

## ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА НАРУШЕНИЯ ОТТОКА ПО МАГИСТРАЛЬНЫМ ВЕНАМ ЗАБРЮШИННОГО ПРОСТРАНСТВА

Тарасенко Л.Л.<sup>1</sup>, Игнатьев Ю.Т.<sup>2</sup>

**В** данном научном обзоре представлена оценка диагностических возможностей различных методов лучевой диагностики при обследовании пациентов с нарушением оттока по венам забрюшинного пространства, а также для диагностики посттромбофлебитической болезни. Описаны преимущества и недостатки ультразвукового исследования, рентгенографии, мультиспиральной компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии, позитронно-эмиссионной томографии. Приведены данные о чувствительности, специфичности и точности различных диагностических методов по данным отечественной и зарубежной литературы. **Ключевые слова:** посттромбофлебитическая болезнь, нижняя полая вена, тромбоз глубоких вен, ультразвуковое исследование, мультиспиральная компьютерная томография, магнитно-резонансная томография.

1 - ГБОУ ВО «Сургутский государственный университет». г. Сургут, Россия.  
2 - ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет». Кафедра лучевой диагностики. г. Омск, Россия.

Контактный автор: Тарасенко Л.Л., e-mail: [lyubtarasenko@yandex.ru](mailto:lyubtarasenko@yandex.ru)

Для цитирования: Тарасенко Л.Л., Игнатьев Ю.Т. Лучевая диагностика нарушения оттока по магистральным венам забрюшинного пространства. REJR 2017; 7(3):153-164. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-3-153-164.

Статья получена: 17.07.2017

Статья принята: 11.09.2017

## RADIOLOGY OF OUTFLOW VIOLATION IN MAIN VEINS OF RETROPERITONEAL SPACE

Tarasenko L. L. <sup>1</sup>, Ignatyev Yu. T. <sup>2</sup>

**T**he assessment of diagnostic opportunities of various methods of radiodiagnosis at inspection of patients with outflow violation in veins of retroperitoneal space, and also for diagnosis of a postthrombophlebitic disease is presented in this scientific review. Advantages and limitations of ultrasonic investigation, roentgenography, multislice computer tomography, magnetic resonance tomography, positron-emission tomography are described. Data on sensitivity, specificity and accuracy of various diagnostic methods according to domestic and foreign literature are provided.

1 - Surgut state university. Surgut, Russia.  
2 - Omsk state medical university. Omsk, Russia.

**Keywords:** postthrombophlebitic disease, lower vena cava, deep vein thrombosis, ultrasonic investigation, multispiral computer tomography, magnetic resonance tomography.

Corresponding author: Tarasenko L. L., e-mail: [lyubtarasenko@yandex.ru](mailto:lyubtarasenko@yandex.ru)

For citation: Tarasenko L. L., Ignatyev Yu. T. Radiology of outflow violation in main veins of retroperitoneal space. REJR 2017; 7 (3):153-164. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-3-153-164.

Received: 17.07.2017

Accepted: 11.09.2017

**Т**ромбоз нижней полой вены (НПВ) приводит к развитию двух серьезных осложнений: тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА) и посттромботической болезни. [1, 2]. По данным статистических отчетов Министерства здравоохранения Российской Федерации, у нас в стране ежегодно регистрируются около 80 000 новых случаев данного заболевания. В пожилом и старческом возрасте частота тромбоза глубоких вен увеличивается в несколько раз и достигает 200 случаев на 100000 в год. Легочную эмболию регистрируют ежегодно с частотой 35-40 случаев на 100000 человек. [1]. Тромбоз в системе нижней полой вены является основным источником ТЭЛА (80-95%), которая относится к самым грозным осложнениям с высоким процентом летальности.

По данным литературы, тромбоз нижней полой вены встречается в 11% случаев от общего числа тромбозов магистральных вен нижних конечностей и таза [3-8]. По мировым данным, ежегодно венозный тромбоз (ВТ) диагностируется у 100-160 человек на 100000 населения, а в Российской Федерации – не менее чем у 250000 человек в год [1]. Заболеваемость флеботромбозом в Европе достигает 1:1000 населения [9]. В США ВТ ежегодно диагностируют у 300000-600000 человек, из них от 60000 до 100000 умирает от тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА).

Первые клинические признаки появляются лишь тогда, когда развивается окклюзия обоих подвздошных сегментов и дистально расположенных магистральных вен. При окклюзии нижней полой вены появляется отек нижних конечностей, распространяющийся на нижнюю половину живота и поясничную область, отек может распространяться до грудной клетки. Появляются сильные боли в поясничной области и нижних отделах живота. Однако нет каких-либо специфических симптомов, отличающих тромбоз нижней полой вены от илеофemorального тромбоза, особенно если тромб пристеночный и не перекрывает просвет сосуда [6, 7]. В отдаленном периоде после тромбоза глубоких вен формируется посттромботическая болезнь нижней конечности (ПТБ), сопровождающаяся глубокой дезорганизацией работы венозной системы нижних конечностей с высокой частотой развития трофических язв. Еще одним осложнением является хроническая постэмболическая легочная гипертензия, развивающаяся в исходе распространенной обструкции легочной артерии и ее ветвей. Тяжелая хроническая постэмболическая легочная гипертензия (ХПЭЛГ) в течение 5 лет приводит к смерти 10-15% больных, перенесших массивную ТЭЛА. [1]. Наиболее часто тромбоз нижней полой вены развивается восходящим путем. Главные пути

коллатерального кровотока от верхней полой вены к нижней полой вене проходят через систему непарной вены, околопозвоночное венозное сплетение, вены передней грудной стенки, медиастинальные вены. Направление кровотока в непарной вене может измениться на обратное при наличии обструкции в месте впадения в верхнюю полую вену [6, 7].

Обструктивное поражение нижней полой вены на уровне почечных вен приводит к развитию почечной недостаточности, тяжелым общим нарушениям, которые часто заканчиваются летально. При этом усиливаются боли в поясничной области, развиваются микрогематурия, олигурия, повышение уровня мочевины крови [6].

Следовательно, своевременная диагностика нарушения оттока по венам забрюшинного пространства является достаточно актуальной проблемой ангиологии. Основным методом диагностики данных изменений являются методы лучевой диагностики: ультразвуковой метод, мультиспиральная компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, рентгеновская венография.

#### **Ультразвуковая диагностика.**

Одним из первых методов диагностики обструкции нижней полой вены должна быть ультрасонография. Метод доступный, экономичный, неинвазивный и по экстренным показаниям позволяет провести обследование у постели больного [5, 8]. Ультразвуковое исследование позволяет констатировать факт наличия венозного тромбоза, детализацию его. Детализация включает в себя описание вида тромбоза, его верхней границы, характера общего венозного статуса (наличие или отсутствие варикозной болезни, клапанной недостаточности, артериовенозных фистул, посттромботической болезни и т. д.). При исключении тромбоза могут быть определены ультразвуковые признаки той или иной патологии, имитирующей его картину (разумеется, при выявлении таковых) [10].

Диагностика тромбоза внутрипеченочных портальных ветвей более сложна из-за повышенной экзогенности печени. Кроме того, с помощью УЗИ нельзя точно исследовать селезеночную вену и другие венозные ветви для выявления тромбоза [11].

Серошкальное исследование в режиме реального времени позволяет определить состояние сосудистой стенки и уровень повреждения, оценить просвет сосуда. Дальнейшее исследование с применением цветового доплеровского картирования, энергетической двунаправленной доплерографии и импульсно-волновой доплерографии дает возможность оценить гемодинамические характеристики, уровень поражения магистральных сосудов, проходимость

сосудов, вид и степень [3, 5, 8].

Цветное доплеровское картирование (ЦДК) в некоторых случаях позволяет дифференцировать опухолевый тромбоз и кровяной сгусток, хотя данные о специфичности и чувствительности этой методики в литературе не встречаются [12]. Многочисленными исследованиями показано, что ультразвуковой метод является методом выбора в диагностике венозного тромбоза нижних конечностей [13, 14].

Ряд авторов считает, что в определении тромбоза НПВ УЗИ обладает максимальными диагностическими возможностями, так как основные статистические показатели достигают 100%, в то время как чувствительность и точность компьютерной томографии (КТ) составляют только 75% и 96,8% соответственно [12]. А. Khan и соавт. оценивали эффективность ЦДК при объемных образованиях почек с венозной инвазией относительно данных спиральной КТ с внутривенным контрастированием [15]. Чувствительность УЗИ при обнаружении тромбов в почечных венах составили 88-100% и превысили данные показатели при КТ (60-63%). По данным этих авторов, УЗ-доплерография также превосходит КТ в выявлении тромбоза НПВ.

Анализ результатов диагностики венозного тромбоза в 70 медицинских центрах Северной Америки показал, что из 1160 пациентов с венозным тромбозом методом компрессионного ультразвукового исследования, методом рентгеноконтрастной флебографии и методом магнитно-резонансной ангиографии показал, что чувствительность и специфичность в диагностике проксимальных тромбозов для дуплексного и триплексного сканирования составляют 96% и 94% (для каждой методики), для компрессионного дуплексного сканирования – 94% и 98%, для всех остальных методик – 94,4% и 92,4% соответственно [16].

При проведении УЗИ как у пациентов при подозрении на тромбоз глубоких вен, так и при скрининговых ангиосканированиях (например, перед различными плановыми оперативными вмешательствами) те или иные формы флеботромбозов диагностируются не менее чем у 5% амбулаторных и 10% стационарных пациентов [17-22].

Существуют некоторые особенности применения УЗИ при различной локализации тромба. В исследование Н. Guo и соавт. были включены 25 пациентов с различным уровнем тромбоза [23]. У 6 больных из 15 с тромбозом степень распространенности процесса по УЗИ была определена неверно. Таким образом, чаще всего в литературе встречаются данные о 89-100% чувствительности УЗИ в отношении выявления венозного тромбоза при почечно-клеточном раке. Однако также было показано, что

НПВ визуализируется неполностью в 43,5% случаев [24]. Не всегда удается уточнить степень вовлечения венозной стенки. Несмотря на ведущую роль ультразвукового метода в диагностике венозного тромбоза, имеется небольшое количество работ, посвященных ультразвуковой диагностике тромбоза НПВ [25]. В нашей стране исследование НПВ относится к абдоминальным ультразвуковым исследованиям, и ее состояние оценивается при исследовании печени, сердца, почек. Во всех руководствах по диагностике и лечению венозного тромбоза и ТЭЛА в США и Европе исследование НПВ и подвздошных вен не входит в диагностический алгоритм ультразвукового исследования вен, а проксимальный уровень ультразвукового исследования ограничен общей бедренной веной [26].

Верхняя (проксимальная) граница тромбоза верифицируется достаточно легко: это тот уровень, где просвет вены полностью проходим, сжимаем и свободен от тромботических масс. Следует отметить, что предела распространения тромба в проксимальном направлении не существует: не являются казуистикой случаи распространения тромбоза в полость правого предсердия. Очень важно определить верхнюю границу тромба. По характеру тромбоз может быть окклюзивным и неокклюзивным. Неокклюзивный тромбоз, в свою очередь, может быть пристеночным и флотирующим (имеющим единственную точку фиксации и со всех сторон обтекаемым потоком крови). В отношении флотирующего тромбоза при УЗИ необходима детализация его верхней границы по отношению к основным венозным стволам и определение степени потенциальной эмбологенности, т. к. от этого будет зависеть доступ и объем возможного оперативного вмешательства [27].

У ряда пациентов с илеофemorальными венозными тромбозами при УЗИ установить проксимальную границу и характер тромбоза не представляется возможным вследствие ряда факторов: ожирение, беременность, асцит, выраженный пневматоз петель кишечника, наличие опухолевого процесса в брюшной полости или забрюшинном пространстве и т. д.. В последние годы в результате совершенствования ультразвукового диагностического оборудования появились новые методики такие, как эластография (УЗЭГ) и эластометрия. В первом случае исследование дает качественную характеристику жесткостных свойств тканей, во втором – проводится измерение индекса Юнга, характеризующего свойства материи сопротивляться растяжению и сжатию при упругой деформации [28].

УЗЭГ, как дополнительная методика, отражающая эластические свойства тканей, проводится только после стандартного УЗИ. По-

скольку в основе УЗЭГ лежит качественная оценка степени смещения ткани в зависимости от ее жесткости в ответ на компрессию извне относительно расположенных рядом участков, эластографическое картирование вены и ее вне- и внутрипросветных структур представлено цветовой кодировкой смещения слоев тканей под действием нескольких циклов компрессии/декомпрессии исследуемой зоны датчиком. В представленных эхограммах более плотная ткань (относительно соседнего участка, попавшего в зону опроса) отражается синим цветом, ткань средней эластичности – зеленым, желто-зеленым, более мягкая – красным цветом, что соответствует ранжированию аппарата как «hard», «medium» и «soft» соответственно [10]. Неизменная вена имеет мягкоэластическую структуру комплекса «стенка сосуда – перивазальные ткани», однородно кодирующуюся зеленым или желто-зеленым цветом. Свободный просвет вены по отношению к ее стенке кодируется темно-синим цветом как область, практически не поддающаяся деформации (что характерно для физических свойств жидкости). Таким образом, эластографическая картина неизменной вены (отправная точка в настоящем исследовании) по балльной оценке цветových эластограмм Tsukuba Elasticity Score соответствует картине кистозной структуры с характерным трехцветным окрашиванием [29].

Повышает потенциальную эмбологенность флотирующего тромба его локализация на уровне слияния венозных стволов и/или перехода из сосуда с меньшим диаметром в больший. В этих зонах флебогемодинамика активная: поток венозной крови из ламинарного переходит в турбулентный, увеличиваются скоростные показатели кровотока. Кроме того, данные венозные сегменты анатомически сопряжены с участками тела, где происходят физиологические сгибания тела (пах, подколенная область, туловище) и расположены клапаны, реагирующие на увеличение давления в брюшной полости (аналог пробы Вальсальвы) путем увеличения диаметра сосуда и кратковременно резкого ускорения ретроградного турбулентного потока в нем. Это обуславливает то, что большинство ТЭЛА случаются именно в момент совершения пациентом какой-либо физической нагрузки (вставание, приседание, подъем нижних конечностей, натуживание, кашель) [10]. В отношении угрозы эмболии имеет значение ширина шейки, длина и амплитуда флотации тромба [10]. Так, известно, что куполообразные тромбы (широкая шейка, однородная структура, отсутствие флотирующих движений) обладают низкой эмбологенностью [27]. Именно соотношение данных критериев характеризует надежность фиксации угрожаемого отрывом фрагмента тромба. Для оценки соотношения

параметров производится измерение ширины шейки флотирующего тромба и длины флотации, после чего вычисляется соотношение этих значений путем деления ширины шейки на длину флотации. Чем меньше полученное соотношение и чем меньше оно единицы (1,0), тем слабее точка фиксации и, соответственно, выше потенциальная эмбологенность тромба [10]. Наличие флотации в покое свидетельствует о слабой фиксации тромба, активной гемодинамике в этой зоне и достаточно большом свободном просвете вены. Амплитуда флотации характеризуется углом отклонения спонтанных движений головки тромба по отношению к условному центру венозного просвета. Большая амплитуда движений тромба возможна при условии большого диаметра и достаточного свободного от тромба просвета вены. Имеет значение и частота флотирующих движений в единицу времени. Помимо самого факта наличия спонтанной флотации, чем выше ее амплитуда и частота, тем больше угроза отрыва флотирующего фрагмента. При проведении пробы Вальсальвы происходит повышение внутрибрюшного давления, формируется ретроградный кровоток, в ряде случаев приводящий в движение флотирующий тромб. При этом тромб может либо отклоняться в стороны, либо менять свою длину, складываясь в пружину наподобие червя. Наличие этого критерия имеет плохое прогностическое значение в плане отрыва, т. к. при сжатии и растягивании тромботических масс в их структуре под действием деформирующих сил происходят механические повреждения, разрыхляющие фибринную матрицу тромба. Многократная оценка данного эффекта крайне опасна риском развития ТЭЛА во время исследования [10]. Имеет значение четкость и ровность контуров, структура и эхогенность головки тромба (как его верхушки, так и всей флотирующей части на протяжении) и соотношение этих показателей с нижележащими фиксированными тромботическими массами. Так, рваная верхушка свидетельствует о возможно состоявшейся фрагментации тромба. Низкая эхогенность и неоднородность масс характерны для свежего тромбоза. Дефекты контуров тромба с зонами разрежения в нем свидетельствуют о процессах лизиса и высокой вероятности фрагментации. Напротив, гиперэхогенный, однородной структуры тромб с четкой ровной округлой верхушкой обладает небольшим риском потенциальной эмбологенности [10].

УЗЭГ помимо улучшения визуализации неокклюзивных свежих тромботических масс дает еще один критерий в отношении прогноза риска фрагментации флотирующего тромба – неоднородное мозаичное окрашивание его шейки. УЗЭГ сочетает в себе положительные свойства пальпации (оценка упругих свойств

тканей) и УЗИ (визуализация в В-режиме, безопасность, безболезненность, простота выполнения и экономичность процедуры). В отличие от режима ЦДК, УЗЭГ, подобно режиму В-flow, лишена феномена заливания просвета сосуда при неокклюзивных тромбозах. Кроме того, УЗЭГ дает возможность выявлять отличия в физических свойствах венозного тромба в зависимости от его возраста и морфологии. Используя режим качественной эластографии, следует понимать, что он имеет большие различия у производителей ультразвуковой аппаратуры, а имеющийся в настоящее время опыт его применения в отношении венозного тромбоза носит пилотный характер [20, 30]. Поэтому эта последняя из рассматриваемых характеристик флотирующего тромба не включена в приведенную балльную оценку прогноза ТЭЛА [10]. Работа по предложенной в статье схеме позволяет избежать пропуска в оценке одного или ряда критериев и стандартизировать само УЗИ, тем самым повышая его воспроизводимость и диагностическую ценность. Кроме того, балльная оценка потенциальной угрозы ТЭЛА является более четкой для понимания врачами клиницистами, а также занимает гораздо меньше времени для формирования ультразвукового заключения. Следует помнить, что степень эмбологенности, оцененная при первичном УЗИ как низкая, в дальнейшем в условиях продолжающихся процессов тромбообразования, реканализации и частичного лизиса может стать высокой. Поэтому в процессе лечения пациентов, каким бы оно ни было, необходимо выполнение динамических УЗИ. Таким образом, степень потенциальной эмбологенности флотирующего тромбоза действительна только на момент выполнения УЗИ [10]. Необходимо помнить о многообразии вариантов сочетанных тромбозов, обусловленных анатомическими особенностями венозных соустьев. В условиях плохой визуализации верхней границы и характера венозного тромбоза необходимо дать указание на это, рекомендуя использовать другие методы инструментальной диагностики [10].

#### **Мультиспиральная компьютерная томография.**

К одним из самых достоверных методов исследования при подозрении на обструкцию нижней полой вены относится компьютерная томография (КТ) с болюсным введением контрастного вещества. Оценка обструкции нижней полой вены возможна в венозной фазе или по отсроченным фазам. Часто обструкция нижней полой вены выявляется при КТ, выполненной по другим поводам, и является случайной находкой [3-8].

Чувствительность КТ-флебографии при диагностике тромбоза вен таза и нижних конечностей составляет 89-100%, а специфич-

ность 94-100%, соответственно, при этом её результаты для диагностики тромбозов вен таза и нижней полой вены лучше, чем при ультразвуковом ангиосканировании (УЗАС). Чувствительность КТ в выявлении и определении протяженности тромбоза НПВ составляет 85%, специфичность – 98%. Правильная оценка неизмененных почечных вен проводится примерно в 96% случаев [31].

При КТ-флебографии есть возможность визуализировать артериальную и венозную фазу кровотока, что исключительно важно при диагностике артерио-венозных мальформаций. Быстрая, высокоэффективная технология рентгеновской компьютерной томографии с внутривенным болюсным контрастированием в считанные секунды визуализирует артериальный тромбоз любой локализации, позволяя выбрать рациональную стратегию лечения. Однако в случаях венозного тромбоза ситуация несколько иная. В работах, посвященных использованию МСКТ, подтверждается высокая точность в диагностике острой и хронической ТЭЛА. Во время проведения КТ с болюсным усилением любой тромбоз НПВ может быть распознан [32]. Тромбоз почечной вены и НПВ визуализируется на КТ-сканах как дополнительное внутрисосудистое образование в виде дефекта наполнения в расширенной вене. Проведение исследования в позднюю кортикомедулярную фазу с задержкой сканирования 60-70 с (при скорости введения контрастного препарата 3 мл/с) позволяет выявить наличие и протяженность опухолевого тромбоза почечной вены и НПВ, так как именно в этой фазе исследования создается максимальный градиент плотности между гомогенно контрастированной веной и тромбом.

Однако высказаться о природе тромбоза на основании данных КТ практически невозможно. Единственным признаком опухолевого тромбоза может стать выявление контрастированных сосудов в толще самой опухоли и на тромбированном участке, но зачастую они трудно поддаются распознаванию. Менее надежным признаком доброкачественного тромбоза можно считать обнаружение его в НПВ без признаков поражения почечной вены, в то время как опухолевый тромбоз выявляется на всем протяжении, начиная от самой опухоли. Возможно также образование тромба ниже впадения почечных вен в НПВ, в большинстве случаев эта часть тромба представлена кровяными сгустками, а не опухолевой тканью и это также является важным фактором в планировании оперативного вмешательства [32].

С учетом большой вариабельности образования коллатералей, в том числе редких и нетипичных, в зону сканирования необходимо включать грудную клетку (хотя бы от уровня

бифуркации трахеи), брюшную полость и малый таз (обязательно с включением венозного сплетения прямой кишки). Поле обзора выставляется максимальное, чтобы захватить подкожные пространства, особо это актуально у пациентов с асцитом. Для уменьшения лучевой нагрузки от нативного исследования и исследования артериальной фазы рекомендуют отказываться [33].

К первичным обструкциям нижней полой вены относится острый тромбоз, который может наблюдаться при травмах, дефектах венозной стенки, нарушениях в свертывающей системе крови. При остром тромбозе нижней полой вены в нативную фазу тромботические массы в вене гиперденсны, в процессе организации тромба они становятся гиподенсными. После болюсного введения контрастного вещества обструкция выглядит как дефект наполнения, который занимает центр просвета сосуда либо располагается по его периферии. Свежие тромбы сильнее накапливают контрастное вещество в центре. Также может наблюдаться контрастное усиление венозной стенки. Свежая обструкция расширяет просвет сосуда до максимального объема и только после этого заполняет просвет сосуда [3-8]. При старом тромбозе нижней полой вены может остаться гиподенсный приросший к стенке тромб с последующим формированием фиброзного тяжа. Развитие коллатералей свидетельствует о старом процессе с наличием венозного стеноза [6].

Компьютерная томография с внутривенным контрастированием имеет чувствительность 90% и в настоящее время считается методом выбора [53]. Помимо этого, на КТ-изображениях можно оценить наличие коллатерального кровотока.

#### **Магнитно-резонансная томография.**

В настоящее время с успехом применяют методики магнитно-резонансной венографии (как нативную, так и с болюсным введением гадолинийсодержащих препаратов) в диагностике обструкции нижней полой вены. Конечно, следует отметить недостатки магнитно-резонансной ангиографии (МРА) при диагностике наддиафрагмального тромбоза, что связывают с двигательными артефактами вследствие сокращения сердца и дыхания [34].

Чувствительность МР-флебографии при ТГВ – 91,5%, специфичность – 94,8%, однако результаты отдельно взятых исследований показывают, что и чувствительность и специфичность достигают 100% [35]. Используют различные протоколы МР-флебографии, как без введения контрастных препаратов, так и с контрастным усилением.

Большое количество исследований подтверждает, что магнитно-резонансная томография даже без контрастирования имеет 100%

чувствительность в выявлении тромбоза НПВ. Основным преимуществом МРТ при обследовании пациентов с почечноклеточным раком становится возможность визуализации просвета НПВ в сагиттальных и коронарных проекциях, а также построение объемных реконструкций, полученных в процессе исследования данных. Также по данным МРТ возможно дифференцировать истинно опухолевый тромб в НПВ и мягкий тромб на основании их сигнальных характеристик [31, 32].

Несмотря на то, что у многих протоколов МР-венографии высокая диагностическая точность в оценке ТГВ, до настоящего времени ни один из протоколов не принят широко в клиническую практику. Многие методы требуют использования гадолиний-содержащих препаратов. Достоинством МРТ является возможность хорошей визуализации протяженных трубчатых структур таких, как НПВ и сосуды нижних конечностей. Даже при полной окклюзии НПВ возможна четкая визуализация тромба и точное определение его протяженности без применения контрастирования. МР-исследования потенциально способны отличить мягкий тромб от опухоли. Однако до настоящего времени не ясно, может ли контрастное и пространственное разрешение МРТ отличить прилегание опухоли к стенке вены от фактической инвазии стенки опухолью [36].

На сегодняшний день МРТ является методом выбора в диагностике тромба и определения его верхней границы. Но этот метод имеет ряд ограничений таких, как наличие у больного металлических имплантатов.

Идеальная техника МР-венографии для диагностики тромбоза глубоких вен должна быть быстрой, обладать высокой точностью без использования контрастного вещества. Основным преимуществом МР-венографии является возможность визуализировать тазовые вены и окружающие ткани этой области с высочайшей степенью тканевого контраста [37]. Подобные подходы доступны на всех системах в 1,5 Тл. Значительно улучшает визуализацию венозных сосудов использование контрастного вещества. Однако стандартная доза контрастного агента, как правило, увеличивается в два или три раза, чтобы максимизировать визуализацию сосуда. Такой высокий уровень дозы вещества требуется в связи с тем, что вены проявляются во время отсроченной фазы сердечного цикла, когда внутрисосудистая концентрация контрастного агента уменьшена по сравнению с исходной. И хотя у парамагнитных контрастных агентов в клиническом использовании есть превосходные профили безопасности, недавно описан нефрогенный системный фиброз на фоне введения гадолиний-содержащих препаратов [38]. Риск

этого заболевания зависит от почечной функции. Учитывая риск нефрогенного системного фиброза, а также существенную стоимость большей дозы контрастного агента, бесконтрастная альтернатива была бы более актуальна. Один из предложенных в последнее время протоколов для диагностики венозных тромбозов – это Steady-State Free Precession (SSFP). Эта методика обычно используется при МРТ сердца, чтобы достигнуть высокого контраста между миокардом и кровью без применения гадолиния [39]. Свойства SSFP предполагают, что венография является быстрым альтернативным методом диагностики тромбоза глубоких вен от уровня слияния нижней полой до подколенных вен и, с точки зрения обнаружения тромба и дифференциальной диагностики острого и хронического тромбозов, может быть сопоставима с результатами ультразвука.

В одном из исследований выявлены следующие преимущества SSFP: время выполнения составляет 7-10 минут, а длительность УЗИ – приблизительно 20 минут [40]. И хотя стоимость процедуры МРТ превышает стоимость ультразвукового исследования, этот быстрый протокол МРТ может быть выполнен полностью технологами. Кроме того, SSFP не требует контрастного вещества. Авторы считают, что SSFP может стать наименее дорогим диагностическим методом после ультразвукового исследования. Для диагностики тромбоза глубоких вен чувствительность протокола SSFP составляет 94,7%, специфичность – 100%, положительная прогностическая ценность – 100 %, отрицательная прогностическая ценность – 97,7%. Не выявлено статистически достоверной разницы между диагностической точностью ультразвука и SSFP при визуализации и диагностической оценке подколенной и бедренных вен. Диагностическая ценность SSFP на уровне таза оказалась выше по сравнению с УЗИ. Выявлено превосходство SSFP перед УЗИ в отношении получения дополнительных результатов, в частности в обнаружении удвоения венозных сегментов. Это является очень важной информацией, поскольку тромбоз может затрагивать только одну из дублирующих вен. В тех исследованиях, где для диагностики тромбоза глубоких вен сравнивались МРТ протоколы SSFP и рентгеноконтрастная венография, сообщалось о более высокой чувствительности и специфичности МРТ (87% и 98%), а также о лучших результатах визуализации вен на тазовом уровне при МРТ [36].

Другая МРТ методика – balanced Steady State Free Precession (bSSFP) – имеет преимущество в том, что вены выглядят более яркими по отношению к артериям [41]. Первые результаты показывают, что эта технология точна в диагностике тромбоза глубоких вен. Однако для

лучшей визуализации следует применять модификации методик МР-венографии.

Методика Signal Targeting with Alternating Radiofrequency and Flow-Independent Relaxation Enhancement (STARFIRE) является независимой от потока. Она может выборочно визуализировать или артерии, или вены. STARFIRE использует технологию с подавлением интенсивности сигнала жировой ткани и мышц, сохраняя интенсивность сигнала крови. В некоторых исследованиях показана целесообразность применения МР-венографии нижних конечностей с применением именно STARFIRE [42].

У пациентов со сложной анатомией венозной системы применяются дополнительные диагностические методики, в том числе рентгеноконтрастная венография, МСКТ или МР-венография. Эти методы визуализации позволяют выполнить двух- или трехмерную оценку всей венозной системы нижних конечностей и облегчают дооперационное планирование у пациентов со сложной анатомией венозной системы [38].

Преимуществом трехмерной МР-венографии является высокая точность трехмерной визуализации глубокой и поверхностной венозных систем нижних конечностей. Применение трехмерной МР-венографии у пациентов с варикозными венами нижних конечностей ограничено. Клинический опыт исследователей показывает, что трехмерная МР-венография может быть ценной для хирургического планирования в отдельных случаях у лиц со сложной анатомией венозной системы [42]. Чувствительность и специфичность методики в диагностике посттромботических изменений 100% и 98%, соответственно, варикозных вен – 94% и 96 % соответственно [42].

Многие авторы признают именно МРТ лучшим методом первичной визуализации патологии, поскольку исследование выполняется амбулаторно и не обладает такими недостатками, как лучевая нагрузка, инвазивность, использование контрастного вещества. Типичные диагностические находки МРТ при венозном тазовом полнокровии – это расширенные извилистые трубчатые структуры вблизи матки и яичников, которые могут распространяться на широкие связки матки и брюшную стенку. На T1- и T2-взвешенных изображениях варикозные вены выглядят как гипоинтенсивные структуры, а в режиме градиентное эхо – как структуры с высокой интенсивностью сигнала. Применение контрастирования гадолинием повышает чувствительность и контрастность изображения, даже позволяет выполнять пробу Вальсальвы.

В настоящее время появилась новая возможность изучать кровотоки в трехмерном аспекте согласно фазам сердечного цикла. Это

дает реальные шансы на понимание физиологии кровотока в различных сосудистых бассейнах и органах в естественных условиях. Имеются исследования по использованию метода в изучении кровотока у здоровых добровольцев и при различных патологиях сердечно-сосудистой системы [38, 43-45]. Методика позволяет оценивать не только количественные значения потока, но и наглядно представить направление движения потока, векторов кровотока в различных зонах интереса сосудистого русла, получить карты скорости по направлению потоков. Привлекает и то, что есть возможность ретроспективного количественного анализа потока в зонах интереса, то есть после проведенной МРТ, что должно сократить время сканирования и дать возможность при необходимости изучить кровотоки одновременно в артериальной и венозной системе, сразу в нескольких сосудистых бассейнах [46].

В рутинной практике для оценки кровотока применяют простую 2D-фазово-контрастную томографию для количественного анализа кровотока в различных сосудистых бассейнах. Однако наглядно показать все детали течения в трехмерной модели и получить одновременно разнообразные количественные показатели в интересующих зонах потока после завершения МРТ стало возможным только с появлением программного обеспечения 4D-flow, которое пока доступно только в рамках тестирования [38, 47, 48].

В отношении выявления опухолевого тромбоза и мягких тромботических сгустков при различных новообразованиях брюшной полости интересны данные О. Akin и соавт., которые свидетельствуют о достаточно высокой информативности выявления опухолевых тромбов [49].

#### **Позитронно-эмиссионная томография.**

Особую роль в оценке самого тромба и степени его распространения на венозную систему при раке почки играет позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ). В литературе на данный момент существует лишь несколько описаний выявления опухолевого тромба с помощью 18-ФДГ при проведении ПЭТ у пациентов онкологического профиля [50]. Два самых крупных исследования за последние годы, в которых для диагностики использовали совмещенную ПЭТ/КТ, представлены Р. Lai с соавт. и Т. Davidson с соавт., причем количество обследованных пациентов в первом из них составило лишь 6 человек, во втором – 11 [51, 52]. Подробнее остановимся на результатах последнего из них. По результатам 11 проведенных ПЭТ/КТ-исследований опухолевый тромбоз был выявлен у 8 пациентов. В 6 случаях он выглядел как округлый, в 2 – как линейный (вдоль сосуда) очаг повышенного накопления 18-ФДГ. У 7

из 8 пациентов с подобными находками на ПЭТ/КТ-сканах при проведении КТ с внутривенным контрастированием были обнаружены интралюминальные сосудистые дефекты на соответствующих участках. У одного пациента диагноз опухолевого тромбоза был подтвержден с помощью УЗ- доплеровского сканирования. У оставшихся 3 пациентов были неопределенные или положительные данные за тромбоз НПВ, однако при ПЭТ/КТ-исследовании были получены отрицательные результаты, что свидетельствовало о доброкачественной природе тромбоза. Эти наблюдения впоследствии подтвердились в ходе клинического и диагностического контрольного наблюдения: у 2 пациентов был выявлен доброкачественный венозный тромбоз, а у 1 – интравенозный лейомиоматоз (по гистологическим данным). Таким образом, в этой небольшой группе больных ПЭТ/КТ показала 100% точность в выявлении тромбоза и определении его злокачественной или иной природы.

Некоторые авторы указывают на возможность дифференцировать септический и асептический венозный тромбоз у онкологических больных с помощью ПЭТ. Показано, что септические очаги обладают повышенным уровнем накопления 18-ФДГ. Некоторым ограничением при определении проксимальной границы тромба с помощью ПЭТ является физиологический захват 18-ФДГ сердцем [53].

#### **Рентгеновская флебография.**

Данный метод позволяет оценить кровотоки в месте поражения и дистальнее поражения, протяженность процесса. Но метод исследования сопряжен с определенным риском кровотечения, отрывом тромба и возникновением тромбоэмболии легочной артерии [3, 8]. Рентгеноконтрастная флебография еще недавно являлась основным методом диагностики острой венозной окклюзии [54].

Для контрастирования используют доступные периферические венозные сосуды. Исследование представляет собой хирургическую процедуру и потенциально связано с такими осложнениями, как аллергические реакции, нефротоксичность и флебит. Кроме того, флебография может быть не информативна до 18% случаев и в настоящее время используется очень редко [1].

Таким образом, лучевые методы исследования позволяют решить многие вопросы, касающиеся диагностики тромбоза глубоких вен таза и забрюшинного пространства, наличия тромбов, протяженность тромба, его свойств, прогноз в отношении осложнений.

Как следует из многочисленных сообщений, а также по нашему мнению, при выборе метода исследования венозной системы у конкретного пациента следует исходить из данных,



полученных в ходе скрининговой процедуры – дуплексного сканирования, сложностей анатомии и топографии сосудов изучаемой области, перенесенных (в случаях рецидива варикоза) в прошлом хирургического вмешательства на венах. Если на основании данных дуплексного сканирования исходные источники патологических рефлюксов не лоцируются либо интерпретация их затруднена (например, при рецидиве варикоза в паховой области после флебэктомии), то следует переходить к более высокому уровню обследования венозной системы конечности, таза и забрюшинного пространства – МСКТ, МРТ-флебографии с 3D-реконструкцией либо контрастной венографии [55].

По мнению ряда авторов, МРТ более предпочтительна, поскольку менее инвазивна и часто не требует введения контрастного вещества, не несет лучевой нагрузки. Достоинством МРТ также является возможность хорошей ви-

зуализации протяженных трубчатых структур таких, как НПВ и сосуды нижних конечностей. Даже при полной окклюзии НПВ возможна четкая визуализация тромба и точное определение его протяженности без применения контрастирования. При помощи МР-венографии возможно дифференцировать острую окклюзию от посттромботических изменений. МР-исследование потенциально способно отличить мягкий тромб от опухоли. Однако в настоящее время неясно, может ли контрастное и пространственное разрешение МРТ отличить прилегание опухоли к стенке вены и фактической инвазии стенки опухолью [11].

#### **Источник финансирования и конфликт интересов.**

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

#### **Список литературы:**

1. Российские клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике венозных тромбозомболических осложнений. *Флебология*. 2015; 4 (1): 2-52.
2. Шевченко Ю.А., Стойко Ю.М. Основы клинической флебологии. Под ред. Ю.А. Шевченко, Ю.М. Стойко. 2-е изд. М., ЗАО «Шико», 2013. С. 171-258.
3. Ваганов А.А., Ростовцев М.В., Иванов К.А. Возможности спиральной компьютерной томографии в выявлении аневризм грудного отдела аорты // *Материалы науч. практ. конференции “Актуальные проблемы практической медицины”*. Челябинск, РЕКПОЛ, 2005. С. 202–203.
4. Важенин А.В., Ростовцев М.В. Лучевая диагностика: клинкоорганизационное руководство. Под ред. А.В. Важенина и М.В. Ростовцева. *Медицинская интроскопия*. Челябинск, РЕКПОЛ, 2004. С. 77–78.
5. Покровский А.В., Сапелкин С.В. Роль новых медицинских технологий в ангиологии и сосудистой хирургии. *Ангиология и сосуд. Хир.* 2009; 15 (1): 9–12.
6. Прокубовский В.И., Капранов С.А., Москаленко Е.П. Анатомические и гемодинамические изменения нижней полой вены при профилактике тромбозов легочной артерии. *Ангиология и сосуд. хир.* 2003; 19: 51.
7. Прокоп М., Галаски М. Спиральная многослойная компьютерная томография. 2006; 1: 393–399.
8. Шульгина Л.Э. Карпенко А.А., Куликов В.П., Субботин Ю.Г. Оценка эффективности лечения тромбозов системы нижней полой вены методом цветного дуплексного сканирования. *Ангиология и сосуд. хир.* 2007; 13 (3): 63–67.
9. Severinsen M.T., Johnsen S.P., Tjnneland A. et al. Body height and sex-related differences in incidence of venous thromboembolism: a danish follow-up study. *Eur. J. Intern. Med.* 2010; 21 (4): 268–72.
10. Маруцак Е.А., Зубарев А.Р. Современные методы ультразвуковой диагностики венозных тромбозов системы нижней полой вены. *Амбулаторная хирургия. Стационаро-замещающие технологии*. 2014; 3–4 (55–56): 38-47.
11. Карасева М.А. Предоперационная оценка полых вен с помощью компьютерной томографии. *Креативная кардиология*. 2015; 2: 63-72.
12. Вихрова Н.Б. Лучевые методы диагностики в оценке распространенности и структуры опухолевого тромба в нижней полой вене у больных раком почки. *Российский онкологический журнал*. 2014; 2: 51-56.
13. Кириенко А.И., Леонтьев С.Г., Лебедев И.С. и др. Алгоритм ведения пациентов с острым венозным тромбозом. *Флебология*. 2008; 1: 58–62.
14. Чуриков Д.А., Кириенко А.И. *Ультразвуковая диагностика болезней вен*. М., Литтерра, 2006. 96 с.
15. Khan A.R., Anwar K., Fatima N., Khan S.F. Comparison of CT scan and colour flow Doppler ultrasound in detecting venous tumour thrombous in renal cell carcinoma. *J. Ayub. Med. Coll. Abbottabad*. 2008; 20 (3): 47-50.
16. Goodacre S., Sampson F., Stevenson M. et al. Measurement of the clinical and cost effectiveness of non invasive diagnostic testing strategies for deep vein thrombosis. *Health Technol. Assess.* 2006; 10 (15): 1–168.
17. Маруцак Е.А., Зубарев А.Р. Роль ультразвуковой диагностики в определении хирургической тактики у пациентов с флотирующими тромбозами глубоких вен системы vena cava inferior. *Медицинская визуализация*. 2013, 3: 121–129.
18. Маруцак Е.А. Зубарев А.Р. Ультразвуковая диагностика интервенционных флеботромбозов системы нижней полой вены. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2011; 1: 64–72.
19. Маруцак Е.А., Зубарев А.Р. Ультразвуковая диагностика атипичных венозных тромбозов в системе нижней полой вены как один из методов дифференциальной диагностики тромбозов легочной артерии из неясного источника. *Российский медицинский журнал*. 2013; 3: 33–36.
20. Маруцак Е.А., Зубарев А.Р., Кривошеева Н.В. Возможности ультразвуковой эластографии в диагностике острых венозных тромбозов (первый опыт). *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2013; 5: 124–134.
21. Маруцак Е.А., Шеголев А.А., Зубарев А.Р., Папоян С.А., Мутаев М.М., Жданова О.А. Ультразвуковой контроль со-

стояния венозного кровотока при хирургической профилактике ТЭАА. *Лечебное дело*. 2013; 4: 61–7.

22. Марущак Е.А., Юматова Е.А., Юдин А.А., Лисаченко И.В., Учеваткин А.А., Рудая А.И., Марина Е.А. Лучевая диагностика атипичного локального тромбоза *in situ vena iliaca communis*. *Радиология-практика*. 2013; 5: 47–53

23. Guo H., Song Y., Na Y. Value of abdominal ultrasound scan, CT and MRI for diagnosing inferior vena cava tumour thrombus in renal cell carcinoma. *Chin. Med. J.* 2009; 122 (19): 2299–302.

24. Trombetta C., Liguori G., Bucci S., Benvenuto S., Garaffa G., Belgrano E. Evaluation of tumor thrombi in the inferior vena cava with intraoperative ultrasound. *World J. Urol.* 2007; 25: 381–84.

25. Barwick L.A. Sonographic detection of isolated inferior vena cava thrombosis. *J. Diagn. Med. Sonography*. 2009; 25 (1): 44–49.

26. Torbicki A., Perrier A., Konstantinides S. et al. Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism: the Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J.* 2008; 29 (18): 2276–2315.

27. Андрияшкин В.В., Леонтьев С.Г., Золотухин И.А. с соавт. К вопросу об эмболоопасности неокклюзивных венозных тромбов. *Флебология*. 2011; 1: 4–6.

28. Зыкин Б.И. Эластография: анатомия метода. Лучевая диагностика, лучевая терапия (Променева диагностика, променева терапия). 2012; 2 (3): 107–113.

29. Сандриков В.А., Фисенко Е.П., Кулагина Т.Ю. Ультразвуковые и лучевые технологии в клинической практике. М., Стром, 2012.

30. Kazuhiro Shimizu, Takanobu Tomaru. Usefulness of ultrasonographic for evaluation of venous thromboembolism. *Circulation Journal*. 2009; 73 (Suppl. 1).

31. Труфанов Г.Е. Лучевая диагностика. М., ГЭОТАР-Медиа, 2013.

32. Davidson T., Goitein O., Avigdor A., Zwas S.T., Goshen E. 18FFDG-PET/CT for the Diagnosis of Tumor Thrombosis. *IMAJ*. 2009; 12: 69–73.

33. Васильченко М.И., Лесовик В.С., Дибиров М.Д., Гайдуклова Е.В., Соснин П.В. Диагностические возможности мультиспиральной компьютерной и магнитно-резонансной томографии у больных с портальной гипертензией. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2012; 10: 22–25.

34. Аляев Ю.Г., Синицин В.Е., Григорьев Н.А. Магнитно-резонансная томография в урологии. *Практическая медицина*. М., 2005.

35. Fiona C. Sampson, Steve W. Goodacre, Steven M. Thomas, Edwin J. R. van Beek. The accuracy of MRI in diagnosis of suspected deep vein thrombosis: systematic review and meta-analysis. *Eur. Radiol.* 2007; 17: 175–181.

36. Ho V. B., Geertruyden P. H. Van, Yucel E. K. ACR Appropriateness Criteria on Suspected Lower Extremity Deep Vein Thrombosis. *J. Am. Coll. Radiol.* 2011; 8 (6): 383–387.

37. Muller M. A., Mayer D., Seifert B., Marincek B., Willmann J. K. Recurrent Lower-Limb Varicose Veins: Effect of Direct Contrast-Enhanced Three-Dimensional MR Venographic Findings on Diagnostic Thinking and Therapeutic Decisions. *Radiology*. 2008; 247 (3): 887–895.

38. Barker Al., Bock J., Lorenz R., Markl M. 4D Flow MR Imag-

ing. *MAGNETOM Flash*. 2010; 2: 46–52.

39. Smith C. S., Sheehy N., Mceniff N., Keogan M. T. Magnetic Resonance Portal Venography: Use of Fast-Acquisition True FISP Imaging in the Detection of Portal Vein Thrombosis. *Clin. Radiol.* 2007; 62: 1180–1188.

40. Lindquist C. M., Karlicki F., Lawrence P., Strzelczyk J., Pawlyshyn N., Kirkpatrick I. D. Utility of Balanced Steady-State Free Precession MR Venography in the Diagnosis of Lower Extremity Deep Venous Thrombosis. *Am. J. Roentgenol.* 2010; 194 (5): 1357–1364.

41. Cantwell C. P., Cradock A., Bruzzi J., Fitzpatrick P., Eustace S., Murray J. G. MR Venography with True Fast Imaging with Steady-State Precession for Suspected Lower-Limb Deep Vein Thrombosis. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2006; 17: 1763–1769.

42. Edelman R. R., Koktzoglou I. Unenhanced Flow-Independent MR Venography by Using Signal Targeting Alternative Radiofrequency and Flow-Independent Relaxation Enhancement. *Radiology*. 2009; 250 (1): 236–245.

43. Drex J.B., Hennemuth A., Meier S., Lorenz R., Bock J., Harloff An. et al. A tool for the interactive analysis and exploration of in-vivo hemodynamic from 4D PC MRI. *J. Cardiovasc. Mag. Res.* 2012; 14 (Suppl 1).

44. François Ch.J., Srinivasan Sh., Schiebler M.L., Reeder Sc.B., Niespodzany E., Landgraf B.R. et al. Open Access 4D cardiovascular magnetic resonance velocity mapping of alterations of right heart flow patterns and main pulmonary artery hemodynamics in tetralogy of Fallot. *J. Cardiovasc. Mag. Res.* 2012. Available at: <http://www.jcmr-online.com/content/14/1/16> doi:10.1186/1532-429X-14-16.

45. Frydrychowicz A., Markl M., Hirtler D., Harloff A., Schlensak C., Geiger J. et al. Aortic hemodynamics in patients with and without repair of aortic coarctation: in vivo analysis by 4D flow-sensitive magnetic resonance imaging. *Invest. Radiol.* 2011; 46 (5): 317–25. doi: 10.1097 / RLI.0b013e3182034fc2.

46. Бокерия Л.А., Л.А. Юрпольская, В.Н. Макаренко, М.М. Зеленикин, Т.В. Шинкарева, В.П. Подзолков Первый Российский опыт использования программы 4D FLOW магнитно-резонансной томографии в изучении кровотока у пациентов после операции Фонтена. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2013; 4: 24–31.

47. Nordmeyer S., Riesenkaempff E., Messrogli D., Kropf S., Nordmeyer J., Berger F., Kuehne T. Four-dimensional velocity-encoded magnetic resonance imaging improves blood flow quantification in patients with complex accelerated flow. *J. Mag. Res. Imag.* 2013; 37 (1): 208–16. doi: 10.1002 / jmri. 23793.

48. Steinmetz M., Preuss H.C., Lotz J. Non-invasive imaging for congenital heart disease – recent progress in cardiac MRI. *J. Clin. Exp. Cardiol.* 2012; 8: 1–10.

49. Akin O., Dixit D., Schwartz L. Bland and tumor thrombi in abdominal malignancies: magnetic resonance imaging assessment in a large oncologic patient population. *Abdom. Imag.* 2011; 36 (1): 62–8.

50. Strobel K., Steinert H.C., Bhure U. Tumour thrombus in the superior vena cava from anaplastic carcinoma of the thyroid: FDGPET/ CT imaging findings. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imag.* 2007; 34: 813.

51. Lai P., Bomanji J.B., Mahmood S. Detection of tumour thrombus by 18F-FDG-PET/CT imaging. *Eur. J. Cancer. Prev.* 2007; 16 (1): 90–4.

52. Davidson T., Goitein O., Avigdor A., Zwas S.T., Goshen E.

18FFDG-PET/CT for the Diagnosis of Tumor Thrombosis. *IMAJ*. 2009; 12: 69-73.

53. Do B., Mari C., Biswal S., Kalinyak J., Quon A., Gambhir S.S. Diagnosis of aseptic deep venous thrombosis of the upper extremity in a cancer patient using fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computerized tomography (FDG PET/CT). *Ann. Nucl. Med.* 2006; 20 (2): 151–5.

54. Goodman L.R., Stein P.D., Beemath A., Sostman H.D., Wake-

field T.W., Woodard P.K., Yankelevitz D.F. CT venography for deep venous thrombosis: continuous images versus reformatted discontinuous images using PLOPED II data. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2007; 189 (2): 409–12.

55. Баешко А.А., Шестак Н.Г. Новості хірургії. XVII Всемірний Конгрес міжнародного общества флебологов (8-13 Септембрія 2013 з., Бостон, США). 2014; 4: 22.

**References:**

1. Russian clinical guidelines for the diagnosis, treatment and prevention of venous thromboembolic complications. *Phlebology*. 2015; 4 (1): 2-52 (in Russian).
2. Shevchenko Yu.L., Stoyko Yu.M. Fundamentals of clinical phlebology. Ed. Yu.L. Shevchenko, Yu.M. Stoically. M., ZAO "Shiko", 2013. P. 171-258 (in Russian).
3. Vaganov A.A., Rostovtsev M.V., Ivanov K.A. Possibilities of spiral computed tomography in revealing aneurysms of the thoracic aorta. Materials of scientific-practice conference "Actual problems of practical medicine". Chelyabinsk, REKPOL, 2005. P. 202-203 (in Russian).
4. Vazhenin A.V., Rostovtsev M.V. Radiation diagnostics: clinical and organizational guidance. Ed. A.V. Vazhenina and M.V. Rostovtsev. Medical introscopy. Chelyabinsk, REKPOL, 2004. P.77-78 (in Russian).
5. Pokrovsky A.V., Sapelkin S.V. The role of new medical technologies in angiology and vascular surgery. *Angiology and vessel surgery*. 2009; 15 (1): 9-12 (in Russian).
6. Prokubovsky V.I., Kapranov S.A., Moskalenko E.P. Anatomical and hemodynamic changes in the inferior vena cava in the prevention of thromboembolism of the pulmonary artery. *Angiology and vessel surgery*. 2003; 19: 51 (in Russian).
7. Prokop M., Galaski M. Spiral multilayered computed tomography. 2006; 1: 393-399 (in Russian).
8. Shulgina L.E. Karpenko AA, Kulikov VP, Subbotin Yu.G. Evaluation of the effectiveness of treatment of thrombosis of the inferior vena cava system by the method of color duplex scanning. *Angiology and Vessel. Hir.* 2007; 13 (3): 63-67 (in Russian).
9. Severinsen M.T., Johnsen S.P., Tjnneland A. et al. Body height and sex-related differences in incidence of venous thromboembolism: a danish follow-up study. *Eur. J. Intern. Med.* 2010; 21 (4): 268–72.
10. Marushchak E.A., Zubarev A.R. Modern methods of ultrasound diagnostics of venous thrombosis of the inferior vena cava system. *Outpatient Surgery. Stationary substitution technologies*. 2014; 3-4 (55-56): 38-47 (in Russian).
11. Karaseva M.A. Preoperative evaluation of hollow veins using computed tomography. *Creative Cardiology*. 2015; 2: 63-72 (in Russian).
12. Vikhrova N.B. Radiodiagnostic methods of diagnosis in assessing the prevalence and structure of a tumor thrombus in the inferior vena cava in patients with kidney cancer. *Journal of Russian Oncology*. 2014; 2: 51-56 (in Russian).
13. Kirienko A.I., Leontiev S.G., Lebedev I.S. Algorithm for managing patients with acute venous thrombosis. *Flebology*. 2008; 1: 58-62 (in Russian).
14. Churikov D.A., Kirienko A.I. Ultrasound diagnosis of vein diseases. Moscow, Litterra, 2006. 96 p. (in Russian).
15. Khan A.R., Anwar K., Fatima N., Khan S.F. Comparison of CT scan and colour flow Doppler ultrasound in detecting venous

- tumour thrombus in renal cell carcinoma. *J. Ayub. Med. Coll. Abbottabad*. 2008; 20 (3): 47-50.
16. Goodacre S., Sampson F., Stevenson M. et al. Measurement of the clinical and cost effectiveness of non invasive diagnostic testing strategies for deep vein thrombosis. *Health Technol. Assess.* 2006; 10 (15): 1–168.
17. Marushchak E.A., Zubarev A.R. The role of ultrasound diagnosis in the definition of surgical tactics in patients with flotation deep vein thrombosis of the vena cava inferior system. *Medical Imaging*. 2013; 3: 121-129 (in Russian).
18. Marushchak E.A., Zubarev A.R. Ultrasonic diagnostics of interventional phlebothrombosis of the inferior vena cava system. *Ultrasonic and functional diagnostics*. 2011; 1: 64-72 (in Russian).
19. Marushchak E.A., Zubarev A.R. Ultrasonic diagnostics of atypical venous thromboses in the inferior vena cava system as one of the methods of differential diagnosis of pulmonary embolism from an unclear source. *Russian Medical Journal*. 2013; 3: 33-36 (in Russian).
20. Marushchak E.A., Zubarev A.R., Krivosheeva N.V. Possibilities of ultrasonic elastography in the diagnosis of acute venous thrombosis (first experiment). *Ultrasonic and functional diagnostics*. 2013; 5: 124-134 (in Russian).
21. Marushchak E.A., Schegolev A.A., Zubarev A.R., Papoyan S.A., Mutaev M.M., Zhdanova O.A. Ultrasonic monitoring of venous blood flow during surgical prophylaxis of pulmonary embolism. *Medicine*. 2013; 4: 61-7 (in Russian).
22. Marushchak E.A., Yumatova E.A., Yudin A.L., Lisachenko I.V., Uchevatkin A.A., Rudaya A.I., Marina E.A. Radiation diagnosis of atypical local thrombosis in situ vena iliaca communis. *Radiology-practice*. 2013; 5: 47-53 (in Russian).
23. Guo H., Song Y., Na Y. Value of abdominal ultrasound scan, CT and MRI for diagnosing inferior vena cava tumour thrombus in renal cell carcinoma. *Chin. Med. J.* 2009; 122 (19): 2299-302.
24. Trombetta C., Liguori G., Bucci S., Benvenuto S., Garaffa G., Belgrano E. Evaluation of tumor thrombi in the inferior vena cava with intraoperative ultrasound. *World J. Urol.* 2007; 25: 381-84.
25. Barwick L.A. Sonographic detection of isolated inferior vena cava thrombosis. *J. Diagn. Med. Sonography*. 2009; 25 (1): 44–49.
26. Torbicki A., Perrier A., Konstantinides S. et al. Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism: the Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J.* 2008; 29 (18): 2276–2315.
27. Andriyashkin V.V., Leontiev S.G., Zolotukhin I.A. On the issue of embolus risk of non-occlusive venous thrombi. *Flebology*. 2011; 1: 4-6 (in Russian).
28. Zykin B.I. Elastography: anatomy of the method. *Radiation*

- diagnostics, radiation therapy (Promeneva Diagnostics, Promeneva therapy). 2012; 2-3: 107-113 (in Russian).
29. Sandrikov V.A., Fisenko E.P., Kulagina T.Yu. Ultrasound and radiation technologies in clinical practice. M., Strom, 2012 (in Russian).
30. Kazuhiro S., Takanobu T. Usefulness of ultrasonographic for evaluation of venous thromboembolism. *Circulation Journal*. 2009; 73 (Suppl. 1).
31. Trufanov G.E. Radiation diagnostics. Moscow, GEOTAR-Media, 2013 (in Russian).
32. Davidson T., Goitein O., Avigdor A., Zwas S.T., Goshen E. 18FFDG-PET. CT for the Diagnosis of Tumor Thrombosis. *IMAJ*. 2009; 12: 69-73 (in Russian).
33. Vasilchenko M.I., Lesovik V.S., Dibirov M.D., Gaydukova E.V., Sosnin P.V. Diagnostic capabilities of multispiral computer and magnetic resonance imaging in patients with portal hypertension. *E c s erementanal and c oncinal gastroenterology*. 2 0 1 2; 10: 22-25 (in Russian).
34. Alyaev Yu.G., Sinitsin V.Ye., Grigoriev N.A. Magnetic resonance imaging in urology. *Practical medicine, M*. 2005 (in Russian).
35. Fiona C. Sampson, Steve W. Goodacre, Steven M. Thomas, Edwin J. R. van Beek. The accuracy of MRI in diagnosis of suspected deep vein thrombosis: system-atic review and meta-analysis. *Eur. Radiol*. 2007; 17: 175–181.
36. Ho V. B., Geertruyden P. H. Van, Yucel E. K. ACR Appropriateness Criteria on Suspected Lower Extremity Deep Vein Thrombosis. *J. Am. Coll. Radiol*. 2011; 8 (6): 383–387.
37. Muller M. A., Mayer D., Seifert B., Marincek B., Willmann J. K. Recurrent Lower-Limb Varicose Veins: Effect of Direct Contrast-Enhanced Three-Dimensional MR Venographic Findings on Diagnostic Thinking and Therapeutic Decisions. *Radiology*. 2008; 247 (3): 887–895.
38. Barker Al., Bock J., Lorenz R., Markl M. 4D Flow MR Imaging. *MAGNETOM Flash*. 2010; 2: 46-52.
39. Smith C. S., Sheehy N., Mceniiff N., Keogan M. T. Magnetic Resonance Portal Venography: Use of Fast-Acquisition True FISP Imaging in the Detection of Portal Vein Thrombosis. *Clin. Radiol*. 2007; 62: 1180–1188.
40. Lindquist C. M., Karlicki F., Lawrence P., Strzelczyk J., Pawlyshyn N., Kirkpatrick I. D. Utility of Balanced Steady-State Free Precession MR Venography in the Diagnosis of Lower Extremity Deep Venous Thrombosis. *Am. J. Roentgenol*. 2010; 194 (5): 1357–1364.
41. Cantwell C. P., Craddock A., Bruzzi J., Fitzpatrick P., Eustace S., Murray J. G. MR Venography with True Fast Imaging with Steady-State Precession for Suspected Lower-Limb Deep Vein Thrombosis. *J. Vasc. Interv. Radiol*. 2006; 17: 1763–1769.
42. Edelman R. R., Koktzoglou I. Unenhanced Flow-Independent MR Venography by Using Signal Targeting Alternative Radiofrequency and Flow-Independent Relaxation Enhancement. *Radiology*. 2009; 250 (1): 236–245.
43. Drex J.B., Hennemuth A., Meier S., Lorenz R., Bock J., Harloff An. et al. A tool for the interactive analysis and exploration of in-vivo hemodynamic from 4D PC MRI. *J. Cardiovasc. Mag. Res*. 2012; 14 (Suppl 1).
44. François Ch.J., Srinivasan Sh., Schiebler M.L., Reeder Sc.B., Niespodzany E., Landgraf B.R. et al. Open Access 4D cardiovascular magnetic resonance velocity mapping of alterations of right heart flow patterns and main pulmonary artery hemodynamics in tetralogy of Fallot. *J. Cardiovasc. Mag. Res*. 2012. Available at: <http://www.jcmr-online.com/content/14/1/16> doi:10.1186/1532-429X-14-16.
45. Frydrychowicz A., Markl M., Hirtler D., Harloff A., Schlenzak C., Geiger J. et al. Aortic hemodynamics in patients with and without repair of aortic coarctation: in vivo analysis by 4D flow-sensitive magnetic resonance imaging. *Invest. Radiol*. 2011; 46 (5): 317-25. doi: 10.1097 / RLI.0b013e3182034fc2.
46. Bokeria LA, Yurpolskaya L.A., Makarenko V.N., Zelenikin M.M., Shinkareva T.V., Podzolkov V.P. The first Russian experience of using the 4D FLOW program for magnetic resonance imaging in the study of blood flow in patients after Fontaine's surgery. *Thoracic and cardiovascular surgery*. 2013; 4: 24-31 (in Russian).
47. Nordmeyer S., Riesenkaempff E., Messrogli D., Kropf S., Nordmeyer J., Berger F., Kuehne T. Four-dimensional velocity-encoded magnetic resonance imaging improves blood flow quantification in patients with complex accelerated flow. *J. Mag. Res. Imag*. 2013; 37 (1): 208–16. doi: 10.1002 / jmri. 23793.
48. Steinmetz M., Preuss H.C., Lotz J. Non-invasive imaging for congenital heart disease – recent progress in cardiac MRI. *J. Clin. Exp. Cardiol*. 2012; 8: 1–10.
49. Akin O., Dixit D., Schwartz L. Bland and tumor thrombi in abdominal malignancies: magnetic resonance imaging assessment in a large oncologic patient population. *Abdom. Imag*. 2011; 36 (1): 62-8.
50. Strobel K., Steinert H.C., Bhure U. Tumour thrombus in the superior vena cava from anaplastic carcinoma of the thyroid: FDGPET/ CT imaging findings. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imag*. 2007; 34: 813.
51. Lai P., Bomanji J.B., Mahmood S. Detection of tumour thrombus by 18F-FDG-PET/CT imaging. *Eur. J. Cancer. Prev*. 2007; 16 (1): 90–4.
52. Davidson T., Goitein O., Avigdor A., Zwas S.T., Goshen E. 18FFDG-PET/CT for the Diagnosis of Tumor Thrombosis. *IMAJ*. 2009; 12: 69-73.
53. Do B., Mari C., Biswal S., Kalinyak J., Quon A., Gambhir S.S. Diagnosis of aseptic deep venous thrombosis of the upper extremity in a cancer patient using fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computerized tomography (FDG PET/CT). *Ann. Nucl. Med*. 2006; 20 (2): 151–5.
54. Goodman L.R., Stein P.D., Beemath A., Sostman H.D., Wakefield T.W., Woodard P.K., Yankelevitz D.F. CT venography for deep venous thrombosis: continuous images versus reformatted discontinuous images using PIOPED II data. *AJR Am. J. Roentgenol*. 2007; 189 (2): 409–12.
55. Baeshko A.A., Shestak N.G. Surgery news. XVII World Congress of the International Society of Phlebology (September 8-13, 2013, Boston, USA). 2014; 4: 22 (in Russian).