КЛАССИФИКАЦИИ АРТЕРИОВЕНОЗНЫХ МАЛЬФОРМАЦИЙ СПИННОГО МОЗГА. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

А.М. Перфильев, Д.А. Рзаев, В.С. Киселев

ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Минздрава России (Новосибирск); Россия, 630087 Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 132/1

***Контакты:** Артем Михайлович Перфильев ar.perfilev@gmail.com*

Представлен обзор классификаций артериовенозных мальформаций спинного мозга с учетом исторических изменений представлений об этой сосудистой патологии спинного мозга по мере накопления клинического опыта. Классификации спинальных артериовенозных мальформаций очень запутанны и сложны, а публикации по данной проблеме довольно немногочисленны. Мы провели анализ 33 научных источников, чтобы описать развитие классификаций артериовенозных мальформаций спинного мозга и отобрали из них наиболее важные для практикующих нейрохирургов и рентгенэндоваскулярных хирургов. Подчеркнем, что универсальная классификация, которая могла бы удовлетворить все научное сообщество, пока не разработана.

***Ключевые слова:** артериовенозные мальформации спинного мозга, классификация, исторический обзор*

***Для цитирования:** Перфильев А.М., Рзаев Д.А., Киселев В.С. Классификация спинальных артериовенозных мальформаций. Обзор литературы. Нейрохирургия 2020;22(4):129–35.*

DOI: 10.17650/1683-3295-2020-22-4-129-135

CC BY

Classifications of spinal arteriovenous malformations. Review

A.M. Perfilyev, J.A. Rzaev, V.S. Kiselev

Federal Neurosurgical Center (Novosibirsk), Ministry of Health of Russia; 132/1 Nemirovicha-Danchenko St., Novosibirsk 630087, Russia

Our work is a review of various classification options for complex vascular pathology of the spinal cord, taking into account its historical changes as experience accumulates. Classifications of spinal arteriovenous malformations are very complex and the literature on this problem is presented in a small number of works. We conducted an analysis of 33 scientific articles in order to understand the classification of spinal arteriovenous malformations, its evolution and presented the most significant options for practicing neurosurgeons, endovascular surgeons. However, we did not find a classification that could satisfy the entire scientific community.

***Key words:** spinal arteriovenous malformation, classification, literature review*

***For citation:** Perfilyev A.M., Rzaev J.A., Kiselev V.S. Classification of spinal arteriovenous malformations. Review. Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2020;22(4):129–35. (In Russ.).*

ВВЕДЕНИЕ

Спинальные артериовенозные мальформации (СпАВМ) – это гетерогенная группа диспластических образований сосудистого генеза, не имеющих признаков бластоматозного характера, расположенных в спинном мозге, его корешках, оболочках, окружающей клетчатке и позвонках [1]. Распространенность СпАВМ варьирует от 1 до 3 случаев на 1 млн человек в год [2, 3]. Среди больных преобладают мужчины (60 %), а возраст большинства госпитализированных составляет 45–64 года. Значительное клиническое ухудшение наблюдается у 72 % пациентов со СпАВМ всех типов в течение 4 лет с момента появления первых симптомов [4]. Вариабельность таких характеристик СпАВМ, как протяженность, локализация, сосудистая анатомия, усложняли их изучение и выбор стратегии лечения. Появление классификации СпАВМ позволило ориентировать клиницистов на особенности клинической картины и определять прогноз течения заболевания. Несмотря на наличие классификаций, стратегия лечения сосудистых поражений спинного мозга продолжает быть предметом споров, так как это редкие заболевания, требующие сложного лечения, которое само по себе может быть опасно для пациентов. Частота осложнений при лечении СпАВМ, по данным научной литературы, варьирует от 5 до 25 %

независимо от способа лечения [5]. Систематизация, определение важных анатомических характеристик, которые могли бы указывать на общность или, наоборот, различия, представлялись сложной задачей.

ПЕРВЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ

Сосудистая мальформация спинного мозга была впервые описана Hebelt на аутопсии в 1885 г. (по данным S.E. Akopov, W. Schievink [6]), и по настоящее время представления о данном заболевании продолжают меняться.

В 1971 г. коллектив авторов G. Di Chiro и соавт. на основе данных, полученных при селективной спинальной ангиографии, впервые разделили СпАВМ на 3 большие группы: I тип – одиночные артериовенозные шунты (в настоящее время носят название «дуральные артериовенозные фистулы»), II тип – гломусные, III тип – ювенильные [7]. Одиночный артериовенозный шунт, или дуральная артериовенозная фистула (АВФ), состоит из приносящего сосуда (афферента), отходящего от корешковой артерии, и выносящего сосуда (эфферента), впадающего в корешковую вену, далее распространяющуюся интрадурально и впадающую в перимедуллярную венозную сеть. СпАВМ гломусного типа локализуется интрамедуллярно и представляет собой гломус, который имеет множество афферентов, в том числе отходящих от передней и/или задних спинномозговых артерий, и впадает в венозное сплетение спинного мозга. Ювенильный тип СпАВМ предполагает поражение всего склеротома, включая спинной мозг, твердую мозговую оболочку, мышцы и мягкие ткани.

В 1977 г. M. Djindjian и соавт. опубликовали статью, где обратили внимание на существование небольшой группы СпАВМ, которые отличаются от всех остальных. Эти СпАВМ получают кровоснабжение от передней спинномозговой артерии, но находятся за пределами спинного мозга и его *pia mater*. Они отличаются по своим клиническим проявлениям от других СпАВМ [8]. Значительно позднее, в 1986 г., R.C. Heros и соавт. представили случай лечения пациента из Бельгии, у которого анатомия СпАВМ также не соответствовала ни одному из описанных G. DiChiro типов. R.C. Heros и соавт. проанализировали свой случай и сопоставили с данными M. Djindjian и соавт., после чего предложили выделить новый (IV) тип СпАВМ [9].

B. Rosenblum и соавт. в 1987 г. представили данные о 81 пациенте со СпАВМ. Они разделили все СпАВМ на 4 типа, причем первые 3 типа не отличались от таковых в классификации G. DiChiro, а IV тип составили интрадуральные артериовенозные фистулы. В своей работе, помимо сосудистой анатомии, авторам удалось сравнить варианты клинического течения заболевания, особенности патогенеза и результаты лечения у пациентов с дуральными и интрадуральными АВФ. Они выдвинули гипотезу о том, что дуральные АВФ – это приобретенный порок сосудов спинного мозга, а интрадуральные АВФ – это врожденный порок [10].

После того как были выделены 4 типа СпАВМ, согласно проведенным исследованиям, стало возможно прогнозировать течение заболевания с учетом типа поражения. В настоящее время считается, что прогноз заболевания зависит от длительности существования симптомов до начала лечения. Пациенты моложе 60 лет имеют большие шансы на восстановление нарушенных функций. После полной окклюзии спинальной дуральной АВФ (СпАВМ I типа) прогрессирование заболевания в большинстве случаев прекращается, а также при своевременном лечении в 90 % наблюдений снижается выраженность неврологических расстройств [11–13]. Кровоизлияния и соответствующая симптоматика для СпАВМ I типа не характерны. У пациентов со СпАВМ II типа ежегодный риск кровоизлияния составляет 4 % [14]. Стоит отметить, что после первоначального кровоизлияния частота повторных кровоизлияний составляет 10 % в течение 1-го месяца и 40 % в течение 1-го года. Летальность, связанная со СпАВМ II типа, приближается к 18 % [15]. Согласно анализу отдаленных результатов лечения клиническое улучшение наблюдается в 57 % случаев, отсутствие динамики – в 31 %, ухудшение – в 12 % [14]. Частота кровоизлияний, связанных со СпАВМ III типа, составляет 2,1 % в год. У пациентов с данным типом поражения после лечения наступает улучшение в 73 % случаев, динамика отсутствует – в 10 %, ухудшение неврологических симптомов происходит в 17 % [16]. Частота кровоизлияний у пациентов со СпАВМ IV типа составляет 2,5 % в год. После лечения данной группы пациентов в 68 % случаев наблюдается улучшение, в 26 % – отсутствие динамики, в 6 % – ухудшение [17].

J.J. Merland и соавт. [18], B. Gueguen и соавт. [19], K.L. Mourier и соавт. [20] обратили внимание на некоторые различия интрадуральных АВФ и предложили субклассификацию IV типа СпАВМ, состоящую из 3 подтипов. I подтип – короткая одиночная АВФ, получающая кровоснабжение из терминального отдела передней спинномозговой артерии и располагающаяся чаще всего в проекции *conus medullaris* или *filum terminale*; дренирующие вены при этом слегка расширены. II подтип – АВФ, имеющая несколько афферентов (могут отходить от передней и задней спинномозговых артерий одновременно) и среднюю интенсивность кровотока. III подтип – гигантская АВФ, имеющая, как и предыдущие подтипы, несколько афферентов.

СОВРЕМЕННЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ

Большую популярность в мире приобрела классификация ученых из Неврологического института Барроу (Barrow Neurological Institute, США). J.A. Anson, R.F. Spetzler в 1992 г. предложили выделять 4 типа СпАВМ (табл. 1), причем первые 3 типа СпАВМ

остались прежними (т. е. совпадают с более ранними классификациями), а IV типом предложено считать перимедуллярные АВФ. Чтобы избежать путаницы, подтипы IV типа подверглись реклассификации: I обозначен A, II – B, III – C [21].

Таблица 1. *Классификация артериовенозных мальформаций спинного мозга, предложенная J.A. Anson, R.F. Spetzler (1992) (адаптировано из [21])*

Table 1. *Classification of spinal arteriovenous malformations (Anson J.A., Spetzler R.F., 1992) (adapted from [21])*

Тип Type	Характеристика Characteristic
I	Дуральная АВФ Dural AVF
II	Гломусная АВМ Glomus AVM
III	Ювенильная АВМ Juvenile AVM
IV	Перимедуллярная АВФ Perimedullary AVF
IV-A	Низкопоточная АВФ с 1 афферентом Single feeder and small AVF
IV-B	Среднепоточная АВФ с несколькими афферентами Multiple feeders and medium AVF
IV–C	Гигантская АВФ с несколькими афферентами Multiple feeders and giant AVF

Примечание. *АВМ – артериовенозная мальформация; АВФ – артериовенозная фистула.*
Note. *AVM – arteriovenous malformation; AVF – arteriovenous fistula.*

В журнале "Neurosurgery" в январе 1997 г. была опубликована работа Y.H. Bao и F. Ling, которые на основании анализа данных 80 пациентов выделили 5 больших групп СпАВМ (табл. 2). Предложенная классификация включает ранее описанные типы СпАВМ, но несколько отличается: авторы добавили паравертебральные АВМ, для которых характерно поражение паравертебральной мускулатуры, отверстия нервного корешка и эпидурального пространства позвоночного канала, и синдром Кобба, который проявляется поражением спинного мозга, твердой мозговой оболочки, позвонка, паравертебрального пространства и обязательно кожи в пределах одного метамера [22]. Синдром Кобба иногда ассоциируют с ювенильными АВМ, что не совсем верно. Ювенильные АВМ, интрадуральные АВФ, а также ангиомы могут быть всего лишь составляющей синдрома Кобба [23].

В соответствии с разработанной классификацией был предложен подход к лечению СпАВМ. По мнению Y.H. Bao и F. Ling, большинство истинных интрамедуллярных АВМ ювенильного типа неоперабельны, поскольку клубок аномальных кровеносных сосудов заполняет почти весь сегмент позвоночного канала, включая и сам спинной мозг. Если все же рассматривать возможность их лечения, то методом выбора они считают эндоваскулярную эмболизацию. Несмотря на то что реканализация и клинические рецидивы после эмболизации наблюдаются часто, последующая эмболизация в качестве конечной терапевтической альтернативы является приемлемой [22].

Таблица 2. *Классификация артериовенозных мальформаций спинного мозга, предложенная Y.H. Bao, F. Ling (1997) (адаптировано из [22])*

Table 2. *Classification of spinal arteriovenous malformations (Bao Y.H., Ling F., 1997) (adapted from [22])*

Интрамедуллярные артериовенозные мальформации Intramedullary arteriovenous malformations Ювенильный тип Juvenile type Гломусный тип Glomus type
Интрадуральные артериовенозные фистулы Intradural arteriovenous fistulae Тип I Type I Тип II Type II Тип III Type III
Дуральные артериовенозные фистулы Dural arteriovenous fistulae
Паравертебральные артериовенозные мальформации Paravertebral arteriovenous malformations
Синдром Кобба Cobb syndrome

При лечении СпАВМ гломусного типа может использоваться микрохирургический метод, который характеризуется более высокой радикальностью в случае дорсальной локализации узла. Предоперационная эмболизация заметно уменьшает выраженность интраоперационного кровотечения и облегчает удаление СпАВМ. Радикальное удаление латерально расположенных СпАВМ без нарушения функции спинного мозга, по мнению авторов, невозможно [22].

Основной принцип лечения интрадуральных АВФ всех типов заключается в блокировании артериовенозного шунта микрохирургическим путем или путем эмболизации. Микрохирургическое разобщение фистулы более подходит для лечения интрадуральных АВФ I типа, поскольку питающая артерия (обычно передняя спинномозговая артерия) слишком мала и извилиста, чтобы выполнить суперселективную катетеризацию фистулы.

Если выбран метод эмболизации, Y.H. Bao и F. Ling рекомендуют применять такие эмболизирующие материалы, как микроспирали, клеевые композиции или отделяемые баллоны, которые необходимо аккуратно доставлять в фистулу для ее разобщения. Интрадуральные АВФ II типа имеют более крупные афференты, которые подходят для эмболизации при помощи микроспиралей или клеевой композиции. Интрадуральные

АВФ III типа имеют широкие афференты, что позволяет размещать баллон или микроспирали в фистуле с полным анатомическим и клиническим излечением [22].

Поскольку большинство питающих ветвей дуральных АВФ тонкие и извилистые, многим пациентам авторы рекомендуют микрохирургическую операцию [22].

При паравертебральных АВМ и синдроме Кобба лечение направлено на устранение вероятного механизма развития миелопатии. Например, Y.H. Bao и F. Ling описали пациента с множественными паравертебральными свищами, у которого выполнена только эмболизация клеевой композицией, так как венозная гипертензия была главным механизмом неврологического ухудшения. Однако если задействованы другие патофизиологические механизмы (например, компрессия спинного мозга), комбинация микрохирургического вмешательства и эмболизации может дать более удовлетворительные результаты [22].

Основываясь на опыте лечения более 130 пациентов, R.F. Spetzler и соавт. предложили модифицированную классификацию сосудистых патологий спинного мозга. Авторы разделили их на 3 основные категории: новообразования, аневризмы и артериовенозные пороки. К сосудистым новообразованиям были отнесены гемангиобластома и кавернозная мальформация. Спинальные аневризмы, не связанные с АВМ, также выделены в отдельную категорию [24]. Они встречаются крайне редко, и в основе их патогенеза лежит поражение диссекционного характера [25, 26]. Авторы сообщили всего о 2 случаях в их практике. Артериовенозные пороки были разделены на АВФ и АВМ (табл. 3) [24].

В эту классификацию были включены новые категории: экстрадуральные АВФ, интрадуральные диффузные АВМ и интрадуральные АВМ *conus medullaris*. Экстрадуральные АВФ характеризуются прямой связью между экстрадуральной ветвью позвоночной артерии и экстрадуральным венозным сплетением в шейном отделе, что приводит к развитию высокопоточной фистулы, образуется застой в эпидуральной венозной системе, возникает компрессия спинного мозга и, как результат, прогрессирующая миелопатия. Интрадуральные диффузные АВМ представляют собой интрамедуллярные АВМ с субпиальным расширением в нескольких сегментах спинного мозга. Интрадуральные АВМ *conus medullaris* имеют множественные афференты. У них есть несколько прямых АВФ (которые происходят из передней и задней спинномозговых артерий), а также очаги гломусного типа (которые, как правило, являются экстрамедуллярными и пиальными), но они могут также иметь интрамедуллярный компонент. Они всегда локализованы в *conus medullaris* и могут располагаться на всем его протяжении. Стоит упомянуть, что интрадуральные вентральные АВФ соответствуют IV типу ранних классификаций, интрадуральные дорсальные АВФ – I типу, экстрадурально-интрадуральные АВМ – III типу, интрамедуллярные компактные и диффузные АВМ – II типу [27].

Таблица 3. *Модифицированная классификация артериовенозных мальформаций спинного мозга, предложенная R.F. Spetzler и соавт. (2002) (адаптировано из [24])*

Table 3. *Modified classification of spinal arteriovenous malformations (Spetzler R.F. et al., 2002) (adapted from [24])*

Спинальные АВФ Spinal AVF
Экстрадуральные АВФ Extradural AVF
Интрадуральные вентральные АВФ* Intradural ventral AVF*
Интрадуральные дорсальные АВФ** Intradural dorsal AVF**
Спинальные АВМ Spinal AVM
Экстрадурально-интрадуральные АВМ Extradural-intradural AVM
Интрамедуллярные компактные АВМ Intramedullary compact AVM
Интрамедуллярные диффузные АВМ Intramedullary diffuse AVM
АВМ *conus medullaris* *Conus medullaris* AVM

**Включает подтипы: A – с маленьким шунтом; B – со средним шунтом; C – с большим шунтом. **Включает подтипы: A – с 1 афферентом; B – с несколькими афферентами.*
Примечание. *АВМ – артериовенозная мальформация; АВФ – артериовенозная фистула.*
**Includes subtypes: A – with small shunt; B – with medium shunt; C – with giant shunt. **Includes subtypes: A – with 1 feeder; B – with multiple feeders.*
Note. *AVM – arteriovenous malformation; AVF – arteriovenous fistula.*

R.F. Spetzler и соавт. в приведенной классификации предлагают тактику лечения с использованием эндоваскулярного или микрохирургического методов в зависимости от типа мальформации [24]. Экстрадуральные АВФ в основном лечат эндоваскулярным способом, как и экстрадурально-интрадуральные АВМ. В последнем случае микрохирургическая операция может применяться только для устранения компрессии спинного мозга. При интрадуральных АВФ рекомендуют микрохирургические вмешательства или эмболизацию. По поводу малых и средних интрадуральных вентральных АВФ авторы предлагают выполнять хирургическое вмешательство, тогда как большие фистулы лучше подходят для окклюзии путем эмболизации. Авторы указывают, что при интрамедуллярных АВМ можно проводить эмболизацию, однако микрохирургическое удаление остается основой их лечения. При АВМ *conus medullaris* могут использоваться микрохирургический метод и эмболизация. Опыт R.F. Spetzler и соавт. в лечении мальформаций

этого типа показал, что лучшие результаты достигаются путем агрессивной эмболизации с последующей резекцией [24].

Модифицированная классификация R.F. Spetzler и соавт. (2002) подверглась серьезной критике. Так, французский эндоваскулярный нейрохирург P. Lasjaunias направил открытое письмо в редакцию "Journal of Neurosurgery" и в нем категорически отверг возможность объединения кавернозных мальформаций и гемангиобластом в одну группу «сосудистые новообразования». Он также счел нецелесообразным выделение категорий «интрадуральные АВМ *conus medullaris*» и заявил о неправильности разделения интрадуральных АВФ на вентральные и дорсальные. Кроме того, он поставил вопрос об анатомии передней спинномозговой артерии, утверждая, что последняя находится субпиально, а не субарахноидально, поэтому, по его мнению, субарахноидальные кровоизлияния из этой артерии невозможны [28].

В 2002 г. G. Rodesch совместно с P. Lasjaunias и другими авторами предложили собственную классификацию, учитывающую первичную природу мальформации (узел или фистула, в которых со временем изменяется ангиоархитектоника). Все спинальные АВФ были разделены на микро- и макрофистулы, выделены генетические категории: наследственные поражения, ненаследственные поражения [29]. Впоследствии модифицированная классификация R.F. Spetzler и соавт. (2002) и генетическая классификация G. Rodesch и соавт. (2002) не стали общепринятыми, так как каждая из них смещала акценты в сторону микрохирургии или эндоваскулярной хирургии [30].

Еще одну важную классификацию разработали Ю.А. Зозуля и Е.И. Слынько в 2005 г. В зависимости от анатомических особенностей СпАВМ авторы разделили их на интрамедуллярные, перимедуллярные, дуральные, эпидуральные, интравертебральные и смешанные. Выделены ангиоструктурные (пути притока и оттока), а также гемодинамические особенности СпАВМ [31]. Классификация получилась большой, но учитывала много важных нюансов.

НАИБОЛЕЕ НОВЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ

В 2011 г. L. Rangel-Castilla и соавт., изучая экстрадуральные АВФ (ранее их впервые выделили R.F. Spetzler и соавт. (2002) [24]), обратили внимание на то, что даже внутри этой группы АВФ различаются. Они описали радиологические и клинические особенности у 8 пациентов с экстрадуральными АВФ и разделили эти АВФ на 3 типа: A, B1, B2. При типе A экстрадуральных АВФ артериовенозное шунтирование происходит в эпидуральном пространстве, но венозный дренаж распространяется интрадурально. Последнее вызывает венозную гипертензию и отек спинного мозга. При типе B1 шунтирование происходит в эпидуральном пространстве без интрадурального венозного дренажа, но вызывает компрессию спинного мозга и/или нервных корешков с миелопатией и/или радикулопатией. Экстрадуральные фистулы типа B2 также ограничены эпидуральным пространством и не имеют интрадуральной дренирующей вены, но не сдавливают спинной мозг или корешок, поэтому не вызывают симптомов [32]. При дифференциальной диагностике дуральной АВФ (тип I) и экстрадуральной АВФ типа A важно учитывать, что дуральная АВФ имеет шунт в пределах манжеты корешка и дренируется напрямую интрадурально, без заполнения эпидурального пространства, в то время как экстрадуральная АВФ типа A имеет артериовенозный шунт, который лежит в эпидуральном пространстве, и интрадурально дренирующая вена отходит от венозного мешочка («озера»), которое расположено экстрадурально.

В 2017 г. K. Takai на основе исторического анализа классификаций СпАВМ предложил новую классификацию с учетом данных B. Rosenblum и соавт. (1987), J.J. Merland и соавт. (1980), B. Gueguen и соавт. (1987), J.A. Anson и R.F. Spetzler (1992), L. Rangel-Castilla (2011) [30]. Экстрадуральные фистулы были выделены как V тип АВМ, причем подтип VA – с интрадуральным венозным дренажем, а подтип VB – без интрадурального венозного дренажа (табл. 4).

Таблица 4. *Классификация артериовенозных мальформаций спинного мозга, предложенная K. Takai (2017) (адаптировано из [30])*

Table 4. *Classification of spinal arteriovenous malformations (Takai K., 2017) (adapted from [30])*

Тип Type	Характеристика Characteristic
I	Дуральная АВФ Dural AVF
II	Гломусная АВМ Glomus AVM
III	Ювенильная АВМ Juvenile AVM
IV	Перимедуллярная АВФ Perimedullary AVF
IVA	Низкопоточная АВФ с 1 афферентом Single feeder and low flow AVF
IVB	Среднепоточная АВФ с несколькими афферентами Multiple feeders and medium flow AVF
IVC	Гигантская АВФ с несколькими афферентами Multiple feeders and giant flow AVF
V	Экстрадуральные АВФ Extradural AVF
VA	С интрадуральным венозным дренажем With intradural venous drainage
VB	Без интрадурального венозного дренажа Without intradural venous drainage

Примечание. *АВМ – артериовенозная мальформация; АВФ – артериовенозная фистула.*
Note. *AVM – arteriovenous malformation; AVF – arteriovenous fistula.*

Эта классификация проста для использования и соответствует принципам построения общепринятых исторических классификаций, но имеет и недостатки, которые определяются анатомическими особенностями кровоснабжения спинного мозга на разных уровнях. В своем раннем исследовании K. Takai (2013) указывает, что дуральные АВФ на грудном уровне могут отличаться от дуральных АВФ на поясничном уровне [33].

Если проследить историю развития классификаций и выделения новых типов и подтипов СпАВМ, становится очевидно, что по мере развития технологий нейровизуализации, со временем, возможно, будут выделены и новые анатомические варианты СпАВМ, ранее не описанные в научной литературе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все классификации представляют собой результат большого труда ученых всего мира. Сложная сосудистая анатомия спинного мозга, очень большая вариабельность сосудистых пороков спинного мозга, их редкость так и не позволили создать единую классификацию, которая могла бы удовлетворить все потребности медицинского сообщества, занимающегося этой проблемой. Ввиду стремительного развития эндоваскулярной хирургии и микрохирургии будущие классификации должны не только учитывать анатомические варианты сосудистого поражения спинного мозга, но и позволять прогнозировать исход лечения на основании его алгоритма. Имеющиеся данные указывают на то, что прогноз естественного течения заболевания крайне неблагоприятный, поэтому лечение сосудистых поражений спинного мозга представляется оправданным и даже необходимым в большинстве случаев. Дальнейшее изучение сосудистых пороков спинного мозга, накопление опыта создаст базу для оптимальной систематизации, определения модальности и успешного лечения этого заболевания.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Тиссен Т.П. Эндоваскулярное лечение артериовенозных мальформаций спинного мозга. М., 2006. 360 с. [Tissen T.P. Endovascular treatment of arteriovenous malformations of the spinal cord. Moscow, 2006. 360 p. (In Russ.)].
2. Thron A. [Spinal dural arteriovenous fistulas (In German)]. Radiologe 2001;41(11):955–60. DOI: 10.1007/s001170170031.
3. Lad S.P., Santarelli J.G., Patil C.G. et al. National trends in spinal arteriovenous malformations. Neurosurg Focus 2009;26(1):1–5. DOI: 10.3171/FOC.2009.26.1.E10.
4. Yu J., Hong T., Krings T. et al. Natural history of spinal cord arteriovenous shunts: an observational study. Brain 2019;142(8):2265–75. DOI: 10.1093/brain/awz153.
5. Flores B.C., Klinger D.R., White J.A., Batjer H.H. Spinal vascular malformations: treatment strategies and outcome. Neurosurg Rev 2017;40(1):15–28. DOI: 10.1007/s10143-016-0713-z.
6. Akopov S.E., Schievink W. History of spinal cord vascular malformations and their treatment. Semin Cerebrovasc Dis Stroke 2002;2(3):179. DOI: 10.1053/scds.2002.128825.
7. Di Chiro G., Doppman J.L., Ommaya A.K. Radiology of spinal cord arteriovenous malformations. Prog Neurol Surg 1971;4:329–54. DOI: 10.1159/000391825.
8. Djindjian M., Djindjian R., Rey A. et al. Intradural extramedullary spinal arteriovenous malformations fed by the anterior spinal artery. Surg Neurol 1977;8(2):85–93.
9. Heros R.C., Debrun G.M., Ojemann R.G. et al. Direct spinal arteriovenous fistula: a new type of spinal AVM. Case report. J Neurosurg 1986;64(1):134–9. DOI: 10.3171/jns.1986.64.1.0134.
10. Rosenblum B., Oldfield E.H., Doppman J.L., Di Chiro G. Spinal arteriovenous malformations: a comparison of dural arteriovenous fistulas and intradural AVM's in 81 patients. J Neurosurg 1987;67(6):795–802. DOI: 10.3171/jns.1987.67.6.0795.
11. Тиссен Т.П. Клиника, диагностика и эндоваскулярное лечение дуральных артериовенозных фистул спинного мозга. Нейрохирургия 2016;(2):9–15. [Tissen T.P. The clinical signs, diagnostics and endovascular treatment of dural arteriovenous fistulas of spinal cord. Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2016;(2):9–15. (In Russ.)]. DOI: 10.17650/1683-3295-2016-0-2-9-15.
12. Бабичев К.Н., Орлов В.П., Станишевский А.В. и др. Дуральные спинальные артериовенозные фистулы. Серия собственных клинических наблюдений и анализ данных литературы. Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко 2017;81(4):33–44. [Babichev K.N., Orlov V.P., Stanishevskiy A.V. et al. Spinal dural arteriovenous fistulas. A series of clinical cases and an analysis of the literature data. Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery 2017;81(4):33–44. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/neiro201781433-42.
13. Евзиков Г.Ю., Парфенов В.А., Фарафонтов А.В. и др. Клиника, диагностика и микрохирургическое лечение спинальных дуральных артериовенозных фистул (лекция). Нейрохирургия 2019;21(2):53–65. [Evzikov G.Y., Parfenov V.A., Farafontov A.V. et al. Clinical aspects, diagnostics and microsurgical treatment of spinal dural arteriovenous fistulas (lecture). Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2019;21(2):53–65. (In Russ.)]. DOI: 10.17650/1683-3295-2019-21-2-53-65.
14. Gross B.A., Du R. Spinal glomus (type II) arteriovenous malformations: a pooled analysis of haemorrhage risk and results of intervention. Neurosurgery 2013;72(1):25–32. DOI: 10.1227/NEU.0b013e318276b5d3.
15. Aminoff M.J., Logue V. The prognosis of patients with spinal vascular malformations. Brain 1974;97:211–8. DOI: 10.1093/brain/97.1.211.
16. Gross B.A., Du R. Spinal juvenile (type III) extradural-intradural arteriovenous malformations. J Neurosurg Spine 2014;20:452–8. DOI: 10.3171/2014.1.SPINE13498.
17. Gross B.A., Du R. Spinal pial (type IV) arteriovenous fistulae: a systematic pooled analysis of demographics, hemorrhage risk, and treatment results. Neurosurgery 2013;73:141–51. DOI: 10.1227/01.neu.0000429848.91707.73.
18. Merland J.J., Riche M.C., Chiras J. Intraspinal extramedullary arteriovenous fistulae draining into the medullary veins. J Neuroradiol 1980;7(4):271–320.
19. Gueguen B., Merland J.J., Riche M.C., Rey A. Vascular malformations

of the spinal cord: intrathecal perimedullary arteriovenous fistulas fed by medullary arteries. Neurology 1987;37:969–79. DOI: 10.1212/wnl.37.6.969.
20. Mourier K.L., Gobin Y.P., George B. et al. Intradural perimedullary arteriovenous fistulae: results of surgical and endovascular treatment in a series of 35 cases. Neurosurgery 1993;32(6):885–91. DOI: 10.1227/00006123-199306000-00001.
21. Anson J.A., Spetzler R.F. Classification of spinal arteriovenous malformations and implications for treatment. Barrow Neurol Inst Q 1992;8:2–8.
22. Bao Y.H., Ling F. Classification and therapeutic modalities of spinal vascular malformations in 80 patients. Neurosurgery 1997;40:75–81. DOI: 10.1097/00006123-199701000-00017.
23. Johnson W.D., Petrie M.M. Variety of spinal vascular pathology seen in adult Cobb syndrome. J Neurosurg Spine 2009;10(5):430–5. DOI: 10.3171/2009.1.SPINE08334.
24. Spetzler R.F., Detwiler P.W., Riina H.A., Porter R.W. Modified classification of spinal cord vascular lesions. J Neurosurg 2002;96(2 Suppl):145–56. DOI: 10.3171/spi.2002.96.2.0145.
25. El Mahdi M.A., Rudwan M.A., Khaffaji S.M., Jadallah F.A. A giant spinal aneurysm with cord and root compression. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1989;52(4):532–5. DOI: 10.1136/jnnp.52.4.532.
26. Vishteh A.G., Brown A.P., Spetzler R.F. Aneurysm of the intradural artery of Adamkiewicz treated with muslin wrapping: technical case report. Neurosurgery 1997;40(1):207–9. DOI: 10.1097/00006123-199701000-00047.
27. Ozpinar A., Weiner G.M., Ducruet A.F. Epidemiology, clinical presentation, diagnostic evaluation, and prognosis of spinal arteriovenous malformations. In: Handbook of clinical neurology. Vol. 143 (3rd series). Arteriovenous and cavernous malformations. Ed. by R.F. Spetzler, K. Moon, R.O. Almefty. Elsevier, 2017. DOI: 10.1016/B978-0-444-63640-9.00014-X.
28. Lasjaunias P. Spinal cord vascular lesions. J Neurosurg 2003;98(Suppl 1):117–9. DOI: 10.3171/spi.2003.98.1.0117.
29. Rodesch G., Hurth M., Alvarez H. et al. Classification of spinal cord arteriovenous shunts: proposal for a reappraisal – the Bicêtre experience with 155 consecutive patients treated between 1981 and 1999. Neurosurgery 2002;51(2):374–9.
30. Takai K. Spinal arteriovenous shunts: angioarchitecture and historical changes in classification. Neurol Med Chir (Tokyo) 2017;57(7):356–65. DOI: 10.2176/nmc.ra.2016-0316.
31. Зозуля Ю.А., Слынько Е.И. Спинальные артериовенозные мальформации: классификация, дифференцированная хирургическая тактика, результаты лечения. Украинский нейрохирургический журнал 2005;(2):4–19. [Zozulya Y.P., Slinko E.I. Spinal arteriovenous malformations: classification, differentiated surgical tactics, results of treatment. Ukrainsky neyrokhirurgicheskiy zhurnal = Ukrainian Neurosurgical Journal 2005;(2):4–19. (In Russ.)].
32. Rangel-Castilla L., Holman P.J., Krishna C. et al. Spinal extradural arteriovenous fistulas: a clinical and radiological description of different types and their novel treatment with Onyx. J Neurosurg Spine 2011;15(5):541–9. DOI: 10.3171/2011.6.SPINE10695.
33. Takai K., Kin T., Oyama H. et al. Three-dimensional angioarchitecture of spinal dural arteriovenous fistulas, with special reference to the intradural retrograde venous drainage system. J Neurosurg Spine 2013;18(4):398–408. DOI: 10.3171/2013.1.SPINE12305.

Вклад авторов
А.М. Перфильев: обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи;
Д.А. Рзаев, В.С. Киселев: обзор публикаций по теме статьи.
Authors' contributions
A.M. Perfilyev: reviewing of publications on the article's theme, article writing;
J.A. Rzaev, V.S. Kiselev: reviewing of publications on the article's theme.

ORCID авторов / ORCID of authors
А.М. Перфильев / A.M. Perfilyev: https://orcid.org/0000-0002-4065-5736
Д.А. Рзаев / J.A. Rzaev: https://orcid.org/0000-0002-1209-8960
В.С. Киселев / V.S. Kiselev: https://orcid.org/0000-0002-7406-9874

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.
Financing. The work was performed without external funding.

Статья поступила: 18.01.2020. **Принята к публикации:** 20.10.2020.
Article submitted: 18.01.2020. **Accepted for publication:** 20.10.2020.