



Выявляемость артериовенозных мальформаций головного мозга в Чувашской Республике по данным компьютерно-томографической ангиографии

Михайлова М.Н.* , Кострова О.Ю. , Меркулова Л.М. , Стручко Г.Ю. , Семенов А.Ю.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»,
Московский пр-т, 15, Чебоксары, 428015, Российская Федерация

Резюме

Цель исследования – оценка выявляемости артериовенозных мальформаций (АВМ) головного мозга в Чувашской Республике и их характеристика.

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ результатов компьютерно-томографических ангиографий, выполненных в отделении лучевой диагностики в 2014–2017 гг.

Результаты. За исследуемый период АВМ головного мозга впервые обнаружены у 29 пациентов (5–9 случаев в год), из них было 59% мужчин и 41% женщин. Пик выявляемости приходится на возраст 31–40 лет. Чаще всего АВМ локализуются в лобной и височной областях. АВМ высокой степени хирургического риска по градации R. Spetzler, N. Martin (1986 г.) встречаются в 10% случаев. У 14% пациентов кроме АВМ обнаружены аневризмы церебральных сосудов.

Заключение. Наиболее часто встречаются АВМ малого размера с низкой степенью хирургического риска, однако в таких случаях выше вероятность геморрагических осложнений. Риск кровоизлияния в мозг больше при питании АВМ из артерий бассейна внутренней сонной артерии и дренировании в глубокие вены. Вероятность инсультов при АВМ на 27% выше у больных с разомкнутым виллизиевым кругом.

Ключевые слова: артериовенозные мальформации; сосуды головного мозга; компьютерно-томографическая ангиография; инсульт; виллизиев круг.

Благодарность. Авторы выражают благодарность Вадиму Григорьевичу Аверкиеву, заведующему отделением лучевой диагностики БУ «Республиканская клиническая больница» Минздрава Чувашии за помощь в организации сбора материала исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Михайлова М.Н., Кострова О.Ю., Меркулова Л.М., Стручко Г.Ю., Семенов А.Ю. Выявляемость артериовенозных мальформаций головного мозга в Чувашской Республике по данным компьютерно-томографической ангиографии. *Вестник рентгенологии и радиологии.* 2020; 101 (3): 163–9 <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2020-101-3-163-169>

Статья поступила 05.02.2020

Принята к печати 28.05.2020

Detectability of Brain Arteriovenous Malformations with CT Angiography in the Chuvash Republic

Marina N. Mikhaylova* , Ol'ga Yu. Kostrova, Larisa M. Merkulova, Gleb Yu. Struchko, Aleksey Yu. Semenov

Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Moskovskiy prospekt, 15, Cheboksary, 428015, Russian Federation

Abstract

Objective. To estimate the detection rate of brain arteriovenous malformations (AVMs) in the Chuvash Republic and their characteristics.

Material and methods. The results of CT angiographies performed at the Unit of Radiation Diagnosis in 2014–2017 were retrospectively analyzed.

Results. Over 4 years, brain AVMs were first detected in 29 patients (5–9 cases per year); of them 59% were men and 41% were women. The peak detectability occurred at the age of 31–40 years. AVMs were more frequently localized in the frontal and temporal regions. The high risk of surgery for AVMs according to the grading scheme by R. Spetzler and N. Martin (1986) occurred in 10% of cases. Besides AVMs, cerebral vascular aneurysms were detected in 14% of patients.

Conclusion. Small AVMs with a low risk of surgery are more common; however, there is a higher risk of hemorrhagic complications. The risk of cerebral hemorrhage is higher when AVMs are fed by the internal carotid arteries and drained into the deep veins. The likelihood of strokes in AVMs is 27% higher in patients with the open circle of Willis.

Keywords: arteriovenous malformations; cerebral vessels; CT angiography; stroke; Willis circle.

Acknowledgement. The authors are grateful to Vadim G. Averkiev, Head, of Radiation Diagnosis Department, Republican Clinical Hospital, Ministry of Health of Chuvashia, for assistance in collecting materials for the investigation.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The study had no sponsorship.

For citation: Mikhaylova M.N., Kostrova O.Yu., Merkulova L.M., Struchko G.Yu., Semenov A.Yu. Detectability of brain arteriovenous malformations with CT angiography in the Chuvash Republic. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2020; 101 (3): 163–9 (in Russ.). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2020-101-3-163-169>

Received 05.02.2020

Accepted 28.05.2020

Введение

Артериовенозные мальформации (АВМ) – врожденная патология сосудов головного мозга, которая может протекать клинически бессимптомно в первые десятилетия жизни либо манифестировать только в трудоспособном возрасте внутричерепными кровоизлияниями, эпилептическими припадками или очаговыми неврологическими симптомами [1–4]. Очень редко АВМ может образоваться *de novo* после лучевой терапии опухолей головного мозга, после перенесенного энцефаломиелимита и травм. Нарушения церебральной гемодинамики при АВМ могут приводить к глубокой инвалидизации (по данным разных авторов, в 30–48% случаев) или летальному исходу (23–29%), что свидетельствует о социальной значимости проблемы [5–7].

Распространенность данной патологии, по данным разных авторов, составляет 1–2 случая на 100 тыс. населения в год [8, 9]. По мнению российских исследователей, она колеблется от 2 до 6 случаев в год [6]. У мужчин АВМ встречается чаще, чем у женщин (55% всех случаев). Около 10–20% первично выявленных АВМ головного мозга приходится на детский возраст, при этом у мальчиков они обнаруживаются в 2 раза чаще, чем у девочек [2].

Морфологически АВМ представляют собой аберрантное соединение извитых и расширенных артерий и вен в обход капилляров. АВМ состоит из трех компонентов: приводящих артерий, клубка извитых сосудов или скопления сосудистых полостей (ядро АВМ), дренирующих вен [10]. По объему АВМ подразделяются на микро (менее 2 см³), малые (2–5 см³), средние (5–20 см³), большие (более 20 см³) и распространенные (более 100 см³) [5]. Согласно данным литературы, АВМ чаще локализуются супратенториально, в лобно-теменных отделах больших полушарий, в системе внутренней сонной артерии, а среди сосудов, составляющих ее бассейн, – в средней мозговой артерии [3, 6].

Согласно классификации R. Spetzler, N. Martin (1986 г.), АВМ головного мозга различаются по величине, локализации и наличию глубокого дренирования [11]. По размеру выделяют следующие АВМ: менее 3 см в одном из размеров – 1 балл, 3–6 см – 2 балла, более 6 см – 3 балла; по локализации: вне функционально значимой зоны мозга – 0 баллов, в пределах функционально значимой зоны (сенсомоторная, корковые центры Брока и Вернике, зрительная кора, таламус, внутренняя капсула, ствол мозга, ножки и ядра мозжечка) – 1 балл; по характеру дренирования: отсутствие глубоких дренирующих вен – 0 баллов, наличие таких вен – 1 балл. Данная градация позволяет оценить АВМ по степени хирургического риска и прогнозировать результаты лечения: 1, 2 балла – АВМ низкого хирургического риска; 3 балла – АВМ промежуточного риска; 4, 5 баллов – АВМ высокого риска. Добавочная категория 6 баллов была сохранена для неоперабельных мальформаций [5]. От размера АВМ и их локализации зависит выбор тактики лечения [8, 11–13].

Цель нашего исследования – оценка выявляемости артериовенозных мальформаций головного мозга в Чувашской Республике и их характеристика по данным компьютерно-томографической ангиографии (КТ-ангиографии).

Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ компьютерно-томографических ангиограмм 29 пациентов с впервые выявленными в 2014–2017 гг. артериовенозными мальформациями сосудов головного мозга по данным отделения лучевой диагностики БУ «Республиканская клиническая больница» Минздрава Чувашской Республики. Определен половой и возрастной состав лиц, у которых были выявлены АВМ, изучены топографо-анатомические особенности рассматриваемой патологии, выполнена оценка типа АВМ по степени хирур-

гического риска, согласно градации R. Spetzler и N. Martin (1986 г.), с использованием результатов ангиографического исследования по протоколам.

КТ-ангиография проводилась на мультиспиральном компьютерном томографе Aquilion-64 с внутривенным введением контрастного препарата Омнипак-350 или Йомерон-350 со скоростью 4,5–5 мл/с.

Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью программного пакета Microsoft Excel 2007.

Результаты

За указанный период (4 года) АВМ головного мозга выявлены у 29 пациентов – 17 (59%) мужчин и 12 (41%) женщин в возрасте от 20 до 69 лет

(см. таблицу). Чаще всего АВМ диагностировались в возрасте 31–40 лет.

У 93% пациентов АВМ локализовались супратенториально, что согласуется с данными литературы [13]. Наиболее часто (у 6 (21%) человек) они встречались в височной области, с той же частотой – в лобной области, при этом у одной пациентки – с экстракраниальным распространением (рис. 1).

Еще у 6 пациентов АВМ визуализировались в теменной и затылочной областях – по 3 случая соответственно. Также в 6 случаях большие по объему АВМ обнаружены в двух и более смежных долях больших полушарий головного мозга (рис. 2). Реже АВМ располагались в хиазмально-селлярной и таламической областях –

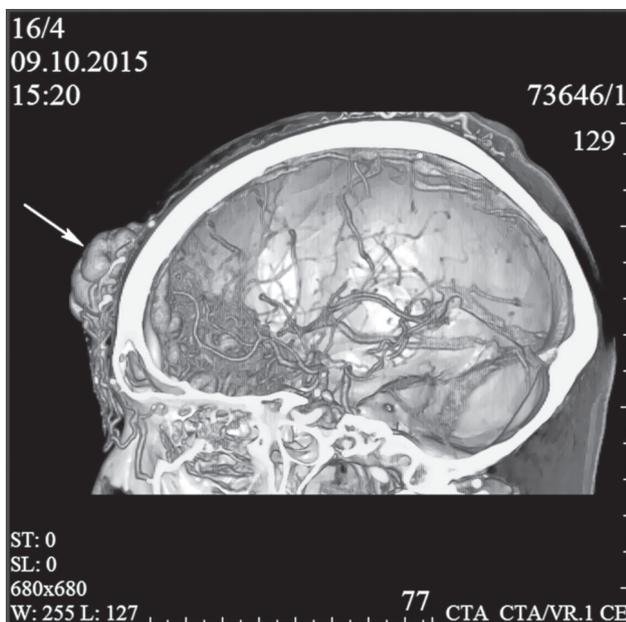


Рис. 1. КТ-ангиография церебральных сосудов с контрастным усилением пациентки 38 лет, артериальная фаза. 3D-реконструкция. Визуализируется крупная АВМ в лобной области с экстракраниальным распространением

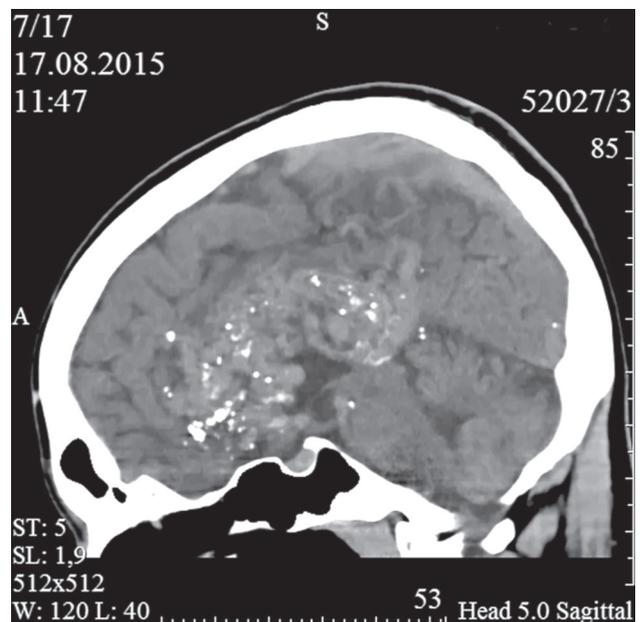


Рис. 2. КТ-ангиография церебральных сосудов с контрастным усилением 31-летнего мужчины, артериальная фаза, сагиттальная проекция. Крупная АВМ в лобной, теменной и височной областях. Визуализируется гиперденсивный клубок расширенных сосудов с участками обызвествления плотностью 52–70 ед Н

Возрастно-половой состав пациентов с АВМ головного мозга

Возраст, лет	2014 г.		2015 г.		2016 г.		2017 г.		Всего		
	Муж.	Жен.	Муж.	Жен.	Муж.	Жен.	Муж.	Жен.	Муж.	Жен.	Итого
20–30	0	0	0	0	2	0	2	0	4	0	4
31–40	2	0	1	1	0	1	3	1	6	3	9
41–50	1	1	1	2	0	1	0	0	2	4	6
51–60	0	0	1	1	0	1	2	0	3	2	5
61–70	1	0	0	2	1	1	0	0	2	3	5
Всего	5		9		7		8		17	12	29

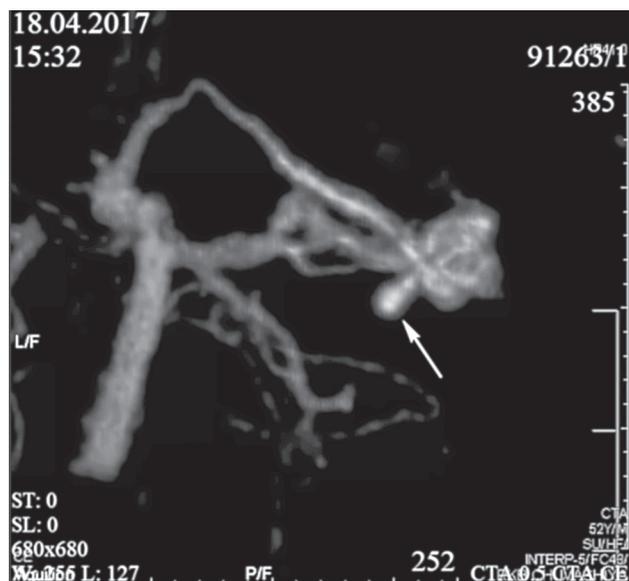


Рис. 3. КТ-ангиография церебральных сосудов с контрастным усилением, артериальная фаза. 3D-реконструкция. Определяется АВМ сосудистого сплетения нижнего рога бокового желудочка с мешотчатой аневризмой (стрелка)

по 1 случаю. У 2 больных обнаружена микроАВМ в области мозжечка (субтенториально).

У одного мужчины была диагностирована АВМ сосудистого сплетения нижнего рога правого бокового желудочка, при этом на одной из артерий самой АВМ обнаружена крупная мешотчатая аневризма (рис. 3). Действительно, по данным литературы, аневризмы на артериях, гемодинамически связанных с АВМ, характеризуются необычным местоположением по сравнению с большинством других интракраниальных аневризм [14].

Питающим АВМ сосудом у 38% пациентов (n = 11) является средняя мозговая артерия, 17% (n = 5) приходится на заднюю мозговую артерию, 14% (n = 4) – на переднюю мозговую артерию, 7% (n = 2) – на комбинацию средней и передней мозговых артерий, еще 10% (n = 3) – на сочетание задней мозговой артерии с артериями из бассейна внутренней сонной артерии. У 2 (7%) пациентов АВМ кровоснабжается из задней нижней мозжечковой артерии, по 1 наблюдению приходится на наружную сонную (3%) и ворсинчатые (3%) артерии соответственно.

Выявлено, что дренирование крови от АВМ чаще всего происходит в верхний сагиттальный синус – у 8 (28%) пациентов, в 4 (14%) случаях – в поверхностные вены мозга, у 5 (17%) пациентов – в поперечный и (или) сигмовидный синус. У 7 (24%) больных дренирование происходило через глубокие вены мозга в вену Галена и прямой синус. От крупных АВМ дренирование крови осуществлялось в одном случае в экстракраниальные лобные вены, в другом – в верхний сагитталь-

ный, поперечный синусы, в большую вену мозга, в третьем – в верхний сагиттальный, поперечный синусы, а также в поверхностные вены мозга.

Оценка степени хирургического риска, согласно градации R. Spetzler, N. Martin, показала, что АВМ высокого риска (5 баллов) имеются у 10% больных, АВМ промежуточного риска (3 балла) – у 34%, у остальных пациентов диагностированы АВМ низкого хирургического риска (рис. 4).

Кроме того 4 (14%) человека имели и другую патологию церебральных сосудов – артериальные аневризмы вне АВМ. При этом патологическое выпячивание стенки сосуда у одной женщины обнаружено на задней мозговой артерии, у другой – в области соединения передних мозговых и передней соединительной артерий. У мужчины с крупной АВМ лобно-височно-теменной области обнаружена мешотчатая аневризма внутренней сонной артерии, еще у одного пациента – милиарные аневризмы внутренней сонной и средней мозговой артерий.

В литературе имеются данные, свидетельствующие о взаимосвязи патологии сосудов головного мозга с вариантами строения артериального (виллизиева) круга большого мозга, обеспечивающего равномерное распределение крови в головном мозге [15, 16]. При анализе ангиограмм у 22 (76%) больных с АВМ нами была оценена морфология виллизиева круга. Установлено, что 11 (50%) из них имели «классический» замкнутый тип строения артериального круга. Несмотря на это, у 7 (31,8%) человек отмечалась гипоплазия соединительных артерий виллизиева круга (гемодинамически значимым является их диаметр менее 1 мм), у 2 (9,1%) пациентов выявлено удвоение передней соединительной артерии, еще у 3 (13,6%) – гипертрофия обеих задних соединительных артерий.

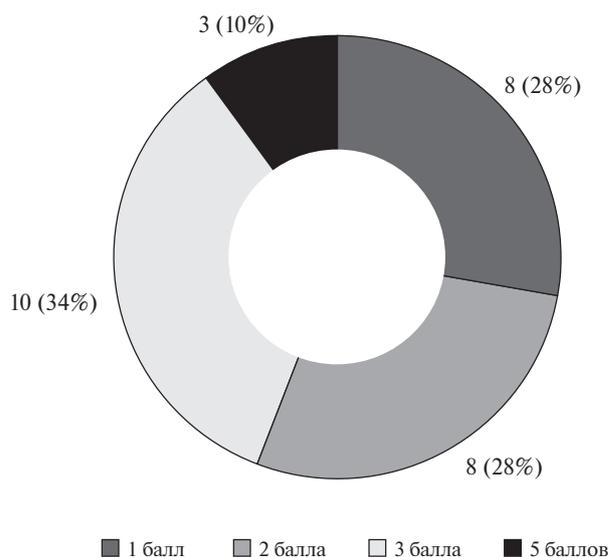


Рис. 4. Распределение АВМ по степени хирургического риска, согласно градации R. Spetzler и N. Martin

У остальных пациентов виллизиев круг был незамкнутым. При этом в 4 (48,2%) случаях – за счет аплазии обеих задних соединительных артерий, еще у 4 (18,2%) больных – за счет отсутствия одной задней соединительной артерии. Кроме того, у 2 (9,1%) пациентов отмечалась задняя трифуркация внутренней сонной артерии (задняя мозговая артерия отходит от внутренней сонной), у 1 (4,5%) больного выявлена передняя трифуркация левой внутренней сонной артерии (обе передние мозговые артерии отходят от одной внутренней сонной артерии), сочетающаяся с аплазией правой задней соединительной артерии.

Анализ КТ-ангиограмм показал, что у 21% пациентов (n = 6) имели место острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) по геморрагическому типу и внутримозговая гематома, у 17% (n = 5) диагностировано внутрижелудочковое и (или) субарахноидальное кровоизлияние, у 7% (n = 2) диагностирована внутримозговая гематома с прорывом крови в желудочки. Еще у 6 (21%) человек в головном мозге были обнаружены очаговые зоны сниженной плотности или постинфарктные изменения, свидетельствующие о ранее перенесенных инсультах. У остальных 10 (34%) пациентов патологических изменений вещества головного мозга не было выявлено.

Анализ полученных данных показал, что при малых размерах АВМ головного мозга (1 балл по градации R. Spetzler и N. Martin) ОНМК или их последствия встречаются в 73% случаев, тогда как при АВМ среднего и крупного размера (2 и 3 балла) – в 50% случаев. Это согласуется с данными литературы.

По результатам ранее проведенных исследований риск кровоизлияния из АВМ диаметром менее 3 см составляет 86–90%, при размере 3–6 см – 52–72%, а при диаметре мальформации больше 6 см – 30–50% [5, 10].

По нашим данным, вероятность кровоизлияния из сосудов АВМ, питающихся из бассейна внутренней сонной артерии (передней и средней мозговой артерий), составила 71%, тогда как в случае питания АВМ из артерий вертебробазиллярного бассейна – 57%. При разомкнутом артериальном круге большого мозга у больных с АВМ внутричерепные кровоизлияния встречались в 82%, а при замкнутом – в 55% случаев. Также нами выявлено, что при дренировании в глубокие венозные коллекторы ОНМК развивались у 50% больных, при отсутствии глубоких дренирующих вен – у 37%.

Обсуждение

Ежегодно в Чувашской Республике проводится более 20 тыс. КТ-исследований головного мозга. Так, в 2014 г. было проведено 25 013 томографий, из них 336 – с внутривенным болюсным

контрастированием. За этот год в Республиканской клинической больнице, куда поступает большинство пациентов с цереброваскулярными заболеваниями, церебральные АВМ впервые диагностированы у 5 человек, в дальнейшем наблюдался небольшой прирост выявляемости данной патологии, что, вероятно, связано с повышением доступности высокотехнологичной диагностической помощи населению. За период с 2014 по 2017 г. АВМ чаще обнаруживались у мужчин (59%), а возраст пациентов, у которых чаще выявлялись мальформации сосудов головного мозга, варьировал от 31 года до 40 лет (в среднем 43,3 года), что согласуется с результатами исследований других авторов.

Клиническая манифестация заболевания у 66% пациентов проявилась внутричерепными кровоизлияниями на момент поступления, или на КТ были обнаружены изменения, свидетельствующие о ранее перенесенных инсультах. Это также согласуется с данными разных авторов, которые указывают на то, что у 50–70% пациентов АВМ впервые проявляются геморрагическими осложнениями [4–6, 12]. У большинства пациентов выявлены АВМ с низкой степенью хирургического риска по градации R. Spetzler, N. Martin [11], однако при этом их малый размер сочетается с большим риском развития ОНМК. По данным литературы, риск кровоизлияния из АВМ диаметром менее 3 см составляет 86–90%, при размере 3–6 см – 52–72%, а при диаметре мальформации больше 6 см – 30–50%. Кроме того, известно, что геморрагическое течение наиболее характерно для АВМ, которые расположены в области подкорковых ядер и мозолистого тела, имеют небольшой размер и дренируются в систему глубоких вен [5, 10].

Результаты нашего исследования показали, что при разомкнутости артериального круга большого мозга частота развития внутричерепных кровоизлияний больше, чем при его замкнутости. Это объясняется усугублением феномена «обкрадывания» и ухудшением церебральной гемодинамики, что может приводить и к формированию аневризм как в самой АВМ, так и на других церебральных артериях [5, 14]. Среди наших пациентов у 1 больного артериальная аневризма была обнаружена в самой АВМ, у 4 (14%) – вне АВМ.

Заключение

Выявляемость АВМ церебральных сосудов в Чувашской Республике составляет от 5–9 случаев в год, чаще у мужчин в возрасте от 31 года до 40 лет. В большинстве случаев мальформации обнаруживаются в лобной и височной областях, большая их часть получает питание из средней мозговой артерии, а дренируется в верхний

сагиттальный синус. По степени хирургического риска у большинства пациентов выявлены АВМ малого размера с низкой степенью риска (1–2 балла), однако при этом чаще встречаются геморрагические осложнения. У 45% больных с мальформациями сосудов головного мозга на момент

исследования диагностированы внутрочерепные кровоизлияния, еще у 21% – последствия ранее перенесенных инсультов. Вероятность развития инсульта у пациентов с АВМ при разомкнутом типе строения артериального круга большого мозга на 27% выше, чем при «классическом» замкнутом типе.

Литература

1. Каплунова О.А., Чаплыгина Е.В., Домбровский В.И., Суханова О.П., Блинов И.М. Развитие внутримозговых сосудов и артериовенозные мальформации. *Журнал анатомии и гистопатологии*. 2015; 4 (4): 18–25. DOI: 10.18499/2225-7357-2015-4-4-18-25
2. Тадевосян А.Р., Асатрян Э.А. Современные представления об эпилептическом синдроме, сопровождающем церебральные артериовенозные мальформации (АВМ) (обзор литературы). *Нейрохирургия и неврология детского возраста*. 2015; 2 (44): 61–72.
3. Тимофеева Н.Ю., Михайлова М.Н., Меркулова Л.М., Кострова О.Ю., Кузьмин Н.В., Семенова О.В. Патология сосудов головного мозга. Клинический случай болезни мойамойа. *Трудный пациент*. 2017; 15 (10–11): 45–8.
4. Gaab M.R. Intracerebral hemorrhages from cerebral arteriovenous malformations: prognostic grading. *World Neurosurgery*. 2016; 93: 471–3. DOI: 10.1016/j.wneu.2016.05.068
5. Шанько Ю.Г., Смяянович В.А. Современные принципы диагностики и лечения церебральных артериовенозных мальформаций. *ARS MEDICA*. 2009; 3 (13): 16–29.
6. Свистов Д.В., Кандыба Д.В., Савелло А.В. Артериовенозные мальформации головного мозга: клиника, диагностика, комплексное лечение. В кн.: Парфенова В.Е., Свистова Д.В. (ред.) Сборник учебных пособий по актуальным вопросам нейрохирургии. СПб: Фолиант; 2002: 199–260.
7. Шилова М.А., Друк И.В., Глоба И.В. Изменения сосудистого русла головного мозга при внезапной смерти лиц молодого возраста. *Судебно-медицинская экспертиза*. 2018; 61 (1): 55–9. DOI: 10.17116/sudmed201861155–59
8. Asif K., Leschke J., Lazzaro M. Cerebral arteriovenous malformation diagnosis and management. *Seminars in Neurology*. 2014; 6; 33 (05): 468–75. DOI: 10.1055/s-0033-1364212
9. Шифман Е.М., Куликов А.В., Лубнин А.Ю., Дробинская А.Н., Флока С.Е. Интракраниальные артериовенозные мальформации во время беременности, родов и послеродового периода. *Анестезиология и реаниматология*. 2014; 1: 85–7.
10. Kader A., Young W.L., Pile-Spellman J., Mast H., Sciacca R.R., Mohr J.P. et al. The influence of hemodynamic and anatomic factors on hemorrhage from cerebral arteriovenous malformations. *Neurosurgery*. 1994; 1; 34 (5): 801–8. DOI: 10.1097/00006123-199405000-00003
11. Spetzler R.F., Martin N.A. A proposed grading system for arteriovenous malformations. *J. Neurosurg.* 1986; 65 (3): 476–83. DOI: 10.3171/jns.1986.65.4.0476
12. Solomon R.A., Connolly E.S. Arteriovenous malformations of the Brain. *N. Engl. J. Med.* 2017; 376: 1859–66. DOI: 10.1056/NEJMr1607407
13. Baskaya M.K., Jea A., Heros R.C., Javahary R., Sultan A. Cerebral Arteriovenous Malformations. *Clin. Neurosurg.* 2006; 53: 114–44.
14. Turjman F., Massoud T.F., Vinuela F., Sayre J.W., Guglielmi G., Duckwiler G. Aneurysms related to cerebral arteriovenous malformations: superselective angiographic assessment in 58 patients. *Am. J. Neuroradiol.* 1994; 15: 1601–5.
15. Кострова О.Ю., Михайлова М.Н., Меркулова Л.М., Семенова О.В., Аверкиев В.Г., Тимофеева Н.Ю. Распространенность патологии сосудов головного мозга в Чувашской Республике по данным компьютерно-томографической ангиографии. *Оперативная хирургия и клиническая анатомия (Пироговский научный журнал)*. 2018; 2 (1): 19–22. DOI: 10.17116/operhirurg20182119-22
16. Трушель Н.А. Гемодинамические и морфологические предпосылки развития цереброваскулярной патологии. *Журнал анатомии и гистопатологии*. 2016; 5 (4): 69–73. DOI: 10.18499/2225-7357-2016-5-4-69-73

References

1. Kaplunova O.A., Chaplygina E.V., Dombrovskiy V.I., Sukhanova O.P., Blinov I.M. The Development of intracerebral vessels and arteriovenous malformations. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2015; 4 (4): 18–25 (in Russ.). DOI: 10.18499/2225-7357-2015-4-4-18-25
2. Tadevosyan A.R., Asatryan E.A. Modern view on the epileptic syndrome accompanying cerebral arteriovenous malformations (AVMs) (review of the literature). *Pediatric Neurosurgery and Neurology Research Journal*. 2015; 2 (44): 61–72 (in Russ.).
3. Timofeeva N.Yu., Mikhaylova M.N., Merkulova L.M., Kostrova O.Yu., Kuzmin N.V., Semenova O.V. The pathology of cerebral vessels. clinical case of moyamoya disease. *Difficult Patient*. 2017; 15 (10–11): 45–8 (in Russ.).
4. Gaab M.R. Intracerebral hemorrhages from cerebral arteriovenous malformations: prognostic grading. *World Neurosurgery*. 2016; 93: 471–3. DOI: 10.1016/j.wneu.2016.05.068
5. Shan'ko Yu.G., Smeyanovich V.A. Modern principles of diagnosis and treatment of cerebral arteriovenous malformations. *ARS MEDICA*. 2009; 3 (13): 16–29 (in Russ.).
6. Svistov D.V., Kandyba D.V., Savello A.V. Arteriovenous malformations of the brain: clinic, diagnosis, complex treatment. In.: Parfenov V.E., Svistov D.V. (Eds.) Collection of textbooks on topical issues of neurosurgery. St. Petersburg: Foliant; 2002: 199–260 (in Russ.).
7. Shilova M.A., Druk I.V., Globa I.V. Changes in the brain vascular bed associated with sudden death of young subjects. *Forensic Medical Expertise*. 2018; 61 (1): 55–9. DOI: 10.17116/sudmed201861155–59 (in Russ.).
8. Asif K., Leschke J., Lazzaro M. Cerebral Arteriovenous Malformation Diagnosis and Management. *Seminars in Neurology*. 2014; 6; 33 (05): 468–75. DOI: 10.1055/s-0033-1364212

9. Shifman E.M., Kulikov A.V., Lubnin A.Yu., Drobinskaya A.N., Floka S.E. Intracranial arteriovenous malformations during pregnancy, labor and postpartum. *Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology*. 2014; 1: 85–7 (in Russ.).
10. Kader A., Young W.L., Pile-Spellman J., Mast H., Sciacca R.R., Mohr J.P. et al. The influence of hemodynamic and anatomic factors on hemorrhage from cerebral arteriovenous malformations. *Neurosurgery*. 1994; 1; 34 (5): 801–8. DOI: 10.1097/00006123-199405000-00003
11. Spetzler R.F., Martin N.A. A proposed grading system for arteriovenous malformations. *J. Neurosurg.* 1986; 65 (3): 476–83. DOI: 10.3171/jns.1986.65.4.0476
12. Solomon R.A., Connolly E.S. Arteriovenous malformations of the Brain. *N. Engl. J. Med.* 2017; 376: 1859–66. DOI: 10.1056/NEJMr1607407
13. Baskaya M.K., Jea A., Heros R.C., Javahary R., Sultan A. Cerebral Arteriovenous Malformations. *Clin. Neurosurg.* 2006; 53: 114–44.
14. Turjman F., Massoud T.F., Vinuela F., Sayre J.W., Guglielmi G., Duckwiler G. Aneurysms related to cerebral arteriovenous malformations: superselective angiographic assessment in 58 patients. *Am. J. Neuroradiol.* 1994; 15: 1601–5.
15. Kostrova O.Yu., Mikhaylova M.N., Merkulova L.M., Semenova O.V., Averkiev V.G., Timofeeva N.Yu. The prevalence of cerebrovascular disease in the Chuvash Republic according to the data of computed tomography angiography. *Russian Journal of Operative Surgery and Clinical Anatomy*. 2018; 2 (1): 19–22 (in Russ.). DOI: 10.17116/operhirurg20182119-22
16. Trushel N.A. Hemodynamic and morphological preconditions of cerebrovascular pathology development. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2016; 5 (4): 69–73 (Russ.). DOI: 10.18499/2225-7357-2016-5-4-69-73

Сведения об авторах | Information about the authors

Михайлова Марина Николаевна*, к. м. н., доцент кафедры нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»; orcid.org/0000-0001-6957-940X
E-mail: mar3007@mail.ru

Кострова Ольга Юрьевна, к. м. н., доцент, заведующая кафедрой инструментальной диагностики с курсом физиотерапии, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»; orcid.org/0000-0002-7057-9834

Меркулова Лариса Михайловна, д. м. н., профессор кафедры нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»; orcid.org/0000-0001-7460-6791

Стручко Глеб Юрьевич, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»; orcid.org/0000-0002-0549-5116

Семенов Алексей Юрьевич, ассистент кафедры нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»; orcid.org/0000-0003-1414-6118

Marina N. Mikhaylova*, Cand. Med. Sc., Associate Professor of Chair of Normal and Topographic Anatomy with Operative Surgery, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov; orcid.org/0000-0001-6957-940X
E-mail: mar3007@mail.ru

Ol'ga Yu. Kostrova, Cand. Med. Sc., Associate Professor, Chief of Chair of Instrumental Diagnostics with Phthisiatry Courses, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov; orcid.org/0000-0002-7057-9834

Larisa M. Merkulova, Dr. Med. Sc., Professor of Chair of Normal and Topographic Anatomy with Operative Surgery, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov; orcid.org/0000-0001-7460-6791

Gleb Yu. Struchko, Dr. Med. Sc., Professor, Chief of Chair of Normal and Topographic Anatomy with Operative Surgery, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov; orcid.org/0000-0002-0549-5116

Aleksey Yu. Semenov, Assistant Professor of Chair of Normal and Topographic Anatomy with Operative Surgery, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov; orcid.org/0000-0003-1414-6118