиной 20 мкм, окрашенных крезолом фиолетовым по методу Ниссля, взятых из коллекции лаборатории анатомии и архитектоники мозга ФГБНУ «Научного центра неврологии». Исследовано 2 полушария мозга ученого-физиолога и 8 полушарий мозга мужчин контрольной группы старческого возраста, умерших от соматической патологии или несчастного случая и не страдавших при жизни психическими и неврологическими заболеваниями. Фамилию известного ученого-физиолога мы не приводим по этическим соображениям. Исследование одобрено этическим комитетом ФГБНУ «Научный центр неврологии» (протокол №9-8/20 от 25.11.2020 г.).

В коре поля 7 верхней теменной области левого и правого полушарий мозга изучены следующие морфометрические показатели: толщина коры, толщина цитоархитектонического слоя III, площадь профильного поля пирамидных нейронов в цитоархитектонических слоях III и V, плотность нейронов; нейронов, окруженных сателлитной глией; сателлитной глиии в слоях III и V. Подсчет изучаемых показателей коры поля 7 проводили на участках коры с выраженной радиарной исчерченностью, расположенных на вершине извилин медиальной поверхности полушарий мозга. Толщина коры и толщина ассоциативного слоя III измерялась с помощью стереомикроскопа МБС-9, оборудованного цифровой камерой-окуляром DCM 130, в программе ScopePhoto (n=30 в каждом полушарии мозга). Площадь профильного поля пирамидных нейронов слоя III измерялась в идентичных местах левых и правых полушарий на комплексе электронно-оптического анализа изображений «ДиаМорф» (Россия) об. 100, ок. 10. Измеряли только те нейроны, у которых четко визуализировались ядро и ядрышко (n=100–130). Плотность нейронов и нейроглии рассчитывали на 0.001 мм<sup>3</sup>. Сателлитными глиоцитами считали те глиальные клетки, которые располагались на расстоянии диаметра своего ядра от нейронов. Подсчитывали нейроны и глиоциты с четкими контурами.

Статистическая обработка данных выполнена методами непараметрической статистики в программе Statistica 12. Значимость различий изученных характеристик определялась с использованием U-критерия

Манна–Уитни при уровне значимости  $p \leq 0.05$ . Для удобства представления данные приведены средние значения и стандартная ошибка среднего.

### Результаты и их обсуждение

В результате наших исследований мы выявили, что толщина коры поля 7 мозга известного ученого-физиолога значительно ( $p=0.000$  в левом и правом полушарии) превосходила толщину аналогичной коры мозга мужчин старческого возраста контрольной группы и равнялась в левом полушарии  $2.6 \pm 0.034$  мм, в правом полушарии –  $3.05 \pm 0.027$  мм. В группе мужчин старческого возраста толщина коры поля 7 составляла  $2.40 \pm 0.024$  мм и  $2.40 \pm 0.026$  мм соответственно. Толщина цитоархитектонического слоя III была статистически достоверно (слева  $p=0.009$ , справа  $p=0.000$ ) больше по сравнению с контрольной группой и составляла в левом полушарии  $0.844 \pm 0.015$  мм, в правом полушарии –  $0.968 \pm 0.014$  мм, а в контрольной группе –  $0.814 \pm 0.018$  мм и  $0.830 \pm 0.016$  мм соответственно (рис. 1).

В целом, для коры поля 7 головного мозга выдающегося русского ученого-физиолога было характерно большее значение изученных морфометрических показателей по сравнению с контрольной группой мужчин старческого возраста. Наибольшее различие изученных характеристик отмечалось в значении профильного поля пирамидных нейронов, плотности пирамидных нейронов и плотности сателлитной глии (рис. 2).

Площадь профильного поля пирамидных нейронов также была значительно больше ( $p=0.000$  в слоях III и V левого и правого полушария), как в цитоархитектоническом слое III, так и в слое V по сравнению с контрольной группой мужчин старческого возраста и составляла в слое III –  $291.8 \pm 9.37$  мкм<sup>2</sup> в левом полушарии,  $313.0 \pm 13.51$  мкм<sup>2</sup> – в правом полушарии; в слое V –  $232.7 \pm 6.23$  мкм<sup>2</sup> и  $260.4 \pm 6.39$  мкм<sup>2</sup> в левом и правом полушариях соответственно. У мужчин старческого возраста значение данного показателя в слое III равнялось  $186.9 \pm 2.93$  мкм<sup>2</sup> в левом полушарии и  $183.2 \pm 2.82$  мкм<sup>2</sup> – в правом полушарии; а в слое V –  $168.9 \pm 1.90$  мкм<sup>2</sup> и  $168.1 \pm 1.99$  мкм<sup>2</sup> в левом и правом полушариях соответственно.

Плотность пирамидных нейронов в слое III коры поля 7 головного мозга ученого-физиолога была статистически значимо больше в левом ( $p=0.008$ ) и правом ( $p=0.000$ ) полушариях по сравнению с мужчинами старческого возраста и равнялась соответственно  $24.4 \pm 0.99$  и  $25.3 \pm 0.91$ , а у мужчин контрольной группы –  $20.8 \pm 0.60$  и  $20.4 \pm 0.48$  соответственно. В слое V их плотность была также статистически достоверно ( $p=0.000$  слева и  $p=0.003$  справа) выше по сравнению с кон-

трольной группой и равнялась в левом полушарии  $27.6 \pm 0.87$ , а в правом полушарии –  $25.6 \pm 1.24$ . У мужчин старческого возраста плотность нейронов в  $0.001$  мм<sup>3</sup> вещества мозга составляла  $19.9 \pm 0.49$  и  $20.5 \pm 0.44$  клеток соответственно (рис. 3).

Плотность нейронов, окруженных сателлитной глией, в слое III коры поля 7 мозга ученого-физиолога, статистически не отличалась от группы мужчин старческого возраста в левом ( $p=0.178$ ) и правом ( $p=0.554$ ) полушариях, значения которой составляли у ученого-физиолога –  $9.2 \pm 0.62$  и  $11.2 \pm 0.82$  соответственно, а у мужчин старческой группы –  $10.3 \pm 0.44$  и  $10.2 \pm 0.39$  соответственно. В левом полушарии в слое V плотность нейронов, окруженных сателлитной глией, ( $p=0.192$ ) не отличалась от контрольной группы, равняясь  $10.4 \pm 0.69$  у ученого-физиолога и  $8.92 \pm 0.36$  – у мужчин старческого возраста. В правом полушарии ученого-физиолога данный показатель был достоверно ( $p=0.032$ ) больше и составлял  $12.1 \pm 0.71$ , а у мужчин старческой группы –  $9.94 \pm 0.33$  нейронов, окруженных сателлитной глией в  $0.001$  мм<sup>3</sup> вещества мозга.

Значение плотности сателлитной глии, так же как плотности нейронов, окруженных сателлитной глией, в слое III статистически не отличалось от того же показателя у мужчин старческого возраста в левом ( $p=0.261$ ) и правом ( $p=0.728$ ) полушариях, составляя  $10.8 \pm 0.80$  и  $12.9 \pm 1.06$  у физиолога и  $11.82 \pm 0.50$  и  $12.0 \pm 0.49$  у мужчин группы сравнения соответственно. В слое V коры поля 7 левого полушария мозга ученого-физиолога значение плотности сателлитной глии в  $0.001$  мм<sup>3</sup> вещества мозга равнялось  $10.9 \pm 0.83$ , правого полушария –  $13.6 \pm 0.86$ , у мужчин старческого возраста –  $10.54 \pm 0.46$  и  $11.81 \pm 0.44$  соответственно, что статистически не различалось ( $p=1.000$  и  $p=0.158$ ).

Сопоставив полученные нами данные с другими исследованиями аналогичной области, можно с уверенностью предположить о наличии определенных цитоархитектонических признаков строения мозга, коррелирующих с профессиональными навыками человека. Например, большая толщина цитоархитектонического слоя III коры и большая толщина самой коры поля 7, а также большее значение плотности пирамидных нейронов в слоях III и V могут свидетельствовать о более сложной организации нейронных модулей в исследованном поле коры мозга ученого-физиолога по сравнению с мозгом мужчин контрольной группы. Такое предположение определенно согласуется с исследованиями нейронных связей и цитоархитектонической организации коры мозга, в которых установлены некоторые закономерности [5, 9, 11]. К тому же, в современных исследованиях креативной деятельности и таланта в



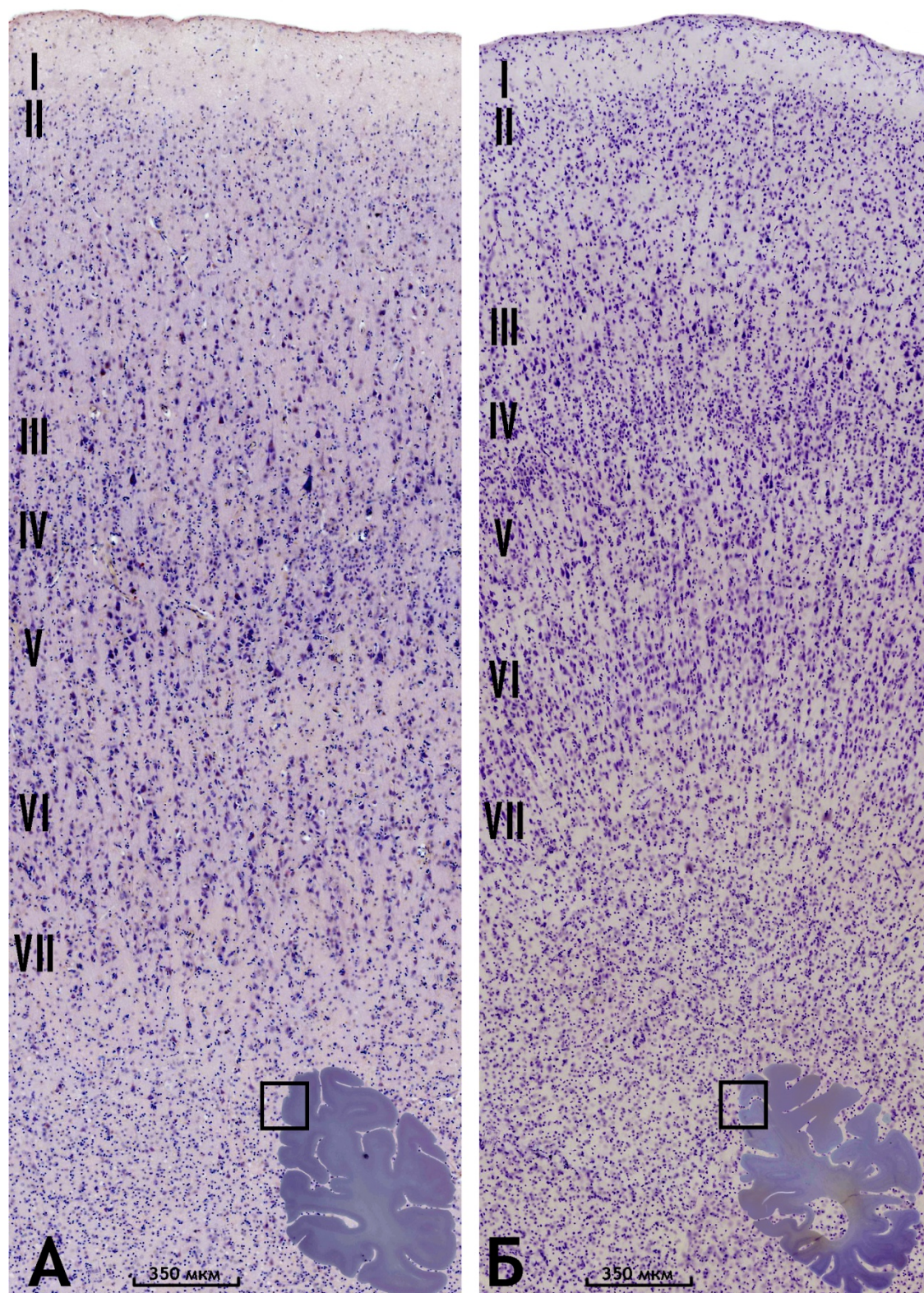


Рис. 1. Цитоархитектоника коры поля 7 верхней теменной области мозга ученого-физиолога (А) и мозга мужчины старческого возраста (Б). Окраска крезилем фиолетовым по методу Ниссля. Об. 4, ок. 10.

определенных областях знаний методами функциональной магнитно-резонансной томографии часто отмечаются различия в активации структур мозга у более успешных и менее успешных испытуемых [8].

Величина исследованных морфологических показателей имеет определенное значение – отчасти с таким утверждением можно

согласиться, поскольку, кроме большого значения ширины ассоциативного слоя III, толщины коры и плотности пирамидных нейронов, для коры поля 7 верхней теменной области мозга ученого-физиолога характерно большее значение площади профильного поля пирамидных нейронов в цитоархитектонических слоях III и V по сравнению с



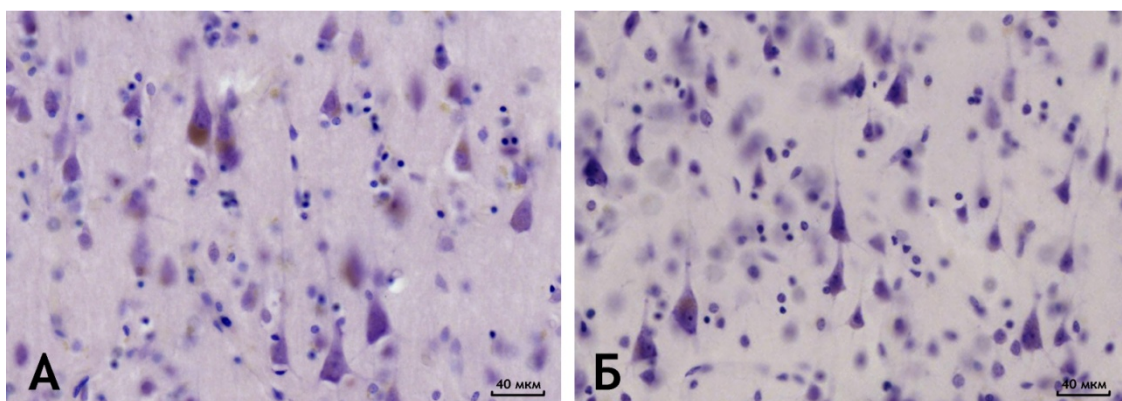


Рис. 2. Цитоархитектонический слой III<sup>3</sup> коры поля 7 верхней теменной области мозга ученого-физиолога (А) и мозга мужчины старческого возраста (Б). Окраска крезилем фиолетовым по методу Ниссля. Об. 20, ок. 10.

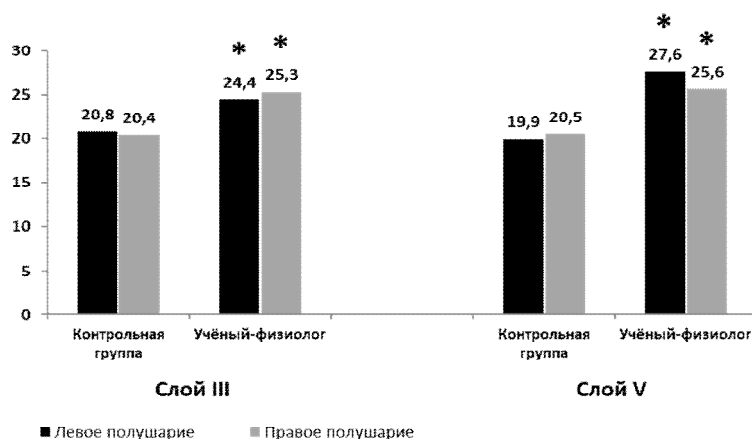


Рис. 3. Плотность пирамидных нейронов слоев III<sup>3</sup> и V коры поля 7 верхней теменной области головного мозга ученого-физиолога и мужчин контрольной группы старческого возраста в 0.001 мм³. \* – статистически значимые отличия при  $p \leq 0.05$ .

контрольной группой мужчин старческого возраста. Более высокое значение профильного поля пирамидных нейронов можно также отнести к морфологическим признакам одаренности, так как в литературе есть работы, описывающие корреляцию размера нейронов с количеством образуемых ими связей и длиной их отростков [5], что также может быть одним из подтверждений гипотезы об особенностях организации нейронных сетей мозга талантливых людей. Однако утверждение о значимости размера часто бывает неоправданным. Такое утверждение не справедливо в отношении массы мозга человека. Вес мозга талантливых людей сильно варьирует, как и вес мозга обычных людей. Так вес мозга русского писателя И.С. Тургенева составлял 2012 г, а вес мозга французского писателя А. Франса – всего 1017 г, что ниже среднего значения веса мозга человека, равняющегося в среднем 1350 г [2].

Еще одним важным показателем, характеризующим активность работы нейронов, является количество глиальных клеток, а именно сателлитной глии, плотность которой, в коре поля 7 мозга ученого-физиолога выше, чем в контрольной группе. По данным литературы, сателлитная глия отвечает за трофическую функцию и влияет на работу нейронов [4]. Кроме того, в работах по изучению коры мозга лауреата Нобелевской премии по физи-

ке А. Эйнштейна авторы отмечали в коре головного мозга ученого более высокий нейроглиальный индекс и некоторые особенности в строении глиальных клеток [6].

Выдающийся русский ученый-физиолог умер в возрасте 86 лет, поэтому в коре его головного мозга отмечались признаки старения, например, накопление белка липофусцина в нейронах; но при сравнении цитоархитектоники коры поля 7 мозга ученого-физиолога и мужчин контрольной группы, в мозге ученого возрастные изменения были менее выражены. Мы не можем знать значения ширины коры, плотности и площади нейронов мозга ученого-физиолога в более молодом возрасте, но при анализе значений изученных морфометрических показателей его мозга и данных наших исследований возрастных изменений коры верхней теменной области в пожилом и старческом возрасте [1], можно отметить, их большее соответствие не старческой возрастной группе, а ранее изученной группе пожилых мужчин.

## Заключение

В результате изучения коры поля 7 мозга ученого-физиолога и мужчин старческого возраста мы выявили несколько особенностей цитоархитектонического строения коры поля 7 мозга ученого-физиолога, которые,

возможно, коррелируют с его выдающимися умственными способностями.

Для коры головного мозга ученого-физиолога характерна большая толщина изученной области и ее цитоархитектонических слоев III и V, и большее значение площади профильного поля нейронов по сравнению с корой головного мозга мужчин старческого возраста контрольной группы.

Выявлено большее значение плотности нейронов и сателлитной глии в коре верхней теменной области мозга ученого-физиолога, а также отмечается меньшая выраженность возрастных изменений в коре мозга ученого-физиолога по сравнению с контрольной группой мужчин.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Список литературы / References

1. Агапов П.А., Боголепова И.Н., Малофеева Л.И. Возрастные изменения профильного поля нейронов коры поля 7 мозга мужчин и женщин в процессе старения. Морфологические ведомости. 2019;27(3):8–15 [Agapov PA, Bogolepova IN, Malofeeva LI. Age-related changes of the profile field of neurons of the area 7 of the brain of men and women in the process of the aging. Morphological newsletter. 2019;27(3):8–15] (in Russian). doi: 10.20340/mv-mn.19(27).03.9-15.
2. Боголепова И.Н. Некоторые сведения о массе мозга человека. Журнал неврологии и психиатрии имени С.С. Корсакова. 1993;93(5):106–8 [Bogolepova I.N. Nekotorye svedeniya o masse mozga cheloveka. Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova. 1993;93(5):106–8] (in Russian).
3. Amunts K, Schleicher A, Zilles K. Outstanding language competence and cytoarchitecture in Broca's speech region. Brain and Language. 2004 May;89(2):346–53. doi: 10.1016/S0093-934X(03)00360-2.
4. Beul SF, Hilgetag CC. Neuron density fundamentally relates to architecture and connectivity of the primate cerebral cortex. NeuroImage. 2019 Apr;189:777–92. doi: 10.1016/j.neuroimage.2019.01.010.
5. Brady ST, Siegel GJ, R Wayne Albers, Price DL. Basic neurochemistry : principles of molecular, cellular, and medical neurobiology. Waltham, Massachusetts; Oxford: Academic Press / Elsevier; 2012.
6. Colombo JA, Reisin HD, Miguel-Hidalgo JJ, Rajkowska G. Cerebral cortex astroglia and the brain of a genius: A propos of A. Einstein's. Brain Research Reviews. 2006 Sep;52(2):257–63. doi: 10.1016/j.brainresrev.2006.03.002.
7. Fransson P. Spontaneous low-frequency BOLD signal fluctuations: An fMRI investigation of the resting-state default mode of brain function hypothesis. Human Brain Mapping. 2005;26(1):15–29. doi: 10.1002/hbm.20113.
8. Liu S, Erkinen MG, Healey ML, Xu Y, Swett KE, Chow HM, et al. Brain activity and connectivity during poetry composition: Toward a multidimensional model of the creative process. Human Brain Mapping. 2015 May 26;36(9):3351–72. doi: 10.1002/hbm.22849.
9. Ma J, Kang HJ, Kim JY, Jeong HS, Im JJ, Namgung E, et al. Network attributes underlying intellectual giftedness in the developing brain. Scientific Reports. 2017 Sep 12;7(1). doi: 10.1038/s41598-017-11593-3.
10. Mevel K, Chételat G, Eustache F, Desgranges B. The Default Mode Network in Healthy Aging and Alzheimer's Disease. International Journal of Alzheimer's Disease. 2011;2011:1–9. doi: 10.4061/2011/535816.
11. Santarnecchi E, Rossi S. Advances in the Neuroscience of Intelligence: from Brain Connectivity to Brain Perturbation. The Spanish Journal of Psychology. 2016;19. doi: 10.1017/sjp.2016.89.
12. Saxe GN, Calderone D, Morales LJ. Brain entropy and human intelligence: A resting-state fMRI study. Stamatakis EA, editor. PLOS ONE. 2018 Feb 12;13(2):e0191582. doi: 10.1371/journal.pone.0191582.
13. Sestieri C, Corbetta M, Romani GL, Shulman GL. Episodic Memory Retrieval, Parietal Cortex, and the Default Mode Network: Functional and Topographic Analyses. Journal of Neuroscience. 2011 Mar 23;31(12):4407–20. doi: 10.1523/JNEUROSCI.3335-10.2011.
14. Vein AA, Maat-Schieman MLC. Famous Russian brains: historical attempts to understand intelligence. Brain. 2008 Feb 1;131(2):583–90. doi: 10.1093/brain/awm326.
15. Weiner KS. On (ab)normality: Einstein's fusiform gyrus. Brain and Cognition. 2015 Mar;94:1–3. doi: 10.1016/j.bandc.2014.12.002.

Поступила в редакцию 26.04.2021  
Принята в печать 28.06.2021

Received 26.04.2021  
Accepted 28.06.2021

Для цитирования: Агапов П.А., Боголепова И.Н. Цитоархитектоника коры верхней теменной области мозга выдающегося русского ученого-физиолога. Журнал анатомии и гистопатологии. 2021; 10(3): 9–14. doi: 10.18499/2225-7357-2021-10-3-9-14

For citation: Agapov P.A., Bogolepova I.N. Cytoarchitectonics of the Superior Parietal Cortex of an Outstanding Russian Scientist-Physiologist. Journal of Anatomy and Histopathology. 2021; 10(3): 9–14. doi: 10.18499/2225-7357-2021-10-3-9-14