



DOI: 10.24835/1607-0763-2018-5-73-83

## Артериовенозные мальформации почек: диагностика и лечение

Аскерова А.Н.<sup>1\*</sup>, Степанова Ю.А.<sup>1,2</sup>, Зотиков А.Е.<sup>1</sup>,  
Ивандаев А.С.<sup>1</sup>, Кармазановский Г.Г.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского” Минздрава России, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России, Москва, Россия

## Renal arteriovenous malformations: diagnosis and treatment

Askerova A.N.<sup>1\*</sup>, Stepanova Yu.A.<sup>1,2</sup>, Zotikov A.E.<sup>1</sup>,  
Ivandaev A.S.<sup>1</sup>, Karmazanovsky G.G.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

Почечная артериовенозная мальформация (АВМ) является сравнительно редкой мальформацией, составляющей до 1% всех АВМ. Различают врожденные и приобретенные, травматические и атравматические почечные АВМ, которые могут являться причинами массивной гематурии, боли, забрюшинного кровоизлияния и сердечной недостаточности. Неинвазивные методы исследования, такие как УЗИ, МСКТ и МРТ, широко используются для диагностики данной патологии, однако “золотым стандартом” диагностики почечных АВМ по-прежнему остается ангиография. Преимуществом ангиографии по сравнению с другими методами является возможность одновременного лечения таких пациентов. Лечение почечных АВМ может включать эндоваскулярное разобщение артериовенозного свища или открытое оперативное вмешательство, в том числе с использованием техники *ex vivo*. Выбор метода лечения основывается на общем состоянии больного и характеристиках почечной АВМ.

**Ключевые слова:** почка, артериовенозные мальформации, аневризма, диагностика, УЗИ, КТ, ангиография.

**Ссылка для цитирования:** Аскерова А.Н., Степанова Ю.А., Зотиков А.Е., Ивандаев А.С., Кармазановский Г.Г. Артериовенозные мальформации почек: диагностика и лечение. *Медицинская визуализация*. 2018; 22 (5): 73–83. DOI: 10.24835/1607-0763-2018-5-73-83.

\*\*\*

Renal arteriovenous fistula is a comparatively rare malformation that accounts for < 1% of all arteriovenous fistulas

malformations. Renal ANM are divided into congenital or acquired, traumatic and nontraumatic, that can cause massive hematuria, pain, retroperitoneal hemorrhage, and heart failure. Non-invasive imaging modalities, including US, MDCT and MRI, are widely used to diagnose this pathology, but the gold standard for the diagnosis of renal AVM remains angiography. The advantage of angiography in comparison with other methods is the possibility of simultaneous treatment of such patients. The treatment of renal AVM can include endovascular dissociation of the arteriovenous fistula or an open operation, including the using of *ex vivo* techniques. The choice of method of the treatment is based on the general patient status and the characteristics of renal arteriovenous malformation.

**Key words:** kidney, arteriovenous malformations, aneurysm, diagnosis, US, CT, angiography.

**Recommended citation:** Askerova A.N., Stepanova Yu.A., Zotikov A.E., Ivandaev A.S., Karmazanovsky G.G. Renal arteriovenous malformations: diagnosis and treatment. *Medical Visualization*. 2018; 22 (5): 73–83. DOI: 10.24835/1607-0763-2018-5-73-83.

\*\*\*

### Введение

Почечные артериовенозные мальформации (АВМ), впервые описанные в 1928 г. М.Е. Valera, представляют собой аномальные связи между внутривисцеральной артериальной и венозной систе-



мами [1–5]. Наиболее частыми первичными проявлениями почечных АВМ являются гипертензия и гематурия.

Почечные АВМ встречаются редко (примерно 0,04–1% от общей численности населения [6–12]), тем не менее истинная распространенность может возрастать по мере увеличения частоты случайно выявленных изменений.

АВ-фистулы могут быть врожденными, приобретенными (ятрогенными) или идиопатическими, во многих случаях протекают бессимптомно [2, 3]. Идиопатические почечные АВ-свищи имеют рентгенологические характеристики приобретенных свищей, но идентифицировать их причину не представляется возможным. Они могут быть связаны с наличием аневризм почечных артерий (расположенных интрапаренхиматозно), которые внедряются в близлежащую вену. Чаще всего термин “АВМ” относится к врожденному типу пороков развития, приобретенные почечные АВ-аномалии часто называют почечными АВ-свищами.

Несмотря на слабовыраженную клиническую картину, данная патология приводит к таким серьезным жизнеугрожающим осложнениям, как сердечная и почечная недостаточность и разрыв АВ-аневризм. Таким образом, проблема диагностики почечных АВМ является актуальной по сей день и направлена на своевременное выявление заболевания и подбор метода лечения.

Специальные протоколы мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) представляются особенно многообещающими в качестве минимально инвазивного способа улучшения классификации почечных образований. Кроме того, усовершенствования в области магнитно-резонансной томографии (МРТ), магнитно-резонансной ангиографии (МРА) и ультразвуковой доплерографии (УЗИ) могут снизить необходимость использования йодсодержащих контрастных веществ.

Лечение должно быть подобрано индивидуально к каждому пациенту. Эндovasкулярная эмболизация применяется с середины 1970-х годов и предпочтительна для лечения симптоматических АВМ. Нефрэктомия и резекция почки являются инвазивными вариантами лечения.

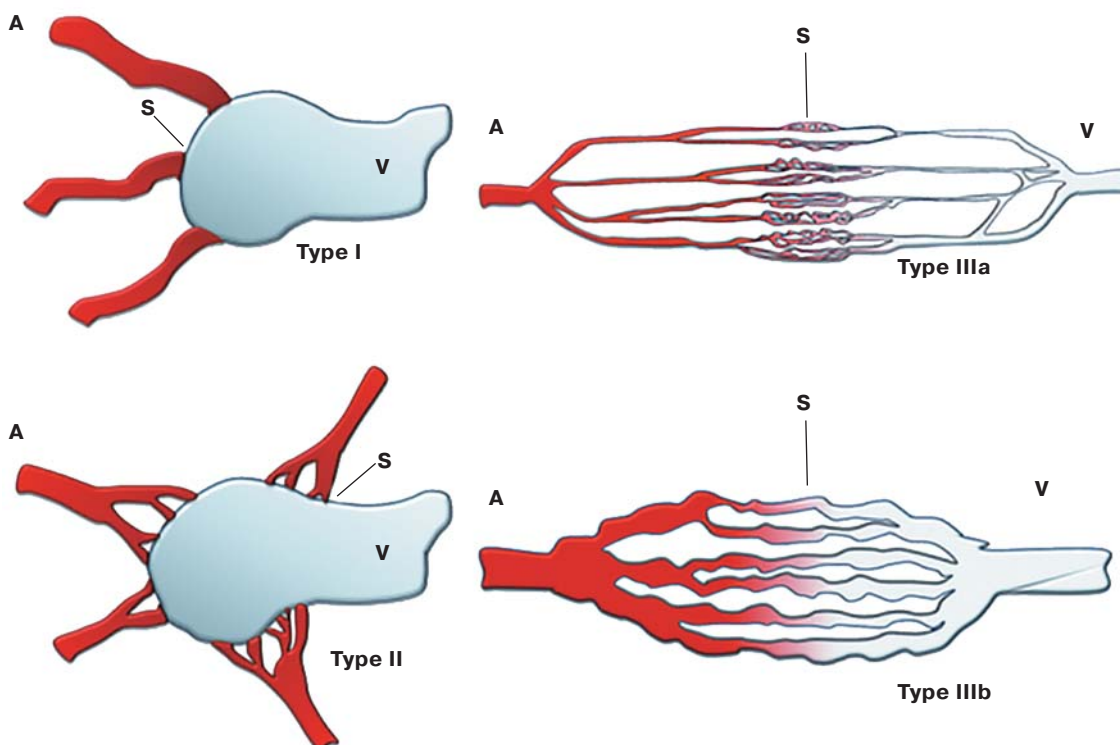
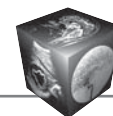
**Классификация почечных АВ-шунтов.** Почечные АВМ могут быть врожденными и приобретенными. Описано 2 подтипа врожденных почечных АВМ: варикозный и аневризматический [7, 13]. Варикозный тип почечных АВМ визуализируется в виде множественных мелких расширенных АВ-свищей с многочисленными питающими артериями и дренирующими венами. Аневризматический тип почечных АВМ представляет собой одну питающую артерию и одну дренирующую вену.

Врожденные АВМ составляют 75–80% всех почечных АВМ, обычно представлены варикозным типом и чаще наблюдаются у женщин, чем у мужчин (соотношение мужчин и женщин: 1 : 2) в возрасте от 20 до 40 лет, в основном поражается правая почка [9, 14, 15]. Приобретенные почечные АВМ бывают в основном аневризматического типа, составляют менее 1/3 всех почечных АВМ [16]. В зависимости от этиологии различают идиопатические или вторичные приобретенные почечные АВМ. Идиопатические почечные АВМ могут развиваться вследствие воздействия злокачественных новообразований, воспалительных процессов, фиброзно-мышечной дисплазии, расслоения артерии и формирования шунта между ранее существующей почечной аневризмой и смежными почечными сегментарными венами [7, 16]. Причиной вторичных почечных АВМ являются ятрогенные повреждения, такие как биопсия почек, перкутанная нефрэктомия или нефрэктомия, проникающая почечная травма (пулевые или колотые раны) или тупая почечная травма, полученная во время аварии или падения [3, 17]. Среди них биопсия почек является наиболее распространенной причиной вторичных АВМ, варьируя от 7,4–11% по данным M. Maruno и соавт. [7, 18] до 50% по данным M.R. Wakefield и соавт. [14].

АВ-шунты бывают травматические и атравматические. S.K. Cho и соавт. предложили делить атравматические АВМ конечностей и туловища на 4 типа (в 3-м типе 2 подтипа) в зависимости от ангиографических признаков [7, 19]. Они классифицировали мальформации по трем типам согласно ангиографической морфологии (рис. 1):

- тип I – одна или несколько артерий (менее четырех), шунтирующих в одну дренирующую вену;
- тип II – несколько артериол, шунтирующих в одну дренирующую вену;
- тип III – множественные шунты между артериолами и венами, образующие сложную сосудистую сеть;
- тип III – может быть далее разделен на 2 подтипа в зависимости от размера свищевых каналов (IIIa – нерасширенные, IIIb – расширенные).

Однако, по данным M. Maruno и соавт., возникла некоторая путаница при использовании данной классификации в клинической практике [7]. Например, АВ-шунты с множественными извитыми питающими артериями, шунтирующими в единственный расширенный венозный аневризматический мешок, не могли быть корректно классифицированы по данной схеме. Поэтому M. Maruno и соавт. предложили применять модифицированную классификацию S.K. Cho для атравматических АВ-шунтов (см. таблицу).



**Рис. 1.** Схема ангиографической классификации почечных АВ-шунтов (А – артериальная часть свища, V – венозная часть свища, S – шунт) (приведено по S.K. Cho и соавт. [19]).

### Клиническая картина

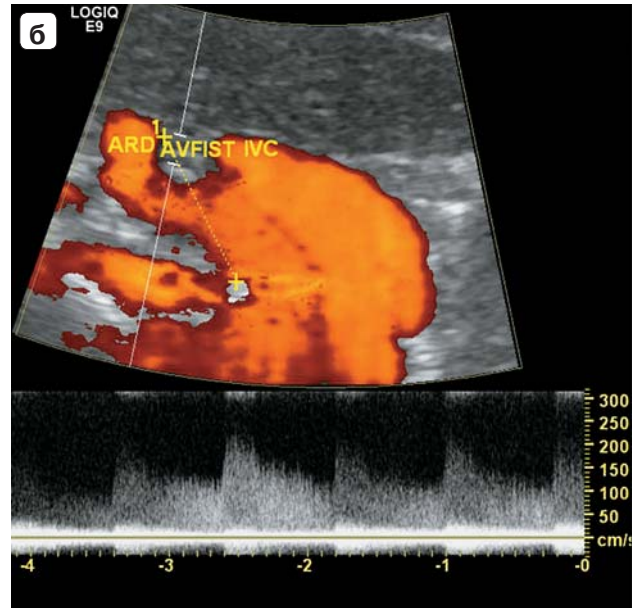
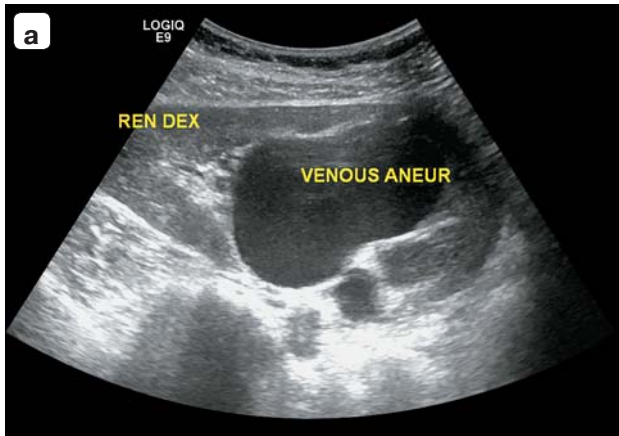
Клиническая картина вариабельна: от бессимптомного течения до явлений гематурии (из-за разрыва мелких венул в чашечках вследствие аномально повышенного внутрисосудистого давления), гипертензии (из-за стимуляции ренин-ангиотензиновой системы), боли (из-за обструкции почечной коллекторной системы тромбом) и шума в боковых отделах живота, паранефральной гематомы и сердечной недостаточности (из-за высокого выброса крови) [1, 20]. Наиболее частой клинической картиной (в 75% случаев) является макроили микрогематурия [21]. Гематурия возникает

из-за диспластического разрыва сосудов в собирательной системе и может стать опасной для жизни в случае серьезной кровопотери. Тяжесть гематурии не зависит от размера поражения; даже небольшие почечные АВМ могут привести к серьезной кровопотере, если они расположены вблизи собирательной системы почки. Если кровопотеря медленная, могут образоваться сгустки, которые блокируют собирательную систему, что приводит к обструкции мочеиспускания и болям в боку [21].

В редких случаях у пациента может возникнуть гипотензия из-за кровоизлияния, вызванного АВМ. Также было обнаружено, что АВМ ухудшают

Модифицированная классификация почечных АВМ

Виды АВ-шунта		Ангиографические характеристики	
Травматические почечные АВ-шунты		Формирование свища между одной артерией и одной дренирующей веной Сопутствующие псевдоаневризмы (часто)	
Атравматические почечные АВ-шунты	Тип I	Одна или несколько артерий, шунтирующих в одну расширенную дренирующую вену	
	Тип II	Несколько артериол, шунтирующих в одну расширенную дренирующую вену	
	Тип III	Множественные шунты между артериолами и венулами, образующие сложную сосудистую сеть	Тип IIIa
	Тип IIIb		Расширенные свищевые каналы



**Рис. 2.** Артериовенозная мальформация правой почки, УЗ-изображения. а – В-режим, в воротах почки определяется аневризма правой почечной вены (VENOUS ANEUR – аневризма, REN DEX – правая почка); б –режим ЭОДС и СДСЧ, кровотоков в зоне артериовенозного свища (AVFIST – артериовенозная фистула, ARD – правая почечная артерия, IVC – нижняя полая вена).

функцию почек у пациентов с хроническим заболеванием почек [22]. Застойная сердечная недостаточность обычно наблюдается в случаях с относительно большими врожденными свищами. Однако, по мнению А. Тһауарагап и соавт., приобретенные АВМ чаще вызывают сердечно-сосудистые нарушения [23].

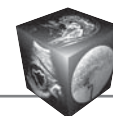
### Инструментальные методы исследования

**УЗИ.** Оценка с помощью ультразвука (УЗИ) с использованием 2–4 МГц абдоминального конвексного датчика может служить первоначальным методом исследования в некоторых случаях [24]. УЗИ в режиме дуплексного сканирования полезно для скрининга почечных АВ-шунтов, особенно после биопсии почки. Почечные АВМ представляют собой гипоэхогенные образования в В-режиме и васкуляризированные образования при цветовом доплеровском картировании с высокоскоростным турбулентным потоком (до 60 см/с) (рис. 2) [11, 24]. Небольшие АВ-шунты зачастую не визуализируются при серошкальном УЗИ, тогда как большие АВМ представляют собой кистозные или трубчатые анэхогенные структуры, которые могут быть пульсирующими и не должны быть неправильно трактованы как кистозные образования почек. Высокая скорость кровотока вызывает вибрацию периваскулярных мягких тканей, которые приобретают зернистость [7]. При спектральном анализе в АВ-фистуле можно наблюдать высокую скорость кровотока, пониженное артериальное сопротивление и артериальный тип волн в почечной

вене [1]. Турбулентный поток с артериальным спектром также может быть обнаружен в нижней полой вене, если АВМ с высокой скоростью кровотока расположена в правой почке. Если АВМ определяется в левой почке, может отмечаться расширение ипсилатеральной почечной вены.

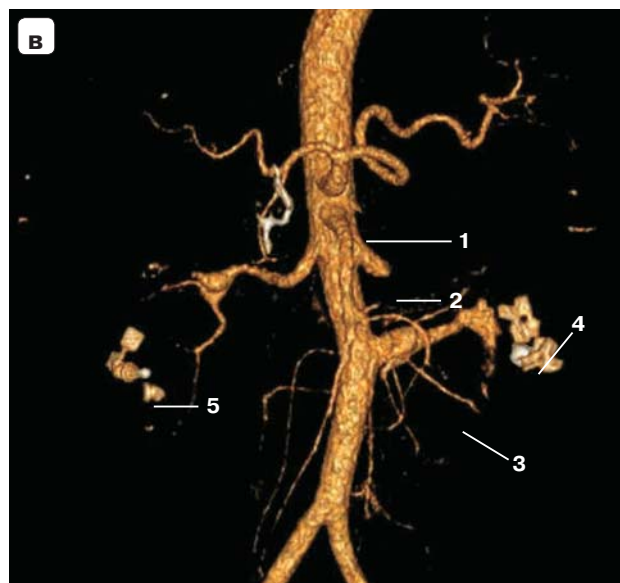
Ультразвуковой метод является предпочтительным для первичной диагностики почечных АВМ, особенно у детей. Также УЗИ в режиме дуплексного сканирования полезно для последующего контроля почечных АВМ ввиду отсутствия облучения, доступности и неинвазивности, а также из-за сравнительно низкой стоимости метода [11, 25, 26]. Недостатками ультразвукового метода считаются ограниченное акустическое окно, акустическая тень от пневматизированной кишки, затрудненная визуализация при глубоком расположении образований.

**МСКТ.** Следующим этапом диагностики поражений почек обычно является МСКТ с внутривенным контрастированием. КТ-ангиография имеет преимущество перед цифровой ангиографией ввиду возможности оценки как просвета сосудов, так и их стенок [27]. Аксиальные срезы по-прежнему считаются главными в оценке изображений, однако MPR (мультипланарная реконструкция), MIP (проекция максимальной интенсивности) и VR (объемное изображение) предоставляют важную дополнительную информацию [27]. На бесконтрастных изображениях АВМ визуализируется в виде интратенального или перинепфрального образования с кровотоком при динамическом контрастном усилении (расширенные артерия и вена)

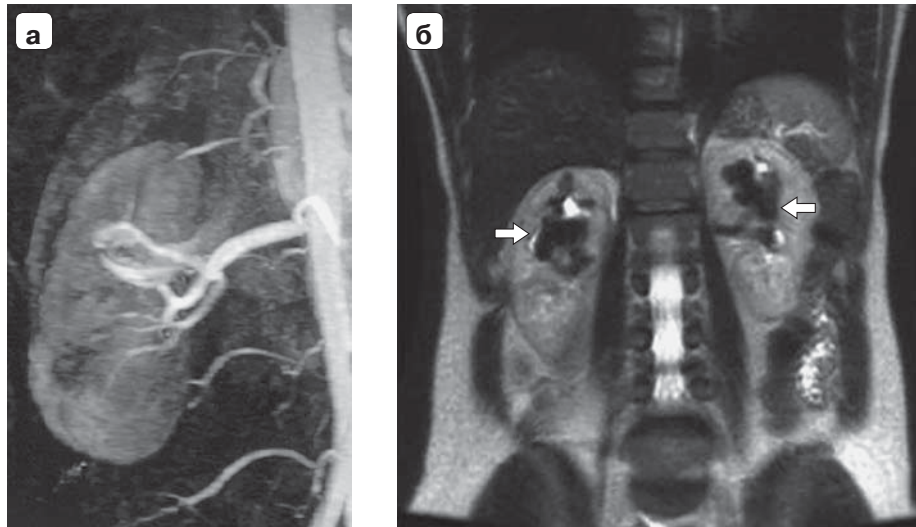


**Рис. 3.** КТ-изображение, артериальная фаза исследования, аксиальная проекция. Артериовенозная мальформация левой почки: аневризматическое расширение почечной артерии (1) и вены (2), артериовенозный свищ (3), ранний сброс артериальной крови в венозную систему, ранее установленная спираль (4).

и истончением коркового слоя почки (рис. 3) [25]. В нативную фазу возможно выявление кальцинатов в сосудистой стенке и гематомы (как признак почечного кровоизлияния) [7, 25]. Скопление жидкости повышенной плотности (40–90 ед.Н) наиболее соответствует свежему кровоизлиянию [16]. При динамическом контрастном усилении активное кровотоечение выглядит как участки очень высокой плотности (85–350 ед.Н) на фоне гематомы [16]. Ввиду наличия шунтирования может отмечаться пониженное накопление контрастного препарата нормальной паренхимой почки. КТ с контрастным усилением обеспечивает точную визуализацию почечных сосудов и позволяет выявить их anomalies, а также диагностировать инфаркт почки (рис. 4, а, б). Постконтрастное изображение показывает раннее контрастирование ипсилатеральной почечной вены и нижней полой вены [7]. Небольшие АВ-шунты могут быть упущены из-за толстых срезов и несоответствия времени сканирования, поэтому КТ должна выполняться с тонкими срезами с использованием



**Рис. 4.** КТ-изображения, артериальная фаза исследования. а, в – 3D-реконструкции; б – коронарная проекция. а, б – артериовенозные мальформации обеих почек: расширение почечных артерий и вен с наличием артериовенозных свищей. Удвоение левой почечной артерии (стрелки); в – состояние после оперативного лечения: культя нижнеполюсной (1) и верхнеполюсной (2) почечных артерий; реимплантированная нижнеполюсная почечная артерия (3); спираль (4); окклюдер (5). Почечные артерии проходимы, прямого сброса артериальной крови в венозную систему нет.



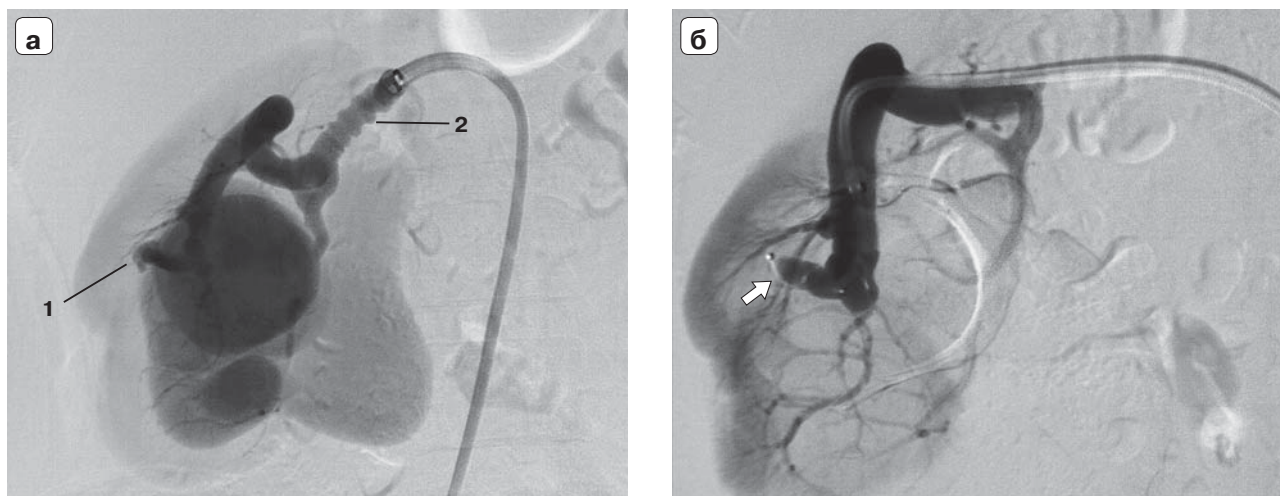
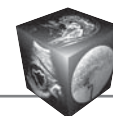
**Рис. 5.** МРТ-изображения почечных артериовенозных мальформаций. а – МР-ангиограмма, артериальная фаза контрастирования гадолиний-содержащим МРКС, коронарное изображение, проекция максимальной интенсивности (MIP). Множественные фистулы питающих артерий и участок раннего контрастирования почечной вены и нижней полой вены (приведено по Yu-Cheng Hong и соавт., 2007 [28]); б – МР-томограмма пациента с неопределенной болью в животе, Т2ВИ, коронарная проекция. Белые стрелки указывают на извитые полости с потоком крови, вызывающие подозрение на двустороннюю почечную артериовенозную мальформацию (приведено по Chimpiri A.R и соавт., 2009 [3]).

коллимации не более 1 мм и последующей реконструкцией 0,5–1 мм [7]. Для обнаружения почечных АВ-свищей, венозных тромбозов или других возможных причин симптомов необходимо проведение многофазного, по крайней мере двухфазного исследования. Для выявления небольших АВ-фистул предпочтителен по крайней мере 32-срезовый компьютерный томограф, потому что время сканирования является важным фактором для оценки высокоскоростных шунтов [7]. В послеоперационном периоде КТ-ангиографию проводят с целью оценки проходимости сосудистых реконструкций и выявления ранних и поздних послеоперационных осложнений (рис. 4, в). В тяжелых случаях приходится выполнять данное исследование неоднократно, а также увеличивать количество фаз исследования, что ведет к суммации дозы облучения пациентов и дает почву для проведения низкодозовых исследований и изучения возможностей низкодозовой КТ-ангиографии. Возможность использования мультипланарной и 3D-реконструкции изображений, позволяющих оценить точный ход сосудов, а также внутрисосудные тромбы в аневризмах или венозных сосудах, которые сложно выявить при других методах, являются дополнительным преимуществом КТ [7, 27]. По данным зарубежных авторов, последние достижения в области мультidetекторной КТ-ангиографии позволяют визуализировать динамику тока крови почечных АВ-шунтов с первого введения внутривенного контрастного болюса,

обеспечивая динамические изображения, аналогичные цифровой субтракционной ангиографии [7]. К преимуществам этого метода также относится возможность одновременной оценки органов брюшной полости и забрюшинного пространства для исключения сопутствующей патологии. К недостаткам метода КТ относятся артефакты от катушек и спиралей, используемых при эмболизации АВ-шунтов почек, в также лучевую нагрузку [25].

**МРТ.** Хотя способность МРА для оценки почечных АВ-шунтов ранее была ограничена ее пространственным и временным разрешением, последние достижения в технике позволили более четко визуализировать сосудистые поражения с использованием трехмерной контрастной МРА, которая дает возможность выявлять пучки сосудистых структур, свищи и раннее контрастирование ипсилатеральной почечной вены, а также супраренального сегмента нижней полой вены (рис. 5, а) [25, 28]. На Т2ВИ АВМ могут визуализироваться как зоны без кровотока (рис. 5, б) [24]. Гадолиний-содержащий контрастный препарат, применяемый при МРА, может быть нефротоксичным у пациентов с нарушением функции почек, у таких пациентов целесообразно проведение бесконтрастной МРА в режиме TOF и Black-blood MRA [29].

МРТ должна выполняться с временным разрешением, которое превышает время нормальной почечной циркуляции (4–6 с) для визуализации раннего венозного заполнения ипсилатеральной почечной вены и нижней полой вены [7, 24]. Таким



**Рис. 6.** Артериовенозная мальформация правой почки, ангиограммы правой почечной артерии. а – исходная ангиограмма: зона артериовенозного свища (1), четкообразная почечная артерия (характерный признак при фибромышечной дисплазии) (2); б – ангиограмма после разобщения артериовенозной аневризмы правой почки: окклюдер (стрелка).

образом, она выявляет почечные АВ-шунты с высокой чувствительностью. Однако пространственное разрешение МРА по-прежнему ограничено в своей способности выявлять небольшие питающие артерии и фистулы перед проведением интервенционного лечения. Тем не менее она имеет преимущества с точки зрения отсутствия радиационного облучения и меньшего количества артефактов, влияющих на качество изображений [7]. Поэтому МРА представляет собой полезный метод для скрининга и последующего контроля почечных АВ-шунтов после эмболизации.

**Ангиография.** Несмотря на инвазивность, ангиография остается “золотым стандартом” и окончательным методом для оценки детальной сосудистой анатомии и гемодинамики почечных АВ-шунтов [6, 16, 23]. Ангиографию следует использовать в тех случаях, когда подозревается почечная АВ-фистула, но достоверная оценка с помощью других методов не представляется возможной. Обычно проводится ретроградная пункция правой общей бедренной артерии: вставляют 4 или 5 F катетер с последующей селективной катетеризацией почечной артерии [24]. Автоматическое введение (3–4 см<sup>3</sup>/с и 12 см<sup>3</sup> в общем) контрастного вещества обычно осуществляется через катетер 4 или 5 F, расположенный в устье почечной артерии, и выполняется ангиограмма (2–3 кадра). Ангиография демонстрирует питающие артерии, и при необходимости можно проводить суперселективную катетеризацию с использованием микрокатетера. Целесообразно проведение ангиографии обеих почек, поскольку редко бывают двусторонние почечные АВМ.

При ангиографии почечные АВМ визуализируются в виде нескольких питающих артерий с извилистыми и обмотанными расширенными аномальными сосудами (гнездами), связанных с расширенными венами по типу нетравматических почечных АВ-шунтов III типа, или одной или нескольких прямых АВ-фистул с расширенными питающими артериями и венозным мешком (травматические и нетравматические почечные АВ-шунты I или II типа) (рис. 6). Чтобы понять ангиоархитектонику почечного АВ-шунта и рассматривать соответствующие стратегии лечения, некоторые функции должны быть оценены с помощью ангиографии [7]:

- а) питающие артерии: количество, размер, наличие аневризм, потенциальная доступность к фистуле и расположение нормальных почечных паренхимальных ветвей по отношению к питающим артериям;
- б) фистулы: количество и размер;
- в) дренажные вены: количество, наличие мешотчатой дилатации, а также доступность трансвенозного подхода;
- г) внутрисосудистые связи для АВМ;
- д) шунтирующий поток (время циркуляции).

Селективная ангиография сегментарных или лобарных ветвей часто требуется для предварительной терапевтической оценки. 3D-ангиография также полезна для полного понимания ангиоархитектоники почечных АВ-шунтов и для обнаружения АВ-фистул без перекрытия множественных почечных артериальных ветвей [7]. Кровоток в почечных АВ-шунтах часто оказывается слишком быстрым, чтобы можно было провести



оценку ангиоархитектоники почечного АВ-шунта, особенно типа I, и проведение ангиографии под контролем баллонной окклюзии ствола почечной артерии может быть полезно для оценки ангиоархитектоники в таких случаях.

## Лечение

Показаниями к лечению АВМ являются увеличение размера свища, рецидивирующая или постоянная гематурия, гемодинамические нарушения, такие как гипертония и сердечная недостаточность [30]. При наличии клинических проявлений или осложнений возможно эндоваскулярное разобщение АВ-свища или открытая операция, в том числе с использованием техники *ex vivo* [31]. Ранее оперативное вмешательство (например, частичная нефрэктомия или реконструкция сосудов) было единственным вариантом лечения этих сосудистых аномалий. Основным недостатком была значимая потеря паренхимы почки и возможным конечным результатом всегда была нефрэктомия [10]. Несмотря на возможность хирургического вмешательства *ex vivo*, эндоваскулярная эмболизация считается предпочтительным способом сохранения почечной паренхимы, гарантируя до 90% успешности лечения после первой манипуляции, особенно для интрапаренхиматозных аневризм [10]. Трансартериальная эмболизация стала методом выбора для лечения тяжелых гематурий, вызванных почечными АВМ, даже при осложнении беременности. Наиболее распространенным осложнением является постэмболизационный синдром, который развивается у 90% больных и проявляется болью в боку, тошнотой, рвотой, лихорадкой, лейкоцитозом и паралитической кишечной непроходимостью от 1 до 3 дней после манипуляции, поэтому рекомендуется стационарный режим [30, 32]. Лечение проводится симптоматическое до исчезновения симптомов. К основным противопоказаниям к эндоваскулярным процедурам относят нелеченую коагулопатию или гемодинамически нестабильных пациентов.

При наличии АВМ почечных сосудов крупного диаметра и с множественными магистральными артериями и венами предпочтительнее выполнение открытого вмешательства [29]. Динамическое наблюдение с помощью лучевых методов исследования после проведенного лечения является обязательным [10].

## Заключение

АВМ почек являются поистине редким заболеванием, способным при отсутствии лечения вызывать жизнеугрожающие осложнения. Наиболее

точным методом диагностики почечных АВМ по-прежнему остается ангиография. Преимуществом ангиографии по сравнению с другими методами является возможность одновременного лечения таких пациентов. Однако применение данного метода, как диагностического, должно быть ограничено ввиду инвазивности и возможных осложнений после манипуляций. УЗИ в режиме дуплексного сканирования является методом первой линии из-за его доступности, низкой стоимости, способности легко идентифицировать турбулентный поток и отсутствия ионизирующего излучения. Контрастная МРА обеспечивает качественные и информативные изображения почечных артерий и АВМ. МРТ без контрастного усиления может быть полезным методом визуализации у пациентов с противопоказаниями к МСКТ с внутривенным введением йодсодержащего контрастного вещества, однако данная методика более дорогостоящая и требует больше времени, чем другие доступные методы. МСКТ, включая 3D-реконструкцию изображений, позволяет подробно оценивать почечные сосуды и визуализировать АВ-фистулы, обеспечивая врачей точной информацией для выбора тактики лечения и планирования оперативного вмешательства. На сегодняшний день МСКТ с контрастным усилением является “золотым стандартом” в выявлении сосудистой патологии. Лечение почечных АВМ включает эндоваскулярное разобщение АВ-свища или открытую операцию (реконструктивные операции/резекция почки/нефрэктомия), в том числе с использованием техники *ex vivo*. Выбор метода лечения основывается на общем состоянии больного и характеристиках почечной АВМ.

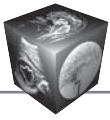
## Список литературы

1. Abdel-Gawad E.A., Housseini A.M., Cherry K.J., Bonatti H., Maged I.M., Norton P.T., Hagspiel K.D. CT angiography of renal arteriovenous fistulae: a report of two cases. *Vasc. Endovascular Surg.* 2009; 43: 416–420. DOI: 10.1177/1538574409340588.
2. Глыбочко П.В., Аляев Ю.Г., Кондрашин С.А., Григорьев Н.А., Акопян Г.Н., Шпоть Е.В., Мартиросян Г.А., Сорокин Н.И. Эндоваскулярные методы диагностики и лечения врожденных артериовенозных фистул почки. *Медицинский вестник Башкортостана.* 2011; 6 (2): 224–227.
3. Chimpiri A.R., Natarajan B. Renal Vascular Lesions: Diagnosis and Endovascular Management. *Semin. Intervent. Radiol.* 2009; 26 (3): 253–261. DOI: 10.1055/s-0029-1225665.
4. Vukicevic A.M., Velicki L.U., Jovicic G.R., Jovicic N., Stojadinovic M.M., Filipovic N.D. Finite element analysis of uncommonly large renal arteriovenous malformation – Adjacent renal cyst complex. *Computers in Biology and Medicine.* 2015; 59: 35–41. DOI: 10.1016/j.compbiomed.2015.01.016.



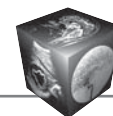


5. Varela M.E. Aneurisma arteriovenoso de los vasos renales y asistolia consecutiva. *Rev. Med. Latino. Am.* 1928; 14: 32–44.
6. McAlhany J.C. Jr., Black H.C. Jr., Hanback L.D. Jr., Yarbrough D.R. 3rd. Renal arteriovenous fistula as a cause of hypertension. *Am. J. Surg.* 1971; 122: 117–120.
7. Maruno M., Kiyosue H., Tanoue S., Hongo N., Matsumoto S., Mori H., Sagara Y., Kashiwagi J. Renal Arteriovenous Shunts: Clinical Features, Imaging Appearance, and Transcatheter Embolization Based on Angioarchitecture. *Radiographics.* 2016; 36 (2): 580–595. DOI:10.1148/rg.2016150124.
8. Cho K.J., Stanley J.C. Non-neoplastic Congenital and Acquired Renal Arteriovenous Malformations and Fistulas. *Radiology.* 1978; 129: 333–343. DOI: 10.1148/129.2.333.
9. Tabei T., Tajirika H., Yoshigi J., Kobayashi K. Extensive Renal Arteriovenous Malformations Treated by Transcatheter Arterial Embolization. *Case Rep. Urol.* Vol. 2017, Article ID 2376034, 4 p. DOI: 10.1155/2017/2376034.
10. Benamran D., de Clippele B., Hammer F., Tombal B. Intraparenchymal Renal Artery Pseudoaneurysm and Arteriovenous Fistula on a Solitary Kidney Occurring 38 Years after Blunt Trauma. *Case Rep. Urol.* Vol. 2017, Article ID 3017501, 4 p. DOI: 10.1155/2017/3017501.
11. Wajid H., Herts B.R. Renal Arteriovenous Malformation. *J. Urol.* 2014; 191 (4): 1128–1129. DOI: 10.1016/j.juro.2014.01.003.
12. Chen Y., Liu F., Xing J., Liu R. Treatment of hematuria caused by renal arteriovenous malformation in pregnant patients. *Int. J. Clin. Exp. Med.* 2015; 8 (2): 3027–3029.
13. Takeuchi N., Nomura Y. Ruptured renal arteriovenous malformation successfully treated by catheter embolization: a case report. *BMC Res. Notes.* 2014; 7: 19. DOI: 10.1186/1756-0500-7-19.
14. Wakefield M.R., Riley J.M., Johans C.E. Renal Arteriovenous Malformation Treatment & Management. <http://emedicine.medscape.com/article/462885-treatment#a1128>. Updated: Feb 27, 2016. (дата обращения 15.03.2018 г.)
15. Глыбочко П.В., Аляев Ю.Г., Кондрашин С.А., Григорьев Н.А., Шпоть Е.В., Чиненов Д.В., Сорокин Н.И., Мартиросян Г.А. Современные аспекты экстренной окклюзии врожденной и ятрогенной почечных артериовенозных фистул. *Медицинский вестник Башкортостана.* 2013; 8 (2): 276–284.
16. Kawashima A., Sandler C.M., Ernst R.D., Tamm E.P., Goldman S.M., Fishman E.K. CT Evaluation of Renovascular Disease. *Radiographics.* 2000; 20 (5): 1321–1340. DOI: 10.1148/radiographics.20.5.g00se141321.
17. Cimsit N.C., Baltacioglu F., Cengic I., Akpınar I.N., Ilker Y., Turkeri L. Transarterial glue embolization in iatrogenic renovascular Injuries. *Int. Urol. Nephrol.* 2008; 40 (4): 875–879. DOI: 10.1007/s11255-008-9380-5.
18. Cura M., Elmerhi F., Suri R., Bugnone A., Dalsaso T. Vascular malformations and arteriovenous fistulas of the kidney. *Acta Radiol.* 2010; 51 (2): 144–139. DOI: 10.3109/02841850903463646.
19. Cho S.K., Do Y.S., Shin S.W., Kim D.I., Kim Y.W., Park K.B., Kim E.J., Ahn H.J., Choo S.W., Choo I.W. Arteriovenous malformations of the body and extremities: analysis of therapeutic outcomes and approaches according to a modified angiographic classification. *J. Endovasc. Ther.* 2006; 13 (4): 527–538. DOI: 10.1583/05-1769.1.
20. Morimoto A., Nakatani A., Matsui K., Hashimoto T., Maeda M., Uchida H., Dohi K. A Unique case of renovascular hypertension caused by combined renal artery disease. *Hypertens. Res.* 1995; 18 (3): 255–257.
21. Hatzidakis A., Rossi M., Mamoulakis C., Kehagias E., Orgera G., Krokidis M., Karantanis A. Management of renal arteriovenous malformations: A pictorial review. *Insights Imaging.* 2014; 5 (4): 523–530.
22. Ulusoy S., Ozkan G., Dinç H., Kaynar K., Oztürk M.H., Gül S., Kaplan S.T. Improvement of renal functions after embolization of renal AVF in a patient who had been on dialysis for 5 years. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2011; 34, Suppl. 2: S106-8. DOI: 10.1007/s00270-010-9970-3.
23. Thayaparan A., Amer T., Mahdi E., Aboumarzouk O., Hughes O. Complete Renal Artery Embolization in a Comorbid Patient with an Arteriovenous Malformation. *Case Rep. Urol.* 2014, Article ID 856059, 3 p. DOI: 10.1155/2014/856059.
24. Hatzidakis A., Rossi M., Mamoulakis C., Kehagias E., Orgera G., Krokidis M., Karantanis A. Management of renal arteriovenous malformations: A pictorial review. *Insights Imaging.* 2014; 5: 523–530. DOI:10.1007/s13244-014-0342-4.
25. Liu S.-Z., Ho T.-L., Hsu S.-M., Zhan H.-L., Chou C.-P. Diagnosis of Renal Arteriovenous Malformation using 64-row Multiple Detector Computed Tomography and Computed Tomography Angiography. *Chin. J. Radiol.* 2010; 35: 221–225.
26. Kenny D., Petrucci N., Egizi T., Camp R. Cirroid renal arteriovenous malformation. *Appl. Radiol.* 2016; 45 (6): 35–37.
27. Mello Júnior C.F., Araujo Neto S.A., Carvalho Junior A.M., Rebouças R.B., Negromonte G.R.P., Oliveira C.D. Multi-detector computed tomography angiography of the renal arteries: normal anatomy and variations. *Radiol. Bras.* 2016; 49 (3): 190–195. DOI: 10.1590/0100-3984.2014.0048.
28. Yu-Cheng Hong, Chen-Te, Chou Kwa-Whei Lee. Magnetic Resonance Imaging of Renal Arteriovenous Malformation: a case report. *Chin J. Radiol.* 2007; 32: 51–55.
29. Jin W.T., Zhang G.F., Liu H.C., Zhang H., Li B., Zhu X.Q. Non-contrast-enhanced MR angiography for detecting arteriovenous fistula dysfunction in haemodialysis patients. *Clin. Radiol.* 2015; 70 (8): 852–857. DOI: 10.1016/j.crad.2015.04.005.
30. Varyanit N., Mathew C., Mammen K.J., Calton R. Massive Hematuria Due to Congenital Renal Arteriovenous Malformation Successfully Treated by Renal Artery Embolization. *J. Assoc. Physicians India.* 2018; 66: 78–80. PMID: 30341878.
31. Зотиков А.Е., Адырхаев З.А., Теплов А.А., Грицкевич А.А., Ивандаев А.С., Цыганков В.Н., Тимина И.Е., Степанова Ю.А., Аскерова А.Н., Швыдко В.С., Кармазановский Г.Г., Покровский А.В. Использование техники *ex vivo* у пациента с артериовенозной мальформацией почек при осложнении эндоваскулярного лечения. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2017; 23 (2): 118–125.
32. Hermans B., Uvin P., Vanhoucke J.-L., Goeman L., Verhamme L., Boel K., Van Der Eecken H., Ryckaert T., Marrannes J., Joniau S., Marchand W. Incidentally detected renal arteriovenous malformation: a case report and review of literature. *Eur. Med. J. Urol.* 2017; 5 (1): 71–75.



## References

1. Abdel-Gawad E.A., Housseini A.M., Cherry K.J., Bonatti H., Maged I.M., Norton P.T., Hagspiel K.D. CT angiography of renal arteriovenous fistulae: a report of two cases. *Vasc. Endovascular Surg.* 2009, 43: 416–420. DOI: 10.1177/1538574409340588.
2. Glybochko P.V., Aliyev Yu.G., Kondrashin S.A., Grigoryev N.A., Akopyan G.N., Shpot' Ye.V., Martirosyan G.A., Sorokin N.I. Endovascular diagnosis and management methods of congenital renal arteriovenous fistulas. *Meditsinskiy Bulletin Bashkortostana.* 2011; 6 (2): 224–227. (In Russian)
3. Chimpiri A.R., Natarajan B. Renal Vascular Lesions: Diagnosis and Endovascular Management. *Semin. Intervent. Radiol.* 2009; 26 (3): 253–261. DOI: 10.1055/s-0029-1225665.
4. Vukicevic A.M., Velicki L.U., Jovicic G.R., Jovicic N., Stojadinovic M.M., Filipovic N.D. Finite element analysis of uncommonly large renal arteriovenous malformation – Adjacent renal cyst complex. *Computers in Biology and Medicine.* 2015; 59: 35–41. DOI: 10.1016/j.compbiomed.2015.01.016.
5. Varela M.E. Aneurisma arteriovenoso de los vasos renales y asistolia consecutiva. *Rev. Med. Latino. Am.* 1928; 14: 32–44.
6. McAlhany J.C. Jr., Black H.C. Jr., Hanback L.D. Jr., Yarbrough D.R. 3rd. Renal arteriovenous fistula as a cause of hypertension. *Am. J. Surg.* 1971; 122: 117–120.
7. Maruno M., Kiyosue H., Tanoue S., Hongo N., Matsumoto S., Mori H., Sagara Y., Kashiwagi J. Renal Arteriovenous Shunts: Clinical Features, Imaging Appearance, and Transcatheter Embolization Based on Angioarchitecture. *Radiographics.* 2016; 36 (2): 580–595. DOI: 10.1148/rg.2016150124.
8. Cho K.J., Stanley J.C. Non-neoplastic Congenital and Acquired Renal Arteriovenous Malformations and Fistulas. *Radiology.* 1978; 129: 333–343. DOI: 10.1148/129.2.333.
9. Tabei T., Tajirika H., Yoshigi J., Kobayashi K. Extensive Renal Arteriovenous Malformations Treated by Transcatheter Arterial Embolization. *Case Rep. Urol.* Vol. 2017, Article ID 2376034, 4 p. DOI: 10.1155/2017/2376034.
10. Benamran D., de Clippele B., Hammer F., Tombal B. Intraparenchymal Renal Artery Pseudoaneurysm and Arteriovenous Fistula on a Solitary Kidney Occurring 38 Years after Blunt Trauma. *Case Rep. Urol.* Vol. 2017, Article ID 3017501, 4 p. DOI: 10.1155/2017/3017501.
11. Wajid H., Herts B.R. Renal Arteriovenous Malformation. *J. Urol.* 2014; 191 (4): 1128–1129. DOI: 10.1016/j.juro.2014.01.003.
12. Chen Y., Liu F., Xing J., Liu R. Treatment of hematuria caused by renal arteriovenous malformation in pregnant patients. *Int. J. Clin. Exp. Med.* 2015; 8 (2): 3027–3029.
13. Takeuchi N., Nomura Y. Ruptured renal arteriovenous malformation successfully treated by catheter embolization: a case report. *BMC Res. Notes.* 2014; 7: 19. DOI: 10.1186/1756-0500-7-19.
14. Wakefield M.R., Riley J.M., Johans C.E. Renal Arteriovenous Malformation Treatment & Management. <http://emedicine.medscape.com/article/462885-treatment#a1128>. Updated: Feb 27, 2016. (дата обращения 15.03.2018 г.)
15. Glybochko P.V., Alyaev Yu.G., Kondrashin S.A., Grigoriev N.A., Shpot E.V., Chinenov D.V., Sorokin N.I., Martirosyan G.A. Modern aspects of emergency occlusion of the congenital and iatrogenic renal arteriovenous fistulas. *Meditsinskiy Bulletin Bashkortostana.* 2013; 8 (2): 276–284. (In Russian)
16. Kawashima A., Sandler C.M., Ernst R.D., Tamm E.P., Goldman S.M., Fishman E.K. CT Evaluation of Renovascular Disease. *Radiographics.* 2000; 20 (5): 1321–1340. DOI: 10.1148/radiographics.20.5.g00se141321.
17. Cimsit N.C., Baltacioglu F., Cengic I., Akpınar I.N., Ilker Y., Turkeri L. Transarterial glue embolization in iatrogenic renovascular Injuries. *Int. Urol. Nephrol.* 2008; 40 (4): 875–879. DOI: 10.1007/s11255-008-9380-5.
18. Cura M., Elmerhi F., Suri R., Bugnone A., Dalsaso T. Vascular malformations and arteriovenous fistulas of the kidney. *Acta Radiol.* 2010; 51 (2): 144–139. DOI: 10.3109/02841850903463646.
19. Cho S.K., Do Y.S., Shin S.W., Kim D.I., Kim Y.W., Park K.B., Kim E.J., Ahn H.J., Choo S.W., Choo I.W. Arteriovenous malformations of the body and extremities: analysis of therapeutic outcomes and approaches according to a modified angiographic classification. *J. Endovasc. Ther.* 2006; 13 (4): 527–538. DOI: 10.1583/05-1769.1.
20. Morimoto A., Nakatani A., Matsui K., Hashimoto T., Maeda M., Uchida H., Dohi K. A Unique case of renovascular hypertension caused by combined renal artery disease. *Hypertens. Res.* 1995; 18 (3): 255–257.
21. Hatzidakis A., Rossi M., Mamoulakis C., Kehagias E., Orgera G., Krokidis M., Karantanis A. Management of renal arteriovenous malformations: A pictorial review. *Insights Imaging.* 2014; 5 (4): 523–530.
22. Ulusoy S., Ozkan G., Dinç H., Kaynar K., Oztürk M.H., Gül S., Kaplan S.T. Improvement of renal functions after embolization of renal AVF in a patient who had been on dialysis for 5 years. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2011; 34, Suppl. 2: S106-8. DOI: 10.1007/s00270-010-9970-3.
23. Thayaparan A., Amer T., Mahdi E., Aboumarzouk O., Hughes O. Complete Renal Artery Embolization in a Comorbid Patient with an Arteriovenous Malformation. *Case Rep. Urol.* 2014, Article ID 856059, 3 p. DOI: 10.1155/2014/856059.
24. Hatzidakis A., Rossi M., Mamoulakis C., Kehagias E., Orgera G., Krokidis M., Karantanis A. Management of renal arteriovenous malformations: A pictorial review. *Insights Imaging.* 2014; 5: 523–530. DOI: 10.1007/s13244-014-0342-4.
25. Liu S.-Z., Ho T.-L., Hsu S.-M., Zhan H.-L., Chou C.-P. Diagnosis of Renal Arteriovenous Malformation using 64-row Multiple Detector Computed Tomography and Computed Tomography Angiography. *Chin. J. Radiol.* 2010; 35: 221–225.
26. Kenny D., Petrucci N., Egizi T., Camp R. Cirroid renal arteriovenous malformation. *Appl. Radiol.* 2016; 45 (6): 35–37.
27. Mello Júnior C.F., Araujo Neto S.A., Carvalho Junior A.M., Rebouças R.B., Negromonte G.R.P., Oliveira C.D. Multi-detector computed tomography angiography of the renal arteries: normal anatomy and variations. *Radiol. Bras.* 2016; 49 (3): 190–195. DOI: 10.1590/0100-3984.2014.0048.
28. Yu-Cheng Hong, Chen-Te, Chou Kwa-Whei Lee. Magnetic Resonance Imaging of Renal Arteriovenous Malformation: a case report. *Chin J. Radiol.* 2007; 32: 51–55.
29. Jin W.T., Zhang G.F., Liu H.C., Zhang H., Li B., Zhu X.Q. Non-contrast-enhanced MR angiography for detecting



- arteriovenous fistula dysfunction in haemodialysis patients. *Clin. Radiol.* 2015; 70 (8): 852–857. DOI: 10.1016/j.crad.2015.04.005.
30. Varyanit N., Mathew C., Mammen K.J., Calton R. Massive Hematuria Due to Congenital Renal Arteriovenous Malformation Successfully Treated by Renal Artery Embolization. *J. Assoc. Physicians India.* 2018; 66: 78–80. PMID: 30341878.
31. Zotikov A.E., Adyrkhaev Z.A., Teplov A.A., Gritskevich A.A., Ivandaev A.S., Tsygankov V.N., Timina I.E., Stepanova Yu.A., Askerova A.N., Shvydtko V.S., Karmazanovsky G.G., Pokrovsky A.V. Use of an ex vivo technique in a patient with renal arteriovenous malformation in complication endovascular treatment. *Angiologiya i Sosudistaya Khirurgiya.* 2017; 23 (2): 118–125. (In Russian)
32. Hermans B., Uvin P., Vanhoucke J.-L., Goeman L., Verhamme L., Boel K., Van Der Eecken H., Ryckaert T., Marrannes J., Joniau S., Marchand W. Incidentally detected renal arteriovenous malformation: a case report and review of literature. *Eur. Med. J. Urol.* 2017; 5 (1): 71–75.

**Для корреспонденции\***: Аскерова Айнур Нураддиновна – 119997 Москва, ул. Большая Серпуховская, 27. НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневого. Тел.: 8-963-632-36-16. E-mail: aynur\_92@mail.ru

**Аскерова Айнур Нураддиновна** – аспирант отдела лучевой диагностики ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневого” Минздрава России, Москва.

**Степанова Юлия Александровна** – доктор мед. наук, старший научный сотрудник отдела лучевой диагностики ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневого” Минздрава России; профессор кафедры лучевой диагностики ИПО ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России, Москва.

**Зотиков Андрей Евгеньевич** – доктор мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневого” Минздрава России, Москва.

**Ивандаев Александр Сергеевич** – аспирант отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневого” Минздрава России, Москва.

**Кармазановский Григорий Григорьевич** – член-корр. РАН, доктор мед. наук, профессор, руководитель отдела лучевых методов диагностики ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневого” Минздрава России; профессор кафедры лучевой диагностики ИПО ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России, Москва.

**Contact\***: Aynur N. Askerova – 119997 Moscow, Bolshaya Serpukhovskaya str., 27. A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery. Phone: +7-963-632-36-16. E-mail: aynur\_92@mail.ru

**Aynur N. Askerova** – resident of Radiology Department of A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow.

**Yulia A. Stepanova** – doct. of med. sci., the senior researcher of radiology department of A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery; Professor of radiology department of IPE of I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow.

**Andrey E. Zotikov** – doct. of med. sci., Professor, leading researcher of Cardio-Vascular surgery Department of A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow.

**Alexander S. Ivandaev** – resident of Cardio-Vascular surgery Department of A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow.

**Grigory G. Karmazanovsky** – Corresponding Member of RAS, doct. of med. sci., Professor, head of radiology department of A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery; Professor of radiology department of IPE of I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow.

Поступила в редакцию 03.12.2018.  
Принята к печати 24.12.2018.

Received on 03.12.2018.  
Accepted for publication on 24.12.2018.