

ISSN 2782-3806

ISSN 2782-3814 (Online)

УДК [616.133.33 + 616.145.11]-007.1

## АНАЛИЗ ТИПА ТЕЧЕНИЯ АРТЕРИОВЕНОЗНЫХ МАЛЬФОРМАЦИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА НА ОСНОВАНИИ ОЦЕНКИ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ АНГИОАРХИТЕКТониКИ ВЕНОЗНЫХ ДРЕНАЖЕЙ

Мамонов Н. А., Рожченко Л. В., Горощенко С. А., Самочерных К. А.

Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт имени профессора А. Л. Поленова — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

### Контактная информация:

Мамонов Никита Андреевич,  
РНХИ им. проф. А. Л. Поленова — филиал  
ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова»  
Минздрава России,  
ул. Маяковского, д. 12, Санкт-Петербург,  
Россия, 191014.  
E-mail: mammon820@gmail.com

Статья поступила в редакцию 22.09.2022  
и принята к печати 03.10.2022.

### РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Артериовенозные мальформации головного мозга являются редко встречаемой врожденной сосудистой патологией. В настоящий момент изучение венозного компонента артериовенозных мальформаций является актуальной темой многих исследований. Большинство авторов считают, что ангиоархитектурные особенности венозного звена артериовенозных мальформаций могут оказывать значительное влияние на оценку естественного течения патологии и определение тактики лечения данных больных. **Цель.** Провести сравнительный анализ персонифицированных особенностей венозного дренирования артериовенозных мальформаций головного мозга с типами клинического течения. **Материалы и методы.** Были проанализированы результаты обследования 61 взрослого пациента с артериовенозными мальформациями головного мозга, наблюдавшегося в нейрохирургическом отделении № 3 РНХИ им. проф. А. Л. Поленова в период с 2014 по 2021 гг. Проанализированы половозрастные характеристики и данные нейровизуализации, а также особенности венозного оттока артериовенозных мальформаций. Составлены группы пациентов по типу течения заболевания и проведен сравнительный анализ с характеристиками венозного оттока, а также их особенностями. Соотношение мужчины/женщины составило 1,5/1 (37/24). Преобладали больные моложе 45 лет (77,1 %). По типам клинического течения: геморрагический тип — 18 наблюдений (29,5 %); эпилептический тип — 24 пациента (39,3 %); торпидный тип — 19 больных (31,2 %). **Результаты.** Выявлена корреляция между глубоким расположением тела мальформации, а также дренированием исключительно в систему глубоких вен и геморрагическим типом течения ( $p = 0,034$ ), в то время как мужской пол и поверхност-

ная локализация мальформации были более характерны для эпилептического типа ( $p = 0,01$ ). Торпидный тип течения не имел значимых взаимосвязей с исследуемыми особенностями. **Заключение.** По нашим данным, анализ персонализированных особенностей венозного дренирования церебральных артериовенозных мальформаций может помочь в оценке клинического течения, что улучшит результаты лечения этих пациентов.

**Ключевые слова:** артериовенозная мальформация, венозный дренаж, тип течения.

*Для цитирования: Мамонов Н.А., Рожченко Л.В., Горощенко С.А., Самочерных К.А. Анализ типа течения артериовенозных мальформаций головного мозга на основании оценки персонализированных особенностей ангиоархитектоники венозных дренажей. Российский журнал персонализированной медицины. 2022;2(5):16-24. DOI: 10.18705/2782-3806-2022-2-5-16-24.*

## ANALYSIS OF THE TYPE OF COURSE OF ARTERIOVENOUS MALFORMATIONS OF THE BRAIN ON THE BASIS OF THE EVALUATION OF THE PERSONALIZED FEATURES OF ANGIOARCHITECTONICS OF VENOUS DRAINAGES

**Mamonov N. A., Rozhchenko L. V., Goroschenko S. A., Samochernykh K. A.**

Polenov Neurosurgical Research Institute, branch of the Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia

**Corresponding author:**

Mamonov Nikita A.,  
Polenov Neurosurgical Research Institute,  
branch of the Almazov National Medical  
Research Centre,  
Mayakovsky str., 12, Saint Petersburg,  
Russia, 1910141.  
E-mail: mammon820@gmail.com

Received 22 September 2022; accepted  
03 October 2022.

### ABSTRACT

**Background.** Arteriovenous malformations of the brain are a rare congenital vascular pathology. At the moment, the study of the venous component of arteriovenous malformations is a hot topic of many studies. Most authors believe that the angioarchitectural features of the venous link of arteriovenous malformations can have a significant impact on assessing the natural course of the pathology and determining the tactics of treating these patients. **Objective.** In our work, we conducted an assessment and compared the personalized features of venous

drainage of arteriovenous malformations of the brain with the type of clinical course. **Design and methods.** We analyzed the results of a survey of 61 adult patients with arteriovenous malformations of the brain, observed in the neurosurgical department No. 3 of the RNSI n. a. prof. A. L. Polenov in the period from 2014 to 2021. Gender and age characteristics and neuroimaging data, as well as features of the venous outflow of arteriovenous malformations were analyzed. Groups of patients were composed according to the type of the course of the disease and a personalized analysis was carried out with the characteristics of the venous outflow, as well as their features. The male/female ratio was 1.5/1 (37/24). Patients under 45 years of age prevailed (77.1 %). By types of clinical course: hemorrhagic type — 18 cases (29.5 %); epileptic type — 24 patients (39.3 %); torpid type — 19 patients (31.2 %). **Results.** A correlation was found between the deep location of the body of the malformation, as well as drainage exclusively into the deep vein system, and the hemorrhagic type of course ( $p = 0.034$ ), while the male gender and superficial localization of the malformation were more characteristic of the epileptic type ( $p = 0.01$ ). The torpid flow type did not have significant relationships with the studied features. **Conclusion.** According to our data, an analysis of the personalized characteristics of venous drainage of cerebral arteriovenous malformations can help in assessing the clinical course, which will improve the treatment outcomes of these patients.

**Key words:** arteriovenous malformation, types of clinical course, venous drainage.

*For citation: Mamonov NA, Rozhchenko LV, Goroschenko SA, Samochernykh KA. Analysis of the type of course of arteriovenous malformations of the brain on the basis of the evaluation of the personalized features of angioarchitectonics of venous drainages. Russian Journal for Personalized Medicine. 2022;2(5):16-24. (In Russ.) DOI: 10.18705/2782-3806-2022-2-5-16-24.*

**Список сокращений:** АВМ — артериовенозная мальформация, S-M — Spetzler-Martin.

## ВВЕДЕНИЕ

Артериовенозные мальформации (АВМ) головного мозга представляют собой редкую врожденную патологию церебральных сосудов, характеризующуюся отсутствием капиллярного русла с формированием артериовенозных фистул. В клинической картине АВМ головного мозга преобладают внутрочерепные кровоизлияния, эпилептический синдром и очаговый неврологический дефицит. Определение тактики лечения данных пациентов формируется на основании морфометрических характеристик мальформации и типе клинического течения [1, 2].

В настоящий момент, учитывая высокое социально-экономическое влияние данного заболевания, а также раннюю диагностику АВМ, становится все более актуальным персонализированный подход к ведению и лечению этих пациентов с целью профилактики осложнений и улучшения исходов.

Несмотря на сложившиеся представления о значимости артериального звена АВМ, изучение особенностей венозного оттока приобретает все боль-

шую важность для оценки естественного течения заболевания.

Цель нашей работы заключается в анализе индивидуальных ангиографических особенностей венозного дренирования АВМ с учетом типа клинического течения.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Были проанализированы результаты обследования 61 взрослого пациента с АВМ головного мозга, наблюдавшегося в нейрохирургическом отделении № 3 РНХИ им. проф. А. Л. Поленова в период с 2014 по 2021 гг.

Всем пациентам была выполнена полная селективная церебральная ангиография в различных проекциях. Исследование проводили на ангиографе Allura Xper 20/20 Biplane.

На наш взгляд, кроме общих характеристик, таких как возраст, пол пациентов, тип течения заболевания, рассматривались и персонализированные предикторы возможного исхода заболевания, такие как расположение и ангиоархитектоника АВМ.

Пациенты были распределены по следующим возрастным группам: от 18 до 45 лет, от 45 до 59 лет и более 59 лет.

По типам течения пациенты разделялись на 3 группы: 1) геморрагический тип (начало заболевания с кровоизлияния из АВМ), 2) эпилептический тип (манifestация с развития эпилептического синдрома) и 3) торпидный тип (цефалгический синдром либо случайно выявленная АВМ).

Поверхностными было принято считать церебральные АВМ, выходящие на кору головного мозга вне зависимости от доли, где они располагались. При локализации в базальных ганглиях или мозолистом теле, АВМ считались как глубокие поражения.

АВМ классифицировались по шкале Spetzler-Martin (S-M) с целью планирования дальнейшего лечения и хирургических рисков. В исследование включались больные II–IV степени по S-M. Пациенты I и V градации в исследование не вошли.

Особенности венозного оттока оценивали по следующим критериям: направление оттока, тип дренирования (поверхностный, глубокий или смешанный), наличие стенозов дренирующих вен, венозных лакун и макрофистул. Стенозом считалось локальное сужение эфферента более 50 % [3]. Венозные лакуны определяли как локальное мешковидное выпячивание дренажной вены. Макрофистулой считался высокопоточковый крупный основной эфферент диаметром в 3–4 раза больше нормы.

Была проанализирована взаимосвязь типов течения АВМ со следующими характеристиками: пол, возраст, возрастные группы, степень по шкале S-M, локализации тела АВМ, направление оттока, тип дренирования, стеноз дренирующих вен, наличие венозных лакун и макрофистул.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследование включен 61 пациент с церебральными АВМ. Соотношение мужчин и женщин было 1,5/1 (37/24). Преобладали лица моложе 45 лет (77,1 %) (рис. 1).

По типу клинического течения было выделено 3 группы: геморрагический тип — 18 наблюдений (29,5 %); эпилептический тип — 24 пациента (39,3 %); торпидный тип — 19 больных (31,2 %). У 4 из 18 пациентов с геморрагическим типом течения заболевания впоследствии присоединились эпилептические припадки (рис. 2).

Средний возраст начала заболевания составил 36,6 лет, и различий по этому признаку во всех группах не отмечено. Выявлено преобладание мужчин в группе эпилептического типа течения (75,0 %). В остальных группах различия по полу не выявлено.

Проведен сравнительный анализ локализации мальформации и степени градации по шкале S-M с типами течения АВМ. Результаты сравнения представлены на рисунке 3.

При сравнении групп выявлено, что при геморрагическом типе течения поверхностная и глубокая локализации АВМ встречались одинаково. При эпилептическом типе значительно преобладали АВМ, расположенные поверхностно (91,7 %;  $p = 0,01$ ). При сравнении групп пациентов по шкале S-M выявлено, что при геморрагическом типе течения реже встречались пациенты с S-M II. Среди пациентов с эпилептическим типом течения АВМ преобладали S-M III и IV степени градации.

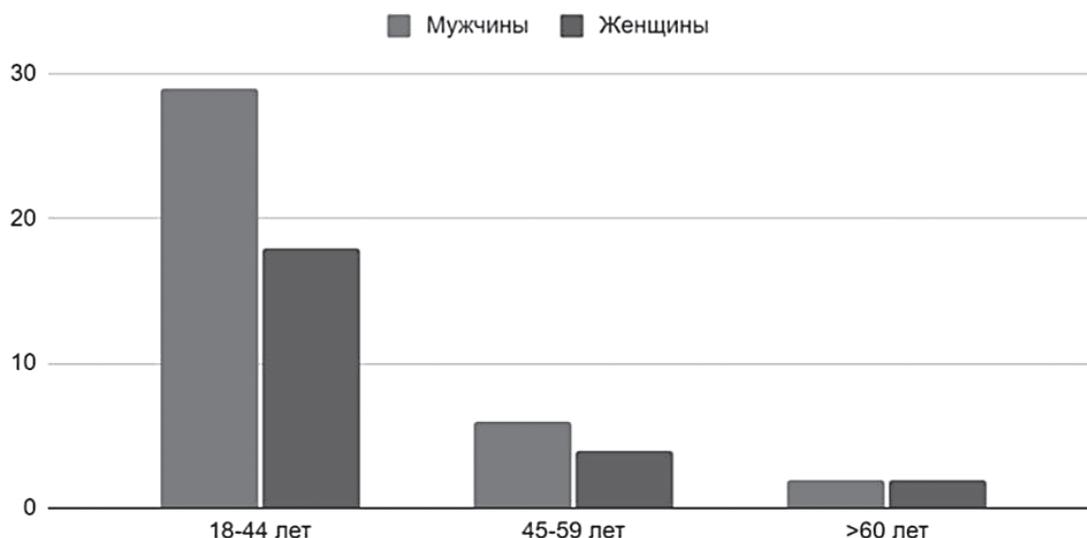


Рис. 1. Распределение больных по полу и возрастным группам

Нами был проведен анализ зависимости типа клинического течения АВМ от особенностей венозного оттока. При анализе направления венозного дренирования выявлено, что во всех типах течения АВМ преобладало двухстороннее направление венозного дренирования, а при эпилептическом и торпидном типах с равной частотой встречался контралатеральный дренаж (рис. 4).

При геморрагическом типе течения АВМ встречался только исключительно глубокий тип венозного дренирования. Смешанный тип дренажа превалировал во всех типах течения заболевания (рис. 5).

При анализе персонализированных особенностей дренирующих вен выявлено преобладание как сочетания, так и отсутствия всех признаков в равной степени во всех типах течения. Однако

при эпилептическом типе изолированное наличие венозных лакун и макрофистул в структуре АВМ встречалось чаще (рис. 6).

### ОБСУЖДЕНИЕ

АВМ головного мозга является редкой патологией, но, тем не менее, требует подробного изучения, так как может иметь серьезные клинические проявления, такие как внутричерепное кровоизлияние [2, 4–6], что часто приводит к тяжелой инвалидизации больных и нередко к летальному исходу [7]. Также это заболевание может обуславливать формирование эпилептических припадков, постоянных головных болей и прогрессирующего очагового неврологического дефицита. В работе Tong X. и соавторов (2016 г.) было выявлено, что

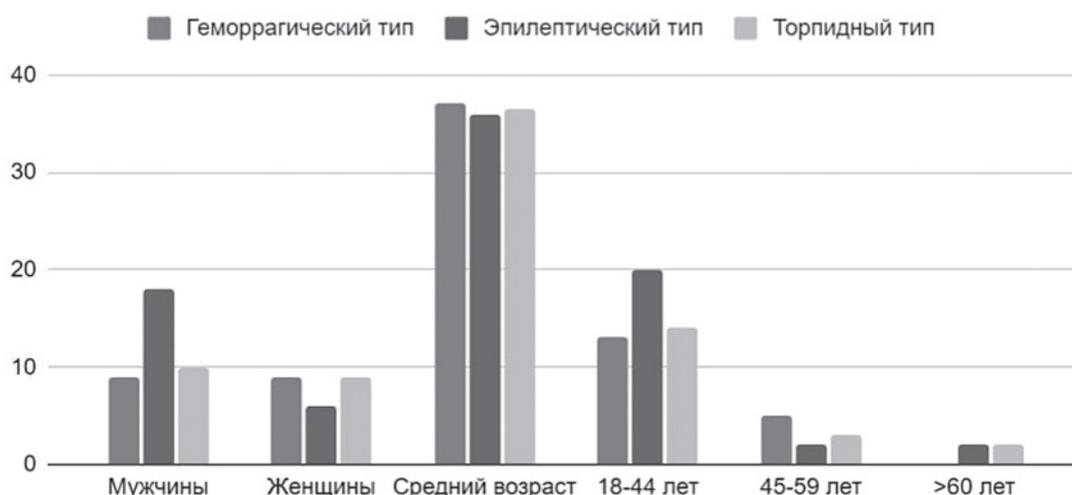


Рис. 2. Распределение пациентов по демографическим характеристикам

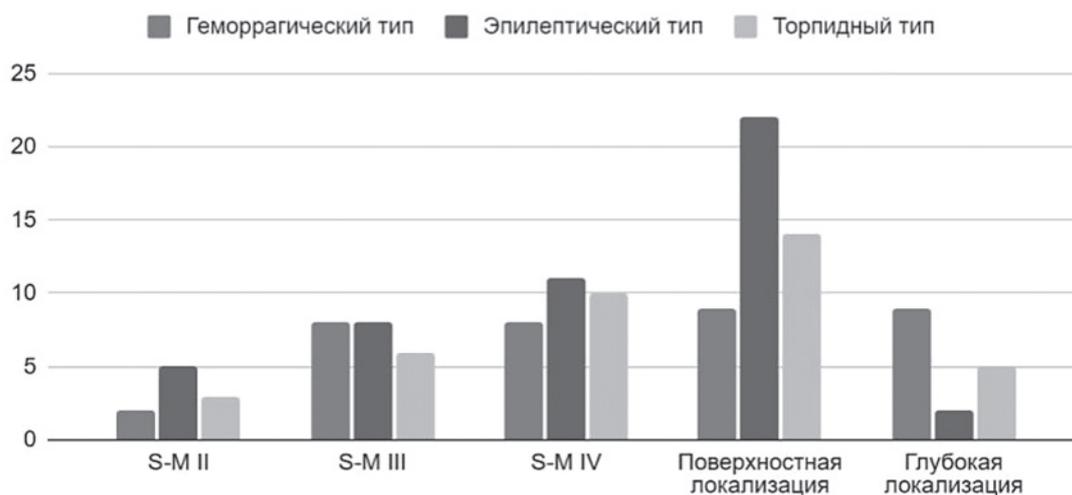


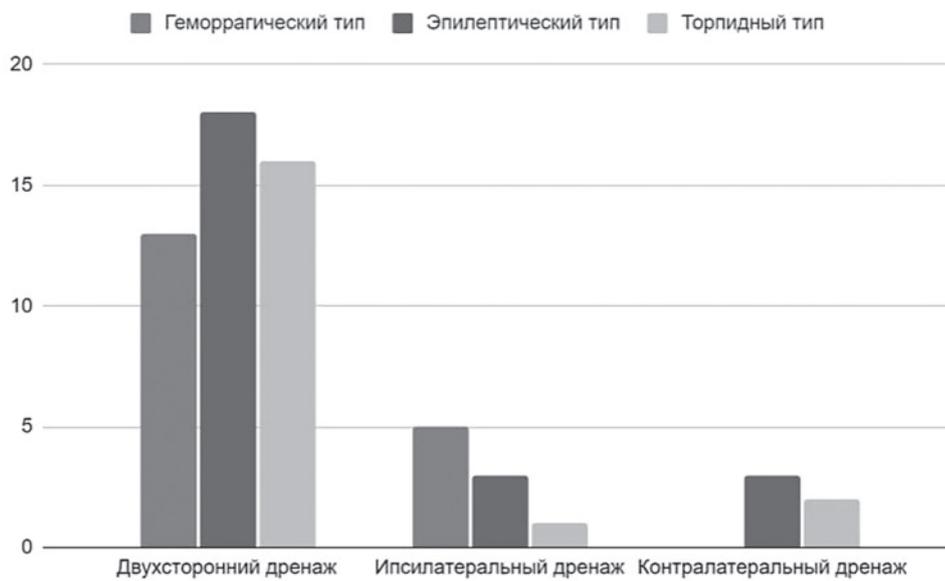
Рис. 3. Сопоставление характеристик АВМ с типом течения заболевания

мужчины имеют более высокий риск манифестации АВМ эпилептическим синдромом. Мы получили схожие результаты: выявлено преобладание мужчин в группе эпилептического типа течения (75,0 %) [8]. Средний возраст манифестации симптомов у наших пациентов составил 36,6 лет, что сопоставимо с литературными данными [9–14].

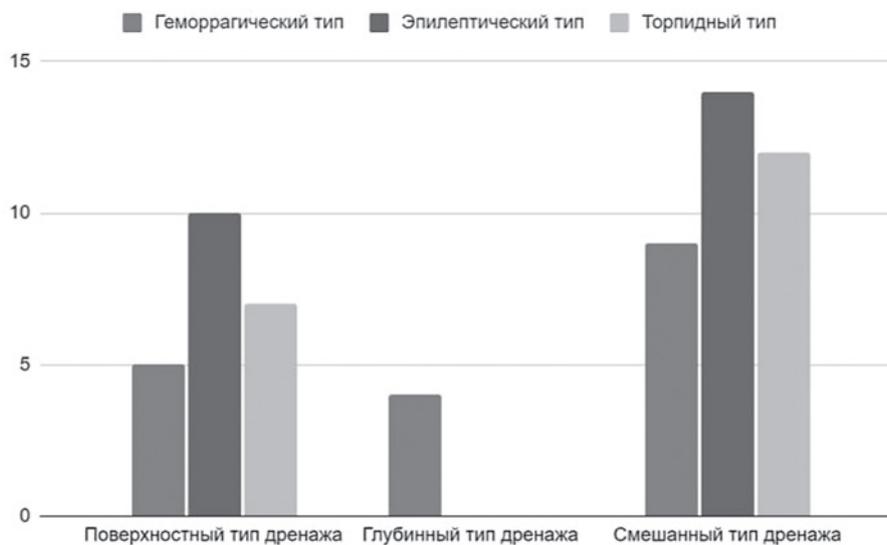
По данным многих исследований [15–18], более склонны к разрыву АВМ глубокой локализации. Batista U. С. и коллеги (2022 г.) также считают, что для АВМ подобной локализации более характерен геморрагический тип течения, что в свою очередь может быть связано с дренированием большин-

ства этих мальформаций в систему глубоких вен [14]. Несмотря на это, согласно нашим данным, глубинное расположение АВМ было выявлено только у половины пациентов с кровоизлиянием в анамнезе.

Spetzler R. F. и соавторы (1989 г.) предположили, что поверхностно расположенные АВМ оказывают раздражающее действие на кору мозга с формированием очагов пароксизмальной активности [19]. У наших больных с поверхностной локализацией АВМ встречался преимущественно эпилептический тип течения (в 91,7 % наблюдений), как и торпидный (73,7 %). Также следует отметить, что



**Рис. 4. Взаимосвязь направления венозного дренирования с типами течения АВМ**



**Рис. 5. Сравнение типов венозного дренирования с типами течения АВМ**

изолированного глубокого дренирования в этих группах выявлено не было.

В работах Kim H. и коллег (2014 г.) [20] и Duong D. H. и соавторов (1998 г.) [21] была выявлена положительная корреляция между наличием изолированного дренирования в глубокие вены мозга и риском возникновения кровоизлияния. Среди наших пациентов все АВМ с глубоким типом дренирования имели геморрагический тип течения ( $p = 0,034$ ).

В работе Shankar J. J. S. и коллег (2013 г.) при изучении взаимосвязи наличия венозных лакун с типами течения церебральных АВМ было выявлено, что эктазированные эфференты чаще встречались при АВМ с эпилептическим типом течения [11]. В работе Batista U. C. и соавторов (2022 г.) отмечается корреляция между наличием венозных лакун, стенозов вен и высокопоточковой макрофистулы и эпилептическим типом течения АВМ [14]. По мнению исследователей, такие изменения венозного дренирования являются приспособлением для компенсации феномена обкрадывания при высокопоточковых АВМ и более характерны для эпилептического типа течения. В нашей работе мы также выявили высокую частоту встречаемости при АВМ с эпилептическим типом течения венозных лакун, стенозов и макрофистул либо их сочетания.

В работах Myasaka Y. и коллег (1992 г.) и Hademenos G. J. и соавторов (1996 г.) высказано предположение, что при нарушении венозного оттока и формировании венозной гипертензии на фоне стеноза дренирующих вен повышается вероятность разрыва АВМ [22, 23]. Однако, по дан-

ным Pan J. и коллег (2013 г.), не было выявлено взаимосвязи между наличием стеноза эфферента с геморрагическим типом течения [16]. По нашим данным, при АВМ с геморрагическим типом течения статистически достоверно выявлена связь с сочетанием наличия венозных лакун на эфферентах и макрофистул.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенного исследования именно персонализированные предикторы, такие как тип венозного дренирования и локализация мальформации, являются основополагающими при определении как лечебной тактики, так и исходов заболевания.

По нашему мнению, анализ венозного дренирования церебральных АВМ принесет новую важную информацию о значимости подробной оценки венозного оттока и будет способствовать формированию персонифицированной тактики лечения данных больных.

## Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declares no conflict of interest.

## Финансирование / Funding

Работа выполнена в рамках госзадания «Разработка персонифицированного подхода к эндovasкулярному лечению церебральных арте-

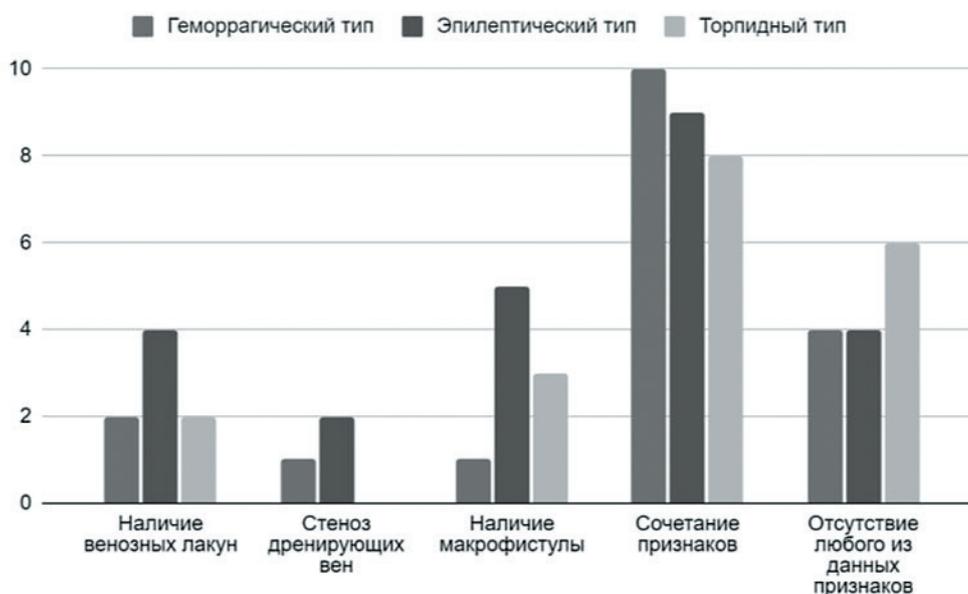


Рис. 6. Взаимосвязь особенностей венозного дренирования с типами течения АВМ

риовенозных мальформаций на основе изучения молекулярных механизмов неоангиогенеза», ЕГИСУ регистрационный номер 121031100282-3. / The work was carried out within the framework of the state task «Development of a personalized approach to endovascular treatment of cerebral arteriovenous malformations based on the study of molecular mechanisms of neoangiogenesis», EGISU registration number 121031100282-3.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/ REFERENCES

1. Redekop G, TerBrugge K, Montanera W, et al. Arterial aneurysms associated with cerebral arteriovenous malformations: classification, incidence, and risk of hemorrhage. *J Neurosurg.* 1998;89(4):539–546. DOI:10.3171/jns.1998.89.4.0539.
2. Hirai S, Mine S, Yamakami I, et al. Angioarchitecture related to hemorrhage in cerebral arteriovenous malformations. *Neurol Med Chir (Tokyo).* 1998;38 Suppl:165–170. DOI:10.2176/nmc.38.suppl\_165.
3. Mendoza-Elias N, Shakur SF, Charbel FT, et al. Cerebral arteriovenous malformation draining vein stenosis is associated with atherosclerotic risk factors. *J Neurointerv Surg.* 2018;10(8):788–790. DOI:10.1136/neurintsurg-2017-013580.
4. Hernesniemi JA, Dashti R, Juvela S, et al. Natural history of brain arteriovenous malformations: a long-term follow-up study of risk of hemorrhage in 238 patients. *Neurosurgery.* 2008;63(5):823–831. DOI:10.1227/01.NEU.0000330401.82582.5E.
5. Goroshchenko SA, Petrov AE, Rozhchenko LV, et al. Endovascular embolization of high-flow arteriovenous fistulae with non-adhesive agents in the structure of cerebral arteriovenous malformations on the background of adenosine-induced cardioplegia. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N. N. Burdenko.* 2020;84(3):21–27. In Russian [Горощенко С.А., Петров А.Е., Рожченко Л.В. и др. Опыт эндоваскулярной эмболизации высокопоточковых артериовенозных фистул в структуре церебральных артериовенозных мальформаций неадгезивными эмболизатами на фоне аденозин-индуцированной кардиоплегии // Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н. Н. Бурденко. 2020;84(3):21–27.]
6. Rozhchenko LV, Petrov AE, Goroshchenko SA, et al. Endovascular treatment of aneurysms associated with cerebral arteriovenous malformations. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N. N. Burdenko.* 2022;87(2):25–35. doi.org/10.17116/neuro20228602125. In Russian [Рожченко Л.В., Петров А.Е., Горощенко С.А. и др. Эндоваскулярное лечение аневризм, ассоциированных с церебральными артериовенозными мальформациями // Вопросы нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко. 2022;87(2):25–35.]
7. Ondra SL, Troupp H, George ED, et al. The natural history of symptomatic arteriovenous malformations of the brain: a 24-year follow-up assessment. *J Neurosurg.* 1990;73(3):387–391. DOI:10.3171/jns.1990.73.3.0387.
8. Tong X, Wu J, Lin F, et al. The Effect of Age, Sex, and Lesion Location on Initial Presentation in Patients with Brain Arteriovenous Malformations. *World Neurosurg.* 2016;87:598–606. DOI:10.1016/j.wneu.2015.10.060.
9. Gross BA, Du R. Natural history of cerebral arteriovenous malformations: a meta-analysis. *J Neurosurg.* 2013;118(2):437–443. DOI:10.3171/2012.10.JNS121280.
10. Kubalek R, Moghtaderi A, Klisch J, et al. Cerebral arteriovenous malformations: influence of angioarchitecture on bleeding risk. *Acta Neurochir (Wien).* 2003;145(12):1045–1052. DOI:10.1007/s00701-003-0143-x.
11. Shankar JJ, Menezes RJ, Pohlmann-Eden B, et al. Angioarchitecture of brain AVM determines the presentation with seizures: proposed scoring system. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2013;34(5):1028–1034. DOI:10.3174/ajnr.A3361.
12. Sturiale CL, Rigante L, Puca A, et al. Angioarchitectural features of brain arteriovenous malformations associated with seizures: a single center retrospective series. *Eur J Neurol.* 2013;20(5):849–855. DOI:10.1111/ene.12085.
13. Hetts SW, Cooke DL, Nelson J, et al. Influence of patient age on angioarchitecture of brain arteriovenous malformations. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2014;35(7):1376–1380. DOI:10.3174/ajnr.A3886.
14. Batista UC, Pereira BJA, Joaquim AF, et al. Correlation between angioarchitectural characteristics of brain arteriovenous malformations and clinical presentation of 183 patients. *Arq Neuropsiquiatr.* 2022;80(1):3–12. DOI:10.1590/0004-282X-ANP-2020-0291.
15. Kandai S, Abdullah MS, Naing NN. Angioarchitecture of brain arteriovenous malformations and the risk of bleeding: an analysis of patients in northeastern malaysia. *Malays J Med Sci.* 2010;17(1):44–48.
16. Pan J, Feng L, Vinuela F, et al. Angioarchitectural characteristics associated with initial hemorrhagic presentation in supratentorial brain arteriovenous malformations. *Eur J Radiol.* 2013;82(11):1959–1963. DOI:10.1016/j.ejrad.2013.05.015.
17. Stefani MA, Porter PJ, terBrugge KG, et al. Angioarchitectural factors present in brain arteriovenous malformations associated with hemorrhagic presentation. *Stroke.* 2002;33(4):920–924. DOI:10.1161/01.str.0000014582.03429.f7.
18. Mamonov NA, Samochernykh KA. Features of venous drainage of supratentorial arteriovenous

malformations and the choice of tactics of surgical treatment (literature review). Russian neurosurgical journal. Professor A. L. Polenov. — 2020. — Т. 12. — No. 4. — S. 75–79. In Russian [Мамонов Н.А., Самочерных К.А. Особенности венозного дренирования супратенториальных артериовенозных мальформаций и выбор тактики хирургического лечения (обзор литературы). Российский нейрохирургический журнал им. профессора А. Л. Поленова. — 2020. — Т. 12. — № 4. — С. 75–79.]

19. Spetzler RF, Martin NA. A proposed grading system for arteriovenous malformations. *J Neurosurg.* 1986;65(4):476–483. DOI:10.3171/jns.1986.65.4.0476.

20. Kim H, Al-Shahi Salman R, McCulloch CE, et al. Untreated brain arteriovenous malformation: patient-level meta-analysis of hemorrhage predictors. *Neurology.* 2014;83(7):590–597. DOI:10.1212/WNL.0000000000000688.

21. Duong DH, Young WL, Vang MC, et al. Feeding artery pressure and venous drainage pattern are primary determinants of hemorrhage from cerebral arteriovenous malformations. *Stroke.* 1998;29(6):1167–1176. DOI:10.1161/01.str.29.6.1167.

22. Miyasaka Y, Yada K, Ohwada T, et al. An analysis of the venous drainage system as a factor in hemorrhage from arteriovenous malformations. *J Neurosurg.* 1992;76(2):239–243. DOI:10.3171/jns.1992.76.2.0239.

23. Hademenos GJ, Massoud TF. Risk of intracranial arteriovenous malformation rupture due to venous drainage impairment. A theoretical analysis. *Stroke.* 1996;27(6):1072–1083. DOI:10.1161/01.str.27.6.1072.

#### Информация об авторах:

Мамонов Никита Андреевич, врач-нейрохирург нейрохирургического отделения № 3, научный сотрудник НИЛ хирургии сосудов головного и спинного мозга РНХИ им. проф. А. Л. Поленова — филиала ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Рожченко Лариса Витальевна, к.м.н., врач-нейрохирург нейрохирургического отделения № 3, руководитель НИЛ хирургии сосудов головного и спинного мозга РНХИ им. проф. А. Л. Поленова — филиала ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Горощенко Сергей Анатольевич, к.м.н., врач-нейрохирург нейрохирургического отделения № 3, старший научный сотрудник НИЛ хирургии сосудов головного и спинного мозга РНХИ им. проф. А. Л. Поленова — филиала ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Самочерных Константин Александрович, д.м.н., директор РНХИ им. проф. А. Л. Поленова — филиала ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России.

#### Author information:

Mamonov Nikita A., Neurosurgeon of Neurosurgical department No. 3, Researcher of the Laboratory for Surgery of the Vessels of the Cerebral and Spinal Cord, Polenov Neurosurgical Research Institute;

Rozhchenko Larisa V., Candidate of Medical Sciences, Neurosurgeon of the Neurosurgical Department No. 3, Chef of Laboratory for Surgery of the Vessels of the Cerebral and Spinal Cord, Polenov Neurosurgical Research Institute;

Goroshchenko Sergey A., Candidate of Medical Sciences, Neurosurgeon of the Neurosurgical Department No.3, Senior Researcher of the Research Laboratory for Surgery of the Vessels of the Cerebral and Spinal Cord, Polenov Neurosurgical Research Institute;

Samochernykh Konstantin A., doctor of medical sciences, director of the Polenov Neurosurgical Research Institute.