

УДК 611.133.33+611.813.3
© В. Е. Тимофеев, А. В. Павлов, 2018
<https://doi.org/10.18499/2225-7357-2018-7-1-75-81>

ТОПОГРАФО-АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕДНЕГО ПРОДЫРЯВЛЕННОГО ВЕЩЕСТВА ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

В. Е. Тимофеев, А. В. Павлов

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова»
Минздрава России, Рязань, Россия

Цель исследования – изучить особенности анатомии и дать сравнительную характеристику площади поверхности переднего продырявленного вещества (ППВ) головного мозга у мужчин и у женщин, с учетом билатеральной симметрии, и выявить закономерности топографии центральных артерий.

Материал и методы. Объектом исследования служили препараты головного мозга 64 мужчин и 52 женщин в возрасте от 21 до 60 лет, полученные во время аутопсии, смерть которых не была связана с патологией центральной нервной системы. На базальной поверхности головного мозга удаляли височные доли, ствол мозга и все сосуды. По границам ППВ определяли его площадь и проводили деление на квадранты.

Результаты. Установлена индивидуальная анатомическая изменчивость площади поверхности ППВ головного мозга, как в половом аспекте, так и с позиции билатеральной симметрии. Минимальное и максимальное значения площади поверхности ППВ у мужчин справа составило 61.8 и 166.8 мм², слева – 54.9 и 219.2 мм²; у женщин справа – 75.2 и 172.5 мм², слева – 50.8 и 180.2 мм² соответственно. Медиана и стандартное квадратичное отклонение ($Me \pm \sigma$) площади поверхности ППВ справа и слева у мужчин составили 103.9 \pm 30.87 и 96.55 \pm 40.70 мм², у женщин – 113.65 \pm 25.52 и 126.55 \pm 34.32 мм² соответственно.

Выводы. Средние значения площади поверхности ППВ в зависимости от стороны полушария достоверно не отличаются ($p > 0.05$). Имеются достоверные различия данного параметра у представителей разных полов ($p < 0.05$). Выявлена топографо-анатомическая закономерность локализации артериальных стволов: они расположены не по всей поверхности ППВ, а преимущественно в переднем и латеральном его квадрантах. Полученные данные могут быть использованы для изучения анатомии головного мозга человека и при разработке новых оперативных вмешательств в данной области.

Ключевые слова: переднее продырявленное вещество, анатомическая изменчивость, центральные артерии, головной мозг.

© V. E. Timofeev, A. V. Pavlov, 2018
Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia

Anatomical Features of the Human Brain Anterior Perforated Substance

The aim of the study is to identify the anatomical features and quantitative characteristics of the anterior perforated substance (APS), in both sexes, with allowance for bilateral symmetry, and to reveal regularities of topography of central arteries.

Material and methods. The subject of the study was the preparations of the brain of 64 men and 52 women aged from 21 to 60 years, obtained during autopsy, whose death was not associated with the pathology of the central nervous system. The temporal lobes, the brain stem and all the vessels were removed on the basal surface of the brain. On the boundaries of the APS, its area was determined and division into quadrants was performed.

Results. Individual anatomical variability of the surface area of APS was established, both in the sexual aspect and from the point of bilateral symmetry. The minimum and maximum values of the surface area of the APS in men to the right were 61.8 and 166.8 mm², on the left – 54.9 and 219.2 mm²; in women on the right – 75.2 and 172.5 mm², on the left – 50.8 and 180.2 mm², respectively. The median and standard quadratic deviation ($Me \pm \sigma$) of the surface area of the APS on the right and left in men were 103.9 \pm 30.87 and 96.55 \pm 40.70 mm², in women, 113.65 \pm 25.52 and 126.55 \pm 34.32 mm², respectively.

Conclusion. The average surface area of the APS is not significantly different from the side of the hemisphere ($p > 0.05$). There are significant differences in this parameter among different sexes ($p < 0.05$). The topographic and anatomical regularity of localization of arterial trunks is revealed: they are not located on the entire surface of the APS, but mainly in the anterior and lateral quadrants. The obtained data can be used to study the anatomy of the human brain and in the development of new surgical interventions in this field.

Key words: anterior perforated substance, anatomical variability, central arteries, brain.

Введение

Анатомия базальной поверхности головного мозга человека отличается сложностью своей топографии, что представляет определенные трудности для выполнения нейрохирургических и эндоваскулярных оперативных вмешательств в данной области. В свете этого количественные характеристики

поверхности переднего продырявленного вещества (ППВ) приобретают в настоящее время все большее значение [4, 5, 8, 9, 21, 23]. Данный участок полушария головного мозга, имея скромные размеры, является важным анатомическим образованием, вызывающим интерес у хирургов в связи с прохождением через него центральных артерий, участвующих в кровоснабжении базальных мозговых

структур [2–5, 10–12, 17, 18]. В специальной литературе представлены сведения общей топографии ППВ, при этом его анатомическая изменчивость изучена недостаточно [2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 19, 20]. Следует отметить, что эта небольшая площадка на базальной поверхности полушария, способна выступать в качестве ориентира во время выполнения хирургических манипуляций на проходящих через него центральных артериях [8, 9, 12, 13, 15, 17–19, 21, 23]. Принимая во внимание недостаток информации об анатомической изменчивости площади поверхности ППВ и особенностей топографии в нем центральных артерий, его изучение представляется актуальным.

Материал и методы исследования

Объектом исследования служили препараты головного мозга 64 мужчин и 52 женщин в возрасте от 21 до 60 лет, полученные во время аутопсии, смерть которых не была связана с патологией центральной нервной системы. В исследовании был использован материал из коллекции кафедры сердечно-сосудистой, рентгенэндоваскулярной, оперативной хирургии и топографической анатомии ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, Рязанского областного бюро судебно-медицинской экспертизы. Секционный материал забирали не позднее 24 часов с момента смерти с последующей его фиксацией в формалине. На базальной поверхности головного мозга для определения границ ППВ, имеющего вид пластинки неправильной четырехугольной формы, предварительно удаляли височные доли, ствол мозга и все сосуды.

После препарирования выполняли фотографирование в стандартной укладке. Для точного подсчета количества артерий использовали микроскоп Bresser Advance ICD 10×–160×. В ходе исследования определяли площадь ППВ обоих полушарий головного мозга с учетом половой принадлежности. По границам ППВ, которыми являлись обонятельный треугольник и обонятельные полоски, зрительный тракт, перекрест зрительных путей и паратерминальная извилина, височная доля, энторинальная борозда и начало латеральной борозды, проводили измерение длины сторон отдельно правого и левого переднего продырявленного вещества с использованием миллиметровой линейки, с фиксированием результатов на плоскости. Так как площадь любого многоугольника состоит из суммы площадей составляющих его треугольников, производился расчет площади каждого треугольника, входящего в измеряемый многоугольник, по формуле Герона [7].

Дальнейшая обработка материала выполнялась при использовании персонального компьютера. Для оценки распределения центральных артерий в области ППВ выполняли

деление его на квадранты, для чего соединяли линиями середины противоположных границ переднего продырявленного вещества: передне-медиальную и задне-латеральную, передне-латеральную и задне-медиальную. Получившиеся таким образом четыре неправильных четырехугольника соответствовали ростральному, каудальному, медиальному и латеральному квадрантам (рис. 1).

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета прикладных программ STATISTICA 6.0 (StatSoft Inc., США). Описательная статистика количественных признаков представлена в виде центральной тенденции – медианы со стандартным квадратичным отклонением ($Me \pm \sigma$). Сравнение независимых переменных в двух группах осуществлялось непараметрическим методом с применением теста Уилкоксона–Манна–Уитни. Нулевая гипотеза отклонялась, если уровень статистической значимости (p) был менее 0.05 [1].

Результаты и их обсуждение

По нашим наблюдениям, вариабельность площади поверхности ППВ справа и слева, у мужчин и у женщин наблюдалась весьма высокой, как в конкретных препаратах, так и в сравнении их друг с другом (рис. 2). Минимальные и максимальные значения площади поверхности ППВ справа у мужчин составили 61.8 и 166.8 мм², у женщин – 75.2 и 172.5 мм² соответственно. Слева аналогичные показатели площади поверхности ППВ у мужчин составили 54.9 и 219.2 мм², у женщин – 50.8 и 180.2 мм² соответственно. Медиана и стандартное квадратичное отклонение ($Me \pm \sigma$) площади поверхности ППВ справа и слева у мужчин составили 103.9±30.87 и 96.55±40.70 мм², у женщин – 113.65±25.52 и 126.55±34.32 мм², соответственно.

Для удобства оценки полученных данных числовые значения площади поверхности ППВ в наблюдениях были сгруппированы в интервальные ряды (рис. 3, 4).

У большей части препаратов мужчин площадь поверхности ППВ приходилась на интервал 80.1–130.0 мм². Количество наблюдений в данной интервальной группе составило 51.6% справа и 53.2% слева. Остальные наблюдения (48.4% справа и 46.8% слева) приходились на две оставшиеся интервальные группы. При сравнении данных интервальных групп была отмечена тенденция в увеличении количества препаратов головного мозга, с площадью поверхности ППВ справа в интервальной группе «от 130.1 мм² и выше» на 16%, в сравнении с интервальной группой «до 80.0 мм²». Слева в этих интервальных группах распределение количества препаратов было одинаковым, составляя 23.4% в каждой ин-

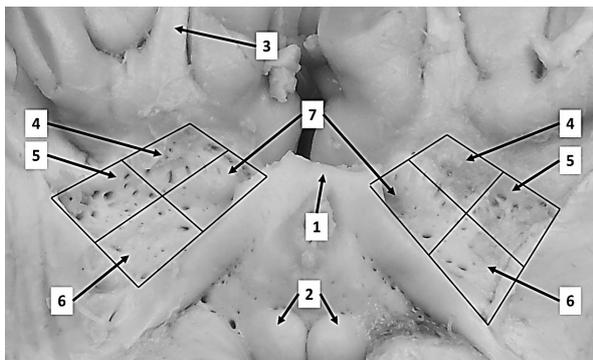


Рис. 1. Базальная поверхность мозга с делением переднего продырявленного вещества на квадранты (мужчина, 55 лет, нативный препарат головного мозга). Обозначения: 1 – хиазма, 2 – сосцевидные тела, 3 – правый обонятельный тракт, 4 – ростральный квадрант, 5 – латеральный квадрант, 6 – каудальный квадрант, 7 – медиальный квадрант.

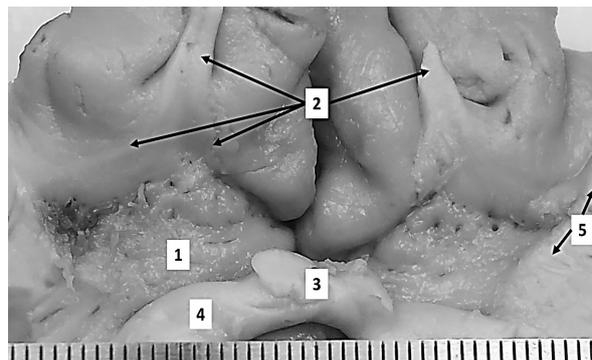


Рис. 2. Базальная поверхность мозга с разной площадью переднего продырявленного вещества (мужчина, 46 лет, нативный препарат головного мозга). 1 – правое переднее продырявленное вещество, 2 – обонятельный треугольник и обонятельные полоски, 3 – хиазма, 4 – правый зрительный тракт, 5 – височная доля (резецирована) и начало латеральной борозды.

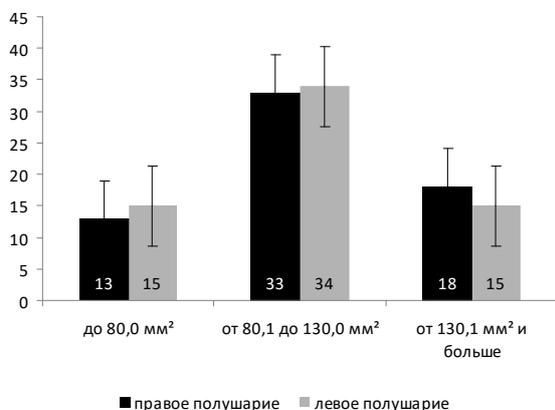


Рис. 3. Распределение количества исследованного материала в интервальных рядах по величине площади поверхности переднего продырявленного вещества у мужчин в правом и левом полушариях (n=64).

тервальной группе. Опираясь на эти данные, можно заключить, что имеется тенденция в превышении площади поверхности правого ППВ над левым. Однако данные достоверными не являются ($p > 0.05$).

У женщин распределение материала в интервальных рядах было иным. Справа у большей части препаратов площадь поверхности ППВ приходилась на интервал 130.1 мм² и больше. Количество наблюдений в данной интервальной группе составило 50%. Слева у большей части препаратов площадь поверхности ППВ приходилась на интервал 80.1–130.0 мм². Количество наблюдений в данной интервальной группе составило 57.7%. Остальные наблюдения (50% справа и 42.3% слева) приходились на две оставшиеся интервальных группы. При сравнении данных интервальных групп, была отмечена тенденция в увеличении справа и слева количества препаратов головного мозга, с площадью поверхности ППВ в интервальной группе «от 130.1 мм² и выше», в сравнении с интервальной группой «до 80.0 мм²» на 53.0 и 63.6% соответственно.

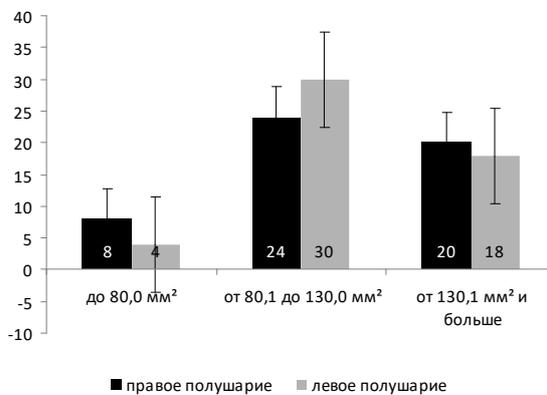


Рис. 4. Распределение количества исследованного материала в интервальных рядах по величине площади поверхности переднего продырявленного вещества у женщин в правом и левом полушариях (n=52).

Исходя из этих данных, сделать заключение о том, что справа площадь поверхности ППВ в препаратах головного мозга у женщин, превышает аналогичный показатель левой стороны не представляется возможным, поскольку различие данных по сторонам не достоверно ($p > 0.05$).

При сравнении площади поверхности ППВ справа и слева в каждом препарате, у мужчин и женщин, была выявлена значительная варибельность данных. Весь исследованный материал по величине межполушарных различий в площади поверхности ППВ был разделен на три интервальных ряда (рис. 5). В первый интервальный ряд вошли препараты, в которых площадь поверхности ППВ при сравнении справа и слева имела отличие своих значений не более 10%. Во второй интервальный ряд вошли препараты, у которых справа и слева площадь поверхности отличалась на 10.1–20%. В третий интервал вошли препараты с разницей значений площади справа и слева более 20.1%. Для нивелирования неизбежно возникающей разницы дан-

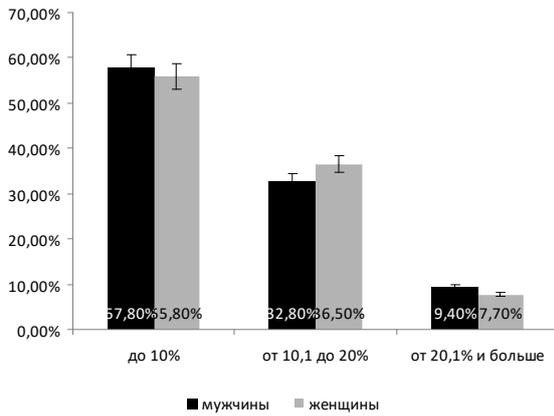


Рис. 5. Распределение материала в интервальных рядах по величине межполушарных различий площади поверхности переднего продырявленного вещества у мужчин (n=64) и женщин (n=52).

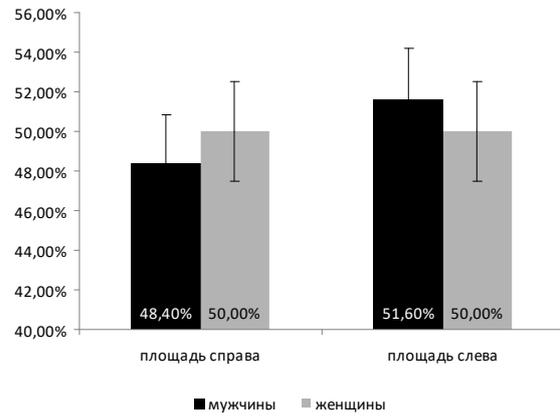


Рис. 6. Распределение исследованного материала по превышению площади поверхности переднего продырявленного вещества справа или слева, в процентах у мужчин (n=64) и женщин (n=52).

ных, в связи с различным количеством наблюдений в группе мужчин и женщин значения индивидуальной разницы площади поверхности ППВ в наблюдениях, сгруппированные в интервальные ряды, представлены в процентах.

Минимальные и максимальные индивидуальные различия в площади поверхности ППВ у мужчин составили 0.2 и 37.6%, у женщин – 0.2% и 21.4%, соответственно. Медиана и стандартное квадратичное отклонение индивидуальных межполушарных различий площади поверхности ППВ у мужчин составили $8.3 \pm 7.42\%$, у женщин – $8.2 \pm 6.65\%$.

В 57.8% у мужчин поверхность ППВ имела различие в своей площади справа и слева менее 10%. У женщин этот показатель был ниже на 1.8%, составляя 55.8%. Межполушарное различие от 10.1 до 20% в площади поверхности правого и левого ППВ было выявлено в 32.8% у мужчин. У женщин этот показатель был выше на 5.4%, составляя 36.5%. Межполушарное различие в площади поверхности правого и левого ППВ более 20.1% было выявлено у 9.4 и 7.7% препаратов головного мозга мужчин и женщин, соответственно. По-видимому, полученные нами данные связаны с особенностями гендерной латерализации головного мозга. Известны работы М. S. Gazzaniga (1974), Т. Vorowу (1976), S. F. Witelson (1976), результаты которых соответствуют нашим, и данная тенденция прослеживается не только в новой коре, но и в древней коре головного мозга человека [14, 16, 22].

В дальнейшем все препараты головного мозга мужчин и женщин были разделены на две группы по превышению площади поверхности переднего продырявленного вещества справа, или слева (рис. 6). Для корректного сравнения данных, в связи с различным количеством наблюдений в группе мужчин и женщин значения представлены в процентах.

В наблюдениях у мужчин площадь ППВ слева в 3.2% случаев была больше, чем справа.

У женщин аналогичные показатели справа и слева были одинаковы. При этом справа количество препаратов, имеющих преобладание в площади поверхности ППВ, у женщин на 1.6% больше таковых у мужчин. В свою очередь, слева количество препаратов, имеющих преобладание в площади поверхности ППВ, у мужчин на 1.6% больше таковых у женщин.

При распределении исследованного материала головного мозга мужчин и женщин в интервальных рядах по межполушарным различиям площади поверхности ППВ с учетом преобладания данной площади справа или слева были получены следующие данные (рис. 7). Для сравнения данных, в связи с различным количеством наблюдений в группе мужчин и женщин значения представлены в процентах.

У мужчин и у женщин в двух интервальных рядах «до 10%» и «от 10.1 до 20%» было выявлено больше препаратов с превышением площади поверхности левого ППВ над правым на 2.8 и 14%, и на 10.4% и 5.4% соответственно. В последнем интервальном ряду «от 20.1% и больше» у мужчин было выявлено на 34% больше препаратов с превышением площади поверхности правого ППВ над левым. В последнем интервальном ряду «от 20.1% и больше» у женщин все препараты имели справа площадь поверхности ППВ большую, чем слева.

При сравнении и анализе средней площади ППВ у мужчин и у женщин получены следующие данные. Площадь поверхности вещества у женщин достоверно больше, чем у мужчин ($p < 0.05$). Выявленное нами проявление межполушарной асимметрии у мужчин и женщин на уровне участка древней коры позволяет предположить, что половые особенности головного мозга связаны с архаичными паттернами поведения особой мужского и женского пола.

ППВ более пристально стали изучать в начале двадцатого века. По данным литературы тех лет, «передняя перфорированная суб-

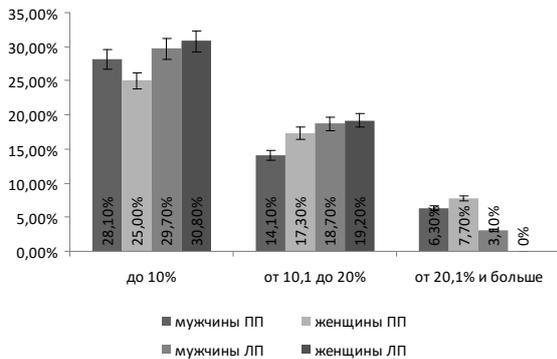


Рис. 7. Распределение материала в интервальных рядах по величине межполушарных различий площади поверхности переднего продырявленного вещества, с учетом превышения ее справа или слева, у мужчин ($n=64$) и женщин ($n=52$).

станция» не имела деления на участки вовсе, или подразделялось на два участка представляющие собой так называемое «собственное переднее продырявленное вещество» или «перфорированную извилину обонятельного мозга» и диагональную связку (связка Брока (Вроса Р.Р.), прилегающую к зрительному тракту [5]. Отверстия для сосудов в ППВ были выявлены и описаны преимущественно в переднем участке, прилежащем к обонятельному треугольнику [3, 5]. С развитием микрохирургии появилась необходимость в точных анатомических ориентирах для выполнения оперативных вмешательств на основании головного мозга в условиях малых пространств. Известны работы В. И. Скворцовой (2007), В. В. Крылова (2011) в которых упоминается о наличии в продырявленном веществе шести участков, каждый из которых характеризуется определенными особенностями топографии центральных артерий [9, 12]. По нашему мнению, данная классификация деления ППВ сложна и неоднозначна. В своей работе мы предприняли попытку улучшить данную схему, используемую нейрохирургами в настоящее время, когда производят деление вещества на два участка, подразделяемые в свою очередь на три части [9, 12].

В исследовании после деления поверхности ППВ на четыре неправильных четырехугольника, или квадранта: ростральный, каудальный, медиальный и латеральный, была отмечена особенность расположения в нем центральных артерий. Было выявлено, что артериальные стволы расположены не по всей поверхности ППВ, а преимущественно в ростральном и латеральном его квадрантах (рис. 1). Такое подразделение наиболее полно соответствует топографии проникновения в ППВ центральных артерий, и позволяет легко применить его в качестве ориентира, как на препаратах головного мозга, так и во время нейрохирургических вмешательств у пациентов. При этом, топография проникновения подавляющего большинства центральных артерий всегда соответствует одним и тем же

квадрантам во всех препаратах головного мозга мужчин и женщин: ростральному и латеральному, вне зависимости от формы и размеров самого ППВ, как справа, так и слева. При анализе расположения центральных артерий ППВ было установлено, что у мужчин их доля в латеральном квадранте справа составляет 47%, слева – 46%, в ростральном квадранте справа – 29%, слева – 28%. 24% центральных артерий справа и 26% – слева принадлежат медиальному и каудальному квадрантам. У женщин в латеральном квадранте справа локализируются 53%, слева – 51%, в переднем квадранте справа – 30%, слева – 29% всех центральных артерий. 17% центральных артерий справа и 20% – слева направляются в медиальный и задний квадранты. Таким образом, в отличие от используемой в настоящее время схемы, разделение переднего продырявленного вещества на четыре квадранта более выгодно: используются крупные анатомические ориентиры и четко определяются малые ветви крупных питающих сосудов.

Заключение

Исследование показало, что площадь поверхности переднего продырявленного вещества обладает индивидуальной анатомической изменчивостью, как у представителей разных полов, так и в зависимости от полушария. В половине случаев межполушарные различия площади поверхности переднего продырявленного вещества у мужчин и женщин составляют менее 10%. Средняя площадь поверхности переднего продырявленного вещества в зависимости от полушария достоверно не отличается ($p > 0,05$). При этом относительно пола имеются достоверные различия средней площади поверхности переднего продырявленного вещества ($p < 0,05$). При разделении его поверхности на четыре условных квадранта было выявлено, что центральные артерии имеют достоверную топографо-анатомическую локализацию: у представителей обоих полов в большинстве наблюдений артерии (до 80%) находились в ростральном и латеральном квадрантах. Полученные данные дополняют уже известную информацию об анатомии артериальных стволов и структур базальной поверхности головного мозга человека и представляют интерес не только для морфологии, но и хирургии.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия: руководство. М.: Медицина; 1990. 384.

2. Айрион Н. Ю., Лиисимов Н. В., Буров С. А. и др. Геморрагический инсульт. Ред. В. И. Скворцова, В. В. Крылов. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2005. 157.
3. Беков Д. М., Михайлов С. С. Атлас артерий и вен головного мозга человека. М.: Медицина; 1979. 288.
4. Бельнская Р. М. Инсульт и варианты артерий мозга. М.: Медицина; 1979. 173.
5. Виллигер Э. Головной и спинной мозг: пособие по изучению морфологии и хода волокон. Перевод с десятого немецкого издания: М. М. Аникина и Э. В. Шмидта. Государственное издательство: Москва. Ленинград; 1930. 376.
6. Ермакова И. Е. Архитектоника артерий большого круга и их центральных перфорирующих ветвей головного мозга у мужчин с разными антропометрическими показателями: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Красноярск; 2014. 19.
7. Киселев А. П. Геометрия. Ред. Н. А. Глаголева. М.: ФИЗМАТЛИТ; 2004. 328.
8. Крылов В. В., Винокуров А. Г., Генов П. Г. и др. Микрохирургия аневризм головного мозга. М.; 2011: 536.
9. Крылов В. В., Ткачев В. В., Добровольский Г. Ф. Микрохирургия аневризм виллизиевого многоугольника. М.: Антидор; 2004: 160.
10. Пуццилло М. В., Винокуров А. Г., Белов А. И. Атлас нейрохирургической анатомии. М.: Антидор; 2002. 1: 206.
11. Самотесов П. А., Дралюк М. Г., Шнякин П. Г. Вариантная анатомия центральных перфорирующих артерий виллизиевого многоугольника. Сибирский медицинский журнал. 2010; 3: 22–25.
12. Скворцова В. И., Крылов В. В. Геморрагический инсульт. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2007. 361.
13. Тимофеев В. Е., Павлов А. В. Количественная оценка артериальных стволов в области переднего продырявленного вещества головного мозга у мужчин 25–60 лет. Российский медико-биологический вестник имени академика И. П. Павлова. 2016; 2: 6–12.
14. Borowy T. Cerebral Lateralization of Speech: The Effects of Age, Sex, Race and Socioeconomic Class. Neuropsychologia. 1976; 14: 363–370.
15. Foreman P. M., Griessenauer Ch. J., Deveikis J. P. et al. Internal Carotid Artery and the Anterior Cerebral Circulation. Bergman's Comprehensive Encyclopedia of Human Anatomic Variation. 2016; 449-460. DOI: 10.1002/9781118430309.ch43
16. Gazzaniga M. S. Cerebral dominance viewed as a decision system. In: M. S. Gazzaniga, Hemisphere function in the human brain. L.; 1974: 111–123.
17. Haines D. E. A Survey of the Cerebrovascular System. Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications (Fifth Edition). 2017; Chapter 8. 122–137. doi.org/10.1016/B978-0-323-39632-5.00008-6
18. Hitotsumatsu T. Cerebrovascular Anatomy for Direct Surgery: Perforating Branch Ischemia. Japanese Journal of Neurosurgery. 2017; 26(7): 515–522. Online publication date: 1-Jan-2017. doi.org/10.7887/jcns.26.515
19. Nieuwenhuys R., Voogd J., van Huijzen C. The Human Central Nervous System. 4th ed. (with 391 Figures). Berlin. Heidelberg: Springer; 2008. 966.
20. Pai S. B., Kulkarni R. N., Varma R. G. Microsurgical anatomy of the cerebral artery – anterior communicating artery complex: An Indian study. Neurology Asia. 2005; 10: 21–28.
21. Rhoton A. Cranial Anatomy and Surgical Approaches. Lippincott Williams & Wilkins; 2007. 746.
22. Witelson S. F. Sex and single hemisphere: Specialization of the right hemisphere for spatial processing. Science. 1976; 193 (4251): 425–427.
23. Yasargil M. G. Microneurosurgery: Microsurgical Anatomy of the Basal Cisterns and Vessels of the Brain, Diagnostic Studies, General Operative Techniques and Pathological Considerations of the Intracranial Aneurysms. In 4 Vol. Stuttgart, New York.: Georg Thieme Verlag; 1987. 393.

References

1. Avtandilov G. G. Meditsinskaya morfometriya: rukovodstvo [Medical Morphometry: A Guide]. M.: Meditsina; 1990. 384 (in Russian).
2. Ayriion N.Yu., Liisimov N.V., Burov S.A. i dr. Gemorragicheskiy insul't [Hemorrhagic stroke]. Red. V. I. Skvortsova, V. V. Krylov. M.: GEOTAR-Media; 2005. 157 (in Russian).
3. Bekov D. M., Mikhaylov S. S. Atlas arteriy i ven golovnogo mozga cheloveka [Atlas of the arteries and veins of the human brain]. M.: Meditsina; 1979. 288 (in Russian).
4. Belen'kaya R.M. Insul't i varianty arteriy mozga [Stroke and variants of the arteries of the brain]. M.: Meditsina; 1979. 173 (in Russian).
5. Villiger E. Golovnoy i spinnoy mozg: posobie po izucheniyu morfologii i khoda volokon [Head and spinal cord: a guide to the study of morphology and the course of fibers]. Perevod s desyatogo nemetskogo izdaniya: M. M. Anikina i E. V. Shmidta. Gosudarstvennoe izdatel'stvo: Moskva. Leningrad; 1930. 376 (in Russian).
6. Ermakova I. E. Arkhitektonika arteriy bol'shogo kruga i ikh tsentral'nykh perforiruyushchikh vetvey golovnogo mozga u muzhchin s raznymi antropometricheskimi pokazatelyami: avtoref. dis. ... kand. med. nauk [Architectonics of the arteries of the great circle and their central perforating branches of the brain in men with different anthropometric indices: Cand.med.sci.diss.abs.]. Krasnoyarsk; 2014. 19 (in Russian).
7. Kiselev A. P. Geometriya [Geometry]. Red. N. A. Glagoleva. M.: FIZMATLIT; 2004. 328 (in Russian).
8. Krylov V.V., Vinokurov A.G., Genov P.G. i dr. Mikrokhirurgiya anevrizm golovnogo mozga [Microsurgery of cerebral aneurysms]. M.; 2011. 536 (in Russian).
9. Krylov V.V., Tkachev V.V., Dobrovolskiy G.F. Mikrokhirurgiya anevrizm villizievogo mnogougol'nika [Microsurgery of aneurysm of the Willis polygon]. M.: Antidor; 2004. 160 (in Russian).
10. Putsillo M. V., Vinokurov A. G., Belov A. I. Atlas neyrokhirurgicheskoy anatomii [Atlas of Neurosurgical Anatomy]. M.: Antidor; 2002. 1. 206 (in Russian).
11. Samotesov P.A., Dralyuk M.G., Shnyakin P.G. Variantnaya anatomiya tsentral'nykh perforiruyushchikh arteriy villizievogo mnogougol'nika [Variant anatomy of the central perforating arteries of the Willis polygon]. Sibirskiy meditsinskiy zhurnal. 2010; 3: 22–25 (in Russian).
12. Skvortsova V. I., Krylov V. V. Gemorragicheskiy insul't [Hemorrhagic stroke]. M.: GEOTAR-Media; 2007. 361 (in Russian).

13. Timofeev V. E., Pavlov A. V. Kolichestvennaya otsenka arterial'nykh stvolov v oblasti perednego prodyryavlenного veshchestva golovного mozga u muzhchin 25-60 let [Quantitative assessment of arterial trunks in the region of anterior perforated substance of the brain in men 25-60 years old]. Rossiyskiy mediko-biologicheskiy vestnik imeni akademika I. P. Pavlova. 2016; 2: 6–12 (in Russian).
14. Borowy T. Cerebral Lateralization of Speech: The Effects of Age, Sex, Race and Socioeconomic Class. Neuropsychologia. 1976; 14: 363–370.
15. Foreman P. M., Griessenauer Ch. J., Deveikis J. P. et al. Internal Carotid Artery and the Anterior Cerebral Circulation. Bergman's Comprehensive Encyclopedia of Human Anatomic Variation. 2016; 449–460. DOI: 10.1002/9781118430309.ch43
16. Gazzaniga M. S. Cerebral dominance viewed as a decision system. In: M. S. Gazzaniga, Hemisphere function in the human brain. L.; 1974: 111–123.
17. Haines D.E. A Survey of the Cerebrovascular System. Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications (Fifth Edition). 2017; Chapter 8. 122–137. doi.org/10.1016/B978-0-323-39632-5.00008-6
18. Hitotsumatsu T. Cerebrovascular Anatomy for Direct Surgery: Perforating Branch Ischemia. Japanese Journal of Neurosurgery. 2017; 26(7): 515–522. Online publication date: 1-Jan-2017. doi.org/10.7887/jcns.26.515
19. Nieuwenhuys R., Voogd J., van Huijzen C. The Human Central Nervous System. 4th ed. (with 391 Figures). Berlin. Heidelberg: Springer; 2008. 966.
20. Pai S.B., Kulkarni R.N., Varma R.G. Microsurgical anatomy of the cerebral artery – anterior communicating artery complex: An Indian study. Neurology Asia. 2005; 10: 21–28.
21. Rhoton A. Cranial Anatomy and Surgical Approaches. Lippincott Williams & Wilkins; 2007. 746.
22. Witelson S. F. Sex and single hemisphere: Specialization of the right hemisphere for spatial processing. Science. 1976; 193 (4251): 425–427.
23. Yasargil M.G. Microneurosurgery: Microsurgical Anatomy of the Basal Cisterns and Vessels of the Brain, Diagnostic Studies, General Operative Techniques and Pathological Considerations of the Intracranial Aneurysms. In 4 Vol. Stuttgart, New York.: Georg Thieme Verlag; 1987. 393.

Сведения об авторах

Тимофеев Василий Егорович – ассистент кафедры сердечно-сосудистой, рентгенэндоваскулярной, оперативной хирургии и топографической анатомии ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова» Минздрава России. 390026 г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9. E-mail: Laminacribroza62@gmail.com

Павлов Артем Владимирович – д-р мед. наук, доцент кафедры сердечно-сосудистой, рентгенэндоваскулярной, оперативной хирургии и топографической анатомии ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова» Минздрава России. 390026 г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9. E-mail: vitrea@yandex.ru

Поступила в редакцию 19.06.2017 г.

Для цитирования: Тимофеев В. Е., Павлов А. В. Топографо-анатомические особенности переднего продырявленного вещества головного мозга человека. Журнал анатомии и гистопатологии. 2018; 7(1): 75–81. doi: 10.18499/2225-7357-2018-7-1-75-81

For citation: Timofeev V.E., Pavlov A.V. Anatomical features of the human brain anterior perforated substance. Journal of Anatomy and Histopathology. 2018; 7(1): 75–81. doi: 10.18499/2225-7357-2018-7-1-75-81