

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ МОРФОМЕТРИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ВЕНОЗНЫХ ДРЕНАЖЕЙ АРТЕРИОВЕНОЗНЫХ МАЛЬФОРМАЦИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА И ТИПАМИ КЛИНИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ

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 24.03.2022
и принята к печати 04.07.2022

Резюме

Актуальность. Артериовенозные мальформации головного мозга являются редкой сосудистой патологией. Растет число исследований, посвященных особенностям венозного дренирования артериовенозных мальформаций. Многие авторы приходят к выводу о том, что ангиоархитектурные и гемодинамические особенности венозного компонента артериовенозных мальформаций могут влиять на клиническое течение заболевания и тактику лечения таких больных. **Цель.** Оценить взаимосвязь особенностей венозного дренирования артериовенозных мальформаций головного мозга с типами клинического течения. **Материалы и методы.** Проанализированы результаты обследования 61 взрослого пациента с артериовенозными мальформациями головного мозга супратенториальной локализации, проходившего лечение в нейрохирургическом отделении № 3 РНХИ им. проф. А. Л. Поленова в период с 2014 по 2021 годы. Оценивались демографические и морфометрические характеристики, а также особенности венозного дренирования артериовенозных мальформаций. Пациенты были разделены на 3 группы по типу течения заболевания. **Результаты.** Выявлена взаимосвязь геморрагического типа течения с типом дренирования исключительно в систему глубоких вен ($p = 0,034$), а также наличием сочетания макрофистулы с венозными лакунами ($OR = 4,9$; 95 % CI 1,4–17,5, $p < 0,05$). Эпилептический тип течения был более характерен для пациентов с поверхностной локализацией артериовенозной мальформации ($OR = 6,7$; 95 % CI 1,4–32,9, $p = 0,01$). Торпидный тип течения не имел достоверных отличительных особенностей. **Заключение.** Дренирование исключительно в систему глубоких вен и сочетание макрофистулы и венозных лакун является характерным для геморрагического типа течения. Для эпилептического типа течения была характерна поверхностная локализация мальформации. Другие особенности венозных дренажей в равной мере характерны для всех типов течения АВМ.

Ключевые слова: артериовенозная мальформация, венозный дренаж, геморрагический тип, типы течения артериовенозной мальформации, торпидный тип, эпилептический тип.

Для цитирования: Мамонов Н.А., Рожченко Л.В., Горощенко С.А., Самочерных К.А. Взаимосвязь между морфометрическими характеристиками венозных дренажей артериовенозных мальформаций головного мозга и типами клинического течения. Трансляционная медицина. 2022;9(3):24-34. DOI: 10.18705/2311-4495-2022-9-3-24-34

THE RELATIONSHIP BETWEEN MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF VENOUS DRAINAGES OF ARTERIOVENOUS MALFORMATIONS OF THE BRAIN AND TYPES OF CLINICAL COURSE

Nikita A. Mamonov, Larisa V. Rozhchenko, Sergey A. Goroschenko, Konstantin A. Samochernykh

Polenov Russian Research Institute of Neurosurgery, branch of Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia

Corresponding author:

Nikita A. Mamonov,
Polenov Russian Research Institute of
Neurosurgery,
Almazov National Medical Research Centre,
Akkuratova str., 2, Saint Petersburg, Russia,
197341.
E-mail: mammon820@gmail.com

Received 24 March 2022; accepted 04 July 2022.

Abstract

Background. Arteriovenous malformations of the brain are a rare vascular pathology. Many studies focus on the features of venous drainage of arteriovenous malformations. The angioarchitectural and hemodynamic features of the venous component of arteriovenous malformations can influence on the patient management. **Objective.** To evaluate the relationship between the features of venous drainage of arteriovenous malformations of the brain and the types of clinical course. **Design and methods.** Survey included 61 adult patients of the neurosurgical department № 3 of the Polenov RNSI with arteriovenous malformations of the brain of supratentorial localization. Demographic and morphometric characteristics, as well as features of venous drainage of arteriovenous malformations, were assessed. Groups of patients were distinguished according to the type of the course of the disease. **Results.** The dependence of the hemorrhagic type of course on such factors as drainage exclusively into the deep vein system, as well as the presence of a combination of macrofistula with venous lacunae. The epileptic type was more typical for patients with superficial localization of the arteriovenous malformation. The torpid type of course had no distinctive features. **Conclusion.** Drainage exclusively into the deep vein system and the presence of a combination of macrofistula and venous lacunae is characteristic of the hemorrhagic type of course. The epileptic type of course was characterized by superficial localization of the malformation.

Key words: arteriovenous malformation, epileptic type, hemorrhagic type, torpid type, types of arteriovenous malformation course, venous drainage.

For citation: Mamonov NA, Rozhchenko LV, Goroschenko SA, Samochernykh KA. The relationship between morphometric characteristics of venous drainages of arteriovenous malformations of the brain and types of clinical course. Translyatsionnaya meditsina=Translational Medicine. 2022;9(3):24-34. (In Russ.) DOI: 10.18705/2311-4495-2022-9-3-24-34

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

Введение

Артериовенозные мальформации (АВМ) головного мозга представляют собой патологию церебральных сосудов, характеризующуюся формиро-

ванием прямого шунтирующего процесса между артериями и венами с одновременным отсутствием капиллярного звена. Основными клиническими проявлениями АВМ головного мозга являются внутричерепные кровоизлияния, эпилептический синдром, а также очаговый неврологический дефицит. Выбор тактики лечения традиционно ос-

новывается на особенностях ангиоархитектоники мальформации, а также варианте течения заболевания [1, 2]. Высокая социально-экономическая значимость данного заболевания, поражающего пациентов молодого трудоспособного возраста, а также частая инвалидизация после перенесенного кровоизлияния требуют поиска новых путей и оптимизации тактики лечения этих пациентов для улучшения исходов лечения.

Целью данной работы явилась оценка наличия взаимосвязи между морфометрическими особенностями венозного дренирования и типами клинического течения мальформаций.

Материалы и методы

В данной работе был изучен 61 взрослый пациент с АВМ головного мозга супратенториальной локализации, получавший лечение в нейрохирургическом отделении № 3 РНХИ им. проф. А. Л. Поленова в период с 2014 по 2021 годы.

Были проанализированы такие факторы, как возраст, пол пациентов, тип течения заболевания, локализация и ангиоархитектоника АВМ.

С учетом возраста пациенты были распределены на следующие группы, соответствующие классификации ВОЗ:

- от 18 до 44 лет включительно;
- от 45 до 59 лет включительно;
- старше 59 лет.

Соотношение мужчин и женщин было 1,5/1 (37/24). Из 37 мужчин 29 (78,4 %) были молодого возраста (18–44 лет). Из 24 женщин 18 (75,0 %) также входили в возрастную группу 18–44 лет (табл. 1).

По типам течения пациенты с церебральными АВМ были разделены на 3 классические группы: 1) геморрагический тип (заболевание манифестировало кровоизлиянием из АВМ); 2) эпилептический тип (начало заболевания с развития эпилептического припадка); 3) торпидный тип (манифестация заболевания с головной боли либо случайно выявленная АВМ).

По нашему мнению, наиболее важными для дальнейшего понимания АВМ являются особенности ее манифестации. Так, например, первичная геморрагия свидетельствует о возникновении дисбаланса между притоком и дренированием крови в АВМ. Дебют клинической картины с развития эпилептических припадков свидетельствует о наличии обкрадывания и формирования ишемии в низкопороговых структурах мозга вследствие шунтирующего процесса в АВМ. То есть данные явления указывают на срыв компенсаторных ауто-

Таблица 1. Распределение больных по полу и возрасту

Возраст	Мужчины		Женщины		Всего
	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число
18–44 года	29	78,4	18	75,0	47
45–59 лет	6	16,2	4	16,7	10
> 60 лет	2	5,4	2	8,3	4
Итого	37	100	24	100	61

Table 1. Distribution of patients by sex and age

Age	Male		Female		Total
	Abs	%	Abs	%	Abs
18–44 years	29	78.4	18	75.0	47
45–59 years	6	16.2	4	16.7	10
> 60 years	2	5.4	2	8.3	4
Total	37	100	24	100	61

Abs — absolute number of patients

регуляторных механизмов головного мозга у пациентов с АВМ.

Дальнейшее прогрессирование течения заболевания может сопровождаться как присоединением эпилептических припадков после кровоизлияния, так и развитием внутримозгового кровоизлияния у больного с эпилептическим синдромом. Такие наблюдения следует выделять отдельно и классифицировать как смешанный тип течения, но с обязательным указанием на тип манифестации заболевания.

По нашим данным пациенты были разделены на 3 группы:

- группа с геморрагическим типом — 18 наблюдений (29,5 %);
- группа с эпилептическим типом — 24 пациента (39,3 %);
- группа с торпидным типом — 19 больных (31,2 %).

В группе пациентов с геморрагическим типом течения мужчин и женщин было равное количество. Среди пациентов с эпилептическим типом течения абсолютное большинство (75,0 %) составляли мужчины (табл. 2). У 4 из 18 пациентов из группы с геморрагическим типом течения заболевания впоследствии присоединились эпилептические припадки.

Церебральные АВМ, выходящие на кору головного мозга или на кору островковой доли и распо-

лагающиеся в ней, классифицировались как поверхностные. При локализации АВМ в базальных ганглиях или мозолистом теле они классифицировались как глубокие поражения. АВМ, распространявшиеся на базальные ганглии и вещество доли с выходом на кору, в нашей серии не встречались, так как такие АВМ, как правило, соответствуют V градации по Spetzler-Martin (S-M).

Цереброваскулярная визуализация

Предпочтение в диагностике АВМ мы отдавали церебральной ангиографии. Всем пациентам было проведено полное ангиографическое обследование церебральных артерий в переднезадней и боковой проекциях. Исследование осуществляли на сериографе Integris Allura, включающем автоматический инъектор и электронно-оптический преобразователь фирмы Philips, а также ангиографе Allura Xper 20/20 Biplane.

Морфометрические характеристики

Проводилась оценка АВМ по шкале S-M. В исследование были отобраны больные, соответствующие II–IV градациям по S-M. Пациенты первой и пятой градаций в исследование не включались.

Особенности венозного дренирования оценивали по следующим критериям: преимущественное направление дренажа (ипси-, контралатеральное

Таблица 2. Распределение пациентов по полу и типу течения АВМ

Характеристики	Геморрагический тип		Эпилептический тип		Торпидный тип		Всего
	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число
Мужчины	9	50,0	18	75,0	10	52,6	37
Женщины	9	50,0	6	25,0	9	47,4	24
Всего	18	100	24	100	19	100	61

Table 2. Distribution of patients by gender and type of AVM course

Characteristics	Hemorrhagic type		Epileptic type		Torpid type		Total
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	Abs
Male	9	50.0	18	75.0	10	52.6	37
Female	9	50.0	6	25.0	9	47.4	24
Total	18	100	24	100	19	100	61

Abs — absolute number of patients

Таблица 3. Сопоставление степеней градации по S-M с типом течения АВМ

Характеристика	Геморрагический тип		Эпилептический тип		Торпидный тип	
	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число	%
S-M II	2	11,1	5	20,8	3	15,8
S-M III	8	44,45	8	33,4	6	31,6
S-M IV	8	44,45	11	45,8	10	52,6
Всего	18	100	24	100	19	100

Table 3. Comparison of degrees of gradation according to SM with the type of AVM course

Characteristic	Hemorrhagic type		Epileptic type		Torpид type	
	Abs	%	Abs	%	Abs	%
S-M II	2	11.1	5	20.8	3	15.8
S-M III	8	44.45	8	33.4	6	31.6
S-M IV	8	44.45	11	45.8	10	52.6
Total	18	100	24	100	19	100

Abs — absolute number of patients

Таблица 4. Сопоставление локализации тела АВМ с типом течения заболевания

Характеристика	Геморрагический тип		Эпилептический тип		Торпидный тип		Всего
	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число
Поверхностная локализация	9	50,0	22	91,7	14	73,7	45
Глубокая локализация	9	50,0	2	8,3	5	26,3	16
Всего	18	29,5	24	39,3	19	31,2	61

Table 4. Comparison of the localization of the AVM body with the type of the course of the disease

Characteristic	Hemorrhagic type		Epileptic type		Torpид type		Total
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	Abs
Surface localization	9	50.0	22	91.7	14	73.7	45
Deep localization	9	50.0	2	8.3	5	26.3	16
Total	18	29.5	24	39.3	19	31.2	61

Abs — absolute number of patients

или двухстороннее); тип дренирования (поверхностный, глубокий или смешанный), наличие стенозов эфферентов, наличие венозных лакун и макрофистул.

При выявлении преимущественного венозного оттока от АВМ в контралатеральные венозные синусы и контралатеральную яремную вену направление дренирования характеризовалось как «контралатеральный венозный дренаж». При отсутствии значимой разницы между сторонами венозного оттока направление характеризовалось как «двухстороннее направление венозного дренирования». Стенозом эфферента считалось локальное сужение дренирующей вены более 50 % от ее дистальной части [3]. Венозными лакунами было принято считать локальное аневризмоподобное расширение дренажной вены. Макрофистула определялась как раннее контрастирование эфферента в виде высокопоточковой крупной дренирующей вены диаметром в 3–4 раза больше нормы.

Результаты

Средний возраст начала заболевания составил 36,6 года, и различий по этому признаку во всех группах отмечено не было.

Проанализировано распределение больных с разным типом течения заболевания по группам в соответствии с градацией по S-M. Не было выявлено статистически значимой зависимости типа течения АВМ от градации S-M ($p > 0,05$) (табл. 3).

При сравнении групп пациентов было обнаружено, что при геморрагическом типе течения одинаково часто встречалась как поверхностная, так и глубокая локализация АВМ. Однако при эпилептическом типе значительно преобладали АВМ с поверхностной локализацией у 22 (91,7 %) из 24 пациентов (OR = 6,7; 95 % CI 1,4–32,9, $p = 0,01$) (табл. 4).

При анализе особенностей венозного дренирования было выявлено, что при всех типах течения АВМ преобладало двухстороннее направление венозного дренирования, тогда как при эпилептическом и торпидном типах встречался с равной частотой контралатеральный дренаж. При этом статистической значимости эти данные не имели ($p > 0,05$) (табл. 5).

Исключительно глубокий тип дренирования мальформации встречался только у больных с геморрагическим типом течения ($p = 0,03$), но для всех типов клинического течения более харак-

Таблица 5. Взаимосвязь направления венозного дренирования с типами течения АВМ

Характеристики	Геморрагический тип		Эпилептический тип		Торпидный тип		Всего
	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число
Двухсторонний дренаж	13	72,2	18	75	16	84,2	47
Ипсилатеральный дренаж	5	27,8	3	12,5	1	5,3	9
Контралатеральный дренаж	0	0	3	12,5	2	10,6	5
Всего	18	100	24	100	19	100	61

Table 5. Relationship between the direction of venous drainage and the types of AVM course

Characteristics	Hemorrhagic type		Epileptic type		Torpid type		Total
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	Abs
Bilateral drainage	13	72.2	18	75	16	84.2	47
Ipsilateral drainage	5	27.8	3	12.5	1	5.3	9
Contralateral drainage	0	0	3	12.5	2	10.6	5
Total	18	100	24	100	19	100	61

Abs — absolute number of patients

терным являлся смешанный тип дренирования (табл. 6).

Выявлена статистически достоверная связь между наличием сочетания макрофистулы с венозными лакунами (44,4 %) и геморрагическим типом течения АВМ (OR = 4,9; 95 % CI 1,4–17,5, $p < 0,05$). В то время как наличие изолированных венозных лакун, стеноза дренирующих вен и макрофистул не демонстрирует статистически достоверной связи с геморрагическим типом течения. Также незначительно преобладало наличие макрофистул (20,8 %) при эпилептическом типе течения (OR = 2,2; 95 % CI 0,5–9,1, $p > 0,05$). Отсутствие морфометрических изменений венозных дренажей встречалось только у 14 (23,0 %) из 61 больного (табл. 7).

Нами также была проанализирована взаимосвязь между особенностями дренирующих вен у пациентов с церебральными АВМ и степенью градации по S-M. Наличие только венозных лакун или стенозов дренирующих вен преобладало при АВМ II и III градаций. Наличие только макрофистулы встречалось чаще (24,1 %) при больших мальформациях (S-M IV). Однако данные показатели статистической достоверности не имели ($p > 0,05$) (табл. 8).

Обсуждение

АВМ головного мозга является редким заболеванием. Несмотря на это, проявляясь внутримозговым кровоизлиянием [2, 4–6], эпилептическими припадками, постоянными головными болями и прогрессирующим неврологическим дефицитом, нередко приводит к тяжелой инвалидизации и летальному исходу [7]. Ряд исследователей сообщили о том, что венозные особенности, такие как венозные лакуны и стенозы эфферентов АВМ, могут являться предикторами геморрагических осложнений при естественном течении заболевания и требуют отдельного внутрисосудистого лечения (например, эмболизации венозных лакун) [3, 8–10].

Согласно данным некоторых исследований [11–14], АВМ глубокой локализации более склонны к разрыву. U. C. Batista и соавторы (2022 г.) считают, что среди глубоко расположенных АВМ чаще отмечается геморрагический тип течения, а большинство таких мальформаций осуществляют дренирование в систему глубоких вен [15]. По нашим данным, глубинное расположение АВМ было выявлено лишь у половины пациентов с кровоизлиянием в анамнезе. В работах Н. Kim и коллег (2014 г.) [16] и D. H. Duong и соавторов (1998 г.) [17] была выявлена положительная кор-

Таблица 6. Взаимосвязь направления венозного дренирования с типами течения АВМ

Характеристики	Геморрагический тип		Эпилептический тип		Торпидный тип		Всего
	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число
Поверхностный тип дренажа	5	27,8	10	41,7	7	36,8	22
Глубинный тип дренажа	4	22,2	0	0	0	0	4
Смешанный тип дренажа	9	65,6	14	58,3	12	57,9	35
Всего	18	100	24	100	19	100	61

Table 6. Correlation between the direction of venous drainage and the types of AVM course

Characteristics	Hemorrhagic type		Epileptic type		Torpid type		Total
	abs	%	abs	%	abs	%	abs
Surface type of drainage	5	27.8	10	41.7	7	36.8	22
Deep type of drainage	4	22.2	0	0	0	0	4
Mixed type of drainage	9	65.6	14	58.3	12	57.9	35
Total	18	100	24	100	19	100	61

Abs — absolute number of patients

реляция 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 ($p = 0,034$).

R. F. Spetzler и коллеги (1989 г.) предположили, что поверхностно расположенные АВМ оказывают раздражающее действие на кору мозга с фор-

мированием очагов пароксизмальной активности [18]. В нашей работе у большинства больных с эпилептическим типом течения (91,7 % наблюдений) АВМ располагались поверхностно ($OR = 6,7$; 95 % CI 1,4–32,9, $p = 0,01$).

J. J. S. Shankar и соавторы (2013 г.) обнаружили, что эктазированные дренажные сосуды с формированием венозных лакун чаще встречались при

Таблица 7. Взаимосвязь особенностей венозного дренирования с типами течения АВМ

Характеристики	Геморрагический тип		Эпилептический тип		Торпидный тип		Всего
	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число
Наличие венозных лакун	2	11,1	4	16,7	2	10,5	8
Стеноз дренирующих вен	1	5,6	2	8,3	0	0	3
Наличие макрофистулы	1	5,6	5	20,8	3	15,8	9
Макрофистула + лакуны	8	44,4	3	12,5	3	15,8	14
Макрофистула + стеноз вен	1	5,6	1	4,2	1	5,3	3
Лакуны + стеноз вен	1	5,6	2	8,3	1	5,3	4
Наличие всех особенностей вен	0	0	2	8,3	2	10,5	4
Отсутствие особенностей венозного дренажа	4	22,2	4	16,7	6	31,6	14
Всего	18	100	24	100	19	100	61

Table 7. Correlation between the features of venous drainage and the types of AVM course

Characteristics	Hemorrhagic type		Epileptic type		Torpid type		Total
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	Abs
The presence of venous lacunae	2	11.1	4	16.7	2	10.5	8
Stenosis of the draining veins	1	5.6	2	8.3	0	0	3
The presence of a macrofistula	1	5.6	5	20.8	3	15.8	9
Macrofistula + lacunae	8	44.4	3	12.5	3	15.8	14
Macrofistula + venous stenosis	1	5.6	1	4.2	1	5.3	3
Lacunae + venous stenosis	1	5.6	2	8.3	1	5.3	4
The presence of all the features of the veins	0	0	2	8.3	2	10.5	4
No features of venous drainage	4	22.2	4	16.7	6	31.6	14
Total	18	100	24	100	19	100	61

Abs — absolute number of patients

АВМ с эпилептическим типом течения [19]. U. C. Batista и коллеги (2022 г.) в своей работе выявили корреляцию между наличием венозных лакун, стенозов вен и высокопоточковой макрофистулы и эпилептическим типом течения АВМ [15]. По мнению исследователей, такие изменения венозного дренирования являются приспособлением для компенсации феномена обкрадывания при высокопоточковых АВМ и являются более характерными для эпилептического типа клинического течения. Напротив, согласно нашим данным, не было выявлено статистически достоверной связи между морфометрическими особенностями венозных дренажей и эпилептическим типом течения АВМ.

Х. Tong и соавторы (2016 г.) сообщили, что у мужчин был более высокий риск эпилептических припадков. Нами были получены аналогичные результаты: выявлено преобладание мужчин в группе эпилептического типа течения (75,0 %

[20]. Средний возраст появления симптомов у наших пациентов составил 36,6 года, что сопоставимо с литературными данными [15, 19, 21–24].

В работах Y. Myasaka и коллег (1992 г.) и G. J. Hademenos и соавторов (1996 г.) высказано предположение, что при нарушении венозного оттока и формировании венозной гипертензии на фоне стеноза дренирующих вен повышается вероятность разрыва АВМ [25, 26]. Однако, по данным J. Pan и соавторов (2013 г.), не выявлено взаимосвязи между наличием стеноза дренирующей вены с геморрагическим типом течения [12]. По нашим данным также не было обнаружено достоверной связи стеноза дренирующих вен с геморрагическим типом течения АВМ.

В работе B. Milatović и коллег (2017 г.) авторы указывают на связь наличия венозных лакун дренирующих вен АВМ с высоким риском геморрагических осложнений [8]. По данным других авто-

Таблица 8. Взаимосвязь особенностей венозного дренирования и степени градации АВМ по S-M

Характеристики	S-M II		S-M III		S-M IV		Всего
	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число
Наличие венозных лакун	2	20,0	5	22,7	1	3,5	8
Стеноз дренирующих вен	1	10,0	2	9,0	1	3,5	4
Наличие макрофистулы	0	0	3	13,6	7	24,1	10
Сочетание признаков	4	40,0	8	36,4	13	44,8	25
Отсутствие особенностей венозного дренажа	3	30,0	4	18,3	7	24,1	14
Всего	10	100	22	100	29	100	61

Table 8. Correlation between the features of venous drainage and the degree of AVM gradation according to S-M

Characteristics	S-M II		S-M III		S-M IV		Total
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	Abs
The presence of venous lacunae	2	20.0	5	22.7	1	3.5	8
Stenosis of the draining veins	1	10.0	2	9.0	1	3.5	4
The presence of a macrofistula	0	0	3	13.6	7	24.1	10
Combination of features	4	40.0	8	36.4	13	44.8	25
No features of venous drainage	3	30.0	4	18.3	7	24.1	14
Total	10	100	22	100	29	100	61

Abs — absolute number of patients

ров, наличие венозных лакун не было характерно для пациентов с кровоизлиянием из АВМ [9, 10]. По нашим данным, как общее число венозных лакун при каждом из типов течения, так и изолированное их присутствие не было связано с определенным типом течения АВМ. В то же время нами обнаружено, что сочетание макрофистулы с венозными лакунами в группе пациентов с геморрагическим типом течения было характерно для 8 (44,4 %) из 18 больных (OR = 4,9; 95 % CI 1,4–17,5, $p < 0,05$).

Заключение

Согласно полученным нами данным, дренирование исключительно в систему глубоких вен и наличие морфометрических особенностей венозного дренирования в виде сочетания макрофистулы и венозных лакун являются характерными для геморрагического типа течения. Для эпилептического типа течения характерно поверхностное расположение мальформации. Другие особенности венозных дренажей в равной мере характерны для всех типов течения АВМ. Необходимо дальнейшее изучение роли венозного дренирования церебральных АВМ, что, возможно, принесет новую важную информацию, а детальная оценка венозного оттока будет способствовать оптимизации тактики хирургического лечения.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциально-го конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Благодарности / Acknowledgments

Работа выполнена в рамках госзадания «Разработка персонализированного подхода к эндоваскулярному лечению церебральных артериовенозных мальформаций на основе изучения молекулярных механизмов неоваскулогенеза», 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 Neirokhirurgii 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» имени Н. Н. Бурденко.* 2020; 84(3):21–27.] DOI: 10.17116/neiro20208403121.

6. Panuncev VS, Voronov VG, Nikitin PI, et al. Modern concepts of cerebral arteriovenous malformations. *Sintez Buk,* 2013; p. 427. In Russian [Панунцев В.С., Воронцов В.Г., Никитин П.И. и др. Современные представления о церебральных артериовенозных мальформациях. *Синтез Бук,* 2013; с. 427.]

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. Milatović B, Tasić G, Nikolić I, et al. Determination of Predictive Anatomic Parameters for Bleeding of Brain Arteriovenous Malformations by Multidetector CT Angiography. *Acta Clin Croat.* 2017; 56(4):728–732. DOI:10.20471/acc.2017.56.04.21.

9. Alexander MD, Cooke DL, Nelson J, et al. Association between Venous Angioarchitectural Features of Sporadic Brain Arteriovenous Malformations and Intracranial Hemorrhage. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2015; 36(5):949–952. DOI:10.3174/ajnr.A4224.

10. Lv X, Wu Z, Jiang C, et al. Angioarchitectural characteristics of brain arteriovenous malformations with and without hemorrhage. *World Neurosurg.* 2011; 76(1–2):95–99. DOI:10.1016/j.wneu.2011.01.044.

11. 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.

12. 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.

13. Stefani MA, Porter PJ, ter Brugge 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.

14. 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; 12:75–79. 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; 12:75–79.]

15. 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.

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. 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.

23. 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.

24. 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.

25. 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.

26. 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:

Nikita A. Mamonov, neurosurgeon, Neurosurgical Department № 3, Researcher of the Laboratory for Surgery of the Vessels of the Cerebral and Spinal Cord, Polenov Russian Research Institute of Neurosurgery, branch of Almazov National Medical Research Centre;

Larisa V. Rozhchenko, MD, Neurosurgeon, Neurosurgical Department № 3, Chef of Laboratory for Surgery of the Vessels of the Cerebral and Spinal Cord, Polenov Russian Research Institute of Neurosurgery, branch of Almazov National Medical Research Centre;

Sergey A. Goroshchenko, MD, neurosurgeon, Neurosurgical Department № 3, Senior Researcher of the Research Laboratory for Surgery of the Vessels of the Cerebral and Spinal Cord, Polenov Russian Research Institute of Neurosurgery, branch of Almazov National Medical Research Centre;

Konstantin A. Samochernykh, D.M.Sc., Director, Polenov Russian Research Institute of Neurosurgery, branch of Almazov National Medical Research Centre.