

КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФЕНОМЕНА И СИНДРОМА ЩЕЛКУНЧИКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДОВ БИМЕДИЦИНСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Д.Д. Ковалева¹, В.П. Куценко², Р.А. Постановов², А.В. Власенко^{3,4}, А.В. Носов⁵, П.Ю. Клименко²¹ ФГБУ Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова. Санкт-Петербург, Россия.² ФГБУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет». Санкт-Петербург, Россия.³ Медицинский институт непрерывного образования ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)». Москва, Россия.⁴ ГБУЗ «Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии — Клиника доктора Рошаля». Москва, Россия.⁵ ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт прикладных проблем». Санкт-Петербург, Россия.

АННОТАЦИЯ

Введение. Варикозная болезнь вен малого таза остается недостаточно изученным заболеванием, и причины его развития не всегда очевидны. Аномалии структуры, формы и расположения почечных сосудов возникают в процессе эмбрионального развития сосудистой системы. Врожденные изменения почечных вен чаще всего связаны с нарушениями в развитии нижней полой вены, в которую они впадают. Компрессионный стеноз левой почечной вены (ЛПВ) может существовать в виде двух клинко-морфологических форм: феномен и синдром Щелкунчика. Синдром Щелкунчика является редким заболеванием, и по клиническим проявлениям диагностируется недостаточно, чтобы определить разницу между «синдромом» и «феноменом». При постановке диагноза, кроме лабораторной и урологической диагностики заболевания, значительную роль играют методы биомедицинской визуализации.

Цель. Ознакомить врачей-специалистов с клинко-диагностическими аспектами феномена и синдрома Щелкунчика при использовании методов биомедицинской визуализации.

Материалы и методы. Для подбора литературы использованы поисковые системы сети Интернет. В анализ включена 21 статья, среди которых 11 принадлежат зарубежным авторам.

Результаты. Артерио-венозные конфликты верхнего уровня, в частности, синдром Щелкунчика могут приводить к тазовому венозному застою и развитию варикозной болезни вен малого таза. Своевременное обнаружение синдромов артерио-венозной компрессии с помощью биомедицинской визуализации, а также оценка гемодинамической и клинической их значимости позволит выполнить шунтирующую операцию, что предотвратит развитие осложнений, повысит качество жизни пациентов и снизит нагрузку на систему здравоохранения.

Выводы. С использованием методов биомедицинской визуализации можно выявить врожденные аномалии почечных сосудов, определить взаиморасположение ЛПВ относительно аорты и верхней брыжеечной артерии (ВБА), а также измерить угол отхождения ВБА. В настоящее время для диагностики и оценки значимости артерио-венозных конфликтов, в частности, синдрома Щелкунчика применяются следующие методы биомедицинской визуализации:

- ультразвуковое ангиосканирование (в т.ч. с контрастным усилением, а также внутрисосудистое ультразвуковое исследование);
- КТ и КТ-ангиография;
- МРТ и МР-ангиография;
- прямая рентгеновская флебография (в т.ч. с флеботонометрией).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: симптом и синдром щелкунчика, патология, биомедицинская визуализация, диагностика

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ: Куценко Валерий Петрович E-mail: val9126@mail.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Ковалева Д.Д., Куценко В.П., Постановов Р.А., Власенко А.В., Носов А.В., Клименко П.Ю. Клинко-диагностические аспекты феномена и синдрома щелкунчика при использовании методов биомедицинской визуализации // Вестник Медицинского института непрерывного образования. — 2025. — Т. 5. — № 3. — С. 48-58. — DOI 10.36107/2782-1714_2025-5-3-48-58.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ: Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЗАЯВЛЕНИЕ О ДОСТУПНОСТИ ДАННЫХ: Данные текущего исследования можно получить по обоснованному запросу у корреспондирующего автора.

CLINICAL AND DIAGNOSTIC ASPECTS OF THE NUTCRACKER PHENOMENON AND SYNDROME USING BIOMEDICAL VISUALIZATION METHODS

D.D. Kovaleva¹, V.P. Kutsenko², R.A. Postanogov², A.V. Vlasenko^{3,4}, A.V. Nosov⁵, P.Yu. Klimenko²¹ National Medical Research Center named after V.A. Almazov, Saint Petersburg, Russia² Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia³ Medical Institute of Continuing Education, Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Moscow, Russia.⁴ Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma – Dr. Roshal's Clinic (CRIEPST), Moscow, Russia.⁵ State Research Institute of Applied Problems, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

Background. Varicose veins of the pelvic veins remain an insufficiently studied disease and the causes of its development are not always obvious. Anomalies in the structure, shape and location of the renal vessels occur during the embryonic development of the vascular system. Congenital changes in the renal veins are most often associated with developmental disorders of the inferior vena cava into which they flow. Compression stenosis of the left renal vein (LRV) can exist in two clinical and morphological forms: the Nutcracker phenomenon and syndrome. Nutcracker syndrome is a rare disease, and according to clinical manifestations, it is not diagnosed enough to determine the difference between the "syndrome" and the "phenomenon". In addition to laboratory and urological diagnostics of the disease, biomedical imaging methods play a significant role in diagnosing the disease.

Purpose. To acquaint medical specialists with the clinical and diagnostic aspects of the Nutcracker phenomenon and syndrome using biomedical imaging methods.

Materials and methods. The Internet search was used to select literature. The analysis included 21 articles, 11 of which belong to foreign authors.

Results. Upper-level arteriovenous conflicts, in particular the Nutcracker syndrome, can lead to pelvic venous congestion and the development of varicose veins of the pelvis. Timely detection of arteriovenous compression syndromes using biomedical imaging, as well as an assessment of their hemodynamic and clinical significance, will allow for bypass surgery, which will prevent the development of complications, improve the quality of life of patients and reduce the burden on the healthcare system.

Conclusions. Using biomedical imaging methods, it is possible to identify congenital anomalies of the renal vessels, determine the relative position of the LPV relative to the aorta and superior mesenteric artery (SMA), and measure the angle of departure of the SMA. Currently, the following biomedical imaging methods are used to diagnose and assess the significance of arteriovenous conflicts, in particular, the Nutcracker syndrome:

- ultrasound angioscanning (including with contrast enhancement, as well as intravascular ultrasound);
- CT and CT angiography;
- MRI and MR angiography;
- direct X-ray phlebography (including with phlebtonometry).

KEYWORDS: Nutcracker symptom and syndrome, pathology, biomedical imaging, diagnosis, treatment

CORRESPONDENCE: Valery P. Kutsenko, e-mail: val9126@mail.ru

FOR CITATIONS: Kovaleva D.D., Kutsenko V.P., Postanogov R.A., Vlasenko A.V., Nosov A.V., Klimenko P.Yu. Clinical and Diagnostic Aspects of the Nutcracker Phenomenon and Syndrome using Biomedical Visualization Methods // Bulletin of the Medical Institute of Continuing Education. — 2025. — Vol. 5, No. 3. — P. 48–58. — DOI 10.36107/2782-1714_2025-5-3-48-58

FUNDING SOURCE: The authors claim that there is no funding for the study.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST: The authors declare no obvious or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

DATA AVAILABILITY STATEMENT: Data from the current study are available upon reasonable request from the corresponding author.

ВВЕДЕНИЕ

Варикозная болезнь вен малого таза представляет серьезную медико-социальную проблему во всем мире, что объясняется широкой распространенностью заболевания среди лиц трудоспособного возраста и большими затратами на проводимые лечебно-диагностические манипуляции. С проблемой тазового венозного полнокровия у мужчин и женщин сталкиваются врачи различных специальностей: хирурги, урологи, андрологи, гинекологи. Однако варикозная болезнь вен малого таза остается недостаточно изученным заболеванием, и причины его развития не всегда очевидны [1, 2, 3].

Одним из предрасполагающих факторов возникновения тазового венозного полнокровия являются особенности вариантной анатомии венозных сосудов, дренирующих кровь от органов малого таза.

Известно, что венозный отток от органов малого таза осуществляется за счет венозных сплетений между

яичниками, маткой, вульвой у женщин, яичками, предстательной железой и половым членом у мужчин, прямой кишкой и венами нижних конечностей (большая подкожная вена и ее притоки). Левая гонадная вена (диаметр в норме 3–4 мм) впадает в левую почечную вену (ЛПВ), а правая (диаметр в норме 3–4 мм) — в нижнюю полую вену (НПВ), каудальнее отхождения правой почечной вены [2, 4, 5].

Длина ЛПВ составляет от 5 до 9 см. Дистальный отдел ЛПВ располагается между передней стенкой юкстаренального отдела аорты и задней стенкой проксимального сегмента верхней брыжеечной артерией (ВБА). Основными притоками ЛПВ являются левые гонадная и мочеточниковая вены, капсулярные и поясничные вены. Последние впадают в ЛПВ, подходя снизу, в то время как левая средняя надпочечниковая и нижняя диафрагмальная вены — сверху. Помимо этого, ЛПВ имеет связи с левой полунепарной веной, а также с вну-

В первом случае сдавление вены не сопровождается формированием градиента давления между левой почечной и нижней поллой венами, (т.е. не сопровождается значимыми изменениями почечной флебогемодинамики, не приводит к почечной венозной гипертензии и нарушению функции левой почки). Феномен Щелкунчика описывает анатомические признаки, аорто-мезентериальное сдавление левой почечной вены, без проявления клинических симптомов. Данную патологию часто определяют как «случайную находку» при проведении КТ- или УЗИ-диагностики. Ряд авторов (Hohenfellner, 1991; Trigaux, 1998; Satyapel, 1999; Arslan, 2005) в своих работах отмечают, что эта патология встречается в популяции от 1,7 до 3,7% случаев [4].

Термин «синдром Щелкунчика» следует применять только у пациентов с характерными клиническими симптомами, особенно при наличии гематурии, протеинурии, боли в поясничной области, диспареунии, варикоцеле у мужчин, наряду с диагностической визуализацией анатомических особенностей, связанных с синдромом [11].

Лопаткин Н.А. и соавт. объясняют формирование СЩ следующими факторами: в результате ущемления ЛПВ в «пинцете» в ней повышается венозное давление, сначала только в ортостазе, когда человек стоит, и кишечник опускается, а брыжейка натягивается. В последующем в результате микротравматизации сосудистой стенки начинаются фибропластические процессы, и формируется так называемое фиброзное кольцо с последующим развитием органического стеноза ЛПВ и значительного повышения давления в ней. В результате повышения давления в ЛПВ возникает ретроградный ток крови по левой гонадной вене, что приводит к клапанной недостаточности и расширению вены, развитию варикоцеле у мужчин и тазовому венозному полнокровию у пациентов обоих полов. Венозный сброс также осуществляется в восходящие позвоночные вены по спленоренальным коллатералям, в капсулярные вены почки, мочеточниковые вены (Лопаткин Н.А., Морозов А.В., 1984).

Наибольшее значение СЩ имеет в детском и подростковом возрасте, когда, как правило, и манифестирует классической триадой симптомов в виде гематурии, варикоцеле и боли в левом боку (A.R. El Sadr и A. Mina, 1950).

Следует отметить, что среди всех врожденных пороков развития сосудистые аномалии у детей до 18 лет составляют порядка 7%, из них на долю синдрома Щелкунчика приходится до 67%. Таким образом, СЩ является наиболее распространенной сосудистой аномалией детского и подросткового возраста (Клименко П.Ю., 2023). Часто СЩ может быть одним из проявлений комплексной сосудистой аномалии в виде сочетанных артериовенозных конфликтов.

СЩ заслуживает внимания также в связи с риском развития осложнений, таких как хроническая болезнь почек (ХБП), тромбоз ЛПВ из-за длительной компрессии и травматизации сосуда. Естественное течение не диагностированных врожденных артериовенозных конфликтов является серьезной предпосылкой развития осложнений, таких как вторичная артериальная (почечная) гипертензия как у детей и подростков, так и у взрослого населения; возможным развитием вторичного, чаще

мужского, бесплодия, хронического рецидивирующего простатита (Капто А.А., Смылова З.В., 2019 г.).

Клинико-инструментальная диагностика СЩ у пациентов с тазовым венозным полнокровием до сих пор представляет непростую задачу для врача-клинициста и специалиста лучевой диагностики, в частности, сложности возникают при выявлении первичного звена поражения, уровня компрессии, ее гемодинамической значимости [12].

Вне зависимости от морфологии и степени компрессии ЛПВ, выраженности венозной почечной гипертензии и коллатерализации кровотока для постановки верного диагноза со стороны врача-клинициста требуется осведомленность о СЩ, со стороны специалиста лучевой диагностики необходима внимательность и высокая настороженность при оценке данных визуализации.

В настоящее время для диагностики и оценки значимости артерио-венозных конфликтов, в частности, синдрома Щелкунчика применяются следующие методы биомедицинской визуализации [Российские клинические рекомендации по диагностике и лечению хронических заболеваний вен. Флебология, т.7, вып. 2, 2013]:

- ультразвуковое ангиосканирование (в т.ч. с контрастным усилением, а также внутрисосудистое ультразвуковое исследование);
- КТ и КТ-ангиография;
- МРТ и МР-ангиография;
- прямая рентгеновская флебография (в т.ч. с флеботонометрией).

Ультразвуковое ангиосканирование на протяжении долгого времени считается рядом авторов ведущим визуализационным методом диагностики СЩ (Капто А.А., Смылова З.В., 2019 г.; Лопаткин Н.А., Морозов А.К., Житникова Л.Н., 1978; Shokeir AA, El-Diasty TA, Ghoneim MA, 1994). Сканирование подразумевает использование одного, либо одновременно двух или трех режимов исследования (дуплексное и триплексное исследование соответственно). Основным является двумерный серошкальный В-режим, дополнительно используют цветовое картирование потока крови, или импульсно-волновой доплер, либо их сочетание. Метод позволяет одновременно визуализировать исследуемый сосуд на протяжении, а также определить направление кровотока и его параметры.

Дуплексное ультразвуковое сканирование (ДУС) вен таза и забрюшинного пространства рекомендовано как исследование первой линии в диагностике СЩ. Показаниями к выполнению ДУС является анамнез хронических тазовых болей, выявление варикозных вен наружных половых органов, ягодичной, паховой, лобковой областей, несифенных варикозных вен.

Исследование тазовых вен может быть затруднено в связи с их глубинным расположением, избыточной массой тела пациента, пневматизацией кишечника, поэтому пациенту следует подготовиться к исследованию. Для этого накануне рекомендуется исключить продукты, способствующие газообразованию в кишечнике, использовать медикаментозные препараты (пеногасители и его аналоги). Исследование проводят натощак. Мочевой пузырь рекомендуется опорожнить с целью уменьшения дополнительной компрессии вен таза [13].

При оптимальной подготовке пациента ДУС обладает чувствительностью 50–90% и специфичностью 78–100% (при наличии клинических симптомов) в определении переднего и заднего синдромов Щелкунчика [14]. Исследование позволяет достоверно обнаружить расширение тазовых вен, наличие тазового венозного рефлюкса и его протяженность.

Для проведения ДУС применяются следующие доступы: трансабдоминальный (с использованием конвексного и линейного датчиков) и трансвагинальный/трансректальный (с использованием внутриматочного датчика). Для сканирования глубоких вен, особенно у полных пациентов, при исследовании вен малого таза и забрюшинного пространства применяют конвексные датчики с частотой 3,5–5,0 МГц. Для визуализации следует использовать настройки, оптимизированные для оценки низкоскоростных потоков (5–10 см/с).

В процессе проведения исследования визуализируются: венозные сплетения органов малого таза, поверхностные и глубокие вены нижних конечностей, вены наружных половых органов, НПВ, подвздошные вены, гонадные вены, почечные вены, абдоминальная аорта, проксимальные отделы брыжеечных артерий. Измеряются диаметры сосудов, путем доплеровского цветового картирования оценивается направление кровотока и функциональное состояние венозных клапанов.

Основными ультразвуковыми параметрами, характеризующими состояние ЛПВ, являются ее диаметры — измерения производятся между аортой и верхней брыжеечной артерией и дистальнее, а также линейные скорости кровотока в этих сегментах. В норме длина вены 6–10 мм, ширина 4–5 мм, а диаметр между аортой и верхней брыжеечной артерией несколько уменьшен в норме, скорость кровотока не более 50 см/с. Изменения кровотока в ЛПВ следует анализировать, фиксируя пиковую скорость в месте стеноза и в воротах левой почки.

При переднем синдроме Щелкунчика, вызванном стенозом ЛПВ, лоцируется уменьшение ее диаметра между аортой и ВБА более, чем в 3–5 раз с ускорением кровотока до 100 см/с. Дистальнее вена расширяется до 1,0 см со снижением кровотока (рис. 4). При заднем синдроме Щелкунчика визуализируется заднее расположение ЛПВ между аортой и позвоночником, при кольцевидной ЛПВ — передний приток проходит между аортой и ВБА, задний приток между аортой и позвоночным столбом; диаметры и скорости кровотока аналогичные таковым при переднем синдроме Щелкунчика.

Некоторые авторы обращают внимание на возможность дифференцировки феномена и синдрома

Щелкунчика при проведении ДУС. Так, замечено, что у пациентов с феноменом Щелкунчика отношение диаметра ЛПВ в области ворот к диаметру в зоне стеноза не превышает 4, а отношение линейной скорости кровотока в зоне стеноза и в области ворот — не более 4,9 [7].

Компрессия ЛПВ и ускорение кровотока сопровождается повышением давления в ней с возникновением рено-кавального градиента. Нормальный градиент давления между дистальной ЛПВ и НПВ отсутствует, или составляет <1 мм рт.ст. Градиент рено-кавального давления ≥ 2 мм рт.ст. позволяет судить о гемодинамической значимости компрессии ЛПВ [8].

Помимо измерения диаметра ЛПВ, скорости кровотока и рено-кавального градиента давления следует измерять угол и расстояние между аортой и ВБА, в норме у взрослых они составляют $51 \pm 25^\circ$ и 16 ± 6 мм соответственно (Arthurs O.J., Mehta U., Set P.A., 2012). Угол измеряется вдоль аорты и в сагиттальной плоскости, с помощью программы на ультразвуковом аппарате. Получение нормальных значений при измерении этих параметров позволяют исключить СЩ (рис. 5).

При проведении ДУС также оценивают состояние тазовых вен, наличие венозного рефлюкса, его продолжительность и распространенность. Измеряются диаметры и оценивается состоятельность клапанов вен гроздевидного сплетения около яичников, вен маточного сплетения вдоль ребер матки у женщин, простатических вен и вен лозовидного сплетения у мужчин, левой гонадной вены у лиц обоих полов. Вены считаются расширенными, если их диаметр более 0,5 см, клапаны несостоятельными — при выявлении ретроградного кровотока в покое, либо при проведении пробы Вальсальвы или компрессионной пробы. Дополнительно оцениваются проходимость вен и наличие внутриматочных структур [15].

Необходимо учитывать, что скорость кровотока в венах таза ниже, чем в подвздошных либо магистральных венах нижних конечностей, поэтому для осуществления качественного исследования необходимо снижать пороговое значение доплеровского картирования кровотока ультразвукового сканера до 10–15 см/с при исследовании гонадных вен и до 5–8 см/с при исследовании тазовых венозных сплетений. Для регистрации кровотока на венах промежности рекомендовано снижение порогового значения до 3–5 см/с.

Заключительным этапом проведения ДУС является исследование вен наружных половых органов, внутренней поверхности бедра и ягодиц, вен нижних конечностей на предмет варикозной трансформации и состоятельности клапанного аппарата.



Рис. 4. Передний СЩ на трансабдоминальном УЗИ: а) ЛПВ сужена между аортой и ВБА до 0,19 см, дистальнее ЛПВ расширена до 0,74 см (симптом «птичьего клюва»); б) спектрограмма кровотока ЛПВ между аортой и ВБА, линейная скорость кровотока до 94,4 см/с (Фомина Е.Е., 2021)

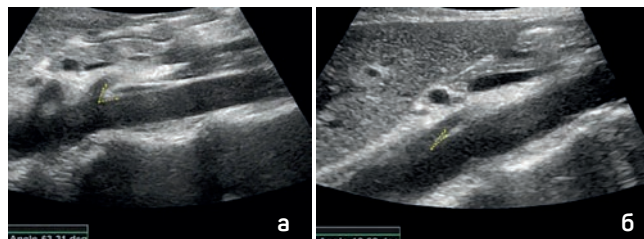


Рис. 5. а) Угол между аортой и ВБА у женщины с варикозной болезнью вен малого таза $63,31^\circ$ (в положении лежа), б) Угол между аортой и ВБА у женщины с СЩ $13,68^\circ$ (в положении лежа) (Фомина Е.Е., 2021)

Следует отметить, что ДУС вен таза является по- липозиционным исследованием, при его выполнении рекомендовано использовать медицинскую кушетку с регулируемым углом наклона головного или ножно- го концов. Осмотр вен верхнего этажа брюшной поло- сти рекомендован в положении полусидя (30–80°), что позволяет имитировать типичное гидростатическое давление и силы гравитации, необходимые для оценки гемодинамики и регистрации рефлюкса. Исследование подвздошных и гонадных вен рекомендовано в положе- нии полусидя (до 45°), что улучшает их визуализацию и предотвращает коллабирование. Проведение иссле- дования только в горизонтальном положении снижает качество исследования, т.к. в такой позиции рефлюкс может исчезать из-за отсутствия достаточного дей- ствия силы гравитации.

Специалисту ультразвуковой диагностики, прово- дящему исследование, следует помнить о наличии т.н. элайзинг-эффекта (aliasing-effect), характеризующегося появлением артефакта доплеровского изображения при цветовом доплеровском картировании (CFM) и спектральном доплере (PW) в виде мнимой инвер- сии потока — перемещения цветового или спектраль- ного изображения на сторону с обратным знаком. Дан- ный артефакт наблюдается в ситуации, когда скорость потока больше масштаба доплера. Для устранения этого ультразвукового феномена необходимо изменить масштаб и/или изменить положение нулевой линии шкалы, либо перейти в режим постоянно-волнового доплера (CW-режим) [2].

В настоящее время для диагностики артерио-ве- нозных конфликтов и синдромов компрессии может применяться **внутрисосудистый ультразвук** (вну- трисосудистое ультразвуковое исследование, ВСУЗИ). Это — метод эндоваскулярной диагностики с возмож- ностью одномоментного проведения эндоваскулярных вмешательств, например, установка внутрисосудистого стента.

ВСУЗИ позволяет диагностировать минимальную площадь просвета в месте сужения, выявлять признаки фиброза и патологические включения в просвете вены. Данный способ не требует применения контраста или ионизирующего излучения. ВСУЗИ точнее визуализи- рует сужение ЛПВ, так как датчик находится внутри сосуда и является более чувствительным и, вероятно, более объективным и воспроизводимым способом, чем венография, в выявлении венозного сужения и его тя- жести. Специфичность ВСУЗИ в диагностике СЩ со- ставляет 90% по сравнению с 62% у флебографии (Gagne P.J., 2017; Monedero L. J., 2018) (рис. 6).

Метод **ультразвукового исследования с кон- трастным усилением** применяют на аппаратуре, име- ющей опцию работы в режиме контрастного усиления с использованием мультисекундного (2,5–5,5 МГц) кон- тексного датчика со специальным режимом получения изображений при низком механическом индексе. Этот режим позволяет поддерживать колебания микропу- зырьков и визуализировать их в паренхиматозной тка- ни в режиме реального времени. Поскольку физический размер микропузырьков сопоставим с размерами (или меньше) эритроцита, препарат действует в сосудистом русле и позволяет отображать как крупные сосуды, так

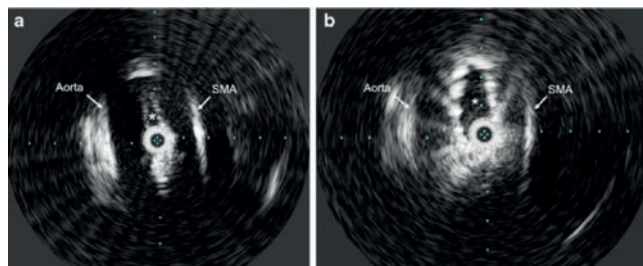


Рис. 6. Компрессия ЛПВ у девочки 12 лет с передним СЩ: а) ВСУЗИ с датчиком в ЛПВ (звездочка) демонстрирует ее сдавление аортой и ВБА (аорта находится слева, ВБА — справа; б) ВСУЗИ после установки стента демонстрирует увеличение просвета ЛПВ (звездочка) (Cronan J.C., Hawkins C.M., Kennedy S.S. et al., 2021)

и сосуды микроциркуляторного русла (Cosgrove D., Harvey C., 2009).

Контраст-усиленная УЗ-ангиография является ме- тодом визуализации для выявления сосудистой пато- логии, в том числе синдромов сосудистой компрессии, в частности, СЩ. Она представляет собой альтернативу КТ-ангиографии, особенно для пациентов с нарушения- ми функции почек или другими противопоказаниями для использования рентгеноконтрастных препаратов, а также позволяет избежать воздействия ионизиру- ющего излучения (Clevert D.A., Horng A., Reiser M.F., 2009).

Компьютерная томография и компьютерно-то- мографическая ангиография (КТ и КТА) рекомендова- ны в качестве методов диагностики состояния ЛПВ при наличии клинических и лабораторных признаков аор- то-мезентериальной компрессии. Чувствительность и специфичность метода составляет 91,7 и 88,9 % соот- ветственно [6].

Исследование пациента проводится в горизонталь- ном положении, его необходимо выполнять от уровня диафрагмы до верхней трети бедра для одновремен- ной оценки состояния нижней полой, почечных, го- надных, подвздошных вен и тазовых венозных спле- тений. Вначале производится нативное сканирование органов брюшной полости и малого таза в аксиальной плоскости с малой толщиной среза с последующим по- строением мультипланарных реконструкций в инте- ресующих плоскостях. Для улучшения визуализации сосудистых структур производится внутривенное кон- трастное усиление: в кубитальную вену с помощью ав- томатического инжектора болюсно вводится неионный йодсодержащий контрастный препарат со скоростью 3–4 мл/с, затем — болюсно с такой же скоростью 50 мл физиологического раствора. Результаты оцениваются по данным, полученным в нативную, артериальную, венозную и отсроченную фазы контрастирования. Для уменьшения эффекта дыхательных артефактов иссле- дование проводится на задержке дыхания или с дыха- тельной синхронизацией [16].

КТ и КТА служат надежными малоинвазивными методами исследования, позволяющими изучить ана- томо-топографические особенности сосудов таза и за- брюшинного пространства, оценить состояние окру- жающих органов и тканей. Возможность построения мультипланарных реконструкций повышает диагно- стическую ценность исследования.

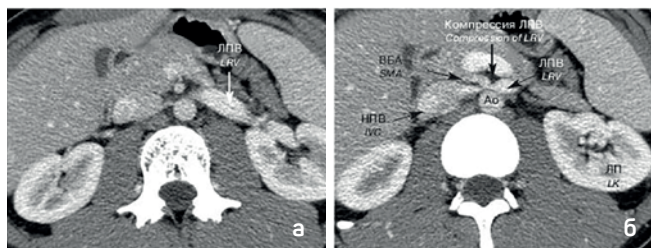


Рис. 7. КТА пациента с передним синдромом Щелкунчика. Визуализируется расширение левой почечной вены (а) и место ее критического стеноза (б). Ао — аорта; ВБА — верхняя брыжеечная артерия; ЛПА — левая почечная артерия; ЛПВ — левая почечная вена; ЛП — левая почка; НПВ — нижняя полая вена

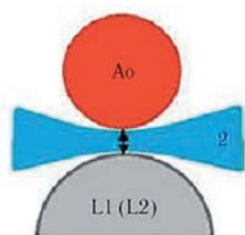


Рис. 8. Схема определения аортоverteбральной дистанции для определения аортоverteбральной венозной компрессии (L1/L2 — тело первого или второго поясничного позвонка; 2 — ретроаортальная ЛПВ, Ао — брюшная аорта). Нормальный показатель аортоverteбральной дистанции — 10 мм и более

Прямой признак аорто-мезентериальной компрессии — визуализация сдавления ЛПВ в аорто-мезентериальном пинцете с расширением проксимального отдела сосуда. Компрессию считают значимой, если диаметр ЛПВ в ее проксимальной части превышает диаметр стенозированного участка в 5 и более раз. В портальную фазу исследования, когда еще не произошло заполнения инфраренального отдела нижней полой вены, можно обнаружить рефлюкс по левой гонадной вене.

Большое значение имеет измерение угла отхождения ВБА. Так, у взрослых в норме он составляет около $51^\circ \pm 25^\circ$, у детей $45,8^\circ \pm 18,2^\circ$ (мальчики), $45,3^\circ \pm 21,6^\circ$ (девочки) (по Arthurs O.J., Mehta U., Set P.A., 2012). Угол измеряется вдоль аорты и в сагиттальной плоскости. Уменьшение угла в совокупности со снижением просвета ЛПВ и наличием других признаков компрессии позволяет предположить наличие у пациента переднего СЩ (рис. 7) [13, 14, 17].

При ретроаортальной локализации ЛПВ базовым КТ-параметром, обязательным для определения в случае аортоverteбральной венозной компрессии, становится аортоverteбральная дистанция — расстояние между аортой и передней поверхностью тела L1 или L2 позвонка в аксиальной плоскости на уровне расположения левой почечной вены. В норме у пациентов с ретроаортальной ЛПВ аортоverteбральная дистанция составляет 10 мм и более. Наличие заднего СЩ можно предполагать при уменьшении этой дистанции (рис. 8).

Для оценки гемодинамической значимости компрессионного стеноза ЛПВ при интерпретации результатов КТ следует обращать внимание на наличие выраженных коллатералей в области левой почки и мочеточника, в частности, на варикозное расширение левой гонадной вены (рис. 9).

Следует помнить, что поперечные размеры ЛПВ, особенно на уровне компрессии вены, зависят от положения тела, фазы дыхания, степени гидратации пациента. Выраженность коллатеральной сети, соотношение диаметров почечной вены на уровне и до компрессии, деформация просвета вены на уровне компрессии лишь в определенной мере могут служить показателями гемодинамической значимости компрессионного стеноза ЛПВ.

При описании КТ и КТА пациентов с компрессионным стенозом ЛПВ рекомендовано указывать:

- особенности анатомического строения почечных вен, в т.ч. скелетотопию почечных вен;
- диаметр ЛПВ до и на уровне компрессии сосуда верхней брыжеечной артерией (ВБА) в разные фазы дыхания;
- угол отхождения ВБА от аорты;
- вариантное строение гонадных вен: количество стволов, их диаметры, варианты гонадо-рениального соустья;
- особенности строения и аномалии аномалии НПВ;
- наличие или отсутствие тромботических масс в почечных и гонадных венах;
- наличие или отсутствие облитерации просвета почечных или гонадных вен;
- наличие и выраженность коллатеральной венозной сети.

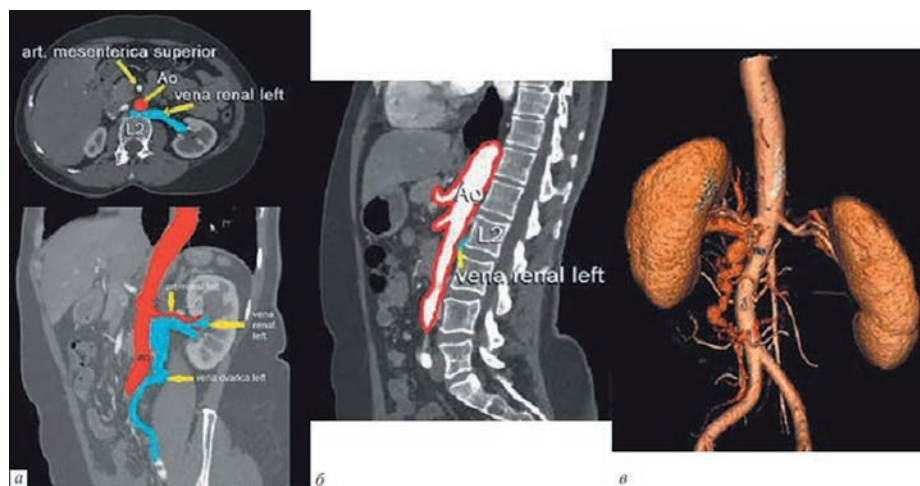


Рис. 9. Артериовенозный конфликт верхнего уровня: а, б — по данным КТА (аксиальная, косоугловая, сагиттальная плоскости) визуализируется аортоverteбральная компрессия ЛПВ (задний СЩ), приведшая к дилатации левой яичниковой вены; в — VRT-рендеринг — отмечается варикозное расширение левой яичниковой вены

КТ и КТА могут быть рекомендованы в качестве метода отбора пациентов для выполнения флеботометрии при прямой рентгеновской флебографии, либо ВСУЗИ. КТ, являясь статическим исследованием, в большинстве случаев не позволяет судить о гемодинамической значимости компрессионного стеноза ЛПВ, а лишь констатирует факт его наличия. Проведение КТ и КТА также рекомендовано пациентам с рецидивом клинических и лабораторных признаков СЩ после хирургического или эндоваскулярного лечения, поскольку позволяет выявить причины рецидива (технические погрешности выполнения вмешательства, ошибки диагностики, прогрессирование заболевания), наличие осложнений.

Таким образом, результаты КТ и КТА, как правило, несут вспомогательную роль в определении тактики лечения пациентов с артерио-венозными конфликтами.

Следует отметить, что метод КТ связан с воздействием ионизирующего излучения, что ограничивает применение метода у маленьких детей и беременных женщин. Проведение КТА невозможно без использования йодсодержащего контрастного препарата, что служит ограничением для пациентов с ХБП, сопровождающейся снижением выделительной функции почек (расчетная СКФ <30 мл/мин) и тяжелыми аллергическими реакциями в анамнезе. Качество исследования зависит от технических характеристик аппарата, особенностей протокола сканирования [3, 19].

Магнитно-резонансная томография и магнитно-резонансная ангиография (МРТ и МРА) рекомендованы в качестве дополнительного неинвазивного метода визуализации при планировании хирургического либо эндоваскулярного лечения пациентам с синдромом Шелкунчика, а также при наличии противопоказаний к проведению КТ-ангиографии.

Вследствие высокой тканевой контрастности с применением МРТ можно достоверно судить о состоянии органов брюшной полости и малого таза. МРТ не связана с использованием ионизирующего излучения и йодсодержащего контрастного препарата, что позволяет применять ее у пациентов с аллергией на йод, заболеваниями щитовидной железы. Однако наличие у пациента имплантированных электронных устройств (кардиостимуляторы, инсулиновые помпы, кохлеарные импланты) или ферромагнитных материалов в теле (сосудистые клипсы, металлические осколки) является абсолютным противопоказанием к выполнению исследования. Пациент должен быть хорошо подготовлен к исследованию, перистальтические и дыхательные артефакты должны быть сведены к минимуму.

Исследование пациента проводится в горизонтальном положении. Исследование необходимо выполнять от уровня диафрагмы до верхней трети бедра для одновременной оценки состояния нижней полой, почечных, гонадных, подвздошных вен и тазовых венозных сплетений. Вначале производится нативное сканирование органов брюшной полости и малого таза в трех взаимно перпендикулярных плоскостях с получением T1 и T2 ВИ, в том числе, с подавлением сигнала от жировой ткани. Методы бесконтрастной оценки венозного кровотока посредством МРТ основаны на эффекте визуализации потока крови и подразделяются на две

принципиальные группы: методы, основанные на амплитудных эффектах времени пролета (Time-of-Flight, TOF), и методы, основанные на фазовых эффектах (Phase Contrast, PC) [Schneider G., Prince M.R., Meaney J.F.M., et al, 2005]. Однако считается, что МРА с контрастным усилением несколько превосходит бесконтрастную (Alessia Del Pasqua, Silvina Barcudi, Benedetta Leonardi, 2011).

В качестве контрастного вещества применяют хелатные соединения редкоземельного металла гадолиния. Наличие нескольких неспаренных электронов и возможность свободной отдачи энергии с переходом электрона с более высокого на более низкий энергетический уровень позволяют значительно снижать время T1-релаксации тканей, в частности, движущейся крови. В качестве постконтрастных импульсных последовательностей применяются T1 ВИ с подавлением сигнала от жира. Результаты оцениваются на данных, полученных в нативную, артериальную, венозную и отсроченную фазы контрастирования. Для лучшей визуализации венозного русла целесообразно выполнять исследование на 4–5 минуте после введения парамагнетика. Для уменьшения эффекта дыхательных артефактов исследование проводится на задержке дыхания или с дыхательной синхронизацией.

Признаками аорто-мезентериальной компрессии при МРТ, как и при КТ, является визуализация сдавления ЛПВ в аорто-мезентериальном пинцете с расширением проксимального отдела сосуда. Компрессию считают значимой, если диаметр ЛПВ в ее проксимальной части превышает диаметр стенозированного участка в 5 и более раз. В портальную фазу исследования, когда еще не произошло заполнения инфраренального отдела нижней полой вены, можно обнаружить рефлюкс по левой гонадной вене. Значение имеет также отхождение ВБА от аорты. Угол измеряется вдоль аорты и в сагитальной плоскости. Уменьшение угла в совокупности со снижением просвета ЛПВ и наличием других признаков компрессии позволяет предположить наличие у пациента переднего СЩ (рис. 10).

При описании МРТ у пациентов с аорто-мезентериальной компрессией ЛПВ рекомендовано указывать:

- вариантное строение почечных вен и их скелетотопию;
- соотношение диаметра ЛПВ на уровне верхней брыжеечной артерии и до этой зоны;
- угол отхождения ВБА от аорты;
- вариантное строение гонадных вен с указанием количества стволов, варианты расположения гонадо-ренального соустья;
- аномалии НПВ;
- наличие/отсутствие тромбов в почечных, гонадных и нижней полой венах;
- наличие/отсутствие облитерации этих сосудов;
- наличие и выраженность коллатеральной сети.

В англоязычной литературе встречается термин «динамическая МР-венография», которая фактически представляет собой классическую МР-ангиографию в венозную фазу (МР-венографию) с использованием специальных программ постпроцессинговой обработки изображений. Методику применяли для уточнения некоторых особенностей гемодинамики (например,

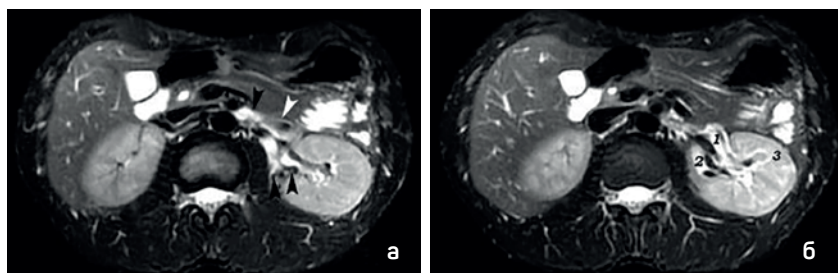


Рис. 10. МРТ при переднем синдроме Щелкунчика, T2 ВИ с жироподавлением в аксиальной плоскости: а) Отмечается гиперинтенсивность ЛПВ (черные стрелки) вследствие застоя крови в ней. При этом прочие сосудистые структуры (НПВ, воротная вена, ВБА, аорта) без застоя кровотока выглядят как участки выпадения МР-сигнала. Гипоинтенсивный артефакт от турбулентного кровотока в просвете ЛПВ отмечен белой стрелкой. Помимо этого, отмечается близкое прилегание ВБА к аорте, что и стало причиной компрессии ЛПВ; б) 1,2 — ветви ЛПВ, 3 — внутрипочечная коллатеральная вена. Отмечается некоторая гиперинтенсивность левой почки в сравнении с правой, что указывает на отек левой почки, вторичный по отношению к венозной гипертензии

для выявления рефлюксов) [Jiang Du 1, Frank J Thornton, Charles A Mistretta, et al, 2006; Cassidy Duran, Lucien Abboud, Christof Karmonik, et al, 2012]. Эта методика не позволяет оценить гемодинамическую значимость компрессионных стенозов ЛПВ. В частности, рефлюкс по левой гонадной вене может быть как вторичным (за счет компрессии ЛПВ при синдроме Щелкунчика), так и первичным (при первичной клапанной несостоятельности, в отсутствие компрессии почечной вены), поэтому контрастирование гонадной вены при динамической МРТ не является показателем гемодинамической значимости стеноза ЛПВ, но может свидетельствовать о рефлюксе. Проведение динамической МР-венографии требует специального технического, методологического и программного обеспечения. Несомненно, данное исследование имеет преимущество перед бесконтрастной МРА в оценке коллатеральной сети и вариантной анатомии гонадных и почечных вен.

Вместе с тем длительный процесс подготовки пациента к исследованию и потоковые артефакты делают МР-венографию менее информативной в сравнении с КТ-венографией и, тем более, прямой рентгеновской флебографией в случае необходимости оценки вариантной анатомии почечных и гонадных вен. При наличии выраженной коллатеральной сети на уровне почечных вен, посттромботических изменениях в бассейне НПВ нельзя достоверно судить о состоянии просвета почечных вен из-за наличия потоковых артефактов. Исследование проводят в положении лежа, что влияет на поперечные размеры просвета вены и не позволяет проводить дифференциальный диагноз между посттромботическими изменениями и неизмененным просветом вены [17].

Кроме того, МРТ не рекомендована для оценки эффективности проведенного эндоваскулярного лечения СЩ, выявления причин рецидива и оценки проходимости стентов, поскольку стенты и металлические эмболизирующие агенты вызывают артефакты, которые не позволяют достоверно оценить просвет стентированного участка вены и выявить наличие неполной его окклюзии.

Прямая рентгеноконтрастная флебография (РКФ) — эндоваскулярный метод, позволяющий напрямую контрастировать вены малого таза и нижних конечностей, и некоторыми авторами считается «золотым стандартом» визуализации СЩ [12].

По методике Сельдингера посредством бедренного доступа производится катетеризация бедренной вены с последующим выполнением антеградной флебографии и проведением рентгеноскопической

визуализации, включая проведение илиокаваграфии, ренофлебографии, селективной овариографии и полипозиционной тазовой флебографии. Это позволяет оценить флебоархитектонику бассейнов левой почечной и левой гонадной вен, а также венозных сплетений органов малого таза, состоятельность венозных клапанов, наличие ретроградного кровотока. Количество йодсодержащего контрастного вещества при выполнении исследования значительное — порядка 100–200 мл., скорость — 3–4 мл/с, сканирование производится в режиме «скопии» (в реальном времени) или частотой 1 кадр в 5 секунд.

Задачами РКФ служат:

- оценка состояния левой почечной вены (проходимость, варианты анатомии ЛПВ, компрессионный стеноз ЛПВ и его выраженность, наличие варикозных вен ворот почки и околопочечной клетчатки);
- точное определения анатомии гонадных вен (расположение оварио-рентального и оварио-кавального соустьев, диаметр, наличие и локализация крупных притоков, тип строения гонадной вены — стволовой, двустволевой, многостволевой);
- выявление коллатерализации кровотока — «переток» контрастного препарата на противоположную сторону по параметральным и маточным венам, визуализация левой илиолюмбальной вены;
- оценка состояния подвздошных вен (проходимость, диаметры, компрессионный стеноз левой/правой общей подвздошной вены и его степень, выраженная в процентах, наличие рефлюкса контрастного препарата во ВПВ и их притоки);
- визуализация и картирование пельвио-перинеального рефлюкса с указанием рефлюксных притоков ВПВ.

Значимыми флебографическими признаками СЩ принято считать уменьшение передне-заднего диаметра аортомезентериальной порции ЛПВ, депонирование контрастного препарата в престенотическом отделе ЛПВ, контрастирование периренальных и/или периуретеральных венозных коллатералей, рефлюкс контрастного вещества в левые надпочечниковую и гонадную вены (см. рис. 11) [20, 21].

В зависимости от задач, поставленных перед флебографией, используют различные ее модификации и их сочетания. Так, важной составляющей исследования является внутрисосудистая флеботонометрия с определением градиента давления между нижней поллой веной и левой почечной веной (рено-кавального градиента). В норме градиент давления не должен превышать 1 мм рт. ст., при легкой компрессии — 2 мм рт. ст., при

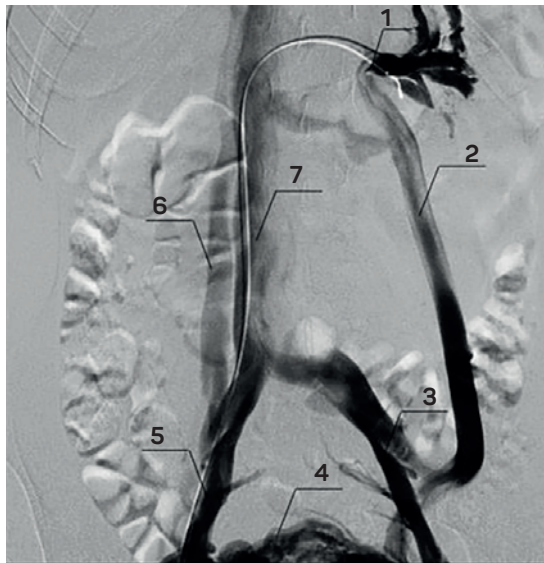


Рис. 11. Прямая рентгеноконтрастная флебограмма левой почечной вены пациентки с аортомезентериальной компрессией: 1 — дефект контрастирования ЛПВ в аортомезентериальной порции; 2 — дилатированная левая овариальная вена; 3 — левая подвздошная вена; 4 — варикозное расширение вен малого таза; 5 — правая подвздошная вена; 6 — дилатированная правая овариальная вена; 7 — НПВ

синдроме аортомезентериальной компрессии (передний СЩ) с гипертензией в ЛПВ — 3 или более мм рт. ст., гемодинамически значимый стеноз ЛПВ — более 5 мм рт. ст.

Значения градиента, полученные по данным РКФ, хорошо коррелируют с измерениями при проведении ДУС, однако лишь измерения, полученные инвазивным способом, могут определять показания к оперативному. Наличие значимого градиента давления (3 мм рт. ст. и более) и формирование коллатеральных путей венозного оттока из левой почки, что подтверждает гемодинамическую значимость СЩ, является показанием к проведению шунтирующих операций, при градиенте давления менее 2 мм рт. ст. — показанием к резекционным и рентгенэндоваскулярным вмешательствам на яичниковых венах. В некоторых случаях для подтверждения диагноза дополнительно могут применяться вышеописанные методы УЗИ, КТ и МРТ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Артерио-венозные конфликты верхнего уровня, в частности, синдром Щелкунчика, могут приводить

к тазовому венозному застою и развитию варикозной болезни вен малого таза — распространенной патологии среди лиц трудоспособного возраста. Варикозная болезнь вен малого таза сопряжена с риском развития осложнений, таких, как хроническая болезнь почек, тромбоз левой почечной вены, почечная гипертензия, вторичное мужское бесплодие, хронический рецидивирующий простатит. Своевременное обнаружение синдромов артерио-венозной компрессии, а также оценка гемодинамической и клинической их значимости позволит выполнить шунтирующую операцию, что предотвратит развитие осложнений, повысит качество жизни пациентов и снизит нагрузку на систему здравоохранения.

КТ и КТА могут быть рекомендованы в качестве метода отбора пациентов для выполнения флеботометрии при прямой рентгеновской флебографии, либо ВСУЗИ. КТ, являясь статическим исследованием, в большинстве случаев не позволяет судить о гемодинамической значимости компрессионного стеноза ЛПВ, а лишь констатирует факт его наличия. Проведение КТ и КТА также рекомендовано пациентам с рецидивом клинических и лабораторных признаков СЩ после хирургического или эндоваскулярного лечения, поскольку позволяет выявить причины рецидива (технические погрешности выполнения вмешательства, ошибки диагностики, прогрессирование заболевания), наличие осложнений.

Таким образом, результаты КТ и КТА, как правило, играют вспомогательную роль в определении тактики лечения пациентов с артерио-венозными конфликтами.

Следует отметить, что метод КТ связан с воздействием ионизирующего излучения, что ограничивает применение метода у маленьких детей и беременных женщин. Проведение КТА невозможно без использования йодсодержащего контрастного препарата, что служит ограничением для пациентов с ХБП, сопровождающейся снижением выделительной функции почек (расчетная СКФ <30 мл/мин) и тяжелыми аллергическими реакциями в анамнезе. Качество исследования зависит от технических характеристик аппарата, особенностей протокола сканирования.

Магнитно-резонансная томография и магнитно-резонансная ангиография (МРТ и МРА) рекомендованы в качестве дополнительного неинвазивного метода визуализации при планировании хирургического либо эндоваскулярного лечения пациентам с синдромом Щелкунчика, а также при наличии противопоказаний к проведению КТ-ангиографии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берлизова О.Ю., Абоян И.А., Усенко Е.Е. [и др.] Значение ультразвукового исследования при варикозной болезни вен малого таза на фоне артерио-венозных конфликтов у мужчин // Урология. — 2020. — № 5. — С. 297–298.
2. Берлизова О.Ю., Абоян И.А., Амосов А.В. [и др.]. Комплексное ультразвуковое исследование в диагностике и дифференциальной диагностике типов варикозной болезни таза у мужчин с СХТБ (Материалы «XXI конгресса Российского общества урологов») // Урология. — 2021. — № 5. — С. 455.
3. Прокопьева Э.Д., Козловская О.В., Лопатина С.А. [и др.]. Синдром щелкунчика в практике детского нефролога // Children's medicine of the North-West. — 2021. — Т. 9. — № 4. — С. 71–76.
4. Мухтарулина С.В., Каприн А.Д., Асташов В.Л. [и др.]. Клиническое значение вариантов строения нижней полой вены и брюшного отдела аорты в хирургии забрюшинного пространства // Андрология и генитальная хирургия. — 2014. — Т. 3. — С. 52–61.
5. Стюарт Б.Х., Рейман Г. Левопочечная венозная гипертензия при синдроме щелкунчика. Проводится путем прямой ренокавальной реимплантации // Урология. — 1982. — Т. 20. — С. 365–369.

6. Kim S.H., Cho S.W., Kim H.D. [et al.] Nutcracker syndrome: diagnosis with Doppler US // Radiology. — 1996. — Vol. 198. — № 1. — P. 93–97.
7. Felton B.M., White J.M., Racine M.A. An uncommon case of abdominal pain: superior mesenteric artery syndrome // West J Emerg Med. — 2012. — Vol. 13. — № 6. — P. 501–502.
8. Calado R., Braz M., Hobo L. [et al.]. Syndrome de Nutcracker: hématuria sem diagnostico // Acta Med Port. — 2011. — Vol. 24. — P. 695–698.
9. Ариеси А., Нарасе К. Почечная гематурия, вызванная феноменом «щелкунчика»: более логичное хирургическое лечение // Урология. — 1990. — Т. 35. — С. 168–170.
10. Ишидо С., Тиба Ю., Сакаи К. [и др.]. Феномен щелкунчика: случай с хирургическим лечением и его диагностические критерии // Хирургия Киев. — 1994. — Т. 40. — С. 135–138.
11. Рудлофф У., Холмс Р.Дж., Прем Дж.Т. [et al.]. Мезоаортальная компрессия левой почечной вены (синдром щелкунчика): отчеты о случаях и обзор литературы // Энн Виск Хирург. — 2006. — Т. 20. — С. 120–129.
12. Чжан Х., Ли М., Цзинь В. [et al.]. Синдром защемления левой почки: диагностика и лечение // Энн Виск Хирург. — 2007. — Т. 21. — С. 198–203.
13. Zucker E.J., Ganguli S., Ghoshhajra B.B. [et al.]. Imaging of venous compression syndromes // Cardiovasc Diagn Ther. — 2016. — Vol. 6. — № 6. — P. 519.
14. Gozzo C., Giambelluca D., Cannella R. [et al.]. CT Imaging Findings of Abdominopelvic Vascular Compression Syndromes: What the Radiologist Needs to Know // Insights Imaging. — 2020. — Vol. 17. — № 1. — P. 48.
15. Али-Эль-Дейн Б., Осман Ю., Шехаб Эль-Дин А.Б. [и др.]. Передний и задний синдром щелкунчика: отчет об 11 случаях. Процедура трансплантации. — 2003. — Т. 35. — С. 851–853.
16. Ким Джи, Джох Дж.Х., Чхве Х.И. [и др.]. Транспозиция левой почечной вены при синдроме щелкунчика // Eur J Vasc Endovasc Surg. — 2006. — Т. 31. — С. 80–82.
17. Lamba R., Tanner D.T., Sekhon S. [et al.]. Multidetector CT of vascular compression syndromes in the abdomen and pelvis // Radiographics. — 2014. — Vol. 34. — № 1. — P. 93–115.
18. Охки Т., Мияхара М., Накадзима Ю. [и др.]. Синдром Щелкунчика при транспозиции левой почечной вены: клинический случай // Хирургия Кийо. — 1999. — Т. 45. — С. 183–186.
19. Simsek M., Burak F., Taskin O. Влияние микронизированной очищенной фракции флавоноидов на тазовую боль у женщин с лапароскопически диагностированным синдромом тазовой гиперемии: рандомизированное перекрестное исследование // Clin Exp Obstet Gynecol. — 2007. — Т. 34. — С. 96–98.
20. Kurklinsky A.K., Rooke T.W. Nutcracker phenomenon and nutcracker syndrome // Mayo Clin. Proc. — 2010. — Vol. 85. — P. 552–9. DOI: 10.4065/mcp.2009.0586.
21. Ananthan K., Onida S., Davies A.H. Nutcracker Syndrome: An Update on Current Diagnostic Criteria and Management Guidelines // Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg. — 2017. — Vol. 53. — P. 886–94. DOI: 10.1016/j.ejvs.2017.02.015.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ковалева Дарья Дмитриевна — ординатор 2-го года ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова». ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6236-3>. SPIN-код: 9878-4125, AuthorID: 1148509.

Куценко Валерий Петрович — к.м.н. наук, доцент кафедры современных методов диагностики и радиолучевой терапии им. профессора С.А. Рейнберга ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9755-1906>, SPIN код: 5760-0218, AuthorID: 841498.

Постаногов Роман Анатольевич — ассистент кафедры современных методов диагностики и радиолучевой терапии им. профессора С.А. Рейнберга ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет». ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0523-9411>. SPIN: 8686-1597. AuthorID: 1181274.

Власенко Александр Владимирович — к.м.н., член-корр. МАНЭБ, профессор кафедры терапии с курсом фармакологии и фармации Медицинского института непрерывного образования ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», врач-эпидемиолог ГБУЗ «Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии – Клиника доктора Рошалея» Департамента здравоохранения города Москвы. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4843-621X>, SPIN-код: 9401-4883, AuthorID: 740391.

Носов Андрей Викторович — д.м.н., доцент, начальник лаборатории ФГУП «ГосНИИПП». SPIN код: 4910-8267, AuthorID: 176.117.129.6.

Клименко Полина Юрьевна — студентка 5 курса ФГБОУ «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет». ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7055-8608>. SPIN-код: 6184-4810, AuthorID: 1289404.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Ковалева Д.Д., Клименко П.Ю. — сбор и обработка материала, анализ литературы, подготовка и написание текста статьи.

Куценко В.П., Носов А.В. — определение концепции, цели и задачи статьи, анализ литературы, редактирование, одобрение окончательной версии статьи.

Постаногов Р.А., Власенко А.В. — определение дизайна статьи, теоретическое обоснование, редактирование.

ПОСТУПИЛА: 07.04.2025

ПРИНЯТА ПОСЛЕ РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ: 22.08.2025

ОПУБЛИКОВАНА: 22.09.2025