

## МОРФОЛОГИЯ, ГЕОМЕТРИЯ И ДЕФОРМАЦИОННО-ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА МОЗЖЕЧКОВЫХ АРТЕРИЙ

<sup>1</sup>Кафедра анатомии человека ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского»,  
Россия, 410012, г. Саратов, ул. Большая Казачья, 112;  
тел. (8452) 669-765. E-mail: oafomkina@mail.ru;

<sup>2</sup>кафедра анатомии человека Первого МГМУ им. И. М. Сеченова,  
Россия, 119991, г. Москва, ул. Большая Пироговская, 2, стр. 4;  
тел. (495) 609-14-00 (доб. 36-32). E-mail: nikolenko@mma.ru;

кафедра нормальной и топографической анатомии ФФМ МГУ им. М. В. Ломоносова,  
Россия, 119192, г. Москва, Ломоносовский проспект, 31, корп. 5; тел. (495) 609-14-00

Изучены наружный диаметр, угол отхождения, прочность и деформируемость верхних, нижних передних и задних нижних мозжечковых артерий у взрослых людей 20–74 лет. Материал исследования: 179 образцов мозжечковых артерий, полученных при аутопсии взрослых людей без видимой цереброваскулярной патологии; 24 препарата артериальных комплексов «Артериальный круг – мозговые артерии». Методы исследования: традиционные анатомические (препарирование, микроскопия) и эксперименты на одноосное продольное растяжение на разрывной машине «Tira Test 28005». Обнаружено, что верхние мозжечковые артерии характеризуются самым большим наружным диаметром, углом отхождения, наибольшей прочностью и растяжимостью. Нижние передние и задние нижние мозжечковые артерии не имеют значимых различий по изученным параметрам. Отмечено, что нижние передние мозжечковые артерии берут начало от нижней трети базилярной артерии в 1,5 раза чаще, чем от средней трети.

**Ключевые слова:** верхняя мозжечковая артерия, задняя нижняя мозжечковая артерия, нижняя передняя мозжечковая артерия.

**O. A. FOMKINA<sup>1</sup>, V. N. NIKOLENKO<sup>2</sup>**

### MORPHOLOGY, GEOMETRY, DEFORMATION AND STRENGTH PROPERTIES OF THE CEREBELLAR ARTERY

<sup>1</sup>Department of human anatomy Saratov state medical university n. a. V. I. Razumovsky,  
Russia, 410012, Saratov, Bolshaya Kazachia str., 112; tel. (8452) 669-765. E-mail: oafomkina@mail.ru;

<sup>2</sup>department of human anatomy of the Moscow Sechenov state medical university,  
Russia, 119991, Moscow, Bolshaya Pirogovskaya str., house 2, p. 4;  
tel. (495) 609-14-00 (ext. 36-32). E-mail: nikolenko@mma.ru;

department of normal and topographical anatomy,  
faculty of basic medicine Lomonosov Moscow state university,  
Russia, 119192, Moscow, Lomonosov prospect, 31, corp. 5; tel. (495) 609-14-00

Explored the outer diameter, the angle of divergence, the strength and deformability of the superior cerebellar artery, anterior inferior cerebellar artery and posterior inferior cerebellar artery in adults aged 20–74 years. Study material – 179 samples cerebellar artery obtained at autopsy of adults and 24 arterial drug complexes «arterial circle – cerebral arteries». Methods: traditional anatomical (preparation, microscopy) and experiments on uniaxial longitudinal stretching. It was found that the superior cerebellar artery characterized by the largest outer diameter, angle of divergence, the greatest strength and elongation. Lower front and posterior inferior cerebellar artery do not have significant differences in the studied parameters. It is noted that the lower front cerebellar artery originate from the bottom third of the basilar artery is 1.5 times more than that of the middle third.

**Key words:** superior cerebellar artery, posterior inferior cerebellar artery, anterior inferior cerebellar artery.

### Введение

Размеры артерий головного мозга, в том числе и мозжечковых, необходимы для количественной оценки возможности развития коллатерального

кровообращения, а также для дооперационной оценки возможности проведения реконструктивных операций [11]. Приводимые в литературе сведения о размерах мозжечковых артерий

противоречивые и в основном датируются серединой прошлого столетия [1, 3, 4, 5, 6, 7, 13, 16]. В большинстве случаев они представлены без указания основных статистических показателей, позволяющих оценить их изменчивость и значимость различий. Современные данные о размерах мозжечковых артерий, билатеральной изменчивости наружного диаметра и углов отхождения мозжечковых артерий единичные, не всегда описаны для всех мозжечковых артерий [8, 10, 11]. Сведения о биомеханических параметрах артерий, кровоснабжающих мозжечок, в литературе отсутствуют. Между тем эти вопросы должны заслуживать значительно большего внимания со стороны морфологов, чем им уделено до сих пор в литературе, т. к. имеют важное общебиологическое значение с точки зрения фило- и антропогенетических преобразований сосудов головного мозга и несут прикладную направленность.

Цель исследования – изучить наружный диаметр, угол отхождения, прочность и деформируемость верхней (ВМА), задней нижней (ЗНМА) и нижней передней (НПМА) мозжечковых артерий у взрослых людей в возрасте 20–74 лет.

### Материалы и методы

В качестве материала исследования использованы 24 препарата артериальных комплексов «Артериальный круг – мозговые артерии», изготовленных по методике Гинзе в модификации В. И. Бика и составляющих научную ангионеврологическую коллекцию кафедры анатомии человека Саратовского государственного медицинского университета. Для изготовления таких препаратов артериальные сосуды головного мозга вместе с паутинной оболочкой извлекались из мозга и расправляли между двумя стеклами в естественном положении. Под микроскопом МБС-9 измеряли наружный диаметр мозжечковых артерий, расстояние между местом отхождения задней нижней мозжечковой артерии (ЗНМА) и устьем базилярной артерии (БА).

Для изучения деформационных и прочностных свойств использовали 179 образцов мозжечковых артерий, полученных при аутопсии взрослых людей без видимой цереброваскулярной патологии. Забор материала осуществляли не позднее 12 часов после наступления смерти. Всего изучено образцов ВМА – 114, НПМА – 44, ЗНМА – 21. В эксперименте на одноосное продольное растяжение на разрывной машине «Tira Test 28005» (Германия) изучали общую прочность (максимальное усилие до разрыва) и относительную деформацию артерий.

Углы отхождения мозжечковых артерий измеряли в компьютерной программе «Micrografx Designer 9,0», куда экспортировались цифровые фотографии 47 нативных препаратов головного мозга.

Статистическую обработку данных проводили с помощью компьютерной программы «Statistica 6,0». Формат представления данных  $M \pm m$ , т.к. распределение было близко к нормальному. Достоверность различий в группах данных оценивали по критерию Стьюдента. Статистически значимым различие между сравниваемыми группами считалось при  $p < 0,05$ .

### Результаты исследования и их обсуждение

ВМА является постоянно присутствующим сосудом. Во всех наблюдениях она присутствовала с 2 сторон и начиналась от самой передней части базилярной артерии, что соответствует данным большинства авторов [1, 2, 5, 6, 7, 14]. Удвоение ВМА наблюдалось справа в 8%, слева – в 13% наблюдений.

Среди других мозжечковых артерий ВМА является наиболее крупной по диаметру (рисунок). Последний колебался в пределах от 0,70 до 2,90 мм и в среднем составляет  $1,50 \pm 0,07$  мм ( $n=53$ ;  $\sigma=0,51$  мм;  $Cv=34,7\%$ ), что согласуется с данными И. Ф. Крупачева (1957) [7], J. Lang (1995) [15] и несколько меньше, чем описывала С. М. Огнева (1957) [9]. Наружный диаметр правой и левой ВМА был одинаковым только в 16% наблюдений. В 42% случаев он преобладал справа и в стольких же случаях – слева. Статистически значимых билатеральных различий не обнаружено.

В литературе угол отхождения ВМА описывают как прямой ( $90^\circ$ ) [4, 6]. По нашим данным, величина угла варьирует в диапазоне от  $30,0^\circ$  до  $92,0^\circ$  и в среднем составляет  $55,11 \pm 2,10^\circ$  ( $n=53$ ;  $\sigma=15,36^\circ$ ;  $Cv=27,9\%$ ). Угол отхождения этой артерии в 100% случаев асимметричен. В 74% наблюдений он преобладает у левой ВМА ( $M \pm m = 57,3 \pm 4,80^\circ$ ), в 26% – у правой ( $M \pm m = 52,7 \pm 7,20^\circ$ ). Статистически значимых билатеральных различий по этому параметру не обнаружено.

Максимальное усилие, выдерживаемое ВМА до ее разрыва, в среднем составляет  $2,77 \pm 0,09$  Н ( $n=114$ ;  $\min\text{-max}=1,00\text{--}6,40$  Н;  $\sigma=0,93$  Н;  $Cv=33,5\%$ ). Статистически значимых различий для правой ( $M \pm m = 2,84 \pm 0,11$  Н) и левой ( $M \pm m = 2,70 \pm 0,13$  Н), ВМА, а также для артерий мужчин ( $M \pm m = 2,80 \pm 0,10$  Н) и женщин ( $M \pm m = 2,66 \pm 0,19$  Н) не выявлено.

Величина относительной деформации была одинакова справа и слева и варьировала от 10,8 до 98,3%, в среднем  $35,10 \pm 1,2\%$  ( $n=119$ ;  $\sigma=12,9\%$ ;  $Cv=36,9\%$ ). При этом ВМА у мужчин ( $n=83$ ;  $\min\text{-max}=14,29\text{--}98,33\%$ ;  $M \pm m = 36,92 \pm 1,29\%$ ;  $\sigma=12,65\%$ ;  $Cv=33,8\%$ ) статистически значимо ( $p < 0,01$ ) в 1,3 раза (на 29,5%) растяжимее, чем у женщин ( $n=36$ ;  $\min\text{-max}=10,80\text{--}58,00\%$ ;  $M \pm m = 28,49 \pm 2,48\%$ ;  $\sigma=12,65\%$ ;  $Cv=34,4\%$ ).

НПМА не относится к постоянно присутствующим сосудам. В 33% случаев она отсутствовала справа или слева; в 16% случаев с обеих сторон.

И. Ф. Крупачев (1957) [6] описывал отсутствие НПМА в 2% случаев, С. М. Огнева (1950) [9] – в 4%, С. С. Брюсова (1951) [3] – в 5,5%. Следовательно, случаи аплазии НПМА, по нашим данным, встречаются чаще, чем это указано в литературе. В 100% наблюдений НПМА начиналась от нижней (61%) или средней трети базилярной артерии (39%). При этом от нижней трети БА она чаще отходила справа (79%), а от средней трети БА – слева (57%). Удвоения артерии на материале нашего исследования замечено не было.

НПМА является самой мелкой среди всех других мозжечковых артерий. Ее наружный диаметр варьирует в пределах от 0,50 до 1,70 мм и в среднем составляет  $1,09 \pm 0,06$  мм ( $n=32$ ;  $\sigma=0,33$  мм;  $Cv=30,3\%$ ), что не противоречит большинству представленным в литературе сведениям [1, 6], и в среднем на 0,6 мм меньше, чем описывал J. Lang (1995) [15]. Одинаковый диаметр с обеих сторон НПМА имели только в 8% случаев, в 83% преобладал диаметр правой и в 8% диаметр левой НПМА. Однако статистически значимых различий диаметра правой ( $M \pm m = 1,18 \pm 0,15$  мм) и левой ( $M \pm m = 1,00 \pm 0,11$  мм) артерий не зафиксировано.

Угол отхождения НПМА варьирует в диапазоне от  $17,0^\circ$  до  $56,2^\circ$ , в среднем составляя  $44,11 \pm 1,52^\circ$  ( $n=32$ ;  $\sigma=8,62^\circ$ ;  $Cv=19,6\%$ ). Угол отхождения данной артерии в 100% случаев асимметричен. В 58% наблюдений он преобладает у правой ( $M \pm m = 44,9 \pm 2,8^\circ$ ), в 42% – у левой ( $M \pm m = 43,4 \pm 4,1^\circ$ ) НПМА. Статистически значимых билатеральных различий по этому параметру также не обнаружено.

Максимальное усилие, выдерживаемое артерией до ее разрыва, в среднем составляет  $1,99 \pm 0,09$  Н ( $n=36$ ;  $\min\text{-max}=1,00\text{--}3,50$  Н;  $\sigma=0,64$  Н;  $Cv=31,6\%$ ). Статистически значимых различий для правой ( $M \pm m = 2,22 \pm 0,13$  Н) и левой ( $M \pm m = 1,79 \pm 0,11$  Н), а также для НПМА у мужчин ( $M \pm m = 2,01 \pm 0,10$  Н) и женщин ( $1,90 \pm 0,23$  Н соответственно) не выявлено.

Величина относительной деформации НПМА равна  $25,42 \pm 1,01\%$  ( $n=35$ ,  $\min\text{-max}=13,20\text{--}42,30\%$ ,  $\sigma=7,8\%$ ,  $Cv=30,7$ ). При этом правая НПМА ( $M \pm m = 27,55 \pm 2,02\%$ ) на 16,6% ( $p < 0,05$ ) более растяжима, чем левая ( $M \pm m = 23,62 \pm 2,02\%$ ). Растяжимость НПМА у мужчин ( $M \pm m = 26,66 \pm 1,63$ ) и женщин ( $M \pm m = 24,68 \pm 1,42$ ) существенно не различается.

ЗНМА, как и НПМА, не является у человека постоянно присутствующей артерией. В литературе описана аплазия ЗНМА, встречающаяся в 3–15% случаев [4, 13, 16]. По результатам нашего исследования ЗНМА отсутствовала заметно реже: справа – в 4%, слева – в 1%, с обеих сторон – в 2% случаев. В качестве места начала ЗНМА большинство исследователей описывают наружную

поверхность верхней трети ВЧПА и реже нижнюю треть БА [1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 11]. По данным Л. В. Пажинского и соавт. (2007) [10], изучивших 90 анатомических препаратов головного мозга человека, ЗНМА всегда отходили от ВЧПА. Нами обнаружено, что в 96% случаев ЗНМА начинались от ВЧПА, справа в среднем на 2 мм ближе к устью БА, чем слева. В 4% случаев ЗНМА брала свое начало от БА. При этом в половине наблюдений артерия отходила сразу же после образования БА, в оставшихся случаях – на расстоянии 4 мм от места слияния ВЧПА в БА. Случаи удвоения этой артерии отсутствовали.

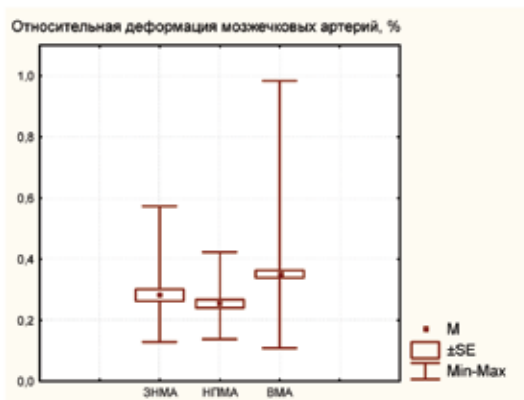
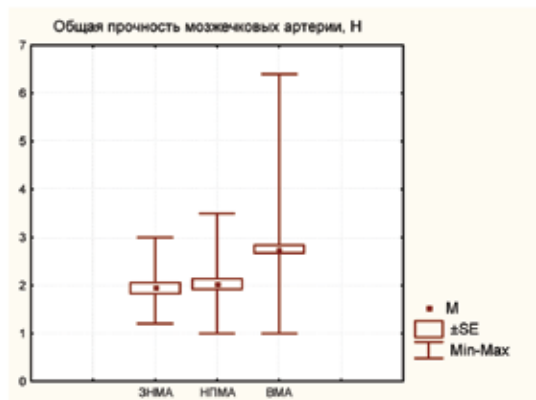
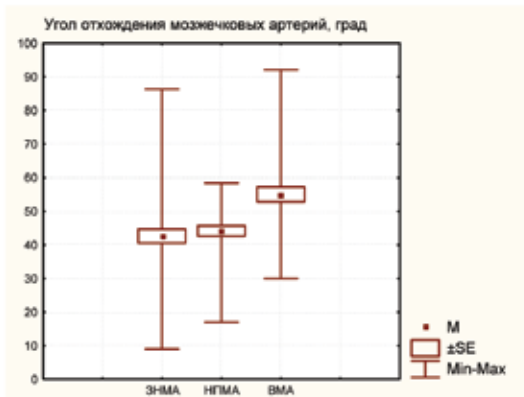
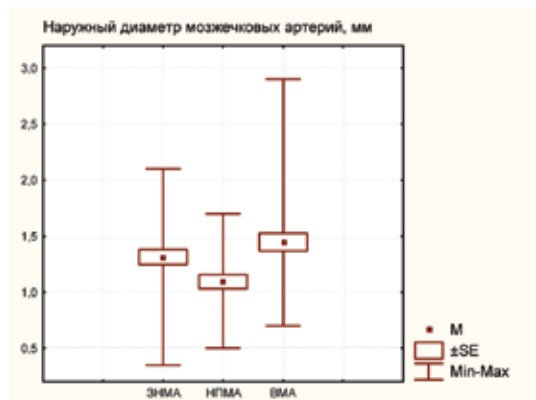
Наружный диаметр ЗНМА ранжируется в диапазоне от 0,35 до 2,10 мм, в среднем равен  $1,32 \pm 0,07$  мм ( $n=45$ ,  $\sigma=0,44$  мм,  $Cv=33,1\%$ ), что соответствует представленным в научной литературе данным [1, 17]. В работе А. Г. Винокурова и соавт. (2011) [12] диаметр левой ЗНМА в 1,8 раза больше, чем правой, соответственно 2,3 мм и 1,3 мм. В нашем исследовании НПМА имели одинаковый диаметр с обеих сторон в 14% случаев, в 50% преобладал диаметр левой и в 36% – диаметр правой ЗНМА. Однако статистически значимых различий диаметра правой ( $M \pm m = 1,32 \pm 0,19$  мм) и левой ( $M \pm m = 1,33 \pm 0,16$  мм) артерий не зафиксировано.

Угол отхождения ЗНМА варьирует в диапазоне от  $9,0^\circ$  до  $86,3^\circ$ , в среднем составляя  $42,62 \pm 2,07^\circ$  ( $n=45$ ,  $\sigma=13,75^\circ$ ,  $Cv=32,3\%$ ). Угол отхождения данной артерии в 100% наблюдений асимметричен: в 24% случаев он преобладал у правой ( $M \pm m = 41,1 \pm 5,5^\circ$ ), в 76% – у левой ( $M \pm m = 44,1 \pm 5,6^\circ$ ) ЗНМА. Статистически значимых билатеральных различий по этому параметру также не обнаружено.

Максимальное усилие, выдерживаемое артерией до ее разрыва, в среднем равно  $1,94 \pm 0,12$  Н ( $n=21$ ;  $\min\text{-max}=1,20\text{--}3,00$  Н;  $\sigma=0,53$  Н;  $Cv=27,2\%$ ). Статистически значимых различий для правой ( $M \pm m = 2,12 \pm 0,14$  Н) и левой ( $M \pm m = 1,81 \pm 0,16$  Н) ЗНМА, а также для указанных артерий у мужчин ( $M \pm m = 1,89 \pm 0,17$  Н) и у женщин ( $M \pm m = 2,01 \pm 0,15$  Н) не выявлено.

Величина относительной деформации ЗНМА составляет  $28,23 \pm 1,90\%$  ( $n=23$ ;  $\min\text{-max}=12,86\text{--}57,27\%$ ;  $\sigma=9,14\%$ ;  $Cv=32,4\%$ ). Статистически значимых различий для правой ( $M \pm m = 28,21 \pm 3,25\%$ ) и левой ( $M \pm m = 28,25 \pm 2,00\%$ ) ЗНМА, а также для ЗНМА артерий у мужчин ( $M \pm m = 30,41 \pm 2,96\%$ ) и у женщин ( $M \pm m = 25,41 \pm 0,90\%$ ) не выявлено.

Таким образом, верхние мозжечковые артерии характеризуются самым большим наружным диаметром, углом отхождения, наибольшей прочностью и растяжимостью. Удвоение этих сосудов встречается наиболее часто. Нижние передние и задние нижние мозжечковые артерии не имеют значимых различий по изученным параметрам.



Изменчивость наружного диаметра, угла отхождения, общей прочности и относительной деформации мозжечковых артерий

Отмечено, что нижние передние мозжечковые артерии берут начало от нижней трети базилярной артерии в 1,5 раза чаще, чем от средней трети. Полученные данные о функциональной анатомии мозжечковых артерий мозга могут быть полезными при моделировании кровотока и оптимизации интрасосудистых вмешательств.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов И. П., Гиткина Л. С. Вертебробазилярные инсульты. – Минск: Беларусь, 1977. – 240 с.
2. Брагина Л. К. Рентгенологические методы исследования // Сосудистые заболевания нервной системы / Под ред. Е. В. Шмидта. – М.: Медицина, 1975. – С. 121–155.
3. Брюсова С. С. Ангиография мозга. – М.: изд-во АМН СССР, 1951. – 154 с.
4. Григоровский И. М. Материалы к хирургии задней черепной ямки. – М. – Л.: Медгиз, 1940. – 146 с.
5. Кованов В. В., Аникина Т. И. Хирургическая анатомия артерий человека. – М.: Медицина, 1974. – 359 с.
6. Крупачев И. Ф., Метальникова Н. Н. Виллизиев круг // В кн. «Многотомное руководство по неврологии». – М.: Медгиз, 1957. – Т. 1, кн. 2. – С. 326–329.
7. Лужа Д. Рентгеновая анатомия сосудистой системы. – Будапешт: АН Венгрии, 1973. – 379 с.
8. Николенко В. Н., Фомкина О. А., Гладиллин Ю. А. Анатомия внутричерепных артерий вертебробазилярной системы. М.: издательство Первого Московского государственного медицинского университета им. И. М. Сеченова, 2014. – 108 с.
9. Огнева С. М. Кровеносные сосуды продолговатого мозга и варолиева моста // Многотомное руководство по неврологии / Под ред. Н. И. Гращенко. – М.: Медгиз, 1957. – Т. 1. – С. 373–380.
10. Пажинский Л. В., Гайворонский И. В., Гайворонский А. И., Боля К. В. Вариантная анатомия артерий головного мозга человека // Медицина XXI век. – 2007. – № 6 (7). – С. 72–78.
11. Рентгенологическая анатомия позвоночной, задней нижней мозжечковой и затылочной артерий / М. Х. Лепшоков, В. В. Ткачев, А. А. Усачев, О. И. Кран, Г. Г. Музлаев // Кубанский научный медицинский вестник. – 2014. – № 7 (149). – С. 117–122.
12. Хирургическая анатомия артерий головного мозга / А. Г. Винокуров, В. В. Крылов, Н. В. Хуторной, Г. Ф. Добровольский // В кн. «Хирургия аневризм головного мозга» / Под ред. В. В. Крылова. – М., 2011. – Т. 1. – 432 с.
13. Greitz T., Sjörgen S. E. The posterior inferior cerebellar artery // Acta radiol. – 1968. – № 7. – 219 p.
14. Krayenbuhl H., Yasargil M. G. Die vaskulären erkrankungen im gebiet der arteria vertebralis und arteria basilaris. – Stuttgart, 1957. – 245 p.
15. Lang J. Skull base end related structures. – Stuttgart – New York, 1995. – 345 p.
16. Mitterwallner F. Variationstatistische untersuchungen on den basalen hirngefassen // Acta anat. – 1955. – Bd. 2. – P. 51–87.
17. Ring B. A., Waddington M. Intraluminal diameters of the intracranial arteries // Vase. surg. – 1967. – Vol. 1. – P. 137–141.

Поступила 03.03.2015