

Визуализация надпочечников: о чем должен быть осведомлен клиницист?

Волкова Н.И., Поркшеян М.И.

ФГБОУ ВО Ростовский государственный медицинский университет Минздрава России,
г. Ростов-на-Дону, Россия

На сегодняшний день наблюдается “пандемия” так называемых инциденталом надпочечников. Частота выявления инциденталом составляет около 4–6% в общей популяции и 9–13% среди пациентов с диагностированными онкологическими заболеваниями и, очевидно, будет увеличиваться по мере совершенствования визуализирующих методов диагностики и повышения их доступности. С помощью современных аппаратов компьютерной томографии (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) и использования уже разработанных и стандартизованных протоколов исследования надпочечников в большинстве случаев можно выставить точный диагноз. Таким образом, ключевую роль в определении природы образований надпочечников и соответственно дальнейшей тактики ведения играет специалист лучевой диагностики.

Однако в реальной клинической практике складывается иная ситуация. С одной стороны, зачастую не соблюдаются протоколы исследования и, как следствие, заключения рентгенологов в случае наличия образования надпочечников носят либо примитивный описательный характер – “образование правого надпочечника 3 см”, либо неграмотный. С другой стороны, даже когда описание исследования выполнено корректно, в большинстве случаев клиницист не знает, почему именно это исследование необходимо проводить, какие у него преимущества перед другими методами визуализации и как интерпретировать описание и заключение.

Учитывая высокую распространенность инциденталом надпочечников и сложившуюся ситуацию, необходимо, чтобы клинический врач владел базовыми знаниями о визуализации надпочечников, а также хорошо разбирался в возможностях различных визуализирующих методов.

В статье представлен полный обзор современных данных о преимуществах и недостатках КТ, МРТ и позитронно-эмиссионной томографии в дифференциальной диагностике образований надпочечников, описаны evidence-based протоколы исследований надпочечников, а также дана критическая оценка техникам, которые не должны использоваться в настоящее время.

Ключевые слова: инциденталом надпочечника, адренокортикальная аденома, адренокортикальный рак, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, позитронно-эмиссионная томография.

Adrenal imaging: what the clinician should be informed on?

Volkova N.I., Porksheyen M.I.

Rostov State Medical University, Rostov on Don, Russian Federation

Nowadays there is a “pandemic” of so-called adrenal incidentalomas. The frequency of detection of incidentalomas is around 4–6% in general population and 9–13% among the patients with diagnosed oncological diseases. It is obvious that it will be increasing because of the development of methods of visualization and improving of their availability. In most cases there is possible to establish exact diagnosis by means of using of modern devices of computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) with standardized study protocols for adrenal glands. Thus, radiologists play the key role in determining of the adrenal gland tumor nature and, consequently, further management of patients.

However, in real clinical practice there is another situation. On the one hand, study protocols are often not followed and, as a consequence, the conclusions of radiologists are either primitive descriptive such as “formation of the right adrenal gland 3 cm”, or illiterate. On the other hand, even when the description is correct, in most cases the clinicians do not know which method of visualization should be chosen, the advantages over other methods and how to interpret the description and conclusion.

Because of high prevalence of incidentalomas and current situation, it is necessary that physicians have basic knowledge of adrenal visualization and should be well versed in the capabilities of different visualization methods.

The article provides, firstly, the review of modern data on opportunities of CT, MRI and PET in differential diagnostics of adrenal lesions, secondly, the description of evidence-based protocols for study adrenals, and, thirdly, critical review of techniques that shouldn't be used nowadays.

Key words: adrenal incidentaloma, adrenocortical adenoma, adrenocortical carcinoma, magnetic resonance imaging, computed tomography, positron emission tomography.

Введение

На сегодняшний день наблюдается “пандемия” так называемых инциденталом надпочечников. Под инциденталомой понимается выявленная при радиологическом обследовании опухоль надпочечника(ов) при условии, что обследование проводилось не по поводу патологии надпочечников [1]. Частота выявления инциденталом составляет около 4–6% в общей популяции и 9–13% среди пациентов с диагностированными онкологическими заболеваниями [2, 3] и, очевидно, будет увеличиваться по мере совершенствования визуализирующих методов диагностики и повышения их доступности. Понятие “инциденталомы надпочечника” означает, что у пациента не было повода заподозрить заболевание надпочечника, иными словами, у него отсутствовали какие-либо симптомы и признаки последнего. Но отсутствие клинических проявлений не является залогом благополучного прогноза, поскольку морфологически инциденталомы надпочечников могут быть представлены как доброкачественными образованиями (псевдокиста, миелипома, аденокортикальная аденома), так и злокачественными (аденокортикальный рак, метастазы из других органов и т.д.) и даже при наличии гормональной активности не иметь ярких клинических проявлений [4]. Таким образом, ключевую роль в определении природы образований надпочечников и соответственно дальнейшей тактики ведения играют визуализирующие методы исследования. Причем с помощью современных аппаратов компьютерной томографии (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ), используя уже разработанные и стандартизованные протоколы исследования надпочечников, в большинстве случаев можно выставить точный диагноз.

Тем не менее в реальной клинической практике сложилась несколько иная ситуация. Зачастую не соблюдаются протоколы исследования и, как следствие, заключения рентгенологов в случае наличия образования надпочечников носят либо примитивный описательный характер – “образование правого надпочечника 3 см”, либо неграмотный – “образование надпочечника по типу инциденталомы” или “необходима консуль-

тация эндокринолога для определения природы образования”. Следствием этого является как минимум проведение повторного дорогостоящего исследования, как максимум – неправильная тактика ведения пациента. Напомним, что в случае аденокортикального рака, который является одним из самых агрессивных видов рака с крайне плохим прогнозом, задержка проведения хирургического лечения (а речь ведется о днях) ассоциирована с низкой частотой выживаемости [5]. В случае метастатического поражения надпочечников, которое встречается у 27% пациентов с онкологическими заболеваниями [3], отсутствие дифференциального диагноза между метастазами и аденомой не позволит правильно осуществить выбор метода лечения пациента (хирургический или системная химиотерапия), а также может привести к пропуску таких фатальных осложнений метастазов, как надпочечниковая недостаточность. Следовательно, роль рентгенолога в ведении пациентов с образованиями надпочечников практически равнозначна роли эндокринолога или хирурга как лечащих врачей.

За последние 5–10 лет произошел колоссальный прорыв в изучении визуализирующих техник, использующихся для диагностики природы образований надпочечников. С одной стороны, на сегодняшний день уже доступны так называемые evidence-based протоколы проведения визуализирующих исследований надпочечников, отступление от которых недопустимо. С другой стороны, продолжают активно изучаться возможности таких методов, как позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) с различными трейсерами, магнитно-резонансная спектроскопия и т.д. Такое стремительное и всестороннее изучение визуализирующих методов исследования в отношении образований надпочечников, на взгляд авторов, еще раз подчеркивает актуальность проблемы инциденталом надпочечников.

Таким образом, цель, которую преследуют авторы настоящей статьи, – предоставить обзор современных протоколов исследований надпочечников, осветить возможности дифференциальной диагностики таких методов, как КТ, МРТ, ПЭТ, а также дать

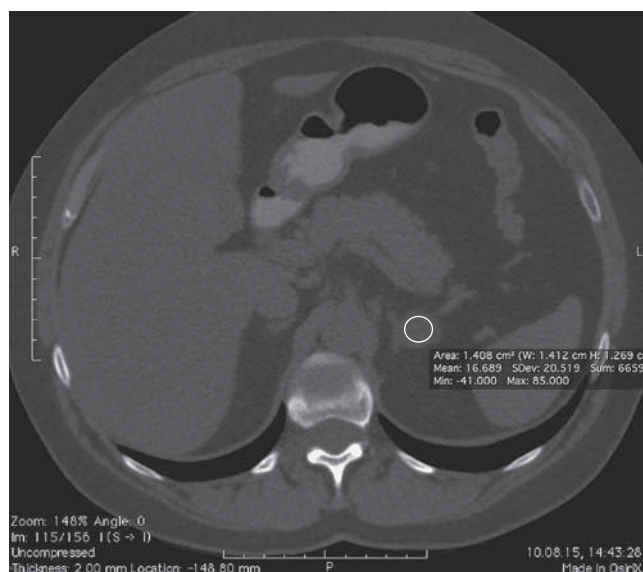


Рис. 1. Образование левого надпочечника, область измерения плотности составляет 2/3 площади образования.

критическую оценку методам, которые не должны использоваться в настоящее время для диагностики природы образований надпочечников.

Компьютерная томография надпочечников

КТ – это наиболее часто используемый метод для диагностики природы образований надпочечников. Связано это, вероятно, не только с возможностями данного метода, но и с относительно МРТ низкой стоимостью исследования и большей оснащенностью лечебно-диагностических учреждений аппаратами КТ, чем МРТ.

Для корректного выполнения КТ надпочечников требуется соблюдение параметров, указанных в табл. 1.

В описании исследования КТ обязательно должны присутствовать следующие характеристики: нативная плотность, размер, контур и структура. Учитывая, что основная цель исследования – это определение природы образования, ключевым показателем из пе-

речисленных четырех является нативная плотность. Стоит отметить, что крайне важна правильная техника определения нативной плотности. Если образование гомогенное, то область интереса (region of interest – ROI) должна занимать около 2/3 образования (рис. 1).

Если образование гетерогенное, то необходимо отдельно провести измерения в местах максимально низкой и высокой плотности.

Раньше считалось, что предикторами злокачественности образования являются его большой размер (более 4 см), нечеткий контур, гетерогенная структура. Однако было показано, что ни размер, ни структура и контур образования в отдельности не обладают достаточной дискриминантной способностью. Так, M.J. Lee и соавт. показали, что при пороговом значении размера образования 3 см специфичность и чувствительность составляют 84 и 79% соответственно в отношении злокачественных образований [6].

Известно, что большинство аденом (более 70%) имеют высокое внутриклеточное содержание жира, что отражается на КТ низкой нативной плотностью. В то же время метастазы, аденокортикальный рак и феохромоцитомы не содержат внутриклеточного жира и их нативная плотность значительно выше. Вопрос заключается в том, при какой плотности мы можем утверждать, что это не злокачественное новообразование, метастаз или феохромоцитомы. Если нативная плотность образования составляет 0 Hounsfield Units (HU) или менее, то вероятность того, что это доброкачественная аденома, равна 100% при специфичности 100%, но низкой (47%) чувствительности [7], которая не может удовлетворить клиницистов. G.W. Boland и соавт. был выполнен метаанализ 10 исследований, по результатам которого было принято, что пороговое значение нативной плотности образования должно

Таблица 1. КТ-параметры для визуализации надпочечников

Этап исследования	Толщина срезов, мм	Плоскость
Нативная фаза	3–5	Аксиальная
60-я секунда после контрастирования	1–3	Аксиальная и фронтальная
10-я минута после контрастирования	1–3	Аксиальная и фронтальная

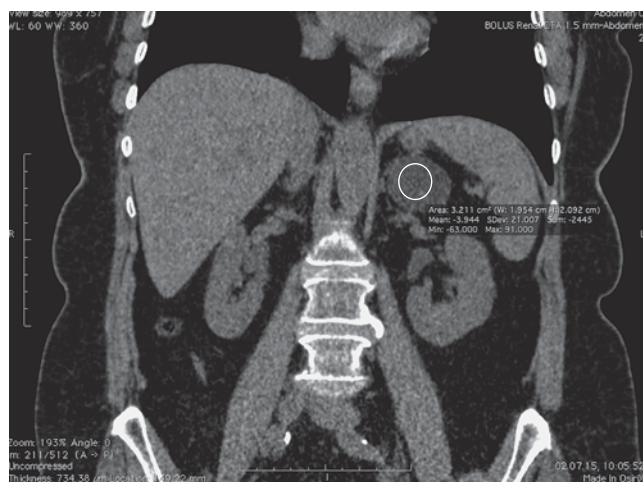


Рис. 2. Доброкачественная аденома левого надпочечника, нативная плотность –4 НУ.

составлять 10 НУ (специфичность 100%, чувствительность 89%) [8] (рис. 2).

На основании результатов нативной плотности становится понятно, есть ли необходимость в дальнейшем рентгенологическом дообследовании или нет. Так, если нативная плотность образования менее 10 НУ, то имеет место доброкачественная аденома надпочечника и в дообследовании с использованием визуализирующих методов нет необходимости. Однако, если плотность образования более 10 НУ, это еще не означает, что образование злокачественное, поскольку от 12 до 30% доброкачественных аденом имеют нативную плотность более 10 НУ. Но в таких случаях обязательно необходимо исключение феохромоцитомы посредством определения метанефрина и норметанефрина в плазме крови/суточной моче [9]. Таким образом, в случае превышения порогового значения нативной плотности 10 НУ для дифференциальной диагностики злокачественных образований надпочечников, феохромоцитомы и аденом с низким содержанием жира необходимо выполнить КТ с контрастным усилением (КУ) либо МРТ.

Компьютерная томография надпочечников с контрастным усилением

Характеристика образований надпочечников с помощью КТ с КУ основана на уникальной физиологической перфузионной особенности аденом. Вне зависимости от

содержания внутриклеточного жира для доброкачественных аденом характерно быстрое накопление контраста и быстрое его вымывание. Злокачественные образования и феохромоцитомы так же быстро накапливают контраст, но значительно медленнее его вымывают. Различие между аденомами и злокачественными образованиями в вымывании контраста является хорошим и надежным параметром [10–12].

Для расчета вымывания контраста должен быть соблюден следующий протокол контрастирования надпочечников [13], который включает в себя четыре этапа:

- I) измерение нативной плотности образования;
- II) введение контраста;
- III) измерение плотности спустя 60 с (венозная фаза);
- IV) измерение плотности спустя 10 мин (отсроченная фаза).

Для интерпретации результатов должен быть рассчитан процент вымывания контраста. Для его расчета могут использоваться две формулы.

$$\text{Абс. \% вымывания} = \frac{\text{плотность на 60 с} - \text{плотность на 10 мин}}{\text{плотность на 60 с} - \text{нативная плотность}} \times 100\%$$

Абсолютный процент вымывания контраста при значении более 60% имеет чувствительность 86–88% и специфичность 92–96% в отношении диагноза доброкачественной аденомы [11].

Поскольку в реальной клинической практике очень часто отсутствуют данные о нативной плотности, возможно использование формулы расчета относительного процента вымывания контраста:

$$\text{Отн. \% вымывания} = \left(1 - \frac{\text{плотность на 10 мин}}{\text{плотность на 60 с}} \right) \times 100\%$$

В свою очередь относительный процент вымывания контраста при значении более 40% имеет чувствительность 96% и специфичность 100% в отношении диагноза доброкачественной аденомы [14].

Стоит отметить, что методика расчета процента вымывания контраста может быть использована в случае отсутствия больших зон некроза и кровоизлияний.

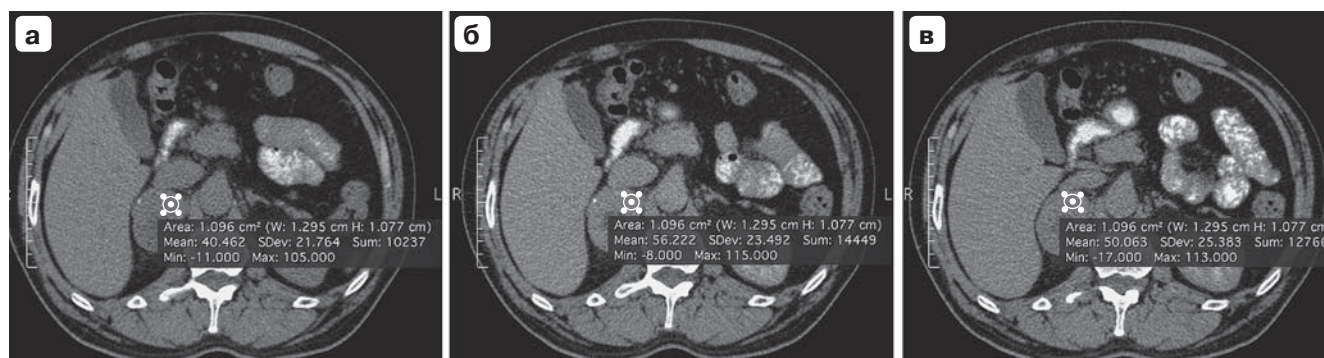


Рис. 3. Образование правого надпочечника. а) нативная плотность – 40 HU, б) на 60-й секунде – 56 HU, в) на 10-й минуте – 50 HU. Абсолютный процент вымывания – 37%, что исключает доброкачественную аденому. Метанефрин (180 мкг/сут) и норметанефрин (4200 мкг/сут) в суточной моче подтвердили диагноз феохромоцитомы.

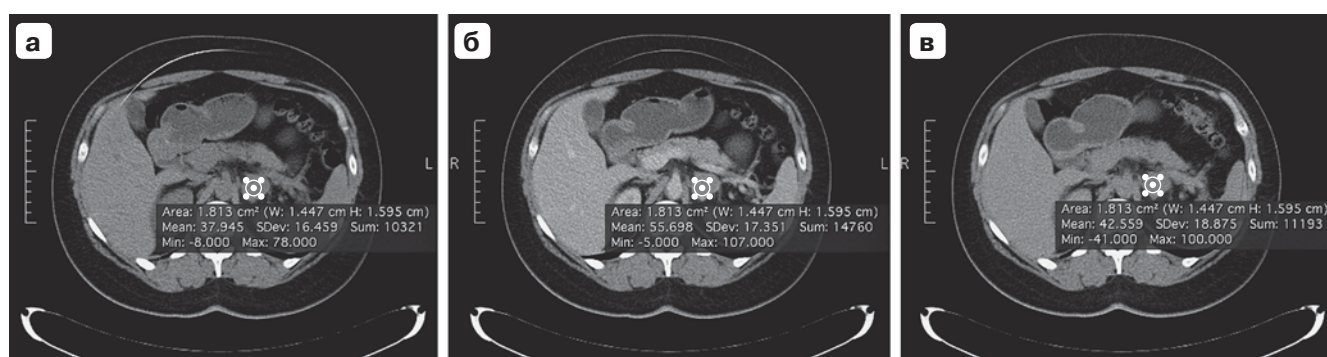


Рис. 4. Образование левого надпочечника. а) нативная плотность – 37 HU, б) на 60-й секунде – 55 HU, в) на 10-й минуте – 42 HU. Абсолютный процент вымывания – 72%, что соответствует доброкачественной аденоме.

Таким образом, расчет вымывания контраста при проведении КТ с КУ (при правильном соблюдении протокола) обладает хорошими диагностическими характеристиками и в подавляющем большинстве случаев позволяет с достаточной точностью разграничить доброкачественную аденому и злокачественные образования надпочечников и феохромоцитому (рис. 3, 4).

Компьютерная томография надпочечников – анализ гистограммы

Несмотря на то что расчет процента вымывания контраста имеет хорошую дискриминантную способность, в реальной клинической практике не всегда и не все рентгенологи выполняют данную технику. Вероятно, это связано с тем, что она требует относительно длительного времени экспозиции (определение плотности спустя 10 мин после контрастирования).

Альтернативой определению как нативной плотности, так и расчету процента вымывания контраста многие считают анализ гистограммы КТ – технику, которая может быть выполнена без контрастирования [15–19].

Суть метода заключается в следующем: количество жира в образовании пропорционально количеству негативных пикселей (плотность менее 0 HU). С помощью данного метода измеряют количество негативных пикселей в пределах области интереса – ROI, которая должна составлять 2/3 образования при отсутствии зон некроза и кровоизлияний. Оригинальные исследования показали, что 97% аденом содержат негативные пиксели, 85% аденом – более 5% негативных пикселей, а 83% – более 10% негативных пикселей. В свою очередь метастазы не имеют негативных пикселей [16]. Было показано, что совместное определение нативной плотности образования и проведение анализа гистограммы КТ (при нативной плотности менее

Таблица 2. МРТ-параметры для визуализации надпочечников

Режимы	Толщина срезов	Плоскость
Стандартные режимы		
T1	3 – 5/3 мм	Аксиальная
T2	3 – 5/3 мм	Аксиальная и фронтальная
Режим визуализации химического сдвига (фаза и противофаза)	3 – 5 мм	Аксиальная
T1 с подавлением МР-сигнала жировой ткани	5 – 7/3 мм	Аксиальная
Дополнительные режимы		
T1 с гадолинием, подавление МР-сигнала жировой ткани	5 – 7/3 мм	Аксиальная и фронтальная
Диффузно-взвешенная визуализация (b = 0, 250, 500, 1000, 1200)	3 – 5 мм	Аксиальная

10 HU и содержании негативных пикселей более 10%) правильно детектирует аденомы в 91% случаев, что выше, чем при расчете только нативной плотности [18, 19].

Однако что касается анализа гистограммы КТ с КУ, то чувствительность метода значительно ниже, чем расчет процента вымывания контраста в отдельности, в связи с чем его использование не рекомендуется.

Необходимо отметить, что техника выполнения анализа гистограммы значительно варьирует, иными словами, метод не стандартизован. Было показано, что использование различных методик приводит к тому, что негативные пиксели находят не только при аденомах, но и при метастазах, феохромоцитоме и адренокортикальном раке, что приводит к ложноотрицательным результатам (например, исключение метастазов при их наличии) [17, 18].

Таким образом, несмотря на то что анализ гистограммы КТ без контрастирования более диагностически значим, на настоящий момент он не рекомендуется к использованию в реальной клинической практике с целью определения природы образований надпочечников, поскольку метод не стандартизован.

Магнитно-резонансная томография надпочечников

На сегодняшний день МРТ все чаще используется для дифференциальной диагностики образований надпочечников. Различные режимы МРТ обладают совершенно разными диагностическими характеристиками, в связи с чем необходим разбор каждого

в отдельности. Однако прежде целесообразно указать общие особенности и требования к проведению МРТ надпочечников.

На МРТ оба надпочечника имеют одинаковую среднюю интенсивность сигнала (ИС) в режиме T1 и низко-среднюю ИС в режиме T2. Поскольку в режиме T1 с подавлением МР-сигнала жировой ткани подавляется сигнал от окружающей надпочечник ретроперитонеальной жировой клетчатки, его визуализация в этом режиме наилучшая. Необходимые параметры визуализации надпочечников при проведении МРТ представлены в табл. 2.

Сразу необходимо отметить, что при использовании стандартных спин-эхо режимов на T1 и T2 ИС аденом и метастазов в значительной степени совпадает. Таким образом, в 1/3 случаев точную природу образования надпочечника установить не представляется возможным [20–22]. Следовательно, заключение МРТ о природе образования надпочечника на основании данных только сигнала в режимах T1 и T2 не является корректным, поскольку в 30% случаев вывод может быть ошибочным.

Магнитно-резонансная томография надпочечников с контрастным усилением

Точность МРТ в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных образований надпочечников может быть повышена, если использовать гадолинийсодержащие контрастные препараты. После введения контраста 90% аденом демонстрируют гомогенное усиление, в то время как 60% злокачественных образова-

ний – гетерогенное. Более того, для аденом характерно контрастное усиление в ранний период. Иными словами, имеет место качественное различие между образованиями. Однако количественное значение пика сигнала аденом и метастазов не имеет статистической разницы [23].

Таким образом, поскольку ИС даже после контрастного усиления в большинстве случаев одинакова как для аденом, так и злокачественных образований, использование МРТ с КУ не рекомендуется для уточнения природы образований надпочечников.

Режим визуализации химического сдвига

В основе визуализации химического сдвига (ВХС) лежит явление, когда в магнитном поле протоны молекул воды осциллируют с другой частотой, чем протоны молекул жира. Как результат, протоны воды и жира вращаются в фазу и противофазу относительно друг друга. Выбирая определенные параметры и режимы, можно получить отдельные изображения осцилляций протонов воды или жира в фазу или противофазу. ИС пикселя изображения в фазу зависит от суммы сигналов протонов воды и жира, то есть когда вода и жир присутствуют в одном и том же пикселе. В свою очередь ИС в противофазу определяется разницей между мощностью сигнала протонов воды и жира. Таким образом, сигнал от аденом, которые содержат внутриклеточный жир, будет снижаться в противофазу по сравнению с сигналом в фазу. Поскольку злокачественные образования и феохромоцитомы не содержат внутриклеточного жира, ИС в фазу и противофазу будет одинакова.

Простая субъективная визуальная оценка относительной потери сигнала в фазу и противофазу в принципе является достаточной для того, чтобы определить природу образования. Тем не менее в большинстве случаев необходимы методы количественной оценки потери сигнала. Иными словами, требуется объективизация и воспроизводимость полученных результатов.

На сегодняшний день используются два способа количественной оценки снижения интенсивности сигнала.

Суть первого способа количественной оценки сводится к расчету соотношения сигнала от надпочечника к сигналу другого органа. Необходимо отметить, что единицы измерения интенсивности МР-сигнала – это условные единицы. В качестве органа сравнения используется сигнал от печени, параспинальных мышц и селезенки. В настоящее время приоритет отдается селезенке, поскольку существует ряд распространенных ситуаций, когда оценка по сигналу печени и параспинальных мышц недостоверна, а именно: в случае жировой инфильтрации печени (что часто бывает у онкологических пациентов, получающих химиотерапию) или при гемосидерозе печени, в случае жировой инфильтрации мышц (что бывает у пожилых пациентов). Таким образом, чаще всего используется соотношение сигнала образования надпочечника к сигналу селезенки. Данное соотношение отражает процент снижения сигнала от образования надпочечника по сравнению с селезенкой и может быть рассчитано по следующей формуле:

$$\left(\frac{\text{индекс сигнала образования надпочечника в противофазу}}{\text{индекс сигнала селезенки в противофазу}} - \frac{\text{индекс сигнала образования надпочечника в фазу}}{\text{индекс сигнала селезенки в фазу}} \right) \times 100\%$$

Соотношение, равное 70% или менее, имеет чувствительность 78% и специфичность 100% в отношении аденом [24].

Второй способ количественной оценки снижения интенсивности сигнала заключается в подсчете так называемого индекса интенсивности сигнала (signal intensity index – SII). При расчете индекса интенсивности сигнала используются те же самые характеристики образования в фазу и противофазу:

$$SII = \frac{\text{индекс сигнала образования надпочечника в фазу} - \text{индекс сигнала образования надпочечника в противофазу}}{\text{индекс сигнала образования надпочечника в фазу}} \times 100\%$$

В одном крупном исследовании было показано, что использование SII позволяет

дифференцировать аденомы от метастазов в 100% случаев, при этом SII аденом составляет более 5%, а SII метастазов – менее 5% [25]. В других, менее крупных исследованиях использовались иные пороговые значения SII – от 1 до 30% [26]. Такая вариабельность может быть частично объяснена разницей в следующих параметрах: T1 взвешенность, время повторения, угол переворота, что в целом влияет на количественную оценку жира [27]. Таким образом, вероятно, для каждого отдельного исследовательского центра должны быть определены и установлены свои пороговые значения SII.

Стоит также отметить, что техника визуализации химического сдвига проста в выполнении, однако многие центры не имеют достаточной практики ее проведения. Поэтому важную роль играет опыт врача-радиолога, который выполняет исследование и интерпретирует его результат. Тем не менее SII обладает хорошими диагностическими характеристиками и должен быть рассчитан при проведении дифференциальной диагностики природы образований с использованием МРТ.

Какой метод – МРТ или КТ – эффективнее?

В основе как низкой нативной плотности доброкачественных аденом при КТ, так и особенностей их сигнала при визуализации химического сдвига на МРТ лежит по сути одно и то же явление – содержание жирового компонента. Таким образом, результаты двух техник коррелируют друг с другом.

По результатам последних исследований, МРТ с определением химического сдвига более точно характеризует содержание внутриклеточного жира, чем КТ. Так, если 30% аденом по результатам КТ расцениваются как аденомы с низким содержанием жира, то по данным МРТ (режим ВХС) только 8% демонстрируют отсутствие снижения сигнала. Более того, при использовании МРТ для верификации аденом с низким содержанием жира и их отличия от не-аденом не требуется КУ. Чувствительность МРТ (режим ВХС) для аденом, нативная плотность которых по результатам КТ 10–30 HU, составляет 89%. Таким образом, МРТ (режим ВХС) вы-

являет больший процент аденом с низким содержанием жира по сравнению с КТ без КУ [28, 29].

Если непосредственно сравнивать возможности МРТ (комбинации основных режимов) и КТ с КУ в дифференциальной диагностике природы образований надпочечников, то прямых исследований на эту тему в доступной нам литературе не встретилось. Суммируя данные различных источников, можно лишь констатировать, что КТ с КУ (относительный процент вымывания более 40%) имеет чувствительность 96% в отношении диагноза доброкачественной аденомы, в то время как МРТ (при использовании комбинаций различных техник – стандартная спин-эхо визуализация, КУ с гадолинием, режим химического сдвига) позволяет отличить доброкачественные аденомы от других образований надпочечников в 85–90% случаев [30].

Кроме того, ни в одних рекомендациях специализированных медицинских сообществ по ведению пациентов с образованиями надпочечников не указан какой-то конкретный метод исследования, которому следует отдавать предпочтение. В реальной клинической практике выбор метода визуализации зависит от его доступности либо данных анамнеза пациента. На взгляд авторов, ключевым должен являться опыт работы рентгенолога в области дифференциальной диагностики образований надпочечников, а также его навыки и предпочтения в использовании того или иного метода визуализации.

Позитронно-эмиссионная томография надпочечников

ПЭТ с ^{18}F тордезоксиглюкозой ($^{18}\text{ФДГ}$) традиционно используется для характеристики злокачественных образований надпочечников.

В ранних исследованиях по использованию ПЭТ с $^{18}\text{ФДГ}$ у пациентов с раком легкого и образованиями надпочечников данный метод продемонстрировал высокую точность в дифференциальной диагностике доброкачественных аденом от метастазов. Результаты недавних исследований подтвердили высокую чувствительность ПЭТ/КТ в диагностике злокачественных образова-

ний, однако специфичность была значительно ниже и колебалась от 87 до 97%. Снижение специфичности было объяснено тем, что имели место аденомы и другие доброкачественные образования с высокой метаболической активностью, как у злокачественных образований [31, 32].

Для дифференциальной диагностики аденом от не-аденом с помощью ПЭТ/КТ может использоваться качественная и количественная оценка.

Качественная оценка крайне неспецифична, поскольку захват ^{18}F ДГ доброкачественными аденомами значительно варьирует – от низкого до высокого, в то время как злокачественными образованиями – от среднего до высокого. Для улучшения диагностической характеристики качественной оценки предлагается сравнивать захват образования надпочечника с захватом трейсера печени. Однако, согласно результатам исследований, 52% аденом имеют захват меньше, чем захват печенью, 38% – равный захвату печени и 10% – более, чем захват печенью. В то время как не-аденомы имеют захват, равный захвату печени, в 25% и более, чем захват печенью, – в 75% случаев. Кроме того, 48% аденом демонстрируют средний и высокий захват ^{18}F ДГ, характерный для злокачественных образований [33, 34]. Таким образом, качественная оценка захвата ^{18}F ДГ не может (не должна) использоваться для дифференциальной диагностики природы образований надпочечников.

Количественный анализ возможен с помощью подсчета стандартного уровня захвата – SUV. Пороговое значение SUV 2,68–3 обладает чувствительностью 99% и специфичностью 92%, положительной предсказательной ценностью 89% и отрицательной предсказательной ценностью 99% в отношении дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных образований надпочечников. Если дополнить ПЭТ КТ с КУ (характеристики вымывания контраста), то диагностические характеристики существенно улучшатся: чувствительность 100% и специфичность 98%, положительная предсказательная ценность 97% и отрицательная предсказательная ценность 100% [33–35]. Несмотря на высокие диагностичес-

кие характеристики, возможны как ложноположительные результаты злокачественных образований (аденома, феохромоцитомы, надпочечниковые эндотелиальные кисты, образования воспалительной и инфекционной природы), так и ложноотрицательные (метастазы с кровоизлияниями и некрозами, метастазы размерами 5–10 мм, метастазы бронхоальвеолярной карциномы или карциноидных опухолей).

Еще один способ количественной оценки заключается в расчете отношения SUV образования надпочечника к SUV печени. Если SUV образования меньше, чем SUV печени, то оно рассматривается как доброкачественное (специфичность 100%). Однако если образование имеет SUV, эквивалентный или больше SUV печени, то специфичность для злокачественных образований колеблется от 88 до 94% [33].

Специфичность ПЭТ может быть повышена с использованием ^{11}C -метомидата – маркера 11 β -гидроксилазы, фермента коркового слоя надпочечников. При введении этого трейсера не будет захвата в случае феохромоцитомы, метастазов в надпочечники и других неадренокортикальных образований. Однако невозможно будет провести дифференциальную диагностику доброкачественной адренокортикальной аденомы от адренокортикального рака [36].

В целом, ПЭТ может и должна использоваться для дифференциальной диагностики образований надпочечников, особенно в случае когда у пациента в анамнезе имеются онкологические заболевания и когда по данным КТ и МРТ не представляется возможным принципиально определить природу образования.

Заключение

В последнее время визуализирующие методы диагностики все чаще используются в клинической практике. В связи с этим можно ожидать, что выявляемость инцидентом различных органов, и в частности надпочечников, значительно вырастет.

Поскольку ведение пациентов со “случайно выявленными находками” полностью зависит от природы образования (установить которую возможно только с помощью

методов визуализации), становится понятно, что рентгенолог играет ключевую роль в постановке диагноза.

На сегодняшний день ведущими специализированными медицинскими сообществами (Radiologic Society of North America, American College of Radiology) уже разработаны протоколы исследования надпочечников, которые с вероятностью более 90% позволяют принципиально разграничить доброкачественные и злокачественные образования. Остается пока неизвестным, какой метод (МРТ или КТ) более предпочтителен. На взгляд авторов, вне зависимости от метода визуализации, которому отдается предпочтение, принципиальное значение имеет опыт работы рентгенолога в дифференциальной диагностике образований надпочечников, его профессиональные навыки, а также тесное сотрудничество с эндокринологами.

Дополнительная информация

Источник финансирования. Поисково-аналитическая работа при подготовке статьи проведена на личные средства авторов.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Благодарности. Авторы статьи выражают благодарность д.м.н., профессору Домбровскому В.И. (заведующему кафедрой лучевой диагностики ФПК и ППС, заведующему отделением магнитно-резонансной и рентгеновской компьютерной томографии клиники ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России) и к.м.н. Араслановой Л.В. (заведующей отделением лучевой диагностики ГАУ РО ОКДЦ, г. Ростов-на-Дону) за помощь в редактировании статьи.

Список литературы

1. Бельцевич Д.Г., Кузнецов Н.С., Солдатова Т.В., Ванушко В.Э. Инциденталомы надпочечников // Эндокринная хирургия. – 2009. – Т. 4 – №1. – С. 19–23. [Bel'tseвич DG, Kuznetsov NS, Soldatova TV, Vanushko VE. Incidentaloma nadpochechnikov. *Endocrine Surgery*. 2009;4(1):19-23. (In Russ.)] doi: 10.14341/2306-3513-2009-1-19-23
2. Terzolo M, Stigliano A, Chiodini I, et al. AME Position Statement on adrenal incidentaloma. *Eur J Endocrinol*. 2011; 164(6):851-870. doi: 10.1530/eje-10-1147.
3. McDermott S, O'Connor OJ, Blake MA. Update on imaging of the adrenal cortex. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity*. 2011;18(3):186-192. doi: 10.1097/MED.0b013e328346179b.
4. Антоненко М.И. Гиперкортицизм без специфических клинических симптомов: эпидемиология, клиника, диагностика: Дис. ... канд. мед. наук. – Ростов-на-Дону; 2014. [Antonenko MI. *Giperkorticizm bez specificheskikh klinicheskikh simptomov: jepidemiologiya, klinika, diagnostika* [dissertation]. Rostov on Don; 2014. (In Russ.)] Доступно по: https://rmapo.ru/dissertatsional/d_208_071_05/533-dissertatsiya-na-soiskanie-uchenoy-stepeni-kandidata-medicinskih-nauk-antonenko-marii-igorevny-giperkorticizm-bez-specificheskikh-klinicheskikh-simptomov-epidemiologiya-klinika-diagnostika.html. Ссылка активна на 20.10.2016.
5. Мельниченко Г.А., Стилиди И.С., Горбунова В.А., и др. Проект российских клинических рекомендаций по диагностике и лечению аденокортикального рака // Эндокринная хирургия. – 2014. – Т. 8. – №1 – С. 4–26. [Melnichenko GA, Stilidi IS, Gorbunova VA, et al. Draft of Russian Guidelines of Diagnosis and Treatment of Adrenal Cortical Cancer. *Endocrine Surgery*. 2014;8(1):4-26. (In Russ.)] doi: 10.14341/serg201414-26.
6. Lee MJ, Hahn PF, Papanicolaou N, et al. Benign and malignant adrenal masses: CT distinction with attenuation coefficients, size, and observer analysis. *Radiology*. 1991;179(2): 415-418. doi: 10.1148/radiology.179.2.2014283.
7. Korobkin M, Brodeur FJ, Yutzy GG, et al. Differentiation of adrenal adenomas from nonadenomas using CT attenuation values. *Am J Roentgenol*. 1996;166(3):531-536. doi: 10.2214/ajr.166.3.8623622.
8. Boland GW, Lee MJ, Gazelle GS, et al. Characterization of adrenal masses using unenhanced CT: an analysis of the CT literature. *Am J Roentgenol*. 1998;171(1):201-204. doi: 10.2214/ajr.171.1.9648789.
9. Волкова Н.И., Кит О.И., Поркшеян М.И., Димитриади С.Н. Особенности клиники и диагностики феохромоцитомы на современном этапе // Эндокринная хирургия. – 2015. – Т. 9. – №2. – С. 24–30. [Volkova NI, Kit OI, Porksheyani MI, Dimitriadi SN. Current features of clinical picture and diagnostics of pheochromocytoma. *Endocrine Surgery*. 2015; 9(2):24-30. (In Russ.)] doi: 10.14341/serg2015224-30.
10. Blake MA, Kalra MK, Sweeney AT, et al. Distinguishing benign from malignant adrenal masses: multi-detector row CT protocol with 10-minute delay. *Radiology*. 2006;238(2): 578-585. doi: 10.1148/radiol.2382041514.
11. Caoili EM, Korobkin M, Francis IR, et al. Adrenal masses: characterization with combined unenhanced and delayed enhanced CT. *Radiology*. 2002;222(3):629-633. doi: 10.1148/radiol.2223010766.
12. Korobkin M, Brodeur FJ, Francis IR, et al. CT time-attenuation washout curves of adrenal adenomas and nonadenomas. *Am J Roentgenol*. 1998;170(3):747-752. doi: 10.2214/ajr.170.3.9490968.
13. Johnson PT, Horton KM, Fishman EK. Adrenal imaging with multidetector CT: evidence-based protocol optimization

- and interpretative practice. *Radiographics*. 2009;29(5): 1319-1331. doi: 10.1148/rg.295095026.
14. Peña CS, Boland GWL, Hahn PF, et al. Characterization of indeterminate (lipid-poor) adrenal masses: use of washout characteristics at contrast-enhanced CT. *Radiology*. 2000; 217(3):798-802. doi: 10.1148/radiology.217.3.r00dc29798.
 15. Bae KT, Fuangtharntip P, Prasad SR, et al. Adrenal masses: CT characterization with histogram analysis method. *Radiology*. 2003;228(3):735-742. doi: 10.1148/radiol.2283020878.
 16. Remer EM, Motta-Ramirez GA, Shepardson LB, et al. CT histogram analysis in pathologically proven adrenal masses. *Am J Roentgenol*. 2006;187(1):191-196. doi: 10.2214/ajr.05.0179.
 17. Jhaveri KS, Wong F, Ghai S, Haider MA. Comparison of CT histogram analysis and chemical shift MRI in the characterization of indeterminate adrenal nodules. *Am J Roentgenol*. 2006;187(5):1303-1308. doi: 10.2214/ajr.05.1022.
 18. Halefoglu AM, Bas N, Yasar A, Basak M. Differentiation of adrenal adenomas from nonadenomas using CT histogram analysis method: A prospective study. *Eur J Radiol*. 2010; 73(3):643-651. doi: 10.1016/j.ejrad.2008.12.010.
 19. Ho LM, Paulson EK, Brady MJ, et al. Lipid-poor adenomas on unenhanced CT: does histogram analysis increase sensitivity compared with a mean attenuation threshold? *Am J Roentgenol*. 2008;191(1):234-238. doi: 10.2214/ajr.07.3150.
 20. Reinig JW, Doppman JL, Dwyer AJ, et al. Adrenal masses differentiated by MR. *Radiology*. 1986;158(1):81-84. doi: 10.1148/radiology.158.1.3940403.
 21. Chang A, Glazer HS, Lee JK, et al. Adrenal gland: MR imaging. *Radiology*. 1987;163(1):123-128. doi: 10.1148/radiology.163.1.3823423.
 22. Glazer GM, Woolsey EJ, Borrello J, et al. Adrenal tissue characterization using MR imaging. *Radiology*. 1986;158(1): 73-79. doi: 10.1148/radiology.158.1.3940402.
 23. Inan N, Arslan A, Akansel G, et al. Dynamic contrast-enhanced MRI in the differential diagnosis of adrenal adenomas and malignant adrenal masses. *Clin Imaging*. 2008;32(4):332. doi: 10.1016/j.clinimag.2008.04.028.
 24. Mayo-Smith WW, Lee MJ, McNicholas MM, et al. Characterization of adrenal masses (< 5 cm) by use of chemical shift MR imaging: observer performance versus quantitative measures. *Am J Roentgenol*. 1995;165(1):91-95. doi: 10.2214/ajr.165.1.7785642.
 25. Tsushima Y, Ishizaka H, Matsumoto M. Adrenal masses: differentiation with chemical shift, fast low-angle shot MR imaging. *Radiology*. 1993;186(3):705-709. doi: 10.1148/radiology.186.3.8430178.
 26. Korobkin M, Giordano TJ, Brodeur FJ, et al. Adrenal adenomas: relationship between histologic lipid and CT and MR findings. *Radiology*. 1996;200(3):743-747. doi: 10.1148/radiology.200.3.8756925.
 27. Al-Hawary MM, Francis IR, Korobkin M. Non-invasive evaluation of the incidentally detected indeterminate adrenal mass. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2005;19(2):277-292. doi: 10.1016/j.beem.2004.09.002.
 28. Israel GM, Korobkin M, Wang C, et al. Comparison of unenhanced CT and chemical shift MRI in evaluating lipid-rich adrenal adenomas. *Am J Roentgenol*. 2004;183(1):215-219. doi: 10.2214/ajr.183.1.1830215.
 29. Haider MA, Ghai S, Jhaveri K, Lockwood G. Chemical shift MR imaging of hyperattenuating (>10 HU) adrenal masses: does it still have a role? *Radiology*. 2004;231(3):711-716. doi: 10.1148/radiol.2313030676.
 30. Adam A, Dixon AK, Gillard J, eds. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology: A Textbook of Medical Imaging. 6th ed. Elsevier; Churchill Livingstone; 2014.
 31. Erasmus JJ, McAdams HP, Patz EF. Non-small cell lung cancer: FDG-PET imaging. *J Thorac Imaging*. 1999;14(4): 247-256. doi: 10.1097/00005382-199910000-00004.
 32. Boland GW, Blake MA, Holalkere NS, Hahn PF. PET/CT for the characterization of adrenal masses in patients with cancer: qualitative versus quantitative accuracy in 150 consecutive patients. *Am J Roentgenol*. 2009;192(4):956-962. doi: 10.2214/AJR.08.1431.
 33. Caoili EM, Korobkin M, Brown RK, et al. Differentiating adrenal adenomas from nonadenomas using (18)F-FDG PET/CT: quantitative and qualitative evaluation. *Acad Radiol*. 2007;14(4):468-475. doi: 10.1016/j.acra.2007.01.009.
 34. Chong S, Lee KS, Kim HY, et al. Integrated PET-CT for the characterization of adrenal gland lesions in cancer patients: diagnostic efficacy and interpretation pitfalls. *Radiographics*. 2006;26(6):1811-1824; discussion 1824-1816. doi: 10.1148/rg.266065057.
 35. Blake MA, Slattery JM, Kalra MK, et al. Adrenal lesions: characterization with fused PET/CT image in patients with proved or suspected malignancy – initial experience. *Radiology*. 2006;238(3):970-977. doi: 10.1148/radiol.2383042164.
 36. Hennings J, Lindhe O, Bergstrom M, et al. [11C]metomidate positron emission tomography of adrenocortical tumors in correlation with histopathological findings. *J Clin Endocrinol Metab*. 2006;91(4):1410-1414. doi: 10.1210/jc.2005-2273.

Волкова Наталья Ивановна – д.м.н., профессор; проректор по научной работе, заведующая кафедрой внутренних болезней №3, заведующая отделением терапии ФГБОУ ВО Ростовский государственный медицинский университет Минздрава России, Ростов-на-Дону, Российская Федерация.

Поркшеян Мария Игоревна – к.м.н., доцент кафедры внутренних болезней №3 ФГБОУ ВО Ростовский государственный медицинский университет Минздрава России, Ростов-на-Дону, Российская Федерация.



Поркшеян Мария Игоревна – E-mail: porksheyan_mi@rostgmu.ru