

# Лучевая диагностика злокачественных новообразований надпочечников у детей (обзор литературы)

А. В. Тарачков\*

Научно-исследовательский институт детской онкологии и гематологии ФГБУ «Российский онкологический научный центр им. Н. Н. Блохина» Минздрава России

## Radiological Methods in the Diagnostics of Malignant Adrenal Masses in Children (a Review of the Literature)

A. V. Tarachkov

Russian Center Research Cancer Scientific Research Institute of Pediatric Oncology & Hematology, Ministry of Healthcare of Russia

### Реферат

В обзоре проведен анализ применения различных лучевых методов диагностики злокачественных опухолей надпочечников у детей, описаны их возможности, достоинства и недостатки. Описаны наиболее частые новообразования, выявляемые в надпочечниках: нейробластома, феохромоцитома и рак коры надпочечников, описаны правила и стандарты их стадирования. Рассмотрены ключевые моменты, связанные с клиническими проявлениями объемных образований надпочечников, приведена статистика по частоте выявления, в том числе по сравнению со взрослыми пациентами, по успешности лечения. Представлены дополнительные данные по кистозным, геморрагическим и инфекционным объемным образованиям надпочечника, необходимые для дифференциальной диагностики.

**Ключевые слова:** ультразвуковое исследование (УЗИ), магнитно-резонансная томография (МРТ), мультисрезовая компьютерная томография (МСКТ), ядерная медицина, опухоли надпочечников, педиатрия.

### Abstract

The review analyzed the use of different radiological methods for diagnostics of adrenal mass lesions in children, described by their capabilities, strengths and weaknesses. Most usual malignant tumors are

\* **Тарачков Андрей Владимирович**, врач ультразвуковой диагностики рентгенологического отделения отдела лучевых методов диагностики и лечения опухолей НИИ детской онкологии и гематологии ФГБУ «Российский онкологический научный центр им. Н. Н. Блохина» Минздрава России.

Адрес: 115478, г. Москва, Каширское шоссе, д. 23.

Тел.: +7 (905) 724-36-12. Электронная почта: doctorkid@yandex.ru

**Tarachkov Andrey Vladimirovich**, Doctor of Ultrasonic Diagnostics of Radiology Department of Radiation Methods of Diagnosis and Treatment of Tumors N. N. Blokhin RCRC RAMS SR Institute of Pediatric Oncology & Hematology, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 23, Kashirskoye shosse, Moscow, 115478, Russia.

Phone number: +7 (905) 724-36-12. E-mail: doctorkid@yandex.ru

described, which are neuroblastoma, pheochromocytoma and adrenocortical carcinoma, the rules and standards for their staging are described. The key points related to the clinical manifestations of lesions of the adrenal glands are present, the statistics on the frequency of detection is also accumulated including the comparison to adult patients and on the successful treatment. Some data crucial to differential diagnosis about cystic, hemorrhaging and infectinal adrenal masses is present.

**Key words:** Ultrasonography (US), Magnetic Resonance Imaging (MRI), Multislice Computed Tomography (MSCT), Nuclear Medicine, Adrenal Neoplasms, Pediatrics.

Надпочечники — парные органы внутренней секреции, они расположены в забрюшинном пространстве между L1 и ThXI позвонками, над верхними полюсами почек. В периоды внутриутробного развития и новорожденности размеры надпочечников пропорционально в несколько раз больше, чем у взрослых: от одной трети почки до половины [8]. В процессе физиологической атрофии к окончанию 2-й недели жизни надпочечники уменьшаются на треть. На протяжении первых лет ножки надпочечников превышают своей толщиной ножки диафрагмы, что упрощает поиск на КТ- и МРТ-изображениях [12].

В настоящее время успехи, достигнутые в обнаружении опухолей надпочечников, связаны с широким применением компьютерно-томографического (КТ), магнитно-резонансного (МРТ) и ультразвукового исследований (УЗИ). Ультразвуковое сканирование надпочечников стало удобным скрининговым методом для выявления больших опухолей надпочечника. Тем не менее вопрос об эхографических размерах и структуре нормальных надпочечников является весьма сложным. При использовании техники полипозиционного сканирования визуализация правого надпочечника была возможной в 78–85 %, левого — в 44–85 %. У новорожденных надпочечники четко визуализируются за счет их естественной гипертрофии в этой воз-

растной группе. Точность выявления опухолей диаметром более 40 мм на УЗИ 85 %, менее 40 мм диаметром — 68 %. Минимальный диаметр выявляемых опухолей надпочечников при УЗИ колеблется от 10 до 20 мм. Дифференцировать опухоли коры и медуллярного вещества надпочечника практически невозможно. Таким образом, несмотря на доступность и простоту, УЗИ недостаточно информативный метод диагностики надпочечниковой патологии, но используется часто в связи с его доступностью [2, 5, 8]. Внедрение в клиническую практику КТ и МРТ позволило визуализировать надпочечники, выявлять их изменения, определять органную принадлежность опухолей, что привело к увеличению частоты выявления опухолей надпочечников в популяции. Для морфологической верификации опухолей надпочечников необходима биопсия под контролем КТ или УЗИ, но при наличии гормонально активных образований она нежелательна в связи с опасностью развития гормонального криза. Признаками, наиболее характерными для злокачественных опухолей, авторы называют неровность и нечеткость контура, неоднородность внутренней структуры вследствие некрозов, геморрагии, кальцинатов, кальциноз стенки надпочечника, однако эти признаки наблюдаются менее чем в половине случаев всех злокачественных опухолей надпочечни-

ков [5]. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) используются для поиска первичной опухоли, оценки эффективности проводимой терапии и выявления рецидива заболевания.

Существует большое разнообразие первичных злокачественных опухолей, вторичное неопластическое поражение тоже не редкость. Образования надпочечников, с которыми должна проводиться дифференциальная диагностика, могут носить геморрагический характер, возникать из-за инфекций, встречаются кистозные образования.

Сейчас распространена гистогенетическая классификация опухолей надпочечников: эпителиальные опухоли коры надпочечников: аденома, карцинома; мезенхимальные опухоли: миелолипома, липома, фиброма, ангиома; опухоли мозгового слоя: феохромоцитома, нейробластома, ганглиома, симпатогониома [5]. К числу редких первичных опухолей надпочечников у детей относят опухолевые разрастания гладкомышечных клеток на фоне приобретенного иммунодефицита, а также тератоидные / рабдоидные опухоли. Опухоли, не имеющие отношения к тканям надпочечника, могут располагаться в надпочечной ямке и тесно прилежать к надпочечникам, что затрудняет диагностику. В качестве примера можно назвать ретроперитонеальные лимфатические мальформации и внедолевые секвестрации легких [1, 8].

Одиночные аденомы встречаются у 70–90 % больных, множественные — у 10–15 %, гиперплазия коры — у 9 %. Рак коры надпочечников возникает в 0,5–2 случаях на миллион. Обычно при этом вырабатывается избыток гормонов, а впоследствии может измениться гормональный баланс организма. Частота рака коры у детей 0,5 % из всех злока-

чественных опухолей. Эти опухоли составляют менее 0,2 % опухолей педиатрической практики и 6 % опухолей надпочечников у детей, частота 0,3–0,38 случая на миллион в возрасте до 15 лет (чаще около 10 лет). Адренокортикальные опухоли чаще встречаются у девочек, билатерально — в 2–10 % случаев, пятилетняя выживаемость у детей — около 54 %; I стадия, возраст от 0 до 3 лет и верилизация улучшают прогноз [3, 8]. Опухолевые поражения надпочечников как причина первичного гиперальдостеронизма наблюдаются в 85 % случаев, у 2–6 % больных они злокачественны. Аденомы малых размеров часто (5 %) являются случайными находками [9].

Стадия опухолевого процесса при раке коры надпочечников по The American Joint Committee Cancer (AJCC) [14] определяется следующим образом: I стадия — T1N0M0, II стадия — T2N0M0, III стадия — T1-2N1M0, T3N0M0, IV стадия — T3N1M0, T4N0-1M0, T1-4N0-1M1. В отличие от системы AJCC [7, 14], европейская система стадирования рака коры надпочечников ENSAT относит к IV стадии только опухоли, давшие отдаленные метастазы [7]. Существует мнение о необходимости более детальной классификации опухолей I–II стадий в связи с отсутствием прогностической ценности при установке этих стадий и оценке вероятности пятилетней выживаемости [7]. Опухоли обычно небольшого размера и часто не выявляются при физикальном осмотре, тогда они нередко оказываются карциномами.

При использовании любых методов мелкие опухоли часто выглядят более гомогенными, чем крупные, нередко содержащие области геморрагии, некроза или кальцификации, нередко с

центральным характеристическим фокусом, с четкими границами. Гистологически верификация злокачественной опухоли коры надпочечников в детском возрасте бывает затруднительна, однако существуют дополняющие критерии лучевой диагностики, говорящие о злокачественности: размер от 5–10 см, масса от 200 г, признаки агрессивного роста: обширное местное распространение, разрастание в периадренальные ткани (почки, нижнюю полую вену), наличие отдаленных метастазов. Около 76 % злокачественных опухолей имеют размер более 6 см.

УЗИ — метод первой линии, он оказывается особо полезным при выявлении прорастания в нижнюю полую вену. Дальше должны быть использованы КТ и МРТ. В крупных опухолях, как правило, выявляются области некроза и геморрагии, на КТ-изображениях обнаруживаются 30 % кальцификаций. Часто наблюдается тонкая кольцевидная оболочка, отделенная от опухоли и окружающих тканей. Мелкие опухоли могут сливаться с окружающими тканями на КТ-изображениях без контрастного вещества, но приобретать кольцевидную структуру после его введения. Показана польза КТ-денситометрии в дифференциации метастазов в надпочечники от первичных опухолей [9]. Легкое — наиболее частое место отдаленного метастазирования, поэтому выполняется КТ грудной клетки. Другие места нахождения метастазов — кости и печень. В редких случаях опухоль через нижнюю полую вену может дорастать до предсердия, что редко обнаруживается на МРТ- и особенно КТ-изображениях, но выявляется на УЗИ.

На МРТ-изображениях гетерогенность сигнала на T1-ВИ и T2-ВИ связа-

на с кровоизлияниями и очагами некроза внутри опухоли. Периферическая зона часто гиперинтенсивна на T2-STIR. При использовании контрастного усиления обычно наблюдается кольцевидное усиление сигнала по периферии опухоли, гипоперфузия в центре. Опухоль может содержать участки ткани коры надпочечников с большим количеством липидов, что встречается при доброкачественных аденомах, это не должно стать препятствием для биопсии и резекции.

ФДГ-ПЭТ имеет большое значение в диагностике злокачественных поражений надпочечников, прежде всего метастазов (чувствительность около 100 %). ФДГ-ПЭТ позволяет получить изображение опухоли, так как аденокортикальный рак метаболически активен, однако редко дает новую информацию после КТ и МРТ. ФДГ-ПЭТ может выявить рецидив, пропущенный при КТ и МРТ, однако есть сообщения, что у взрослых ФДГ-ПЭТ дает ложноположительный результат у 14–29 % пациентов в течение 2 лет после операции [16]. Существуют предварительные результаты, говорящие о том, что ФДГ-ПЭТ может помочь дифференцировать аденомы и аденокарциномы [12]. Данных по использованию метода в педиатрической практике пока недостаточно. Удаление опухоли в сочетании с химиотерапией и радикальной резекцией регионарных лимфоузлов необходимо для выживания пациента, в отсутствие инфильтрации и метастазов можно дать хороший прогноз [8].

Нейробластома — злокачественная опухоль, ее развитие происходит из эмбриональных нейробластов симпатической нервной системы. Она составляет 14 % новообразований детского возраста. В год нейробластомой заболевают

6–8 детей на миллион населения до 15 лет (средний возраст — 2 года). Это наиболее частая злокачественная опухоль раннего детства [8]. Большинство опухолей локализуется забрюшинно, обычно в надпочечниках, реже — в средостении и на шее. Нейробластома — опухоль эмбрионального типа, поэтому чаще всего (40 % случаев) опухоль возникает у новорожденных и младенцев. Около 90 % всех заболевших — младше 6 лет. Пятилетняя выживаемость составляет 80–91 % после операции при своевременном обнаружении, пациенты до 18 мес без отдаленных метастазов при благоприятной биологии опухоли нередко излечиваются только за счет операции. Среди всех пациентов выживаемость за 2 года составляет 60 %. Для прогноза важны лабораторные показатели, но учитываются и полученный лучевыми методами размер опухоли, его изменение; большая выживаемость — в молодом возрасте.

До 50 % случаев нейробластомы возникают в 1-й месяц жизни ребенка, могут возникать во внутриутробном периоде. Выявленные в перинатальный период изменения требуют дифференциальной диагностики между нейробла-

стомой, кровоизлиянием в надпочечник и секвестрацией легкого [1, 8]. Клинически нейробластома в большинстве случаев протекает бессимптомно и выявляется лучевыми методами случайно [8]. Половина случаев нейробластомы сопровождается отдаленным метастазированием. Наиболее часто поражаются регионарные лимфоузлы, костный мозг, печень и кожа. В настоящее время существуют две системы стадирования нейробластомы — хирургическая и основанная на предоперационной лучевой визуализации (табл.).

International Neuroblastoma Staging System (INSS) основана на таких параметрах, как резектабельность, поражение регионарных лимфатических узлов, наличие отдаленных метастазов. В неоперабельных случаях достоверно определить стадию не представлялось возможным. В связи с этим International Neuroblastoma Risk Group (INRG) Task Force были разработаны практические рекомендации, основанные на клинических данных и детальном описании опухолей и их локализации по данным лучевых методов [11]. Для определения стадии заболевания в соответствии с данными рекомендациями необходи-

### Стадии нейробластомы в соответствии с рекомендациями INRG [11]

Стадия INRG	Стадия INSS	Описание
L1	1	Локализованная опухоль, без вовлечения жизненно важных структур, определенных в IDRF, распространяется в пределах одной области
L2	2A, 2B, 3	Локорегионарное распространение, в наличии 1 или более факторов из списка IDRF
M	4	Наличие отдаленных метастазов
MS	4S	Отдаленное метастазирование у детей младше 18 лет, с ограниченным поражением кожи, печени и/или костного мозга

мы следующие лучевые исследования: КТ или МРТ, сцинтиграфия с  $^{123}\text{I}$ -метайодбензилгуанидином (МИБГ). Диагноз «нейробластома надпочечника» выставляется по результатам УЗИ или кросс-секционного исследования. КТ и МРТ являются стандартами для определения размеров и распространенности, оценки взаимоотношений с окружающими структурами, определения метастатического поражения. Данные методики используются в оценке IDRF в рамках систем INRG и INSS. МРТ предпочтительна для стадирования опухоли и динамического наблюдения в детском возрасте благодаря отсутствию лучевой нагрузки.

При УЗИ нейробластома обычно представлена гетерогенной массой, с гиперэхогенными зонами, обусловленными наличием кальцификатов. При мелких размерах эти участки не дают стандартной акустической тени. Гипо- и анэхогенные зоны обусловлены кистозными, геморрагическими или некротическими изменениями. Крупные кистозные элементы характерны для новорожденных, у которых возникает двусторонняя кистозная нейробластома с острыми внутрикистозными кровоизлияниями [8]. Также УЗИ используется при поиске отдаленных метастазов, особенно в печени. Антенатальная диагностика стала гораздо более успешной в связи с использованием пренатального УЗИ. Успешная пренатальная диагностика с помощью ультразвукового метода в большинстве случаев обеспечивает благоприятный прогноз и четырехлетнюю выживаемость более 95 % [4].

На КТ-изображениях нейробластома представлена гипо- или изоденсивным образованием, по плотности сравнимым с мышечной тканью, имеет

характерные зоны обызвествления [12]. Формы кальцификатов разнообразны: точечные, глыбчатые, линейные. Реконструкции в коронарной и сагиттальной плоскостях на основе данных высокоразрешающей КТ дают возможность оценить глубину инвазии опухоли в соседние органы. При КТ должно выполняться внутривенное контрастирование. Опухоль накапливает контрастный препарат, что позволяет определить ее распространенность, размеры, кровоснабжение, дифференцировать кистозные, геморрагические и некротические изменения. Контрастный препарат в просвете сосудов позволяет определить наличие прорастания в стенки брыжечных и почечных сосудов, опухолевый тромбоз, наличие лимфаденопатии, метастазы в легких и печени, увеличивает контраст мягких тканей, сосудов и опухоли.

На МРТ-изображениях нейробластома гипоинтенсивна на T1-ВИ и высокоинтенсивна на T2-ВИ, при введении контрастного вещества нейробластома приобретает гетерогенную интенсивность [9]. Необходимость использования внутривенного контрастного вещества под вопросом: в одном исследовании было проведено сравнение между T2-ВИ и T1-ВИ с введением контрастного вещества — разница в оценке распространенности обнаружена не была. МРТ — метод выбора для демонстрации спинального разрастания с лептоменингеальным или эпидуральным распространением, поражением костного мозга. МРТ — хороший метод оценки метастазов в костях и костном мозге, который дает визуализировать нейробластома, однако свидетельств превосходства МРТ перед КТ при определении стадии опухоли нет. Ограничения МРТ —

доступность и необходимость седации у детей из-за длительного времени исследования [8].

Методы ядерной медицины, главным образом сцинтиграфия с  $^{123}\text{I}$ -МИБГ, а также сцинтиграфия с  $^{131}\text{I}$ -МИБГ или с  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -метилдифосфатом, важны на начальных этапах постановки диагноза и поиска отдаленных метастазов. Диагностика становится точнее, когда картина анатомии, полученная на КТ, и метаболическая картина, полученная ПЭТ, объединены [13]. КТ, МИБГ-сцинтиграфия и ПЭТ-КТ с использованием флюодезоксиглюкозы (ФДГ) играют важную роль в отслеживании состояния пациента после операции и/или терапии. В случаях рецидива нейробластомы ФДГ-ПЭТ, объединенная с КТ-изображениями, оказалась наиболее эффективным методом, более чувствительным, чем сцинтиграфия с МИБГ, так как МИБГ-положительная опухоль может стать МИБГ-отрицательной после рецидива [18].

Уже после диагностики лучевые методы необходимы для выявления остаточной опухоли послеоперационно, оценки эффективности химио- и лучевой терапии, оценки операбельности опухоли и готовности пациента к операции, поиска метастазов. Из лучевых методов используются главным образом КТ, МРТ, сцинтиграфия с МИБГ и ПЭТ-КТ. Опухоли, реагирующие на химиотерапию, значительно уменьшаются в размерах и становятся более кальцифицированными.

Феохромоцитома — гормонально активная опухоль, происходящая из хромаффинных клеток надпочечников. Феохромоцитома происходит из феохромоцитов, формирующих хромаффинную систему в мозговом слое над-

почечников, а также из периаортальной области и симпатической нервной системы. Феохромоцитома нечасто встречается в педиатрической практике, в детстве ее частота только 5 %, таким образом, она составляет менее 1 % опухолей, наблюдаемых в крупных педиатрических центрах. Злокачественная феохромоцитома у детей встречается реже, чем у взрослых, подтверждается в первую очередь наличием метастазов, а не гистологией. В педиатрических возрастных группах 80 % феохромоцитом возникают именно в надпочечниках, причем в 25 % случаев — с обеих сторон [12]. Она характерна для детей более старшего возраста (средний — 11 лет). Феохромоцитома чаще встречается у мальчиков до полового созревания, у девочек 13–18 лет. Феохромоцитома часто летальна при возникновении гипертензии, именно она причина смерти в 1 % случаев [6, 15]. 20 % опухолей обнаруживают у детей, что составляет на миллион 2 случая. У 40 % пациентов опухоль генетически обусловлена и нередко встречается вместе с синдромом Гиппеля — Линдау. При локализации в надпочечниках частота возникновения феохромоцитом составляет от 8,3 до 13,1 %, в то время как экстраадренально они встречаются с частотой 32–42 % по результатам 4 больших исследований у взрослых. Пяти- и десятилетняя выживаемость для больных составляет соответственно 78 и 34 %. Лечение опухолей надпочечников связано с хирургическим удалением опухоли, лапароскопические операции весьма успешны [15]. Часто опухоль наследуется по аутосомно-доминантному типу. Семейная феохромоцитома может быть частью множественной эндокринной неоплазии второго типа, ассоциированной с медуллярной

тиреоидной карциномой, гиперплазией паращитовидной железы. Феохромоцитомы бывает ассоциирована с нейрофиброматозом первого типа, болезнью Гиппеля – Линдау и гемигиперплазией. Дифференциальная диагностика включает нейробластому и карциному надпочечников.

Стадия определяется размером первичного очага, степенью местного разрастания и распространением на лимфоузлы и отдаленные органы в соответствии с системой TNM [7]. Для правильного стадирования обязательно использование КТ; МРТ-исследование может добавить специфичность, может показать разрастание вне капсулы опухоли, расширение до полой вены, метастазы.

При всех исследованиях лучевой диагностики обычный размер опухоли при обнаружении от 2 до 5 см, хотя может превышать 10 см. Феохромоцитомы хорошо оформленные, округлые образования с высокой васкуляризацией, которое может содержать также признаки геморрагии и некроза [8].

На УЗИ опухоль выглядит как гомогенная мягкотканная масса, которая также может содержать гетерогенные участки, возникновение которых связано с геморрагией, некрозом или кальцификацией. Сцинтиграфия с МИБГ гораздо чувствительнее УЗИ и может дать положительный результат, когда на УЗИ не наблюдается никаких изменений. Сцинтиграфия с МИБГ крайне эффективна до хирургического вмешательства при оценке распространения по всему телу, определения мультифокального или немультитфокального характера опухоли [17].

КТ и МРТ более эффективны для планирования операции. Рекомендуются

срезы по 3–5 мм, более толстые затрудняют диагностику мелких опухолей (менее 0,5 см). Введение внутривенного контрастного вещества позволяет отделить надпочечники от окружающих сосудов, оценить васкуляризацию опухоли.

На КТ-изображениях феохромоцитомы имеют округлую или овальную форму, имеют мягкотканную плотность на нативных изображениях и интенсивно накапливает контрастный препарат: получается диффузный, точечный или кольцевидный паттерн. Примерно в 10 % случаев выявляются кальцификаты [9]. Средний размер опухоли — 5 см, нередко наблюдаются признаки центрального некроза и кист. При наличии у пациентов множественных эндокринных аномалий размеры обычно меньше. Чувствительность КТ варьирует от 76 до 100 %, недостаток специфичности затрудняет диагностику. При выявлении рецидива чувствительность падает до 73 % из-за послеоперационных артефактов, малого размера опухоли. МРТ имеет лучшее контрастное разрешение, чем КТ.

Опухоли около 0,5 см успешно обнаруживаются с помощью современных МР-аппаратов [10]. Рекомендуется использование аксиальных T1-ВИ и T2-ВИ, однако изображения в коронарной и сагиттальной плоскостях помогают оценить распространение в прилежащие структуры [10]. На МР-томограммах феохромоцитомы имеют низкую интенсивность сигнала на T1-ВИ и высокую — на T2-ВИ, хорошо накапливают контрастный препарат, фаза вымывания удлиненная [12]. У 35 % феохромоцитом интенсивность сигнала на T2-ВИ атипичная [10]. Введение контрастного вещества позволяет отделить солид-

ный компонент от кистозного, оценить кровоснабжение опухоли. Чувствительность метода для феохромоцитомы надпочечников от 91 до 100 % со специфичностью от 50 до 97 % [15]. Чувствительность уменьшена при эктопических опухолях, мультифокальном возникновении опухолей, также она послеоперационно снижается до 85 %. Таким образом, МРТ точнее КТ при диагностике феохромоцитом [10].

МИБГ структурно схож с норадреналином, и его захват клетками надпочечников схож с захватом норадреналина. МИБГ поступает в клетки путем активного транспорта, затем переходит в везикулы; в некоторых опухолях он накапливается и вне везикул [17]. МИБГ не активирует постсинаптические рецепторы, быстро уходит из сосудов и мало метаболизируется, выведение происходит с мочой [10]. Ряд веществ влияет на накопление и выведение МИБГ: блокаторы Са-каналов, трициклические антидепрессанты, симпатомиметики, резерпин, лабеталол и др. Во избежание ложнонегативного результата их прекращают принимать за 2–3 дня до исследования [12]. Для диагностики подходят и  $^{131}\text{I}$ -МИБГ, и  $^{123}\text{I}$ -МИБГ, при использовании второго качество изображения лучше, чувствительность выше, а облучение меньше из-за меньшего периода полураспада,  $^{131}\text{I}$ -МИБГ дешевле и доступнее [10]. Железистые клетки мозгового слоя обычно видны при использовании  $^{123}\text{I}$ -МИБГ и в 2 % случаев при использовании  $^{131}\text{I}$ -МИБГ через 24 ч, в 16 % — через 48 ч. Общая чувствительность методов при диагностике феохромоцитомы велика, в ряде исследований от 90 до 95 % для  $^{123}\text{I}$ -МИБГ [15]. Из-за механизма захвата метод специфичен (до 99 %). Недостатки: низкое простран-

ственное разрешение, отсутствие захвата некоторыми опухолями, физиологический захват  $^{123}\text{I}$ -МИБГ нормальными надпочечниками может вести к неверной интерпретации. ПЭТ с  $^{18}\text{F}$ -деоксид-глюкозой также используется [9]: ФДГ входит в клетку как глюкоза, но остается после фосфорилирования и не метаболизируется, концентрация ФДГ отражает усиленный метаболизм глюкозы. Феохромоцитомы накапливают ФДГ, метод оказывается особенно полезным для опухолей, не накапливающих  $^{131}\text{I}$ -МИБГ [15, 17], тем не менее ПЭТ-ФДГ менее чувствительный метод ядерной медицины [10]. После удаления опухоли контроль успешности лечения чаще осуществляется клинически или лабораторно (по уровню катехоламинов в моче), но лучевые методы могут служить дополнением.

Геморрагические, кистозные и инфекционные изменения нужно исключить как наиболее частые неопухольные изменения. На пренатальном УЗИ часто сложно определить происхождение супраренального образования, на постнатальном обычно удается различить поражения непосредственно ткани надпочечников. У новорожденных адrenaльное кровотечение возникает вчетверо чаще, чем нейробластома. Оно может возникнуть при тяжелых родах и даже при очень большом весе новорожденного. Нередко адrenaльная геморрагия наблюдается у детей с тазовым предлежанием, перинатальной асфиксией, неонатальным сепсисом, при диабете у матери. Адrenaльное кровоизлияние имеет плотность 50–90 НУ, плотность и размер со временем снижаются. При исследовании с контрастным усилением дифференциальная диагностика с новообразованиями затрудни-

тельна. На МРТ-изображениях за счет продуктов деградации гемоглобина геморагия выглядит гиперинтенсивной на T1-ВИ и имеет темный ободок на T2-ВИ при длительном, в том числе хроническом, кровотечении [9]. У новорожденных рекомендуется наблюдение при помощи УЗИ. Обычно наблюдается кистозная трансформация, уменьшение размера, появление кальцификатов. Цветовая доплерография показывает отсутствие перфузии в участках геморагии. Если нет уменьшения размеров или наблюдается их увеличение, особенно вместе с уменьшением экзогенности, рассматривается версия нейробластомы. Кровоизлияние в кору после неонатального периода возникает реже, часто посттравматически. Другие predisposing факторы: диатезы, васкулиты, менингококковая инфекция, ангиография надпочечников. Интраабдоминальные, экстралобарные, пульмонарные секвестрации обычно локализуются супраренально слева и выглядят как оформленные гиперэхогенные массы, в ряде случаев они имеют одну или более питающих артерий [1]. Кальцификаций обычно нет, чаще имеются мелкие кисты, что говорит о врожденном пороке дыхательных путей. Обычно внедольковые секвестрации выявляются на УЗИ на 2-м триместре беременности, затем они или стабильны, или постепенно уменьшаются с увеличением периода гестации или постнатального периода. Нейробластомы антенатального периода чаще правосторонние и почти всегда обнаруживаются на 3-м триместре беременности, они более гетерогенны и чаще всего имеют сложную структуру, в том числе кистозную [8]. Адренальные кисты наблюдаются в менее чем 2 % аутопсий. Они обычно не

проявляются клинически и обнаруживаются случайно. Большинство кист надпочечников — это лимфатические мальформации или геморрагические псевдокисты (39 %). Простая киста — редкость в педиатрии, чаще встречается у подростков. Простые кисты округлые, тонкостенные, могут содержать внутренние септы, гипо- или анэхогенны на УЗИ, соответствуют жидкости на КТ- и МРТ-изображениях, не накапливают внутривенный контрастный препарат. Продольная плоскость УЗИ и коронарная плоскость МРТ наиболее информативны для уточнения внепочечной и внепеченочной локализации. Туберкулез, гистоплазмоз и другие заболевания, характеризующиеся формированием гранулем, обычно возникают на обеих сторонах асимметрично. На КТ-изображениях часто не выявляются специфические изменения: наблюдаются мягкотканые массы, кистозные изменения, кальцификаты, их сочетания. Односторонние гранулемы редки, но должны быть рассмотрены как вариант при дифференциальной диагностике. Туберкулемы часто наблюдаются при болезни Аддисона. На МРТ-изображениях при этом выявляется общее увеличение адренальных масс, контрастное вещество образует яркий ободок по периферии [9].

### **Заключение**

Существенной трудностью для разработки системного подхода при диагностике злокачественных опухолей надпочечников является редкость данного вида патологии, в связи с чем, несмотря на проводимые исследования, четкого стандарта и тактики использования лучевых методов в настоящее время не существует. Особенно актуальна данная

проблема для педиатрии, где, стоит отметить, течение различных поражений надпочечников, выявляемых как объемные образования, в том числе при использовании методов лучевой диагностики, могут отличаться от взрослых пациентов.

Несмотря на трудность обнаружения мелких поражений, УЗИ часто используется в первичной диагностике, высока его роль и для наблюдения в динамике, иногда может дополнять другие лучевые методы, например, для выявления прорастания в нижнюю полую вену. Следует отметить недостаточную представленность данных о данном виде диагностики в литературе, несмотря на то что именно УЗИ — метод первой линии диагностики. КТ и МРТ — наиболее точные и специфичные методы, которые позволяют более точно диагностировать и дифференцировать различные объемные образования надпочечников. В силу хорошего тканевого контраста на T2-ВИ, более легкого определения распространенности процесса, возможностей для обнаружения и стадирования во времени кровоизлияний МРТ несколько превосходит КТ в большинстве случаев. Этот метод также более пригоден для педиатрических пациентов в связи с отсутствием лучевой нагрузки. КТ при этом уступает МРТ незначительно и в ряде случаев даже превосходит ее, например, при выявлении характерных для многих злокачественных поражений надпочечников кальцификатов. В дополнение к ним в ряде случаев крайне полезной оказывается ПЭТ (особенно ПЭТ-КТ и ПЭТ-МРТ) и сцинтиграфия с  $^{131}\text{I}$ -МИБГ, особенно для феохромоцитом, специфически накапливающих используемый радиофармпрепарат. Использование данных методов мало освещено

в литературе из-за лучевой нагрузки, особенно опасной для детей, и из-за их новизны.

## Список литературы

1. *Ильина Н. А.* Компьютерно-томографическая ангиография в дифференциальной диагностике экстралобарной секвестрации легких у новорожденных // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2015. № 1. С. 26–31.
2. *Макушева В. Г.* Ультразвуковая оценка надпочечников у новорожденных детей: Дис. ... канд. мед. наук. М., 2011. С. 10–32.
3. *Мельниченко Г. А., Стилиди И. С., Алексеев Б. Я. и др.* Диагностика адренокортикального рака // Онкология. 2014. Т. 6. С. 90–94.
4. *Поддубный И. В., Толстов К. Н., Орлова Е. М. и др.* Лапароскопическая адреналэктомия у детей // Хирургия. 2011. № 9. С. 53–59.
5. *Степанова Ю. А., Тимина И. Е., Ашивкина О. И. и др.* Опухоли надпочечников: клиничко-лучевая диагностика (обзор литературы) // Мед. визуализация. 2014. Т. 2. С. 48–60.
6. *Aftab S., Yasmeen T., Hamid M. H. et al.* Pheochromocytoma: a rare cause of childhood hypertensive encephalopathy // J. Coll. Physicians Surg. Pak. 2012. V. 22. № 8. P. 536–538.
7. *Asare E. A., Wang T. S., Winchester D. P., Mallin K. et al.* A novel staging system for adrenocortical carcinoma better predicts survival in patients with stage I/II disease // Surg. 2014. V. 156. № 6. P. 1378–1385; discussion 1385–1386.
8. *Balassy C., Navarro O. M., Daneman A.* Adrenal masses in children // Radiol. Clin. N. Am. 2011. V. 49. № 4. P. 711–727.
9. *Boland G. W., Blake M. A., Hahn P. F., Mayo-Smith W. W.* Incidental adrenal

- lesions: principles, techniques, and algorithms for imaging characterization // *Radiol.* 2008. V. 249. № 3. P. 756–775.
10. *Brink I., Hoegerle S., Klisch J., Bley T. A.* Imaging of pheochromocytoma and paraganglioma // *Fam. Cancer.* 2005. V. 4. № 1. P. 61–68.
  11. *Brisse H. J., McCarville M. B., Granata C. et al.* Guidelines for imaging and staging of neuroblastic tumors: consensus report from the International neuroblastoma risk group project // *Radiolo.* 2011. V. 261. № 1. P. 243–257.
  12. *Daneman A., Navarro O., Haller J. O.* The adrenal and retroperitoneum // *Caffey's pediatric diagnostic imaging Slovis T.L.* Philadelphia: Mosby Elsevier, 2008. P. 2214–2233.
  13. *Darr R., Eisenhofer G., Kotzerke J. et al.* Is there still a place for adrenal venous sampling in the diagnostic localization of pheochromocytoma? // *Endocrine.* 2011. V. 40. № 1. P. 75–79.
  14. *Edge S. B., Byrd D. R., Compton C. C. et al.* *AJCC Cancer Staging Manual 7th.* New York: Springer, 2011.
  15. *Havekes B., King K., Lai E. W. et al.* New imaging approaches to phaeochromocytomas and paragangliomas // *Clin. Endocrinol. (Oxf.).* 2010. V. 72. № 2. P. 137–145.
  16. *Leboulleux S., Deandreis D., Escourrou C. et al.* Fluorodesoxyglucose uptake in the remaining adrenal glands during the follow-up of patients with adrenocortical carcinoma: do not consider it as malignancy // *Eur. J. Endocrinol.* 2011. V. 164. № 1. P. 89–94.
  17. *Rufini V., Calcagni M. L., Baum R. P.* Imaging of neuroendocrine tumors // *Semin. Nucl. Med.* 2006. V. 36. № 3. P. 228–247.
  18. *Sharp S. E., Gelfand M. J., Shulkin B. L.* *Pediatrics: diagnosis of neuroblastoma // Semin. Nucl. Med.* 2011. V. 41. № 5. P. 345–353.

## References

1. *Il'ina N. A.* CT-angiography in differential diagnostics of extralobar pulmonary sequestrations in newborns. Regionarnoe krovoobrashhenie i mikrocirkuljacija. 2015. No. 1. p. 26–31 (in Russian).
2. *Makusheva V. G.* Ultrasonographic evaluation of newborns' adrenal glands: Dis. ... kand. med. nauk. Moscow. 2011. P. 10–32 (in Russian).
3. *Mel'nichenko G. A., Stilidi I. S., Alekseev B. Ja. et al.* Diagnostics of adrenocortical cancer. *Onkologija.* 2014. V. 6. P. 90–94 (in Russian).
4. *Poddubnyj I. V., Tolstov K. N., Orlova E. M. et al.* Laparoscopic adrenalectomy in children. *Hirurgija.* 2011. No. 9. P. 53–59 (in Russian).
5. *Stepanova Ju. A., Timina I. E., Ashivkina O. I. et al.* Adrenal tumors: clinical and radiological diagnostics (literature review). *Meditinskaja vizualizacija.* 2014. V. 2. P. 48–60 (in Russian).
6. *Aftab S., Yasmeen T., Hamid M. H. et al.* Pheochromocytoma: a rare cause of childhood hypertensive encephalopathy. *J. Coll. Physicians Surg. Pak.* 2012. V. 22. No. 8. P. 536–538.
7. *Asare E. A., Wang T. S., Winchester D. P., Mallin K. et al.* A novel staging system for adrenocortical carcinoma better predicts survival in patients with stage I/II disease. *Surgery.* 2014. V. 156. No. 6. P. 1378–1385; discussion 1385–1386.
8. *Balassy C., Navarro O. M., Daneman A.* Adrenal masses in children. *Radiol. Clin. N. Am.* 2011. V. 49. No. 4. P. 711–727.
9. *Boland G. W., Blake M. A., Hahn P. F., Mayo-Smith W. W.* Incidental adrenal lesions: principles, techniques, and algo-

- rithms for imaging characterization. Radiol. 2008. V. 249. No. 3. P. 756–775.
10. Brink I., Hoegerle S., Klisch J., Bley T. A. Imaging of pheochromocytoma and paraganglioma. Fam. Cancer. 2005. V. 4. No. 1. P. 61–68.
  11. Brisse H. J., McCarville M. B., Granata C. et al. Guidelines for imaging and staging of neuroblastic tumors: consensus report from the International neuroblastoma risk group project. Radiology. 2011. V. 261. No 1. P. 243–257.
  12. Daneman A., Navarro O., Haller J. O. The adrenal and retroperitoneum. Caffey's pediatric diagnostic imaging Slovis T.L. Philadelphia: Mosby Elsevier, 2008. P. 2214–2233.
  13. Darr R., Eisenhofer G., Kotzerke J, et al. Is there still a place for adrenal venous sampling in the diagnostic localization of pheochromocytoma? Endocrine. 2011. V. 40. No. 1. P. 75–79.
  14. Edge S. B., Byrd D. R., Compton C. C. et al. AJCC Cancer Staging Manual 7th. New York: Springer, 2011.
  15. Havekes B., King K., Lai E. W. et al. New imaging approaches to pheochromocytomas and paragangliomas. Clin. Endocrinol. (Oxf.). 2010. V. 72. No. 2. P. 137–145.
  16. Leboulleux S., Deandreis D., Escourrou C. et al. Fluorodesoxyglucose uptake in the remaining adrenal glands during the follow-up of patients with adrenocortical carcinoma: do not consider it as malignancy. Eur. J. Endocrinol. 2011. V. 164. No. 1. P. 89–94.
  17. Rufini V., Calcagni M. L., Baum R. P. Imaging of neuroendocrine tumors. Semin. Nucl. Med. 2006. V. 36. No. 3. P. 228–247.
  18. Sharp S. E., Gelfand M. J., Shulkin B. L. Pediatrics: diagnosis of neuroblastoma. Semin. Nucl. Med. 2011. V. 41. No. 5. P. 345–353.

### Сведения об авторе

**Тарачков Андрей Владимирович**, врач ультразвуковой диагностики рентгенологического отделения отдела лучевых методов диагностики и лечения опухолей НИИ детской онкологии и гематологии ФГБУ «Российский онкологический научный центр им. Н. Н. Блохина» Минздрава России.  
Адрес: 115478, г. Москва, Каширское шоссе, д. 23.  
Тел.: +7 (905) 724-36-12. Электронная почта: doctorkid@yandex.ru

**Tarachkov Andrey Vladimirovich**, Doctor of Ultrasonic Diagnostics of Radiology Department of Radiation Methods of Diagnosis and Treatment of Tumors N. N. Blokhin RCRC RAMS SR Institute of Pediatric Oncology & Hematology, Ministry of Healthcare of Russia.  
Address: 23, Kashirskoye shosse, Moscow, 115478, Russia.  
Phone number: +7 (905) 724-36-12. E-mail: doctorkid@yandex.ru

### Финансирование исследования и конфликт интересов.

*Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Автор заявляет, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.*