

## Оригінальні статті

---

УДК 616.832–005.1

### Спинальные артериовенозные мальформации: классификация, дифференцированная хирургическая тактика, результаты лечения

*Зозуля Ю.А., Слынько Е.И.*

**Институт нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова АМН Украины, г. Киев, Украина**

Проанализированы результаты обследования и лечения 91 больного с артериовенозными мальформациями (АВМ) и фистулами с 1995 по 2005 г. Больные были в возрасте от 9 до 83 лет, средний возраст составлял 42,9 года. Разработана новая классификация спинальных АВМ. В зависимости от анатомических особенностей сосудистые мальформации делятся на интрамедуллярные, перимедуллярные (расположенные субарахноидально на поверхности спинного мозга), дуральные (в твердой мозговой оболочке), эпидуральные, интравентрикулярные и смешанные — находящиеся в нескольких смежных областях. Были выделены ангиоструктурные особенности мальформаций, путей кровотока. Операции выполнены у всех больных (91 пациент), у 13 применены эндоваскулярные вмешательства, у 70 — микрохирургические операции и у 8 — комбинированные с применением эндоваскулярной и микрохирургической техники. При открытых вмешательствах преимущественно использовали задний или заднебоковой доступ. Передний или переднебоковой доступы выполнены у 8 больных. У 11 пациентов оперативные вмешательства завершены стабилизацией позвоночника. У всех больных сосудистые мальформации исключены из кровотока тотально. Период отдаленных наблюдений колебался от 4 мес до 8,2 лет. У 32 больных непосредственно после операции был отмечен значительный регресс клинических проявлений, у 43 — частичный регресс симптоматики, у 10 — симптоматика существенно не изменилась и у 6 — неврологические нарушения усугубились.

**Ключевые слова:** *артериовенозные спинальные мальформации, фистулы, классификация, эндоваскулярные, микрохирургические операции.*

**Вступление.** Спинальные сосудистые мальформации представляют собой редкую и малоизученную патологию, которая отличается значительным многообразием [1, 2, 6, 9, 11]. Публикации по этому поводу в основном базируются на описании отдельных наблюдений [16, 18, 23, 25]. Недостаточная изученность указанной патологии связана со сложностью ее диагностики, что ограничивает разработку дифференцированных методов хирургического лечения [13, 17]. Большие затруднения в этом отношении вызывает отсутствие четкой структурно-динамической классификации спинальных АВМ. В настоящее время наиболее широко используется классификация, созданная в 1991–1998 гг. совместными усилиями группы авторов, согласно которой различают: дуральные артериовенозные фистулы (тип I), глобусные внутримозговые (тип II), ювенильные, или комбинированные АВМ (тип III), интрадуральные перимедуллярные артериовенозные фистулы — АВФ — тип IV [4, 6, 7]. Отдельно выделены сосудистые опухоли (гемангиобластомы, гемангиоперицитомы, ангиосаркомы, гемангиоэнדותелиомы, гемангиомы,

ангиолипомы) и кавернозные мальформации [2, 22]. В 2002 г. R.F. Spetzler и соавторы [22] предложили новую классификацию спинальной сосудистой патологии. Однако эта классификация, несмотря на ее сложность, все же не охватывает все многообразие типов спинальных мальформаций. Поэтому нам представляется необходимой детальная систематизация спинальных сосудистых мальформаций, которая может способствовать разработке дифференцированной тактики хирургических вмешательств с учетом локализации, ангиоструктурного типа и гемодинамических особенностей мальформаций, что позволит оптимизировать результаты лечения.

**Материал и методы.** В работе анализируются результаты обследования и лечения 91 больного с АВМ и АВФ, которые находились на лечении в Институте нейрохирургии АМН Украины с 1995 по 2005 г. Больные были в возрасте от 9 до 83 лет, средний возраст составил 42,9 года. Для систематизации спинальных сосудистых мальформаций мы разработали классификацию, которая учитывала указанные особенности мальформаций — анатомическую

характеристику мальформации, ее ангиоструктурные и гемодинамические особенности (таб. 1). По анатомическим особенностям сосудистые мальформации разделяются на интрамедуллярные, перимедуллярные (расположенные субарахноидально на поверхности спинного мозга), дуральные (расположенные в твердой мозговой оболочке), эпидуральные, интравертебральные и смешанные, захватывающие несколько смежных областей. Были выделены ангиоструктурные особенности собственно

мальформаций, путей притока и оттока (см. табл. 1). Пути притока и оттока выделены, так как многие мальформации имели существенные различия в зависимости от источника кровоснабжающих сосудов. Выделение в классификации сосудистых мальформации путей притока и оттока потребовало проведения анализа нормальных ангиограмм в тех 50 случаях, где при спинальной селективной ангиографии (ССА) сосудистой патологии не было выявлено. Аневризмы спинальных сосудов в наших наблюде-

**Таблица 1. Классификация спинальных АВМ с учетом их локализации, ангиоструктуры, гемодинамических особенностей**

Локализация		Ангиоструктурные особенности мальформаций, путей притока и оттока			Гемодинамические особенности мальформации
поперечная	продольная	Пути притока	Структурные особенности мальформации	Пути оттока	
I. Интрамедуллярная	1. Шейная 2. Грудная 3. Конус-эпиконус	1. Передняя спинальная артерия 2. Задняя спинальная артерия 3. Радикулопоясничная артерия 4. Смешанные	1. Гломусная или компактная АВМ 2. Диффузная АВМ	1. Перимедуллярные вены	А. Незначительный кровоток В. Умеренный кровоток С. Большой кровоток
II. Интрадуральная или перимедуллярная	1. Шейная 2. Грудная 3. Конус-эпиконус	1. Передняя спинальная артерия 2. Передняя радикуло-медуллярная артерия 3. Задняя спинальная артерия 4. Задняя радикуло-медуллярная артерия 5. Смешанные	1. АВМ гломусная 2. АВФ	1. Вентральные перимедуллярные вены 2. Дорсальные перимедуллярные вены	А. Незначительный кровоток В. Умеренный кровоток С. Большой кровоток
III. Дуральная	1. Шейная 2. Грудная 3. Поясничная	1. Радикуломенингеальная артерия	1. АВМ гломусная 2. АВФ	1. Ретроградный в вентральные перимедуллярные вены 2. Ретроградный в дорсальные перимедуллярные вены 3. Антеградный в эпидуральные вены	А. Незначительный кровоток
IV. Эпидуральная	1. Шейная 2. Грудная 3. Поясничная	1. Позвоночные артерии 2. Спинальная ветвь сегментарных артерий 3. Постцентральные 4. Преламинарные ветви спинальных ветвей 5. Смешанные	1. АВМ гломусная 2. АВФ	1. Эпидуральные вены 2. Экстравертебральные вены	А. Незначительный кровоток В. Умеренный кровоток С. Большой кровоток
V. Интравертебральная	1. Шейная 2. Грудная 3. Поясничная	1. Переднелатеральные ветви сегментарных артерий 2. Постцентральные 3. Преламинарные ветви спинальных ветвей 4. Смешанные: 1.1 односторонний 1.2 двусторонний	1. Гломусная АВМ ограниченная позвонком 2. Гломусная АВМ с экстравертебральным распространением	1. Эпидуральные вены 2. Экстравертебральные вены 3. Смешанные пути оттока	А. Незначительный кровоток В. Умеренный кровоток С. Большой кровоток
VI. Сочетанная	1. Шейная 2. Грудная 3. Поясничная	1. Преимущественно из спинальных ветвей 2. Преимущественно из радикуло-медуллярных артерий	1. Преимущественно интрадуральная гломусная АВМ 2. Преимущественно экстрадуральная гломусная АВМ	1. Преимущественно перимедуллярные вены 2. Преимущественно эпидуральные вены 3. Преимущественно экстравертебральные вены 4. Смешанные пути оттока	А. Незначительный кровоток В. Умеренный кровоток С. Большой кровоток

ниях встречались только в сочетании с АВМ. Гемодинамические различия во многих случаях требовали выбора различной хирургической тактики. В этой работе не рассматриваются спинальные сосудистые опухоли и кавернозные мальформации, которые представляют собой отдельные группы патологии.

У всех больных обследование включало МРТ и ССА. Спиральную КТ применяли у 14 больных, МРТ-ангиографию — у 17.

Хирургические вмешательства проведены всем больным, причем у 13 применили эндоваскулярные вмешательства, у 70 — микрохирургические операции, у 8 — комбинированные с применением эндоваскулярной и микрохирургической техники. При открытых вмешательствах преимущественно использовали задний или заднебоковой доступ. Передний или переднебоковой доступ выполнены у 8 больных. У 11 больных оперативные вмешательства завершены стабилизацией позвоночника.

Расчеты неврологических показателей, t-критерия и сравнение их до и после операции проводили в программе Microsoft Excel 2002 и статистического дополнения к ней Analysis ToolPak. Корреляционный анализ, факторный анализ, кластерный анализ, мультилинейный регрессионный анализ выполнили в программе STATISTICA 6, StatSoft, inc. 2001.

**Результаты и их обсуждение.** Для четкого представления о путях притока и оттока спинальных мальформаций необходимо знание ангиоанатомии спинного мозга и позвоночника в норме. В этой связи мы изучили результаты МРТ, ССА у 50 больных, у которых сосудистой патологии спинного мозга не было обнаружено.

Кровоснабжение спинного мозга и позвоночника осуществляется из 3 бассейнов — подключичных артерий, грудного и брюшного отделов аорты, внутренних подвздошных артерий. От всех этих сосудов отходят сегментарные артерии, от которых в свою очередь отходят дорсальные ветви, которые дают начало спинальным ветвям. В грудном и поясничном отделах от сегментарных сосудов отходят межреберные или поясничные артерии и дорсальные ветви. Спинальная ветвь проходит в межпозвонковое отверстие, где от нее в свою очередь отходят 3 ветви — дорсальная, средняя и вентральная. Постцентральная (вентральная ветвь) и передпластинковая ветвь (дорсальная ветвь) идут позади тела позвонка и кпереди от дуги позвонка и принимают участие в кровоснабжении тела, дуги позвонка, вентральных и дорсальных отделов твердой мозговой оболочки (радикуломенингеальные артерии). Средняя ветвь питает твердую мозговую оболочку в области межпозвонкового отверстия

и корешка (радикуломенингеальные артерии). Она в дальнейшем делится на радикулярные, радикулопиаальные и радикуломедуллярные артерии, которые проходят рядом с передними и задними корешками. Радикулярная артерия короткая, питает только спинальные корешки. Радикулопиаальная артерия достигает вместе с корешками поверхности спинного мозга, где она сливается с сегментарной мозговой артерией или пиаальной артериальной сетью спинного мозга. Передние и задние радикуломедуллярные артерии следуют с соответствующими корешками к спинному мозгу и впадают соответственно в переднюю или задние спинномозговые артерии. Передняя и задние спинномозговые артерии анастомозируют между собой благодаря сегментарным спинномозговым артериям, которые проходят по боковой поверхности спинного мозга и являются частью “вазокоронны”.

В нижнепоясничном и крестцовом отделах позвоночника после бифуркации аорты спинальные ветви отходят от подвздошных артерий и латеральных крестцовых артерий. Спинальная ветвь в межпозвонковом отверстии делится на переднюю и заднюю радикуломедуллярные артерии. Последние следуют с корешками конского хвоста в ростральном направлении вплоть до мозгового конуса, где впадают в переднюю или задние спинномозговые артерии. В шейном отделе спинальные ветви чаще всего отходят от позвоночных артерий, однако могут отходить и от реберно-шейного ствола, восходящей шейной артерии. В дальнейшем спинальные ветви следуют к мозгу так же, как и в грудном отделе. Шейные ветви принимают участие в кровоснабжении спинного мозга, начиная с С<sub>III</sub> сегмента. Первые три сегмента спинного мозга получают кровь из двух позвоночных артерий. От последних отходят вертеброспинальные ветви, которые сливаются и формируют переднюю спинальную артерию. Кроме вертеброспинальных ветвей от внутричерепной части двух позвоночных артерий или от задненижних мозжечковых артерий берут начало две задние спинномозговые артерии.

Спинальные ветви, которые в дальнейшем дают начало радикуломедуллярным артериям, отходят не на каждом сегментарном уровне. К спинному мозгу на различных уровнях может отходить от 11 до 17 артерий. Из них большая корешковая артерия Адамкиевича, артерия поясничного утолщения, артерия шейного утолщения наиболее крупные и постоянные. Благодаря передней и задним спинномозговым артериям все бассейны кровоснабжения спинного мозга анастомозируют между собой, а благодаря сегментарным мозговым артериям передняя и задняя спинномозговые артерии

анастомозируют между собою. От передней спинномозговой артерии в глубину передней спинальной щели идут сульфокомиссуральные артерии, которые непосредственно питают серое вещество и передние отделы спинного мозга. От сегментарных мозговых артерий, задних спинномозговых артерий, пиальной артериальной сетки в глубину мозга отходят радиальные артерии, которые питают белое вещество и заднюю часть серого вещества спинного мозга.

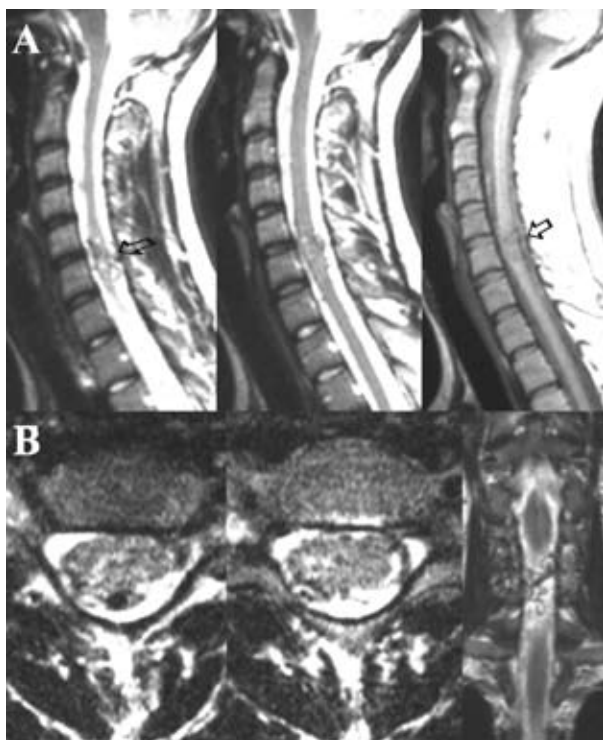
Тело позвонка получает кровь непосредственно из сегментарных артерий или межреберных и поясничных артерий. От них отходят переднелатеральные ветви, которые огибают переднебоковую поверхность тела позвонка и проникают в него. Постцентральная и передпластинковая ветви отходят в области межпозвонкового отверстия от спинномозговых ветвей и проникают через межпозвонковое отверстие. Постцентральная ветвь следует по задней поверхности тела позвонка и питает заднюю часть позвонка. Передпластинковая ветвь идет по внутренней поверхности дуг позвонков и питает внутреннюю часть дуг. Задние структуры позвонка (корни дуг, суставные отростки, дуги и остистые отростки) питаются от мышечной ветви, которая отходит от дорсальной ветви сегментарной артерии. Для шейных позвонков питающие артерии отходят от позвоночных артерий.

Кровь от спинного мозга дренируется по радиальным венам в венозную субпиальную сеть спинного мозга, переднюю и заднюю спинномозговые вены (эти сосуды часто называют перимедуллярными венами). Благодаря венозной пиальной сети передние и задние вены широко анастомозируют. Кровь от них собирается в переднюю и заднюю корешковые вены (радикулумедуллярные вены). Эти вены возле спинномозгового нерва сливаются в общую радикулумедуллярную вену. В дальнейшем эта вена идет к межреберной/поясничной вене или впадает в переднее внутреннее или задние внутренние позвоночные венозные сплетения (эпидуральные вены). Последние широко анастомозируют между собою. В переднее эпидуральное венозное сплетение оттекает кровь от тел позвонков через базивертебральные вены. Внутренние и внешние позвоночные венозные сплетения на уровне каждого позвонка объединяются тремя стволами: 1) базивертебральными венами; 2) межпозвонковыми венами, которые проходят через межпозвонковые отверстия; 3) венозными стволами, которые проникают через дужки и желтые связки. Во внешние венозные сплетения дренируется кровь от задних структур позвонка, периферийных отделов тела позвонка, паравертебральных структур.

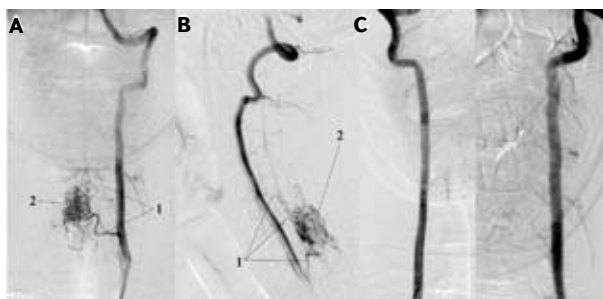
Венозную кровь со спинного мозга, внутреннего и внешнего венозного сплетения позвоночника собирают межпозвонковые вены. Их может быть до 4, по две расположенные сверху, и две — снизу по краям межпозвонкового отверстия. У выхода из межпозвонковых отверстий в шейном отделе межпозвонковые вены впадают в позвоночные вены, задние яремные вены, в плечоголовную вену, а через них кровь поступает в верхнюю полую вену. В грудном и поясничном отделах межпозвонковые вены вливаются в межреберные и поясничные вены, которые впадают в восходящую поясничную вену, а из нее в непарную или полунепарную вену либо в нижнюю полую вену. В крестцовом отделе вены межпозвонковых отверстий вливаются в крестцовые вены или крестцовое венозное сплетение, дальше кровь направляется в латеральную крестцовую вену и идет к внутренней и общей подвздошной венам.

Описанные анатомические данные спинального кровоснабжения нами учитывались при анализе результатов диагностических исследований васкуляризации у больных со спинальными сосудистыми мальформациями.

Для *интрамедуллярных АВМ* всех видов на МР-томограммах было типично сосредоточение округлых зон низкого МР-сигнала в спинном мозге в виде сосудистого гнезда. Спинной мозг представлялся расширенным в области расположения мальформации, иногда вокруг него выявляли МРТ-изображение расширенных дренирующих перимедуллярных вен. Вокруг сосудистого гнезда наблюдали изменение плотности вещества мозга. Размеры и плотность расположения сосудов мальформации существенно варьировали. Наиболее выраженными они были при гломусных АВМ и значительно меньшими при диффузных АВМ, где между сосудами было мозговое вещество. При выполнении ССА обнаруживали интрамедуллярный сосудистый конгломерат, который состоял из сосудов разного калибра. В зависимости от типа мальформации сосуды в ней либо плотно прилежали друг к другу (гломусный тип), практически без промежутков мозгового вещества между ними или были разбросаны в мозговом веществе на большом расстоянии друг от друга. В последнем случае диффузных АВМ между сосудами имелись промежутки мозгового вещества. Притоки к АВМ следовали от передней или задних спинальных артерий, иногда — радикуллопиальных артерий. Дренировали АВМ перимедуллярные вены. По данным МРТ и интраоперационных находок гломусные АВМ могли ограничиваться только спинным мозгом или конгломерат сосудов распространялся на поверхность мозга (рис. 1, 2, рис. 3 цветной вкладки, рис. 4, 5, рис. 6 цветной вкладки).



**Рис. 1.** Интрамедуллярная диффузная АВМ на уровне С<sub>6</sub>-позвонка. А — сагиттальные, В — аксиальные, фронтальный МР-срезы. Стрелкой обозначено интрамедуллярное гнездо АВМ

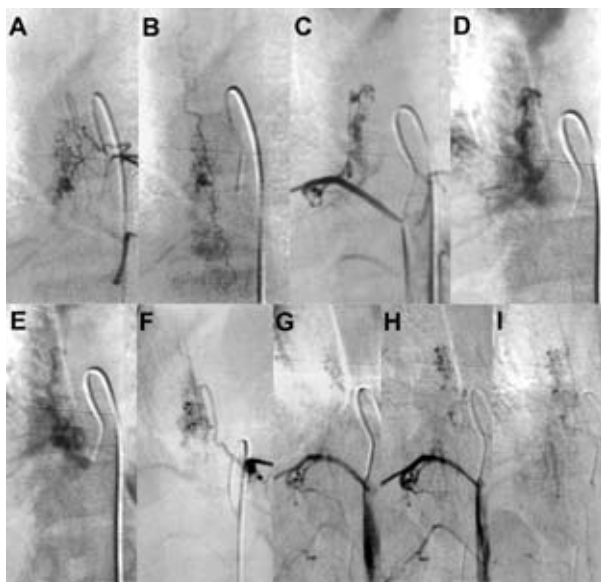


**Рис. 2.** Интрамедуллярная диффузная АВМ на уровне С<sub>6</sub> позвонка. Вертебральная ангиография. А, В — состояние до операции, прямая и боковая проекция: 1 — питающие сосуды, 2 — гнездо АВМ, С — вертебральная ангиография с двух сторон после резекции АВМ

При *перимедуллярных* АВМ на МРТ визуализировались конгломераты сосудов в виде зон низкого МР-сигнала, расположенных возле спинного мозга, субдурально (интрадурально). Эти сосуды могли располагаться как на вентральной, так и дорсальной или латеральной поверхности спинного мозга. Спинной мозг был не расширен, в большинстве случаев отмечали его компрессию и смещение мальформацией. Отек мозга при таком типе мальформаций встречался редко. При ССА контрастировались притоки от передней или задних спинальных или радикуломедуллярных артерий, обнаруживался артериовенозный конгломерат. Сопостав-



**Рис. 4.** Интрамедуллярная гломусная АВМ преимущественно в правой половине мозга с экзофитным распространением вентролатерально на уровне Т<sub>IX-XII</sub> позвонков: А, В, С, D — стояние до операции, Е, F, G, H — МР-снимки после операции. В спинном мозге склерозированные остатки гнезда, зоны ишемии мозгового вещества. Признаков кровотока нет



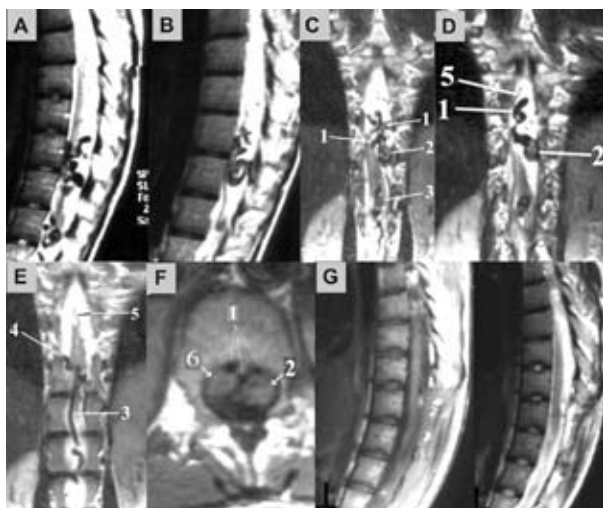
**Рис. 5.** Селективная спинальная ангиография интрамедуллярной гломусной АВМ. Четыре притока. А, В (артериальная и венозная фазы) — передняя радикуломедуллярная артерия, отходящая от спинальной ветви Т<sub>IX</sub> позвонка слева, С, D, E — радикулопоясальная артерия справа Т<sub>X</sub> позвонка, F — передняя радикуломедуллярная артерия Т<sub>X</sub> позвонка слева, G, H, I — задняя радикуломедуллярная артерия Т<sub>XI</sub> позвонка справа. Интрамедуллярный конгломерат на уровне Т<sub>IX</sub> позвонка. Две дренирующие вены — ретро- и каудально

для данные МРТ и ССА часто отмечали тромбоз сосудов АВМ. Дренировались они в передние или задние перимедуллярные вены (рис. 7, 8).

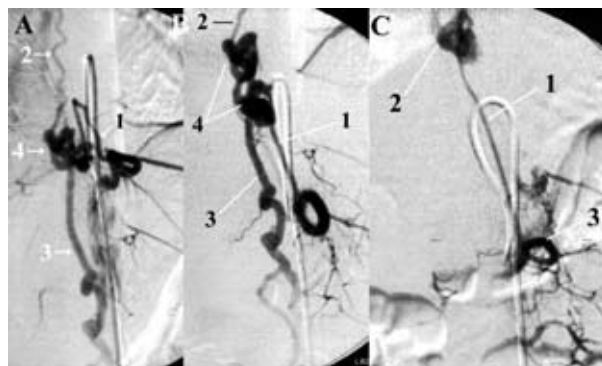
При **перимедуллярных АВФ** на МРТ выявляли серпантин сосудов вокруг спинного мозга, однако в отличие от АВМ отсутствовали сосудистые конгломераты, признаки компрессии и смещения спинного мозга. При АВФ с незначительным кровотоком (по данным МРТ) сосуды на поверхности спинного мозга были едва заметны. В отличие от перимедуллярных АВМ встречался отек спинного мозга. При ССА типичной находкой была артериовенозная фистула в виде прямого перехода приводящего сосуда (передней или задней спинальной, радикуломедуллярной артерии) в дренирующие передние или задние перимедуллярные вены. Как правило, при передних приводящих сосудах АВФ дренировалась в передние перимедуллярные вены и, наоборот, при задних приводящих сосудах АВФ дренировалась в задние перимедуллярные вены. Дренирующие вены были извитые и прослеживались на большом протяжении. При АВФ приводящими сосудами чаще были передняя или задняя спинальные артерии, при АВМ — передняя или задняя радикуломедуллярные артерии (см. рис. 1). В случае сосудистых образований в области конуса-эпиконуса приводящие сосуды следовали с корешками

конского хвоста. По выраженности кровотока в АВФ и соответственно степени расширения приводящих и дренирующих сосудов мы выделяли перимедуллярные АВМ и АВФ: А) с незначительным кровотоком; В) с умеренным кровотоком; С) с большим кровотоком (рис. 9, рис.10 цветной вкладки, рис. 11, рис. 12,13 цветной вкладки).

При **дуральных АВМ и АВФ, которые дренируются ретроградно в перимедуллярные вены**, на МРТ обнаруживали расширение этих вен. Дуральные АВМ или АВФ грудного отдела чаще дренировались в дорсальные перимедуллярные вены. Редкие дуральные АВФ шейного отдела могли дренироваться в вентральные перимедуллярные вены. При незначительном шунтировании крови расширение перимедуллярных вен выглядело в виде специфических зазубрин на задней поверхности спинного мозга, наиболее часто в среднем и нижнегрудном отделах. При умеренном шунтировании крови расширенные вены обнаруживали в Т1- и Т2-режимах в виде серпантиноподобного рисунка в субарахноидальном пространстве. Во всех этих случаях было типичным наличие обширного отека спинного мозга и утолщение спинного мозга. Ангиография выявляла расширенные радикуломенингеальные артерии, которые непосредственно (при АВФ) или через



**Рис. 7.** Перимедуллярная АВМ на уровне  $T_x-L_{II}$  позвонков.  $T_2$ - МР-режим. Конгломерат сосудов, расположенный на поверхности вокруг спинного мозга. А, В, С, D —  $T_2$ -режим, сагиттальные срезы, E — фронтальный срез, F —  $T_1$ -режим, аксиальный срез: 1 — сосуды конгломерата; 2 — тромбированная аневризма; 3 — дренирующая в каудальном направлении вентральная от мозга вена; 4 — питающий сосуд на уровне  $L_1$  позвонка слева; 5 — дренирующая в ростральном направлении дорсальная вена, 6 — спинной мозг. G — МР-томограмма ( $T_1$ - и  $T_2$ -режимы). Тотальное удаление мальформации



**Рис. 8.** Перимедуллярная АВМ на уровне  $T_x-L_{II}$  позвонков. ССА. А — контрастирована сегментарная артерия слева  $T_x$  позвонка: 1 — питающая задняя радикуломедуллярная артерия  $T_x$  позвонка; 2 — дренирующая ростральная вена; 3 — дренирующая каудальная вена; 4 — сосудистый перимедуллярный конгломерат АВМ. В — контрастирована сегментарная артерия  $T_{x+1}$  позвонка слева: 1 — питающая задняя радикуломедуллярная артерия  $T_{x+1}$  позвонка; 2 — дренирующая ростральная вена; 3 — дренирующая каудальная вена; 4 — сосудистый перимедуллярный конгломерат. С — контрастирована сегментарная артерия  $L_1$  позвонка слева: 1 — длинная восходящая питающая задняя радикуломедуллярная артерия  $L_1$  позвонка; 2 — сосудистый перимедуллярный конгломерат; 3 — сегментарная артерия  $L_1$  позвонка слева

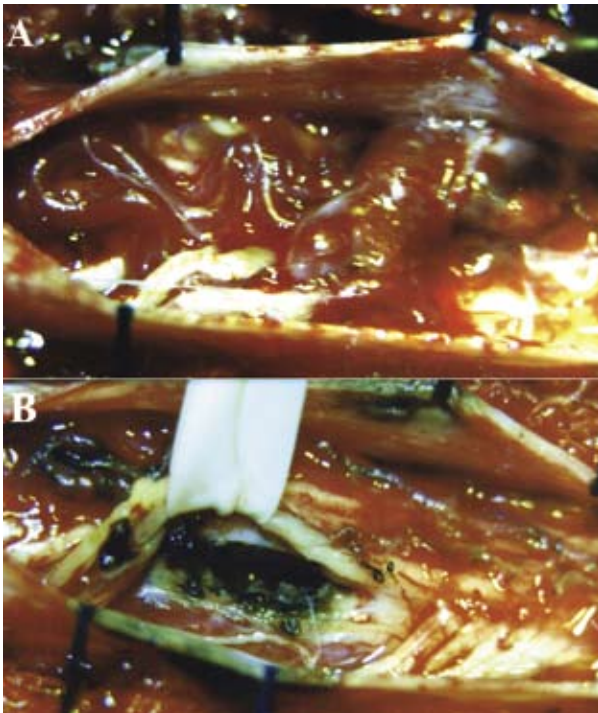


Рис. 3. Интрамедуллярная диффузная АВМ на уровне С<sub>7</sub> позвонка. Интраоперационное фото. А — конгломерат перимедуллярных дренирующих вен. В — вены коагулированы, миелотомия в REZ-зоне спереди от задних корешков. Корешки отведены дорсально резиновой держалкой. Сосуды гвезда внутри спинного мозга коагулированы и пересечены

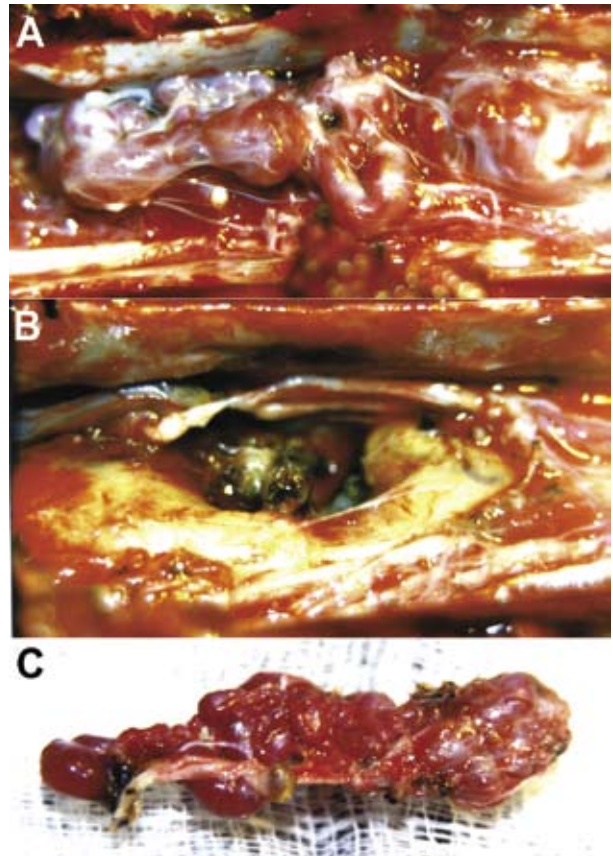


Рис. 6. Интраоперационное фото интрамедуллярной гломусной АВМ на уровне Т<sub>9-11</sub> позвонков. А — экзофитно выходящий конгломерат сосудов, В — состояние после удаления интрамедуллярного конгломерата, С — удаленный интрамедуллярный конгломерат

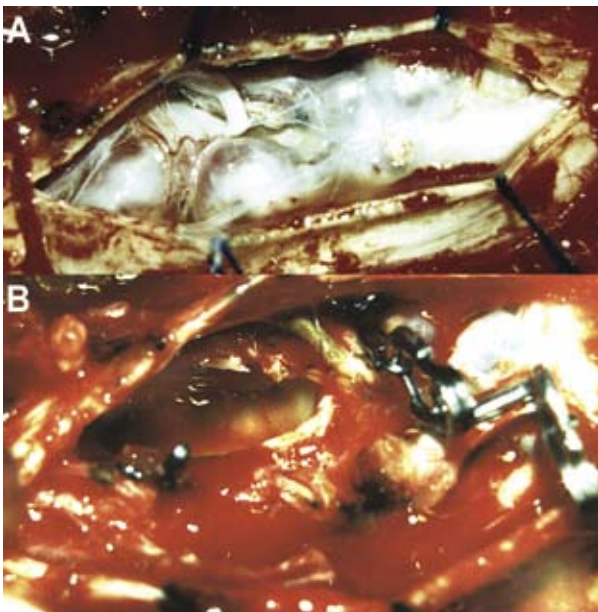


Рис. 10. Интраоперационное фото. А — перимедуллярные вены до выключения фистулы. В — состояние после выключения. Ретроградный кровоток с вен задней черепной ямки перекрыт аневризматическими клипсами

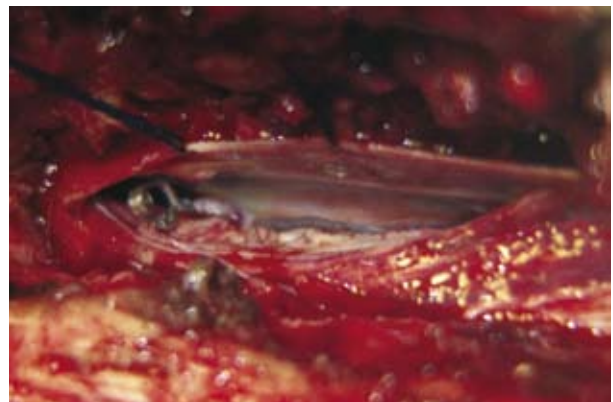
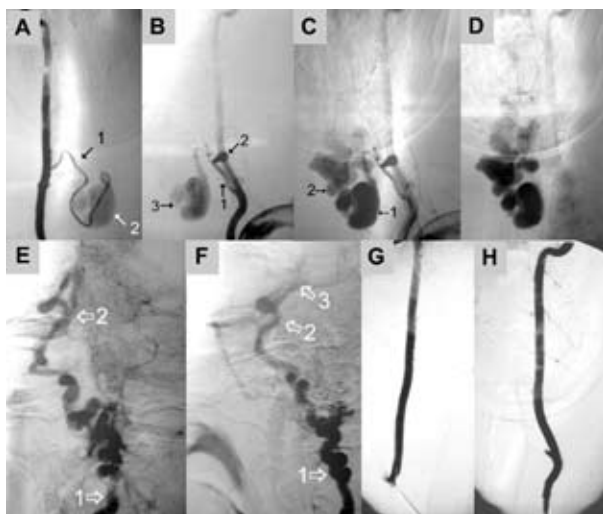


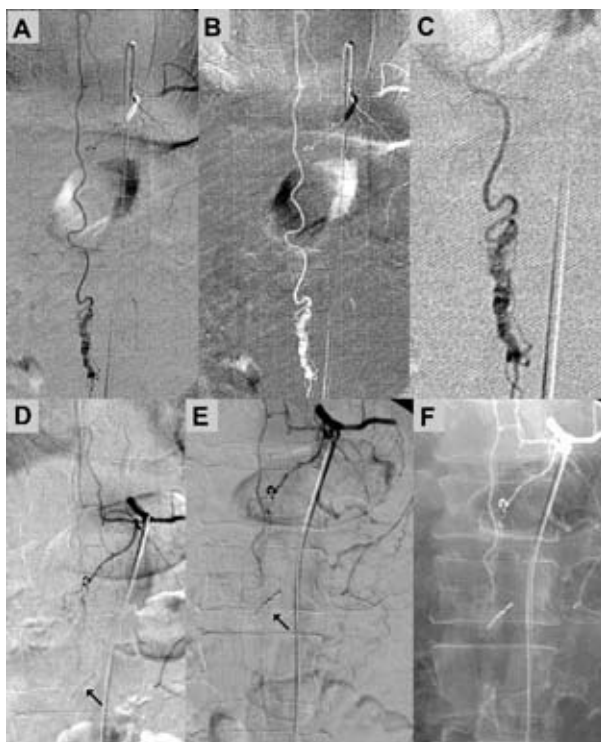
Рис. 12. Интраоперационное фото. Боковой доступ, клипс на передней спинальной артерии у места ее впадения в фистулу



**Рис. 9.** Перимедуллярная АВФ шейного отдела. А — кровоснабжение из позвоночной артерии справа. 1 — радикуломедуллярная артерия, 2 — перимедуллярные вены. В — кровоснабжение из позвоночной артерии слева. 1 — радикуломедуллярная артерия, 2 — аневризма, 3 — перимедуллярные вены. С, D — большой венозный мешок (1), который дренируется рострально (2). Е, F — дренирование крови рострально (1), через понтомецефальную вену (2) в прямой синус (3). G, H — ангиограмма после выключения АВФ

сосудистый конгломерат в области межпозвоночного отверстия (при АВМ) шунтировались в расширенные перимедуллярные вены. Мальформация чаще всего имела один приток, редко встречались несколько притоков и отличалась она медленным кровотоком. Кровоток в артериях спинного мозга также был замедлен. Это было особенно заметно при контрастировании большой спинальной артерии Адамкевича. Причиной этого являлось то, что дуральные мальформации спинного так же, как и головного мозга, встречаются на фоне венозной гипертензии. Полагают, что именно она является первопричиной образования дуральных мальформаций (рис.14, рис. 15 цветной вкладки).

В случае *антеградного эпидурального дренирования дуральных АВМ и АВФ* на МРТ зоны низкого или “пустого” МР-сигнала наблюдались эпидурально и локализовались в основном дорсально. Они имели круглую или эллипсоидную форму, располагались на протяжении 1–3 позвонков. Отличительной чертой таких АВМ или АВФ были инсультоподобные ишемические изменения спинного мозга в виде очага пониженного МР-сигнала в T1 и повышенного в T2 режимах, отека вокруг него. Интрадурально или перимедуллярно расширенные сосуды не обнаруживали. Ангиография выявляла расширенные радикуломенингеальные артерии, которые прямо (при АВФ) либо через

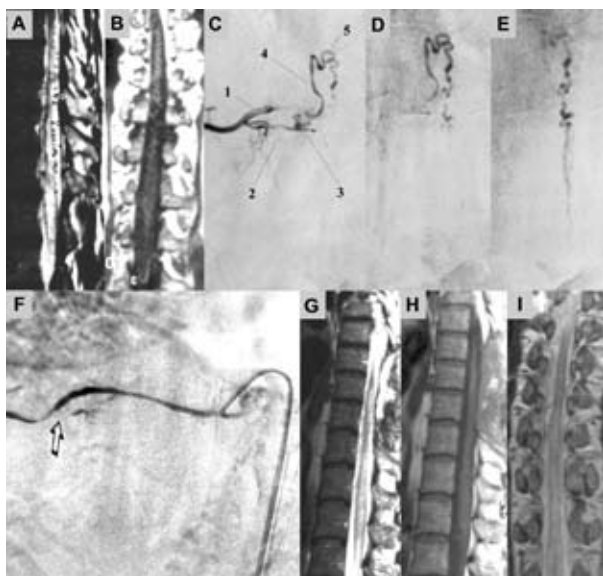


**Рис. 11.** Спинальная селективная ангиограмма. А, В, С — перимедуллярная АВФ, кровоснабжающаяся с передней спинальной артерией на уровне L<sub>I</sub>–L<sub>II</sub> позвонков. Передняя спинальная артерия получает основной приток от передней радикуломедуллярной артерии на уровне T<sub>XI</sub> позвонка (артерия Адамкевича). D, E, F — фистула выключена у места впадения в нее передней спинальной артерии на уровне L<sub>I</sub> позвонка одним аневризматическим клипсом

сосудистый конгломерат в области межпозвоночного отверстия (при АВМ) шунтировались в расширенные эпидуральные вены, которые в свою очередь шунтировались через сегментарные вены в межпозвоночных отверстиях. При этих мальформациях так же, как при дуральных АВМ и АВФ с перимедуллярным дренированием, кровоток в артериях спинного мозга был замедлен.

*Эпидуральные АВМ и АВФ* при МРТ обнаруживаются в виде эпидурально расположенных зон низкого МР-сигнала, которые вызвали компрессию дурального мешка. ССА контрастировала притоки, отходящие непосредственно от спинальной ветви или от постцентральных, преламинарных ветвей. Сосудистый конгломерат или фистула были небольшие, состояли из сосудов малого калибра. В отличие от дуральных АВФ и АВМ они располагались не в области межпозвоночного отверстия и дурального выворота корешка, а в эпидуральном пространстве. Они дренировались в эпидуральные вены, в дальнейшем — рострально или каудально через эпидуральные вены. Иногда дренаж через межпозвоночные вены на уровне



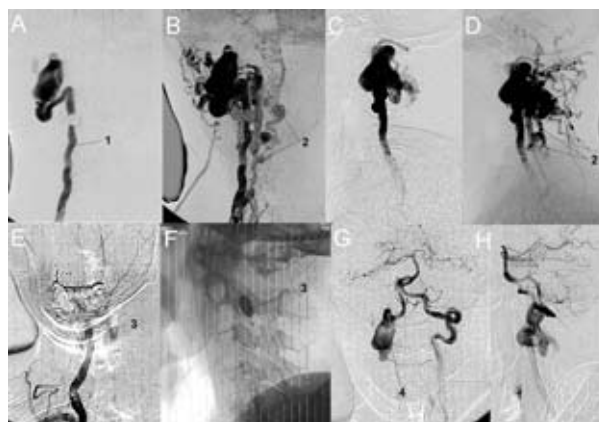


**Рис. 14.** Дуральная АВМ с перимедуллярным венозным дренированием. А, В — МР-томограммы. Расширенные перимедуллярные вены вокруг мозга (обозначены стрелками). С, D, E — спинальная селективная АГ T<sub>x</sub> позвонка сегментарной артерии справа: 1 — сегментарная артерия; 2 — радикуломенингеальная артерия; 3 — микроконгломерат АВМ; 4 — радикуломедуллярная вена; 5 — перимедуллярные вены. D, E — дренирование по перимедуллярным венам. F — состояние после эндоваскулярной окклюзии радикуломенингеальной артерии. Место окклюзии обозначено стрелкой. Ангиографически мальформация полностью выключена. G, H, I — МР-томограммы после микрохирургического выключения АВМ. Сохраняется отек мозга, однако расширенные перимедуллярные вены практически не визуализируются

локализации мальформации направлялся экстравертебрально (рис.16).

**Интравертебральные АВМ** (по данным МРТ) обнаруживали в виде крупных сосудов с интенсивным кровотоком, расположенных чаще внутри тел позвонков или распространявшихся с позвонка паравертебрально. Отмечали значительно расширенные эпидуральные или паравертебральные вены, дренировавшие эти АВМ. При ССА выявляли притоки АВМ из переднелатеральных ветвей сегментарных артерий, постцентральных или преламинарных ветвей. Притоки могли быть одно- или двусторонние. Дренировались АВМ через эпидуральные вены или экстравертебральные вены в восходящие поясничные вены, нижнюю полую вену, непарную и полунепарную вены (рис. 17).

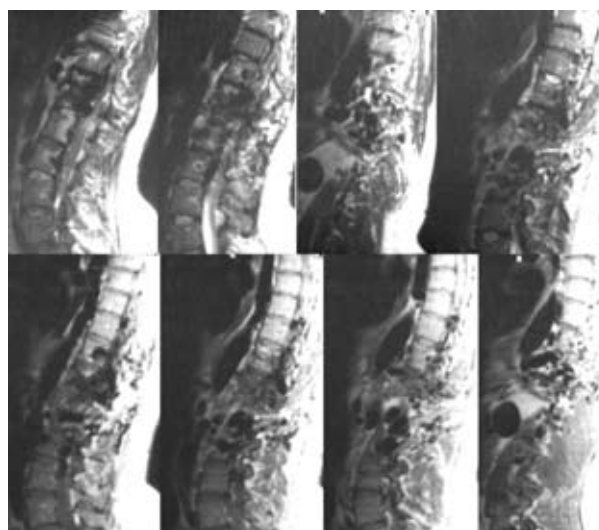
**Сочетанные мальформации** располагались в нескольких смежных анатомических структурах. Гломусная АВМ могла располагаться преимущественно интрадурально, в этом случае она получала притоки преимущественно из радикуломедуллярных артерий и дрениро-



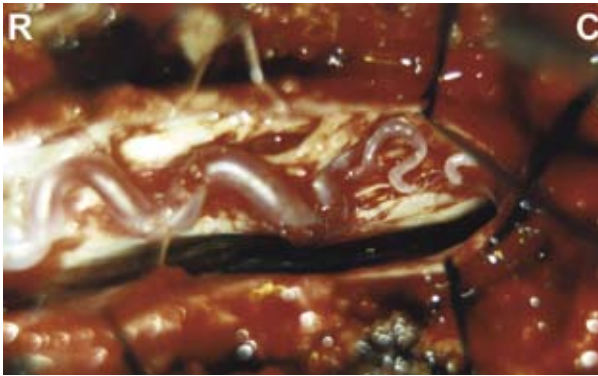
**Рис. 16.** Ангиограммы. АВФ с позвоночной артерии, большей частью дренирующейся эпидуральными венами. А, В — прямая проекция, С, D — боковая проекция. 1 — позвоночная артерия, 2 — дренирующие эпидуральные вены. E, F — деструктивная окклюзия кровоснабжающей позвоночной артерии баллоном (3). G, H — ретроградный кровоток в фистулу с противоположной позвоночной артерии после выключения кровоснабжающей позвоночной артерии и падения давления в фистуле

валась преимущественно в перимедуллярные вены. В случае преимущественного экстрадурального распространения АВМ получала притоки из спинальных ветвей и дренировалась преимущественно эпидуральными или экстравертебральными венами (рис. 18, рис.19 цветной вкладки). Часто в таких АВМ невозможно было выделить преимущественную локализацию и пути кровотока.

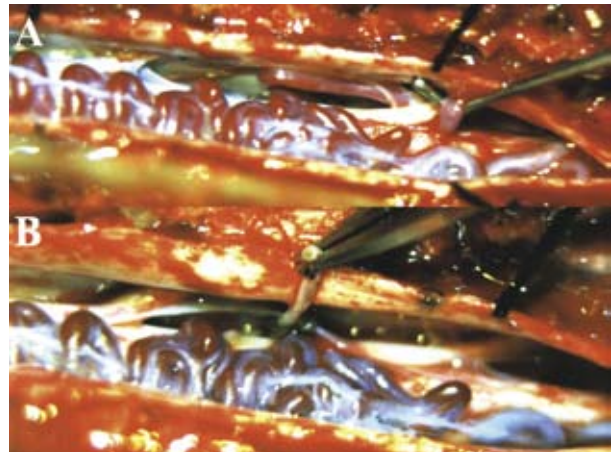
На основе данных вышеописанных нейровизуализирующих исследований планировали оперативные вмешательства. Для выбора хирургической тактики нами разработаны дифференцированные показания в зависимости от



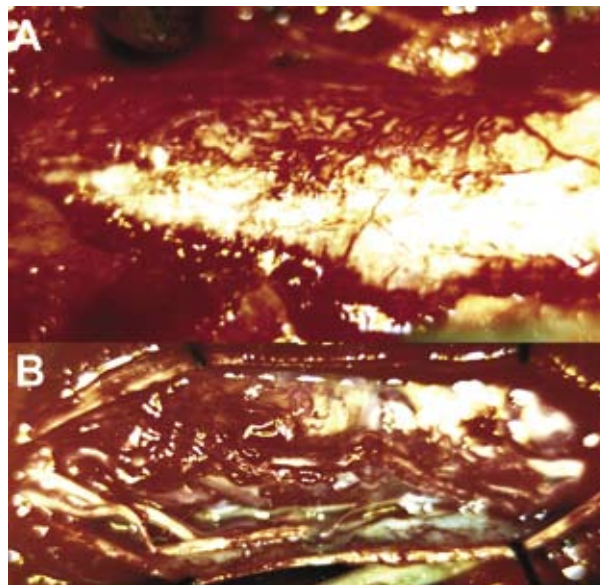
**Рис. 17.** Интравертебральная гломусная АВМ с экстравертебральным распространением



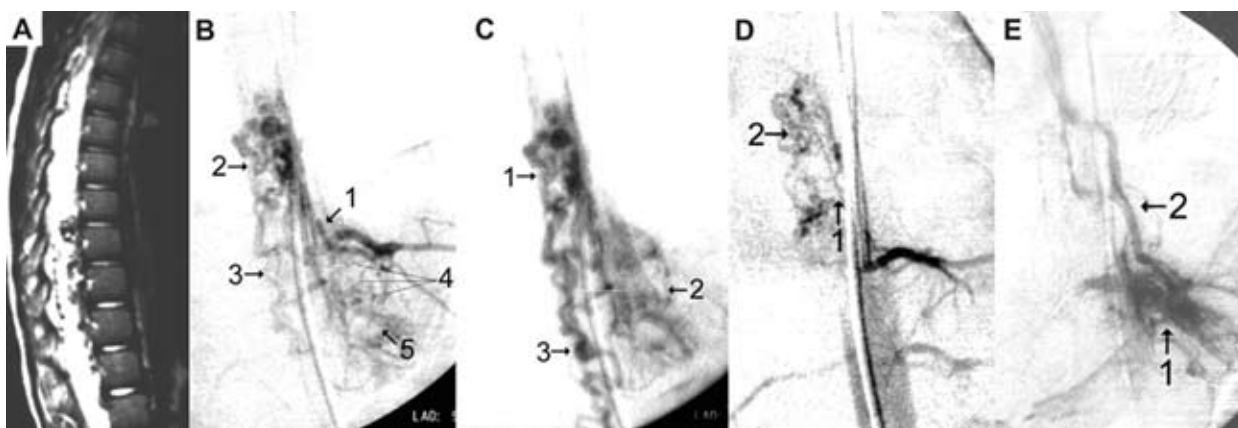
**Рис. 13.** Интраоперационное фото. Ангиографически оккультная перимедуллярная АВФ мозгового конуса. Толстая перимедуллярная вена, в которую впадает радикуломедуллярная артерия, идущая с корешками конского хвоста. **Р** — ростральный полюс операционной раны, **С** — каудальный полюс раны



**Рис. 15.** Интраоперационное фото. **А** — артериализированные перимедуллярные вены. Крючком приподнята ретроградно дренирующая радикуломедуллярная вена. **В** — после коагулирования и пересечения задней радикуломедуллярной вены (приподнята микропинцетом) артериализация перимедуллярных вен исчезла, вены посинели и запали



**Рис. 19.** Интраоперационное фото сочетанной гломусной АВМ. **А** — твердая мозговая оболочка пронизана артериальными сосудами. **В** — пери-интрамедуллярный сосудистый конгломерат



**Рис. 18.** Сочетанная преимущественно инtradуральная гломусная АВМ на уровне  $T_{IX}$ – $T_{XI}$  позвонков, кровоснабжающаяся преимущественно из радикуломедуллярных артерий. **А** — МР-томограмма,  $T_2$ -режим. **В** — селективная спинальная ангиограмма сегментарной артерии  $T_{IX}$  позвонка слева, начальная артериальная фаза: 1 — спинальная ветвь, которая переходит в заднюю радикуломедуллярную артерию; 2 — интрамедуллярный-перимедуллярный конгломерат; 3 — перимедуллярные дренирующие вены; 4 — радикуломенингеальные артерии; 5 — дуральный сосудистый конгломерат. **С** — конечная артериальная фаза: 1 — сосуды интрамедуллярного перимедуллярного конгломерата; 2 — сосуды дурального конгломерата; 3 — перимедуллярные дренирующие вены. **Д** — селективная ангиограмма сегментарной артерии  $T_{IX}$  позвонка слева. Сосудистый конгломерат (2) питает задняя радикуломедуллярная артерия (1). **Е** — селективная ангиограмма сегментарной артерии  $T_{XI}$  позвонка слева: 1 — эпидуральный конгломерат; 2 — дренирующие эпидуральные вены

локализации, ангиоструктурных особенностей мальформаций, путей притока и оттока, особенностей гемодинамики. Как правило, при АВМ необходимо выключение притоков, дренажей и резекция мальформации. При АВФ было достаточно выключение притоков.

Показаниями к выключению только притоков были: интрамедуллярные диффузные АВМ (так как диффузный характер АВМ мог привести к обширному хирургическому повреждению мозга при попытке резекции гнезда); перимедуллярные АВФ; интравертебральные АВМ; смешанные АВМ; дуральные АВФ и АВМ. При дуральных мальформациях в ряде случаев оптимально было выключение только дренирующих сосудов.

Выключение притоков и дренирующих сосудов и резекция мальформации были необходимы при интрамедуллярных гломусных АВМ, перимедуллярных АВМ, эпидуральных АВМ и АВФ, сочетанных АВМ.

Соответственно избранной хирургической тактике определяли вид хирургического вмешательства. Эндоваскулярную эмболизацию выполняли в тех случаях, где было показано выключение притоков. Эмболизация магистральных сосудов возможна лишь тогда, если они не принимают участия в питании спинного мозга и кровоснабжают только сосудистую мальформацию. В таких случаях возможна суперселективная катетеризация и облитерация непосредственных притоков мальформации.

Показанием к выполнению открытых микрохирургических вмешательств была необхо-

димость резекции сосудистой мальформации. Открытые хирургические вмешательства показаны также в случаях, где необходимо выключить только притоки, а эндоваскулярно эмболизировать их не удастся, либо эндоваскулярная эмболизация магистральных притоков несет угрозу окклюзии питающих спинной мозг артерий. Микрохирургические вмешательства также показаны, если ангиоструктура сосудистого образования такова, что имеет место коллатеральный кровоток и эмболизация магистральных притоков не приведет к полному выключению сосудистого образования из кровотока; либо во время ССА обнаруживают не все притоки или их подозрительно мало, их диаметр слишком мал по сравнению с таковым предполагаемым по данным МРТ.

Выполнение комбинированных хирургических вмешательств с проведением предварительной эндоваскулярной эмболизации перед открытым микрохирургическим вмешательством показано при необходимости резекции сосудистой мальформации с массивным кровотоком в ней, наличием множественных крупных притоков либо если после проведения эндоваскулярной эмболизации сохраняется масс-эффект либо кровотоков в АВМ.

Для эндоваскулярной эмболизации применяли два варианта техники: 1) суперселективное проведение катетера и тромбирующего материала к фистуле, гнезду АВМ или непосредственному притоку мальформации; 2) облитерацию магистрального притока первого или второго порядка путем эмболизации

тромбирующей композицией или баллоном. Первый метод использовали в случаях, где: 1) магистральный сосуд кровоснабжал одновременно мальформацию и переднюю или задние спинальные артерии; 2) мальформация кровоснабжалась непосредственно из передней и задних спинальных артерий. Если эти артерии заканчивались в АВМ или АВФ, было возможно применить только селективную эмболизацию. Если эти артерии отдавали ветви к АВМ или АВФ и продолжались дальше, питая спинной мозг, эмболизации мы избегали. Второй метод эмболизации — неселективную технику облитерации магистрального притока — применяли в тех случаях, если эта артерия не питала спинной мозг (табл. 2).

При наличии нескольких притоков раньше мы проводили эндоваскулярную облитерацию всех артерий во время одной операции. Со временем стало очевидно, что такая методика приводит к углублению неврологической симптоматики. Поэтому в настоящее время применяем метод поэтапной облитерации притоков (не большее одного за операцию) с интервалом в несколько дней.

Хирургический доступ при интрамедуллярных АВМ зависел от типа притоков и преимущественной локализации гнезда. При протоках из передней спинальной артерии и локализации мальформации в передних отделах спинного мозга или вентральном экзофитном распространении мы используем передние доступы — передние паратрахеальные шейные,

трансторакальные или костотрансверзэктомии в грудном отделе. Эти доступы обеспечивают прямой выход на приток и гнездо, не требуют тракции спинного мозга. В случаях притоков из задних спинальных артерий при расположении АВМ в дорсальных отделах спинного мозга или дорсальным экзофитным распространении АВМ выбираем задние доступы. При микрохирургическом удалении интрамедуллярных гломусных АВМ применяли два варианта резекции гнезда: первый вариант — вначале выделяли и коагулировали притоки и дренирующие сосуды возле гнезда, затем проводили отделение гнезда от мозга и резекцию АВМ; второй — выделяли гнездо АВМ в мозге, “распутывали” сосуды гнезда, обнаруживали, выделяли и коагулировали притоки и дренировавшие сосуды в самом гнезде по мере его выделения и проводили резекцию гнезда на заключительном этапе. Данная техника более адекватна при наличии у АВМ протоков из передней и задней спинальных артерий. Вначале выключают притоки с задних спинальных артерий, проводят миелотомию, внутри гнезда обнаруживают и выключают отдельные сосуды. Постепенно по средней линии продвигаются “сквозь” спинной мозг кпереди и в толще передних отделов спинного мозга обнаруживают и выключают притоки от передней спинальной артерии. Как правило, это расширенные сульфокомиссуральные сосуды. При интрамедуллярных диффузных АВМ мы выключали притоки в месте их вхождения в спинной мозг, проводили миелотомию, сосуды

**Таблица 2. Методы лечения, примененные при АВМ и АВФ**

Поперечная локализация	Структурные особенности мальформации	Вид вмешательства			Всего
		эндоваскулярное	микрохирургическое	комбинированное	
Интрамедуллярная	Гломусная или компактная	2	16	3	21
	Диффузная АВМ	—	9	—	9
Интрадуральная или перимедуллярная	АВМ гломусная	1	3	—	4
	АВФ	5	9	1	15
Дуральная	АВМ гломусная	1	4	—	5
	АВФ	2	25	1	28
Эпидуральная	АВМ гломусная	—	2	—	2
	АВФ	—	1	—	1
Интравертебральная	Гломусная АВМ, ограниченная позвонком	-	1	—	1
	Гломусная АВМ с экстравертебральным распространением	—	—	1	1
Сочетанная	Преимущественно интрадуральная гломусная АВМ	1	—	2	3
	Преимущественно экстрадуральная гломусная АВМ	1	—	—	1
Всего		13	70	8	91

АВМ частично выделяли, коагулировали и пересекали, но оставляли на месте (*in situ*). Это обеспечивало тотальное выключение АВМ, но, учитывая диффузное расположение сосудов гнезда в мозге и наличие мозговой ткани между сосудами, методика оставления их "*in situ*" позволяла уменьшить интраоперационную травму мозга по сравнению с техникой тотальной резекции гнезда. При интрамедуллярных глобусных АВМ конуса-эпиконуса ввиду глубины возможных тазовых нарушений мы проводили выключение только притоков АВМ, оставляя мальформацию "*in situ*" (см. рис.2, рис. 3 цветной вкладки, рис.4, 5, рис. 6 цветной вкладки).

Микрохирургическая техника при перимедуллярных АВМ обеспечивала вначале выключение притоков непосредственно у гнезда, затем дренирующих перимедуллярных вен и тотальную резекцию сосудистого артериовенозного конгломерата. При этом мы старались максимально сохранить пиаальную сосудистую сеть спинного мозга. Перимедуллярные АВМ в наших наблюдениях имели притоки из передних или задних радикуломедуллярных артерий. Мы выбирали задний доступ, так как эти артерии шли вместе с корешками, что позволяло их легко выделить и выключить после фасетэктомии. В случае вентрального дренажа вентральные перимедуллярные дренирующие вены выключали из заднебокового доступа (см. рис. 7,8).

При перимедуллярных АВФ с любым уровнем кровотока лучшие результаты наблюдали при выключении притоков непосредственно перед их впадением в дренирующие вены и сохранении последних. При массивном кровотоке использовали эндоваскулярную технику или комбинированные вмешательства, при незначительном или умеренном – микрохирургическую технику. При питании фистулы из задних спинальных артерий выбирали заднебоковой доступ, приток выключали у места перехода в перимедуллярные вены (по данным ангиограмм). При питании фистулы из передней спинальной артерий использовали переднебоковой доступ и после выключения притока проводили корпородез (см. рис. 9, рис. 10 цветной вкладки, рис. 11, рис.12, 13 цветной вкладки).

При дуральных АВМ и АВФ применяли два варианта хирургической техники: 1) поиск и выключение фистулы или мальформации в листках твердой мозговой оболочки дурального выворота корешка или выключение притоков непосредственно за пределами корешка; 2) выключение радикуломедуллярной вены, которая ретроградно шунтирует кровь из АВФ или АВМ в перимедуллярные вены. Радику-

ломедуллярную вену выключали в пределах дурального мешка, сделав обычную заднюю срединную дуротомию. Первая методика была более сложна, требовала фасетэктомии, широкого выделения корешка, разреза его дурального выворота. Это иногда вело к ирритации корешка и радикулярной послеоперационной боли. При втором варианте хирургическая техника для дуральных АВМ и АВФ была подобна, поскольку непосредственное место фистулы или мальформации мы не обнажали. Этот вариант техники существенно уменьшал возможность рецидивов. При первой методике фистула или мальформация могла рецидивировать за счет развития коллатералей приточных радикуломенингеальных артерий, которые шунтировались в радикуломедуллярные вены (см. рис. 2). В отсутствие шунтирующей радикуломедуллярной вены, после применения второго метода рецидивы не возникали. При первом и втором вариантах микрохирургической техники расширенные дренирующие перимедуллярные вены оставляли интактными. В последнее время второй вариант техники мы применяем при всех дуральных АВМ и АВФ с перимедуллярным дренажем. Во всех случаях используем задние доступы. Дорсальную радикуломедуллярную вену выключить проще, так как она следует с корешками к задней поверхности мозга. Вена коагулируется и пересекается. Вентральная радикуломедуллярная вена следует с корешками к вентральной поверхности мозга. Для ее обнаружения необходима частичная фасетэктомия, выделение вентральных корешков. Первый вариант хирургической техники мы применяем только при тех дуральных АВМ и АВФ, которые имеют антеградное дренирование в эпидуральные вены. В таком случае наряду с выключением притоков коагулировали и эпидуральные вены, в которые дренировалась фистула (см. рис.14, рис.15 цветной вкладки).

Для выключения эпидуральных АВМ и АВФ использовали в основном микрохирургическую технику, заднебоковые доступы, полную или частичную фасетэктомию. Коагулировали и пересекали в области межпозвонкового отверстия непосредственные притоки — постцентральные, преламинарные ветви спинальных ветвей. Иногда коагулировали и пересекали непосредственно спинальную ветвь сегментарных артерий латерально у места ее входа в межпозвонковое отверстие. Коагулировали межпозвонковые вены, частично — эпидуральные вены. Затем коагулировали и пересекали место фистулы или удаляли АВМ. Если дренирующие эпидуральные вены компримировали дуральный мешок, их коагулировали.

В случае интравертебральных мальформаций применяли комбинированные вмешательства, сочетающие эндоваскулярную облитерацию притоков и прямое хирургическое вмешательство. Для удаления интравертебральных сосудистых образований, расположенных в задних структурах позвонков, использовали стандартный задний доступ. При облитерации сосудистых образований, поражающих тела позвонков, выполняли интраоперационную вертебропластику. Через корень дуги в тело позвонка вводили иглу-шило через расчетные точки, типичные для установки транспедикулярной системы фиксации. Затем тело позвонка наполняли протакрилом или костным цементом объемом от 4 до 8 мл. В дальнейшем проводили декомпрессию дурального мешка и спинного мозга.

При интравертебральных мальформациях, поражающих только тела позвонков, возможно выполнение передних доступов с исключением с двух сторон (или с одной стороны при одностороннем притоке) переднелатеральных и спинальных ветвей сегментарных артерий или непосредственно самих сегментарных ветвей и резекции пораженного тела позвонка.

При комбинированных АВМ применяли либо только эндоваскулярную технологию при преимущественном экстрадуральном распространении или сочетание эндоваскулярного и микрохирургического методов при преимущественно интрадуральном расположении и компрессии спинного мозга (см. табл. 2, рис. 18, рис. 19 цветной вкладки).

У всех 91 оперированного больного сосудистую мальформацию удалось выключить тотально из кровотока. Как уже упоминалось выше, при АВФ вмешательство предусматривало выключение фистулы, при АВМ — тотальную резекцию гнезда, а при диффузных интрамедуллярных АВМ, АВМ мозгового конуса — только выключение их из кровотока.

Непосредственные результаты оценивали при выписке больных из стационара. Сроки отдаленных наблюдений колебались от 4 мес до 8,2 года. У 32 больных непосредственно после операции имелся значительный регресс клинических проявлений — 1-я группа, у 43 — отмечали частичный регресс симптоматики — 2-я группа, у 10 — симптоматика существенно не изменилась — 3-я группа, у 6 — неврологическая симптоматика усугубилась — 4-я группа (табл. 3).

Регресс симптоматики оценивали как значительный — при уменьшении неврологических нарушений на 3 балла и больше, если для оценки неврологических показателей использовали 5–6-балльную шкалу (поверхностная чувствительность и движения), и на 1–2 балла,

если для оценки неврологических показателей использовали 3–4-балльную шкалу (газовые нарушения, изменения рефлексов и т.д.).

В отдаленный период усугубления неврологической симптоматики не отмечали. У 2 больных 4-й группы неврологические нарушения достигли дооперационного уровня, у 4 — обнаружили дальнейший медленный регресс симптоматики. У 8 больных 3-й группы в отдаленный период имел место регресс имевшейся ранее симптоматики, у 2 — динамики не было. Дальнейший регресс симптоматики отмечали у 27 больных 2-й группы и у 19 больных 1-й группы.

Ранние классификации спинальных сосудистых процессов включали опухоли и такие опухолеподобные заболевания, как гемангиобластомы, гемангиомы [7]. Современную классификацию спинальных сосудистых мальформаций на материале обследования и лечения 81 больного предложил Rosenblum в 1987 г. [21]. Он разделил спинальные АВМ на АВМ и АВФ. Автор выделил интрадуральные и дуральные сосудистые мальформации. Интрадуральные мальформации подразделил на интрамедуллярные (глобусные и ювенильные АВМ) и экстрамедуллярные АВФ. Дуральными АВФ автор обозначил мальформации, располагающиеся в листах твердой мозговой оболочки и дренирующиеся ретроградно в вены коронарного венозного сплетения, расположенного на поверхности спинного мозга (перимедуллярные вены).

Bao и Ling в 1997 г. [6] усовершенствовали классификацию спинальных сосудистых мальформаций. Среди АВМ они выделили интрамедуллярные АВМ, интрадуральные АВФ, дуральные АВФ, паравертебральные АВМ, синдром Гоббса (метамерная локализация экстравертебральных сосудистых мальформаций в паравертебральных мышцах, коже). Интрамедуллярные процессы подразделили на интрамедуллярные АВМ и ювенильные АВМ, интрадуральные АВФ — на тип I, II, III в зависимости от интенсивности кровотока и количества притоков. Авторы полагали, что для адекватного выбора лечебной тактики при спинальных АВМ недостаточно отнести их в какому-либо из указанных видов, необходимо учитывать данные об их локализации и ангиоструктуре конкретной мальформации.

J.A. Borden и соавторы в 1995 г. подразделили спинальные дуральные АВФ аналогично краниальным дуральным АВФ на три типа [8]: дуральные АВФ I типа, которые дренируются антеградно в эпидуральные вены, АВФ II типа, которые дренируются в двух направлениях — ретроградно в перимедуллярные вены и антеградно в эпидуральные вены; дуральные

Таблица 3. Результаты хирургического лечения при АВМ и АВФ

Поперечная локализация	Структурные особенности мальформации	Группа больных				Всего
		1-я	2-я	3-я	4-я	
		Значительный или полный регресс неврологической симптоматики	Регресс симптоматики	Без изменений	Усугубление симптоматики	
Интрамедуллярная	Гломусная или компактная	7	10	3	1	21
	Диффузная АВМ	4	5	—	—	9
Интрадуральная или перимедуллярная	АВМ гломусная	4	—	—	—	4
	АВФ	3	6	4	2	15
Дуральная	АВМ гломусная	—	5	—	—	5
	АВФ	11	12	2	3	28
Эпидуральная	АВМ гломусная	1	1	—	—	2
	АВФ	—	1	—	—	1
Интравертебральная	Гломусная АВМ, ограниченная позвонком	—	1	—	—	1
	Гломусная АВМ с экстравертебральным распространением	—	1	—	—	1
Сочетанная	Преимущественно интрадуральная гломусная АВМ	1	1	1	—	3
	Преимущественно экстрадуральная гломусная АВМ	1	—	—	—	1
Всего		32	43	10	6	91

АВФ III типа дренируются ретроградно в перимедуллярные вены. По нашим данным, такие типы дренирования характерны и для дуральных АВМ. Однако в наших наблюдениях не было мальформаций II типа, дренирующихся в двух направлениях — ретроградно в перимедуллярные вены и антеградно в эпидуральные вены.

В 2002 г. R.F. Spetzler и соавторы [22] предложили новую классификацию спинальных сосудистых процессов. Среди них авторы выделили: спинальные опухолевые сосудистые процессы (гемангиобластомы, кавернозные мальформации); спинальные аневризмы; АВФ и АВМ. Среди АВФ были выделены экстрадуральные АВФ, интрадуральные АВФ (вентральные: А — с небольшим шунтированием крови, В — с умеренным шунтированием, С — со значительным шунтированием, дорсальные: А — с одним притоком, В — с множественными притоками).

Среди АВМ были выделены экстрадуральные-интрадуральные АВМ, интрадуральные АВМ, интрамедуллярные АВМ (компактные, диффузные, конуса спинного мозга). В классификацию добавлены описанные ранее, но нигде более не классифицировавшиеся интрамедуллярные диффузные АВМ [9, 10], а также впервые выделенные АВМ конуса спинного мозга. Однако данная классификация, несмотря на ее сложность, не охватывает всех типов спинальных мальформаций.

Нам представляется наиболее отвечающим задачам диагностики и выбора оптимальной лечебной тактики классификация, основанная на локализационном, ангиоструктурном и гемодинамическом принципах. Локализация по поперечнику, а затем по длиннику является наиболее важными характеристиками мальформации. От локализации по поперечнику,

длинные будут зависеть типы притоков и дренирующих сосудов, так как мальформацию всегда кровобеспечивают проходящие вблизи ее анатомической локализации сосуды. На втором месте находится ее структурный тип – АВФ или АВМ с учетом компактного или диффузного расположения сосудов гнезда. От размеров АВМ или АВФ зависят количество притоков, объем кровотока. По локализации мы разделили мальформации на интрамедуллярные, перимедуллярные, дуральные, эпидуральные, интравентральные, смешанные. По гемодинамическим данным выделили мальформации с различной выраженностью кровотока. Для упрощения классификации нам представляется необходимым вначале указывать поперечную локализацию мальформации и ее структурные особенности, остальные же особенности — локализация по длиннику, тип притоков и оттока, интенсивность кровотока следует учитывать как дополняющие характеристики мальформации.

В предлагаемую классификацию мы добавили новые виды мальформаций, а именно: описанные ранее интрамедуллярные диффузные АВМ [19], а также представленные S. Miyamoto и соавторами в 2000 г. и встретившиеся среди наших наблюдений интрадуральные перимедуллярные АВМ, обнаруженные нами дуральные АВМ, эпидуральные АВМ и АВФ, интравентральные АВМ. Эпидуральные АВФ были описаны ранее J. Asai и соавторами [5]. Так же, как и Spetzler [22], мы выделили интрамедуллярные АВМ конуса, однако в наших наблюдениях имелись перимедуллярные АВФ, локализованные в области конуса и получавшие приток из артерий, идущих среди корешков конского хвоста. Эти случаи выделены в нашей классификации как соответственно интрамедуллярные/перимедуллярные АВМ/АВФ, имеющие продольную локализацию в конусе-эпиконусе. Для упорядочивания перимедуллярных фистул мы выделили описанные ранее “вертебральные фистулы” [5, 12], перимедуллярные АВФ, локализованные в грудном отделе, и обнаруженные нами перимедуллярные АВФ конуса, как перимедуллярные АВФ шейной, грудной локализации и конуса-эпиконуса. Фистулы, кровоснабжающиеся из позвоночных артерий (вертебральные) также неоднородны. Среди них выделяют низкие и высокие АВФ. Высокие вертебральные фистулы получают приток непосредственно из позвоночных артерий, однако они дренируются вначале в вены, сопровождающие позвоночную артерию, и затем в эпидуральные вены [5, 12]. Поэтому высокие вертебральные АВФ по сути являются эпидуральными АВФ по классификации R.F. Spetzler и соавторов

[5, 12]. В исключительно редких случаях они ретроградно дренируются в перимедуллярные вены. Низкие вертебральные фистулы являются терминологическим синонимом перимедуллярной АВФ шейного отдела, имеющей радикулотомедуллярный приток от позвоночных артерий, дренирующийся в перимедуллярные вены [5, 12].

Разделение спинальных сосудистых мальформаций по локализационному, ангиоструктурному и гемодинамическому признакам способствовало выработке четкого алгоритма лечебных мероприятий при этих образованиях.

При интрамедуллярных спинальных АВМ могут быть применены как эндоваскулярные, так и микрохирургические вмешательства. Однако эндоваскулярное лечение не всегда безопасно, часто невозможно выключить все притоки, после него сохраняется интрамедуллярный объем [7]. В то же время у 8% больных R.F. Spetzler и соавторам [22] полностью резецировать интрамедуллярные АВМ не удалось. По мнению авторов, при значительном кровотоке в АВМ ее необходимо вначале эмболизировать, а затем микрохирургически резецировать. Мы придерживаемся такой же хирургической тактики — все небольшие интрамедуллярные АВМ оперируем микрохирургически, АВМ с выраженным кровотоком вначале эмболизируем, а затем резецируем открытым доступом.

Интрадуральные АВФ можно оперировать микрохирургически, эмболизировать или использовать сочетание обоих методов [9, 11, 14]. Однако при их эмболизации отмечают большую вероятность рецидивов, высокую частоту осложнений. В то же время при использовании микрохирургической техники частота осложнений ниже, а радикальность вмешательств выше [9]. В настоящее время интрамедуллярные АВФ с небольшим кровотоком многие авторы предпочитают оперировать микрохирургически, а АВФ с выраженным кровотоком — эмболизировать [11, 14, 18, 20]. Учитывая то, что интрадуральные АВМ состоят из конгломерата сосудов и часто имеют несколько притоков, следует применять только микрохирургические вмешательства. Во время операции мы стремимся радикально удалить или выключить сосудистый конгломерат из кровотока и обязательно сохранить переднюю спинальную артерию.

При дуральных АВМ и АВФ применимо как микрохирургическое, так и эндоваскулярное вмешательство [24]. Относительная простота выполнения и отсутствие осложнений при использовании эндоваскулярной технологии при дуральных АВМ и АВФ привлекают сторонников [14, 23]. В то же время, даже если по данным контрольной ангиографии эндоваскулярное



вмешательство выполнено радикально, в ряде случаев возникают рецидивы. Возможно, это обусловлено хорошим коллатеральным кровотоком в листках твердой мозговой оболочки. У наблюдаемого нами больного с дуральной АВФ с ретроградным перимедуллярным дренажем мы (см. рис. 3 цветной вкладки) выполнили эндоваскулярную эмболизацию с полной облитерацией фистулы по данным контрольной ангиографии (см. рис. 4). Отсутствие клинического эффекта после операции побудило провести МРТ, при которой обнаружили по-прежнему расширенные перимедуллярные вены. Затем выполнили микрохирургическое вмешательство, во время которого обнаружили артериализованные перимедуллярные вены. Выключение радикулоспонтанной вены, ретроградно дренировавшей кровь из фистулы в перимедуллярные вены, привело к прекращению артериализации перимедуллярных вен, подтвержденному в дальнейшем данными повторной МРТ. В итоге наступило клиническое улучшение.

При дуральных АВМ и АВФ существует методика поиска места фистулы или АВМ в листках твердой мозговой оболочки. Однако это требует достаточно широкой резекции межпозвоночного сустава, нередко сопровождающейся послеоперационной радикулопатией. Мы предпочитаем выключение радикулярной ретрограднодренирующей вены интрадурально. Это обеспечивает хорошие клинические результаты и ни разу не сопровождалось рецидивом мальформации.

Эпидуральные АВМ и АВФ в зависимости от объема кровотока и размера притоков и дренирующих сосудов различные авторы предлагают оперировать как эндоваскулярно, так и микрохирургически. При вертебральных фистулах, дренирующихся эпидурально, эндоваскулярное выключение является оптимальным методом выбора [22]. Эпидуральные АВМ и АВФ в грудном и поясничном отделах лучше выключать микрохирургически, особенно если они расположены в области артерии Адамкиевича.

При интравертебральных АВМ мы сочетаем предоперационную эмболизацию с последующей открытой операцией. При необходимости во время открытой операции применяли интраоперационную вертебропластику. Если отсутствует компрессия нервных структур, мы рекомендуем использовать эндоваскулярную эмболизацию и/или транскутанную вертебропластику костным цементом.

Смешанные АВМ, как правило, требуют эндоваскулярной эмболизации с последующей частичной или полной резекцией мальформации и декомпрессией спинного мозга [6, 7, 10, 22, 24].

**Выводы.** Таким образом, для успешного хирургического лечения спинальных АВМ необходимо получить максимально полное представление об их локализации, ангиоструктуре и гемодинамике, что обеспечивает дифференцированное применение оптимальной хирургической тактики и современных методов микрохирургических и эндоваскулярных вмешательств в зависимости от типа мальформации. Следует стремиться применять минимально инвазивный эндоваскулярный подход в случаях, где это возможно для выключения АВМ или уменьшения интенсивности кровотока путем предоперационной эмболизации. При резекции АВМ или выключении АВФ нужно использовать прямой подход к мальформации, блокировать только кровоснабжающие мальформацию притоки и сохранять сосуды, питающие спинной мозг. Резецировать гнездо мальформации необходимо острым путем только по границе со спинным мозгом. После операции для контроля всегда необходимо выполнять МРТ и ССА. Только такое сочетание методов может выявить остатки патологического сосудистого образования [1, 6, 7, 22].

#### Список литературы

1. Зозуля Ю.А., Слынько Е.И. Спинальные сосудистые опухоли и мальформации. — К.: ООО УВПК Эксоб, 2000. — 379 с.
2. Медведев Ю.А., Мацко Д. Е. Аневризмы и пороки развития сосудов мозга: Этиология, патогенез, классификация, патологическая анатомия. — СПб., 1993. — Т.2. — 144 с.
3. Панунцев Г.К. Сосудистые аномалии спинного мозга: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — СПб., 2000. — 24 с.
4. Тиссен Т.П. Рентгенодиагностика и эндоваскулярное лечение артериовенозных аневризм спинного мозга: Автореф. дис. ... д-ра. мед. наук. — М., 1992. — 44 с.
5. Asai J., Hayashi T., Fujimoto T., Suzuki R. Exclusively epidural arteriovenous fistula in the cervical spine with spinal cord symptoms: case report // *Neurosurgery*. — 2001. — V.48. — N6. — P.1372–1375.
6. Bao Y-H., Ling F. Classification and therapeutic modalities of spinal vascular malformations in 80 patients // *Neurosurgery*. — 1997. — V.40. — P.75–81.
7. Barrow D.L., Awad I.A., Conceptual overview and management strategies // *Spinal Vascular Malformations* / Ed.: D.L. Barrow, I.A. Awad. — Illinois: The American Association of Neurological Surgeons Park Ridge, 1999. — P.169–179.
8. Borden J.A., Wu J.K., Shucart W.A. A proposed classification for spinal and cranial dural arteriovenous fistulous malformations and implications for treatment // *J. Neurosurg*. — 1995. — V.82. — P.166–179.
9. Cawley C.M., Barrow D.L. Intradural perimedullary spinal cord arteriovenous fistulas // *Spinal Vascular Malformations* / Ed.: D.L. Barrow, I.A. Awad. — Illinois: The American Association of Neurological Surgeons Park Ridge, 1999. — P.147–160.

10. David C.A., Giancarlo V.A., Zabramski J.M. Juvenile and diffuse spinal arteriovenous malformations // *Spinal Vascular Malformations* / Ed.: D.L. Barrow, I.A. Awad. — Illinois: The American Association of Neurological Surgeons Park Ridge. — 1999. — P.161-169.
11. Hida K., Iwasaki Y., Ushikoshi S., Fujimoto S., Seki T., Miyasaka K. Corporectomy: a direct approach to perimedullary arteriovenous fistulas of the anterior cervical spinal cord // *J. Neurosurgery*. — 2002. — V. 96(Spine 2). — P. 157-161.
12. Hori Y., Goto K., Ogata N., Uda K. Diagnosis and endovascular treatment of vertebral arteriovenous fistulas in neurofibromatosis type I // *Interventional neuroradiology*. — 2000. — V.6. — P.239-250.
13. Krings T., Mull M., Gilsbach J.M., Thron A. Spinal vascular malformations // *Europ. Radiol.* — 2005. — V.15, N2. — P.267-278.
14. McDougall C.G., Deshmukh V.R., Fiorella D.J., Albuquerque F.C., Spetzler R.F. Endovascular techniques for vascular malformations of the spinal axis // *Neurosurg. Clin. N. Amer.* — 2005. — V.16, N2. — P.395-410.
15. Miyamoto S., Hashimoto N., Nagata I., Kikuchi H. Surgical treatment of spinal perimedullary AVF/AVM // *No Shinkei Geka*. — 2000. — V.28, N3. — P.213-217.
16. Mont'Alverne F., Musacchio M., Tolentino V., Belzile F., Riquelme C., Tournade A. Giant spinal perimedullary fistula in hereditary haemorrhagic telangiectasia: diagnosis, endovascular treatment and review of the literature // *Neuroradiology*. — 2003. — V.45, N11. — P.830-836.
17. Mounrier K.L., Gobin Y.P., George B. Intradural perimedullary arteriovenous fistulae: results of surgical and endovascular treatment in a series 35 cases // *Neurosurgery*. — 1993. — V.32. — P.885-891.
18. Nagashima C., Miyoshi A., Nagashima R. Spinal giant intradural perimedullary arteriovenous fistula: clinical and neuroradiological study in one case with review of literature // *Surg. Neurol.* — 1996. — V.45, N6. — P.524-532.
19. Ohata K., Takami T., El-Naggar A., Morino M., Nishio A., Inoue Y., Hakuba A. Posterior approach for cervical intramedullary arteriovenous malformation with diffuse-type nidus. Report of three cases // *J. Neurosurg.: Spine*. — 1999. — V.91, N1. — P.105-111.
20. Ricolfi F., Gobin P.Y., Aymard A. Giant perimedullary arteriovenous fistulas of the spine: clinical and radiologic features and endovascular treatment // *AJNR Amer. J. Neuroradiol.* — 1997. — V.18, N4. — P.677-687.
21. Rosenblum B., Oldfield E., Doppman J., Di Chiro G. Spinal arteriovenous malformations: A comparison of dural arteriovenous fistulas and intradural AVMs in 81 patients // *J. Neurosurg.* — 1987. — V.67. — P.795-802.
22. Spetzler R.F., Detwiler P.W., Riina H.A., Porter R.W. Modified classification of spinal cord vascular lesions // *J. Neurosurgery*. — 2002. — V.96(Spine 2). — P.145-156.
23. Steinmetz M.P., Chow M.M., Krishnaney A.A., Andrews-Hinders D., Benzel E.C., Masaryk T.J., Mayberg M.R., Rasmussen P.A. Outcome after the treatment of spinal dural arteriovenous fistulae: a contemporary single-institution series and meta-analysis // *Neurosurgery*. — 2004. — V.55, N1. — P.77-87.
24. Tai P.A., Tu Y.K., Liu H.M. Surgical treatment of spinal arteriovenous malformations: vascular anatomy and surgical outcome // *J. Formos Med. Assoc.* — 2001. — V.100, N6. — P.389-396.
25. Tenjin H., Kimura S., Sugawa N. Coil embolization of vertebro-vertebral arteriovenous fistula: a case report // *Surg. Neurol.* — 2005. — V.63, N1. — P.80-83.

**Спинальні артериовенозні мальформації:  
класифікація, диференційована хірургічна  
тактика, результати лікування**

*Зозуля Ю.П., Слин'ко Є.І.*

Проаналізовано результати обстеження та лікування 91 хворого з артериовенозними мальформаціями (АВМ) та фістулами з 1995 по 2005 р. Хворі були у віці від 9 до 83 років, середній вік становив 42,9 років. Розроблено нову класифікацію спінальних АВМ. За анатомічними особливостями судинні мальформації поділяються на інтрамедулярні, перимедулярні (розташовані субарахноїдально на поверхні спинного мозку), дуральні (у твердій мозковій оболонці), епідуральні, інтравертебральні та змішані — що знаходяться в кількох суміжних ділянках. Були виділені ангиоструктурні особливості мальформацій, шляхів кровотоку. Хірургічні втручання проводилися у всіх хворих (91 особа), у 13 застосовані ендovasкулярні втручання, у 70 — мікрохірургічні операції й у 8 — комбіновані з використанням ендovasкулярної та мікрохірургічної техніки. При відкритих втручаннях переважно застосовувалися задній чи задньобоковий доступ. Передній чи передньобоковий доступи виконані в 8 хворих. У 11 пацієнтів оперативні втручання завершені стабілізацією хребта. У всіх хворих судинні мальформації виключені з кровотоку тотально. Період віддалених спостережень коливалися від 4 міс до 8,2 років. У 32 хворих безпосередньо після операції було визначено значний регрес клінічних проявів, у 43 — частковий регрес симптоматики, у 10 — симптоматика істотно не змінилася і в 6 — неврологічні порушення поглибилися.

**Spinal arterio-venous malformations: the  
classification, differentiated surgical tactics,  
treatment results**

*Zozulya Yu.P., Slyn'ko E.I.*

Results of 91 patients with spinal arterio-venous malformations and fistulas investigations and treatment since 1995 to 2005 are analyzed. The age of patients varied from 9 to 83 years, middle age was 42,9 years. A new classification of spinal arterio-venous malformation was developed. On the basis of anatomic features vascular malformations are divided on intramedullary, intradural perimedullary (located on a surface of a spinal cord), dural, epidural, intravertebral, and mixed — covering some adjacent areas. Angiostructural features of malformations, feeding and draining vessels have been analyzed. Surgical treatment was performed in all 91 patients, in endovascular interventions 13 were applied, in 70 — microsurgical operations and in 8 — combination of endovascular and microsurgical techniques. At open interventions we mainly applied posterior approaches. Anterior or anterolateral approaches were used in 8 patients. In 11 patients operative interventions were completed by spine stabilization. In all 91 patients vascular malformations were switched off from a blood-circulation totally. The following up period was from 4 months to 8,2 years. 32 patients after operation had a significant improvement, at 43 we observed partial improvement, at 10 — the neurological signs essentially have not changed, and at 6 — the neurological signs aggravated.