

© Н. И. Фетисов, С. С. Маскин, 2017
УДК 616.131/.141-007-07-089

Н. И. Фетисов, С. С. Маскин

АРТЕРИОВЕНОЗНЫЕ АНОМАЛИИ ЛЁГОЧНЫХ СОСУДОВ: ПАТОМОРФОЛОГИЯ, ДИАГНОСТИКА, ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ

ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России
(ректор — академик РАН В. И. Петров)

Ключевые слова: лёгочная артериовенозная мальформация, хирургическое лечение, эндоваскулярная эмболизация

N. I. Fetisov, S. S. Maskin

Arteriovenous anomalies of lung vessels: pathomorphology, diagnostics, surgical treatment

Volgograd State Medical University

Key words: *pulmonary arteriovenous malformation, surgical treatment, endovascular embolization*

Артериовенозные аномалии лёгочных сосудов обозначают различными терминами: «лёгочные артериовенозные фистулы», «артериовенозные аневризмы лёгких», «гемангиомы лёгких», «кавернозные ангиомы лёгких», «лёгочные телеангиэктазии». В настоящее время общепринятым термином принято считать «лёгочные артериовенозные мальформации» (ЛАВМ), *pulmonary arteriovenous malformations* (PAVM) [2, 4, 10, 13, 31]. ЛАВМ проявляются сообщением между лёгочными артериями и лёгочными венами, в большинстве случаев имеют врожденный генез [4, 9, 10, 21, 38]. Первое описание артериовенозной мальформации головы сделал Guido Guidi (1500–1559), личный хирург императора Франциска I; в 1897 г. T. Churton описал множественные аневризмы лёгочной артерии, обнаруженные при морфологическом исследовании [9]. Наиболее часто (в 80 % случаев) встречаются первичные ЛАВМ. 47–80 % ЛАВМ — это проявление болезни Рандо — Ослера — Вебера (НТАЭ) [10, 15, 20, 32, 33, 35].

Патоморфология. Примерно 63–70 % лёгочных артериовенозных фистул обнаруживают в нижних долях лёгких. В одном из недавно опубликованных обзоров [35] отмечено, что в 75 % описанных в иностранной литературе случаев было выявлено одностороннее поражение, у 36 % больных имелись множественные мальформации сосудов, из них у половины было двустороннее поражение. В 81 % случаев артериовенозные фистулы протекали с вовлечением плевры, в 19 % — находились полностью субплеврально [1, 4, 9, 12, 37].

Размер артериовенозных аномалий колебался от 1 до 5 см в диаметре, но в ряде случаев достигал 10 см. Описаны артериовенозные аномалии, проявляющиеся в виде голови медузы. Микроскопические артериовенозные аномалии

называют телеангиэктазиями. Соустья между артериями и венами могут формироваться на уровне сегментарных, субсегментарных лёгочных сосудов, артериол и прекапилляров [2, 4, 8, 9, 11, 28, 33, 37, 41].

Сообщение сосудов среднего и крупного калибра классифицируется как артериовенозный свищ, аномалии более мелких сосудов, образующих мешотчатые расширения, принято относить к артериовенозным аневризмам.

От 7 до 10 % больных имеют диффузные микроскопические аномалии в комбинации с большими, видимыми рентгенологически ЛАВМ. R. Yazdi и соавт. [49] описали случай заболевания, когда были обнаружены несколько сотен плексиформных образований диаметром от 1 до 10 мм, распространённых диффузно по всему легкому.

Лёгочные артериовенозные аномалии в 95 % случаев исходят из ветвей лёгочной артерии и значительно реже — из системных артерий. Описаны случаи, когда ЛАВМ формировались из лёгочного и системного кровоснабжения. Дренажное артериовенозное свища происходит обычно в левое предсердие, однако может наблюдаться аномальное дренажное в нижнюю полую или безымянную вену [1, 3, 7, 19, 30, 33].

Лёгочные артериовенозные мальформации, с точки зрения патологической анатомии, имеют следующие отличительные характеристики: 1) сосудистые каналы тонкостенные (типа папиросной бумаги) и выстланы тонким слоем эндотелия; 2) строма, состоящая из соединительной ткани, не связана с окружающей лёгочной тканью; 3) стенка артериовенозного образования уплотнена фиброзной тканью и эластическими волокнами. По форме артериовенозные аневризмы лёгких могут быть округлыми, овальными, грушевидными или гроздьевидными, состоящими из нескольких

полостей различного размера (от 1 до 10 см). Лёгочные артериовенозные мальформации классифицируют как простые, когда одна питающая сегментарная артерия соединяется с одной дренирующей веной (80–90%); комплексные, когда имеются две или несколько питающих артерий или дренирующих вен. Небольшие телеангиэктазии — комплексный тип [1–4, 6, 10, 12, 27].

Выделяют три типичных варианта ЛАВМ: 1) большой единый сосудистый мешок; 2) плексиформные массы с дилатированными каналами; 3) дилатированные и часто извитые непосредственные коммуникации между артерией и веной. Редко могут наблюдаться тромбоз и кальцификация артериовенозной аномалии [3, 4, 6, 12, 24, 28, 35, 37].

Инструментальные исследования. *Исследование функции внешнего дыхания.* Результаты лёгочных функциональных тестов у пациентов с ЛАВМ обычно не изменены. Минутная вентиляция лёгких в покое, по данным спирометрии, умеренно увеличена. У большинства больных определяется гипоксемия ($p_aO_2 < 80$ мм рт. ст. или $S_aO_2 < 97...98\%$) [1, 6].

Определение шунта: традиционно для расчёта фракции шунта (Q_s/Q_t) используют содержание кислорода в артериальной (C_aO_2), смешанной венозной (C_vO_2) и лёгочной капиллярной крови (C_cO_2). Уравнение шунта:

$$Q_s/Q_t = C_cO_2 - C_aO_2 / (C_cO_2 - C_vO_2)$$

C_cO_2 непосредственно измерить невозможно, рекомендуют дышать чистым кислородом в течение 30 мин, чтобы полностью насытить им гемоглобин крови лёгочных капилляров ($C_cO_2 = 100\%$) [10].

Рентгенография органов грудной полости. Классическим проявлением ЛАВМ является однородное образование овальной формы диаметром 1–5 см, обычно в нижних долях лёгких. У пациентов с множественными аномалиями определяются, как правило, от 2 до 8 образований и более. Подобное поражение может локализоваться по протяженности от сегмента до всего лёгкого и даже обоих лёгких. Характерным признаком является связь дополнительной тени с корнем лёгкого. У пациентов с микрососудистыми телеангиэктазиями рентгенограмма лёгких обычно не изменена или определяется обогащение лёгочного рисунка за счёт сосудистого компонента [1, 2, 8, 9, 10, 32, 37].

Радиография органов грудной полости. Классическими аномалиями, выявляемыми у больных с ЛАВМ, являются овальные или округлые области повышенного накопления радиофармпрепарата (РФП), иногда они локализируются в одной доле лёгкого, чаще нижней. При радиографическом исследовании груди можно выявить изменения, не выявляемые при рентгенографическом исследовании, например питающий телеангиэктазию сосуд, артерии, радиально расположенные по отношению к области накопления РФП, а также вены, впадающие в левое предсердие [4, 7, 9, 12, 23, 33].

Перфузионная сцинтиграфия лёгких (ПСЛ) позволяет определить наличие «право-левого» шунта с возможностью его количественной оценки. Принцип методики ПСЛ основан на временной эмболизации капиллярного русла частицами РФП. Диаметр прекапиллярных артериол 20–25 мкм, лёгочных капилляров 8 мкм, размер частиц РФП макроагрегата альбумина сыворотки крови (МАО), меченных ^{99}Tc , — 10–50 мкм. Эмболизация незначительного объёма лёгочных капилляров не влияет на функцию лёгких и жизнедеятельность организма.

Расчёт фракции шунта производится по формуле:

$$\text{Shunt} = 10 \text{ МАО}_K / (10 \text{ МАО}_K + \text{МАО}_L) (\%)$$

где МАО_K — активность макроагрегата альбумина в почке, МАО_L — активность макроагрегата альбумина в лёгких, 10 — коэффициент (кровоток в почке составляет 10% сердечного выброса).

Патологическим считается шунт более 5%, однако клиническая картина, как правило, развивается при шунте более 20%. Радиологические признаки шунтирования — накопление РФП в органах и тканях организма за пределами лёгких, в норме концентрация РФП вне лёгких практически не определяется. ПСЛ не специфична для внутрилёгочного шунтирования крови, подобные изменения характерны для «право-левого» шунта. Специфичность метода позволяет выявить целый спектр изменений у 98% больных [7, 10, 39].

Компьютерная томография органов грудной полости (КТ ОГП) имеет решающее значение в диагностике ЛАВМ. Мультиспиральная КТ ОГП позволяет выполнить КТ-ангиографию с очень высоким пространственным разрешением. Наличие шунта приводит к ускорению лёгочного кровотока. В этом случае для получения качественного изображения полуавтоматическое отслеживание болуса контрастирующего вещества в интересующей области, в правом желудочке, является очень надёжным методом [1–4, 9, 10, 37].

Согласно анатомической классификации I.N.Anabtawi и соавт., 1965 г. [13], ЛАВМ с «право-левым» шунтом подразделяются следующим образом:

- тип (диффузный) — множественные мелкие ЛАВМ без формирования аневризм — специфические изменения ЛАВМ при КТ ОГП и КТ-ангиопульмографии (КТ АПГ) отсутствуют, что не даёт возможности идентификации [34]; отмечается усиление сосудистого рисунка по периферии, нарушение фазности кровотока, о I типе ЛАВМ можно с уверенностью говорить лишь после исключения «право-левого» шунта другой локализации [4];
- II тип (дискретный) — большие периферические артериовенозные аневризмы — определяются питающие артерии и пути оттока; при II типе определяется одна артерия из системы лёгочной артерии, питающая неразделённый аневризматический сегмент (простой тип), либо несколько питающих артерий, питающих разделённые аневризматические сегменты (сложный тип) [4]; отходящие вены дренируются, как правило, в систему лёгочных вен; в ряде случаев часть сосудов, питающих ЛАВМ, могут иметь системное артериальное происхождение [10], что является важной анатомической особенностью, влияющей на дальнейшую тактику [4, 6, 10];
- III тип (центральный) характеризуется прямым сообщением между лёгочной артерией и левым предсердием, традиционно рассматривается как врожденный порок сердца (ВПС); локализацию очага при этом удаётся выявить в 90% случаев [4, 10, 37].

Эхокардиография с контрастированием (КЭхоКГ) — метод, позволяющий точно верифицировать диагноз. В основе методики лежит способность микрочастиц (пузырьки газа) давать эхоусиливающий эффект путём рассеивания энергии ультразвука в разных направлениях [19]. После внутривенного введения эхоконтрастирующего препарата (ЭКП — «вспененный физиологический раствор», глюкоза) отмечается появление «облачка пузырьков» в правом предсер-

дии, далее, при наличии шунта, с задержкой на 3–8 сердечных циклов (2–5 с) воздушные пузырьки визуализируются в левом предсердии после появления в правом предсердии [10]. Несмотря на высокую специфичность, КЭхоКГ не получила широкого распространения вследствие сложности методики, подразумевающей приготовление «вспененного физиологического раствора» и его быстрого внутривенного введения, а также неустойчивости микропузырьков газа. Преимущество метода — возможность дифференцировать лёгочный шунт от других аномалий с «право-левым» сбросом крови, возможность применения метода как скрининга ЛАВМ. К недостаткам метода относится невозможность рассчитать фракцию шунта. КЭхоКГ, в том числе чреспищеводная ЭхоКГ, имеет чувствительность почти 100 % для выявления значимых лёгочных артериовенозных шунтов [6, 10, 11, 19, 22, 25, 28, 30].

Магниторезонансная томография. Метод исследования является высокоинформативным в диагностике ЛАВМ, однако имеет ограниченные возможности для выявления небольших лёгочных сосудистых мальформаций. Быстропротекающая кровь представлена на МРТ-изображении зоной отсутствия МРТ-сигнала при сканировании или минимального МРТ-сигнала. Лучшие результаты для выявления ЛАВМ дает фазово-контрастная МРТ. Проведение МРТ с контрастированием сосудов позволяет со значительной большей вероятностью выявить лёгочные мальформации и вынести суждение об ангиоархитектонике и анатомии ЛАВМ. Недостаточный объём исследований в настоящее время не позволяет говорить о рутинном применении МРТ для диагностики ЛАВМ, поскольку для оценки эффективности данного метода необходим больший материал [1, 2, 8, 10, 29].

Селективная ангиопульмонография (САПГ): несмотря на наличие неинвазивных методов диагностики ЛАВМ, ангиография лёгких является стандартом для обследования данных больных, и её проведение заложено в критерии диагноза, рекомендуется проводить ангиографическое исследование всех долей лёгких на предмет обнаружения «незапланированной» ЛАВМ [2, 6, 10, 16]. Ангиографические критерии АВМЛ складываются из ряда специфических признаков: расширение лёгочной артерии и её ветвей, идущих к месту артериовенозных соустьев, картина депонирования контрастирующего вещества в области поражения, лёгочная вена на стороне поражения быстрее заполняется контрастирующим веществом, чем на противоположной стороне, при этом она может быть расширена, извита, аневризматически изменена. Одновременно контрастируются лёгочная артерия, место артериовенозного соустья, лёгочная вена, левое предсердие с резко обедненным артериальным руслом здоровых отделов лёгких [1, 2, 6, 10, 16, 22]. АПГ считается «золотым» стандартом в диагностике ЛАВМ и, как правило, необходима до выполнения резекции или рентгенэндоваскулярной окклюзии (РЭО). АПГ имеет чувствительность 100 % для выявления лёгочных артериовенозных шунтов. При РЭО выполняется также селективная ангиография сегментарных артерий (САПГ), дающая подробное представление об анатомии мальформации [6, 10, 22, 33, 35].

Алгоритм диагностики артериовенозных аномалий лёгких. ЛАВМ должна быть заподозрена при следующих признаках: 1) выявление одного или нескольких узлов при рентгенологическом исследовании; 2) наличие слизистокожных телеангиэктазий; 3) необъяснимые причины

возникновения одышки, кровохарканья, гипоксемии, полицитемии, утолщения дистальных фаланг пальцев, цианоза, эмболии мозговых сосудов, абсцесса головного мозга [1, 8, 10, 11, 15, 16, 21].

Несмотря на большой арсенал лучевых методов, ни один из них не может быть использован самостоятельно в диагностике ЛАВМ, что приводит к частому отрицанию предполагаемого диагноза. Для верификации патологического состояния J. R. Gossage и G. Kan [26] предложили алгоритм обследования пациентов с подозрением на ЛАВМ. Однако данный алгоритм имеет ряд технических сложностей. С одной стороны, инвазивное определение фракции шунта — трудоемкий метод, а получаемый результат сильно зависит от точности выполнения методики. С другой стороны, метод КЭхоКГ редко применяется в нашей стране.

В последнее десятилетие в России широкое распространение получили методы ПСЛ, КТ и КТ АПГ, что послужило причиной модернизации алгоритма [10]. В предложенном автором алгоритме всем пациентам с подозрением на ЛАВМ после рентгенографии органов грудной полости производится перфузионная сцинтиграфия лёгких (*схема*).

При оценке шунта более 5 % выполняется КТ ОГК и КТ АПГ, позволяющая диагностировать дискретные ЛАВМ, исключить ВПС с «право-левым» шунтом внесердечной локализации. Диагноз «диффузный тип ЛАВМ» ставят методом исключения. САПГ не вошла в предложенный алгоритм, так как изображения, получаемые неинвазивно при КТ и КТ АПГ, сопоставимы, а также часто превосходят САПГ по своей информативности. Однако при выполнении РЭО, при планировании резекции поражённой доли или в сомнительных случаях показано выполнение традиционной САПГ.

Лечение. Важно отметить, что лёгочные сосудистые аномалии прогрессируют с возрастом, и при естественном течении порока прогноз заболевания обычно неблагоприятный, особенно в сочетании с НТАЭ [4, 10, 15, 20, 32, 33]. Не вызывает сомнения тот факт, что больных с ЛАВМ необходимо оперировать. В настоящее время хирургическое вмешательство у больных с ЛАВМ включает в себя открытые операции путем торакотомии, открытые операции с применением мини-доступа и видеоассистированной торакоскопии (ВАТС), торакоскопические резекции лёгкого полностью через порты (ТРЛ), рентгенэндоваскулярные эмболизации (РЭЭ), комбинированные и гибридные операции и, наконец, трансплантацию лёгких (ТЛ) [2, 10, 14, 16, 22, 27, 34, 43, 45, 46].

С распространением метода рентгенэндоваскулярной эмболизации (интервенционной чрескожной катетерной эмболотерапии) зачастую он становится методом выбора хирургического лечения пациентов с ЛАВМ, при первичной РЭЭ возникает необходимость постановки от 1 до 7 спиралей и от 2 до 10 обтураторов. [2, 10, 20, 43, 44, 47]. Однако РЭЭ не является радикальным пособием, частота рецидивов распределяется следующим образом: на 3, 6, 12 и 24 мес реканализация соответственно в 8, 27, 36 и 49 % случаев [14, 17, 34, 40, 47, 48]. М. Shimohira и соавт. [47] при повторных РЭЭ по поводу реканализации шунта рекомендуют использовать триаксиальную систему для повторной эмболизации, с большей эффективностью, чем повторное применение окклюдеров типа Cera Vascular Plug System и Flipper.

Оценка эффективности ликвидации право-левого сосудистого шунта, в зависимости от того или иного способа хирургической коррекции, с точки зрения принципов

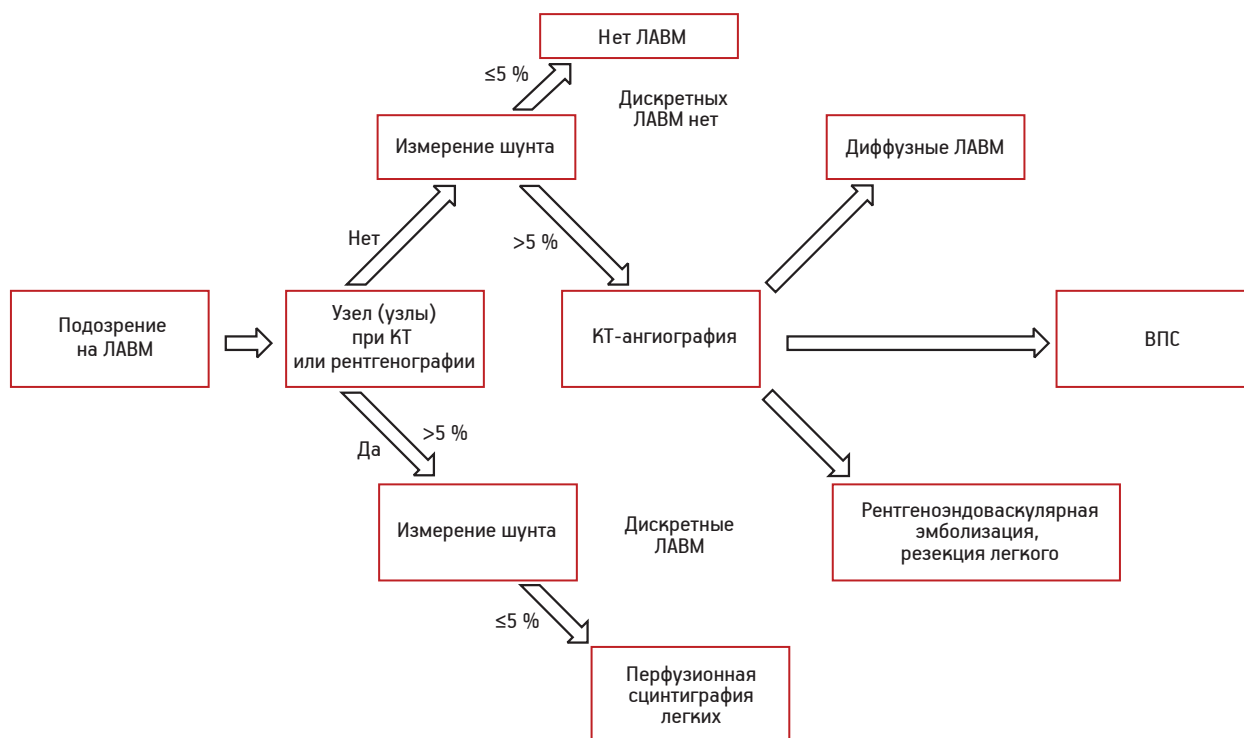


Схема. Алгоритм диагностики ЛАВМ

доказательной медицины, затруднительна вследствие недостаточного количества клинических наблюдений РЭЭ (таблица).

Сложности хирургического лечения ЛАВМ проведением РЭЭ заключаются в частом рецидивировании право-левого шунта, особенно при диаметре приводящей артерии 1–1,2 см и активности шунта более 20 %.

Рентгеноэндоваскулярная эмболизация ЛАВМ является мини-инвазивным и эффективным вмешательством, которое при необходимости легко повторить в различные сроки, однако этот метод не является общедоступным [1, 6, 10, 12, 22, 42, 48].

Открытая операция показана при больших центрально расположенных очагах с короткими приводящими артериями, при субплеврально расположенных ЛАВМ, которые могут разорваться, а также при продолжающемся массивном лёгочном кровотечении. Кроме того, операцию производят при противопоказаниях к рентгеноэндоваскулярным вмешательствам или при их низкой эффективности. После открытой операции вероятность рецидива заболевания низка. Большая часть авторов, занимающихся проблемой лечения ЛАВМ, рекомендуют комбинированный подход, первичную РЭЭ с последующим динамическим наблюдением за пациентом, а при возникновении рецидива и непосредственной близости ЛАВМ к плащу лёгкого показана резекционная операция лобэктомии в виде VATC, ТРЛ, либо открытой торакотомии [2, 5, 6, 10, 22, 26, 45, 46].

После лечения все пациенты, особенно после РЭЭ ЛАВМ, подлежат динамическому наблюдению в течение ближайших нескольких лет. Своевременная диагностика рецидива ЛАВМ даёт возможность с успехом повторить РЭЭ либо использовать комбинированную методику [10, 22, 36, 42, 48].

Число пациентов с ЛАВМ и выполненных РЭЭ

Автор	Год	Число пациентов	Число РЭЭ
Паршин В. Д. и соавт. [6]	2013	47	52
Кемеж Ю. В. и соавт. [4]	2013	4	7
Angriman F. и соавт. [15]	2014	22	29
Kucukay F. и соавт. [34]	2014	18	21
Makimoto S. и соавт. [40]	2014	12	16
Rabellino M. и соавт. [44]	2014	5	7
Vorselaars V. M. M. и соавт.	2014	29	33
Kim H. J. и соавт. [32]	2015	63	67
Всего	–	200	232

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCE]

- Бирюков Ю. В., Хуан Юаньфэн, Помелова Л. А. Современная диагностика и лечение артериовенозных мальформаций лёгких // Академический журнал Западной Сибири 2013. Т. 9, № 3. С. 29–30 [Biryukov Yu. V., Khuan Yuan'fen, Pomelova L. A. Sovremennaya diagnostika i lechenie arteriovenoznykh mal'formatsii legkikh // Akademicheskii zhurnal Zapadnoi Sibiri 2013. Vol. 9, № 3. P. 29–30].
- Бобров Е. И. Артериовенозные фистулы лёгких: диагностика и эндоваскулярное лечение // Региональное кровообращение и микроциркуляция. 2003. Т. 2. С. 11–16 [Bobrov E. I. Arteriovenoznye fistuly legkikh: diagnostika i endovaskulyarnoe lechenie // Regional'noe krovoobrashchenie i mikrotsirkulyatsiya. 2003. Vol. 2. P. 11–16].

3. Казакова С.С., Дягилева Е.В. МсКТ в диагностике артериовенозных аневризм лёгких // Мат. межрегиональной научной конференции с международным участием рязанского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова / Под ред. В.А. Кирюшина. СПб., 2014. С. 74–76 [Kazakova S.S., Dyagileva E.V. MsKT v diagnostike arteriovenoznykh anevrizm legkikh // Mat. mezhregional'noi nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem ryazanskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta im. akad. I.P. Pavlova / Pod red. V.A. Kiryushina. SPb. 2014. P. 74–76].
4. Кемеж Ю.В. Мультиспиральная компьютерная томография в диагностике артериовенозных мальформаций в лёгких // Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2013. Т. 3, № 11. С. 27–32 [Kemezh Yu.V. Mul'tispiral'naya komp'yuternaya tomografiya v diagnostike arteriovenoznykh mal'formatsii v legkikh // Rossiiskii elektronnyi zhurnal luchevoi diagnostiki. 2013. Vol. 3, № 11. P. 27–32].
5. Кононец П.В., Бирюков Ю.В., Хуан Юаньфэн и др. Видеоторакоскопическая лобэктомия по поводу гигантской лёгочной артериовенозной аневризмы // Хирургия. 2014. № 11. С. 60–62 [Kononets P.V., Biryukov Yu.V., Khuan Yuan'fen et al. Videotorakoskopicheskaya lobektomiya po povodu gigantskoi legochnoi arteriovenoznoi anevrizmy // Khirurgiya. 2014. № 11. P. 60–62].
6. Паршин В.Д., Бирюков Ю.В., Путьцкий М.В. и др. Хирургическое и эндоваскулярное лечение лёгочных артериовенозных мальформаций // Хирургия. 2013. № 10. С. 4–11 [Parshin V.D., Biryukov Yu.V., Putetskii M.V. et al. Khirurgicheskoe i endovaskulyarnoe lechenie legochnykh arteriovenoznykh mal'formatsii // Khirurgiya. 2013. № 10. P. 4–11].
7. Рубин М.П., Кулешова О.Д., Чечурин Р.Е. Радионуклидная перфузионная сцинтиграфия лёгких: методика исследования и интерпретация результатов // Радиология — практика. 2002. Т. 4. С. 16–21 [Rubin M.P., Kuleshova O.D., Chechurin R.E. Radionuklidnaya perfuzionnaya stsintigrafiya legkikh: metodika issledovaniya i interpretatsiya rezul'tatov // Radiologiya — praktika. 2002. Vol. 4. P. 16–21].
8. Тюрин И.Е. Дифференциальная диагностика одиночных очагов в лёгких // Поликлиника. 2014. Т.3, № 1. С. 28–32 [Tyurin I.E. Differentsial'naya diagnostika odinochnykh ochagov v legkikh // Poliklinika. 2014. Vol. 3, № 1. P. 28–32].
9. Филинов И.В., Петров Е.И., Цыгина Е.Н. и др. Лучевая диагностика артериовенозной мальформации лёгких у детей // Russian electronic journal of radiology. 2013. Т. 3, № 3. С. 32–40 [Filinov I.V., Petrov E.I., Tsygina E.N. et al. Luchevaya diagnostika arteriovenoznoi mal'formatsii legkikh u detei // Russian electronic journal of radiology. 2013. Vol. 3, № 3. P. 32–40].
10. Хуан Юаньфэй. Клиника, диагностика, хирургическое лечение артериовенозных мальформаций лёгких: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2015. 24 с. [Khuan Yuan'fei. Klinika, diagnostika, khirurgicheskoe lechenie arteriovenoznykh mal'formatsii legkikh: Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata meditsinskikh nauk. Moscow, 2015. 24 p.].
11. Цап Н.А., Виноградова И.А., Некрасова Е.Г. Редкий порок развития лёгких у детей — артериовенозная мальформация нижней доли правого лёгкого // Детская больница. 2011. № 1. С. 56–59 [Tsap N.A., Vinogradova I.A., Nekrasova E.G. Redkii porok razvitiya legkikh u detei — arteriovenoznaya mal'formatsiya nizhnei doli pravogo legkogo // Detskaya bol'nitsa. 2011. № 1. P. 56–59].
12. Цой Е.Г., Игишева Л.Н., Карташян Э.С. Артериовенозная мальформация нижней доли левого лёгкого у пациента раннего возраста // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2013. № 4. С. 50–55 [Tsoi E.G., Igisheva L.N., Kartashyan E.S. Arteriovenoznaya mal'formatsiya nizhnei doli levogo legkogo u patsienta rannego vozrasta // Kompleksnyye problemy serdechno-sosudistykh zaboлевaniy. 2013. № 4. P. 50–55].
13. Anabtawi I.N., Ellison R.G., Ellison L.T. Pulmonary arteriovenous aneurysms and fistulas: Anatomical variations, embryology and classification // Ann. Thorac. Surg. 1965. № 122. P. 277–285.
14. Ando K., Mochizuki A., Kurimoto N. et al. Coil embolization for pulmonary arteriovenous malformation as an organ-sparing therapy: outcome of long-term follow-up // Ann. Thorac. Cardiovasc. Surg. 2011. Vol. 17, № 2. P. 118–123.
15. Angriman F., Ferreyro B.L., Wainstein E.J., Serra M.M. Pulmonary arteriovenous malformations and embolic complications in patients with hereditary hemorrhagic telangiectasia // Arch. Bronconeumol. 2014. Vol. 50, № 7. P. 301–304.
16. Babaker M., Breault S., Beigelman C. et al. Endovascular treatment of pulmonary arteriovenous malformations in hereditary haemorrhagic telangiectasia // Swiss. Med. Wkly. 2015. Vol. 28, № 145. P. 14151.
17. Bélanger C., Chartrand-Lefebvre C., Soulez G. et al. Pulmonary arteriovenous malformation (PAVM) reperfusion after percutaneous embolization: Sensitivity and specificity of non-enhanced CT // Eur. J. Radiol. 2016. Vol. 85, № 1. P. 150–157.
18. Conrad M.B., Ishaque B.M., Surman A.M. et al. Intraprocedural safety and technical success of the MVP micro vascular plug for embolization of pulmonary arteriovenous malformations // J. Vasc. Interv. Radiol. 2015. Vol. 26, № 11. P. 1735–1739.
19. Duch P.M., Chandrasckaran K., Mulhern C.B. et al. Transesophageal echocardiographic diagnosis of pulmonary arteriovenous malformation: role of contrast and pulsed Doppler echocardiography // J. Chest. 1994. № 105. P. 1604–1605.
20. Faugnan M.E., Granton J.T., Young L.H. The pulmonary vascular complications of hereditary haemorrhagic telangiectasia // Eur. Respir. J. 2009. Vol. 33, № 5. P. 1186–1194.
21. Faughnan M.E., Palda V.A., Garcia-Tsao G. et al. International guidelines for the diagnosis and management of hereditary hemorrhagic telangiectasia // J. Med. Genet. 2011. Vol. 48, № 2. P. 73–87.
22. Fraga J.C., Favero E., Contelli F. et al. Surgical treatment of congenital pulmonary arteriovenous fistula in children // Pediatr. Surg. 2008. Vol. 43. P. 1365–1367.
23. Gamondès D., Si-Mohamed S., Cottin V. et al. Vein diameter on unenhanced multidetector CT: predicts reperfusion of pulmonary arteriovenous malformation after embolotherapy // Eur. J. Radiol. 2016. Vol. 85, № 1. P. 150–157.
24. Gill S.S., Roddie M.E., Shovlin C.L., Jackson J.E. Pulmonary arteriovenous malformations and their mimics // Clin. Radiol. 2015. Vol. 70, № 1. P. 96–110.
25. Gossage J.R. Role of contrast echocardiography in screening for pulmonary arteriovenous malformation in patients with hereditary hemorrhagic telangiectasia // Chest. 2010. Vol. 138, № 4. P. 769–771.
26. Gossage J.R., Kanj G. Pulmonary arteriovenous malformations: A state of the art review // Amer. J. Respir. Crit. Care. Med. 1998. Vol. 158, № 2. P. 643–661.
27. Hsu C.C., Kwan G.N., Thompson S.A. et al. Embolisation for pulmonary arteriovenous malformation // Cochrane Database Syst. Rev. 2015. Vol. 29, № 1. CD008017.
28. Kaleda V.I., Barbuhatti K.O., Porhanov V.A. Multiple pulmonary arteriovenous malformations // Asian Cardiovasc. Thorac. Ann. 2015. Vol. 31. pii: 0218492315579557.
29. Kawai T., Shimohira M., Kan H. et al. Feasibility of time-resolved MR angiography for detecting recanalization of pulmonaryarteriovenous malformations treated with embolization with platinum coils // J. Vasc. Interv. Radiol. 2014. Vol. 25, № 9. P. 1339–1347.

30. Kerut E.K. Intrapulmonary shunts and their clinical implications for the echocardiographer // *Echocardiography*. 2015. Vol. 32, № 3. P. 189.
31. Khurshid I., Downie G.H. Pulmonary arteriovenous malformation // *Postgrad Med. J.* 2002. № 78. P. 191–197.
32. Kim H.J., Lee J.S., Oh Y.M. et al. Clinical characteristics of pulmonary arteriovenous malformations in Koreans // *Respirology*. 2015. Vol. 20, № 1. P. 155–159.
33. Kraemer N., Krombach G.A. Images in clinical medicine: Pulmonary arteriovenous fistula // *Engl. J. Med.* 2009. Vol. 360. P. 1769.
34. Kucukay F., Özdemir M., Şenol E. et al. Large pulmonary arteriovenous malformations: long-term results of embolization with AMPLATZER vascular plugs // *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2014. Vol. 25, № 9. P. 1327–1332.
35. Lacombe P., Lacout A., Marcy P.Y. et al. Diagnosis and treatment of pulmonary arteriovenous malformations in hereditary hemorrhagic telangiectasia: An overview // *Diagn. Interv. Imaging*. 2013. Vol. 94, № 9. P. 835–848.
36. Lacout A., Marcy P.Y., El Hajjam M., Lacombe P. Metformin as possible therapy of pulmonary arteriovenous malformation in HHT patients // *Med. Hypotheses*. 2015. Vol. 85, № 3. P. 245–248.
37. Lange S., Walsh G. Лучевая диагностика заболеваний органов грудной клетки: Пер. с англ. / Под ред. акад. РАМН С.К. Тернового, проф. А.И. Шехтера. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 80 с.
38. Letteboer T.G., Benzinou M., Merrick C.B. et al. Genetic variation in the functional ENG allele inherited from the non-affected parent associates with presence of pulmonary arteriovenous malformation in hereditary hemorrhagic telangiectasia 1 (HHT1) and may influence expression of PTPN14 // *Front Genet.* 2015. Vol. 12, № 6. P. 67.
39. Mager J.J., Zanen P., Verzijlbergen F. et al. Quantification of right-to-left shunt with (99m)Tc-labelled albumin macroaggregates and 100% oxygen in patients with hereditary haemorrhagic telangiectasia // *Clin. Sci (Lond)*. 2002. № 102. P. 127–134.
40. Makimoto S., Hiraki T., Gobara H. et al. Association between reperfusion and shrinkage percentage of the aneurysmal sac after embolization of pulmonary arteriovenous malformation: evaluation based on contrast-enhanced thin-section CT images // *Jpn. J. Radiol.* 2014. Vol. 32, № 5. P. 266–273.
41. McMullan D.M., Riemer R.K. Embryology and anatomy of intrapulmonary shunts // *Echocardiography*. 2015. Vol. 32, № 3. P. 190–194.
42. Park J., Kim H.J., Kim J.M., Park Y.S. Successful Treatment of a Large Pulmonary Arteriovenous Malformation by Repeated Coil Embolization // *Tuberc. Respir. Dis. (Seoul)*. 2015. Vol. 78, № 4. P. 408–411.
43. Pereira-da-Silva T., Martins J.D., de Sousa L. et al. Percutaneous occlusion of vascular malformations in pediatric and adult patients: 20-Year Experience of a Single Center // *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2015. Vol. 31.
44. Rabellino M., Serra M., Peralta O. et al. Early experience with the AMPLATZER vascular plug IV for the occlusion of pulmonary arteriovenous malformations // *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2014. Vol. 25, № 9. P. 1333–1337.
45. Reichert M., Kerber S., Alkoudmani I., Bodner J. Management of a solitary pulmonary arteriovenous malformation by video-assisted thoracoscopic surgery and anatomic lingula resection: video and review // *Surg. Endosc.* 2015. Vol. 9.
46. Sano A., Tsuchiya T. Thoracoscopic surgery for multiple peripheral pulmonary arteriovenous fistulas // *Ann. Thorac. Surg.* 2015. Vol. 99, № 5. P. 1808–1809.
47. Shimohira M., Hashizume T., Kawai T. et al. Triaxial system in re-embolization for recanalization of pulmonary arteriovenous malformations // *Pol. J. Radiol.* 2015. Vol. 7, № 80. P. 67–71.
48. Shimohira M., Kawai T., Hashizume T. et al. Reperfusion Rates of Pulmonary Arteriovenous Malformations after Coil Embolization: Evaluation with Time-Resolved MR Angiography or Pulmonary Angiography // *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2015. Vol. 26, № 6. P. 856–864.
49. Yazdi R., Saberi A. Coil Embolotherapy of Unilateral Diffuse Pulmonary Arteriovenous Malformations in a Nineteen-Year-Old Woman // *Iran J. Radiol.* 2015. Vol. 22, № 12 (3). P. 9632.

Поступила в редакцию 18.09.2016 г.

Сведения об авторах:

Фетисов Николай Иванович (e-mail: koir60@yandex.ru), канд. мед. наук, доц. кафедры госпитальной хирургии; *Маскин Сергей Сергеевич* (e-mail: maskins@bk.ru), д-р мед. наук, проф., зав. кафедрой госпитальной хирургии, Волгоградский государственный медицинский университет, 400131, г. Волгоград, пл. Павших борцов, 1.