



От приглашенного редактора | From guest editor

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0763-995>

## Лучевая диагностика заболеваний надпочечников – современный взгляд на проблему

© Араблинский А.В.<sup>1</sup>, Румер В.Б.<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет); 119991 Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, Российская Федерация

<sup>2</sup> ГБУЗ города Москвы “Городская клиническая больница имени С.П. Боткина ДЗ города Москвы”; 125284 Москва, 2-й Боткинский пр-д, 5, Российская Федерация

Цель данной статьи – предоставить читателю комплексную картину современных представлений о заболеваниях надпочечников и лучевых методах в их диагностике. Даны примеры различных классификаций, основных и наиболее актуальных. Авторы опирались на данные русскоязычной и мировой литературы, фундаментальные знания и собственный опыт. Все клинические случаи являются оригинальными и верифицированы морфологически. Наиболее информативными и часто используемыми являются методы компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии. В статье также приводятся протоколы контрастирования, необходимые для диагностики, описана семиотика различных патологических состояний.

**Ключевые слова:** надпочечники, диагностика, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография  
**Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.**

**Для цитирования:** Араблинский А.В., Румер В.Б. Лучевая диагностика заболеваний надпочечников – современный взгляд на проблему. *Медицинская визуализация*. 2021; 25 (2): 21–41.  
<https://doi.org/10.24835/1607-0763-995>

**Поступила в редакцию:** 08.03.21.

**Принята к печати:** 25.04.21.

**Опубликована online:** 01.06.21.

## Adrenal radiology diagnostics – modern review

© Andrey V. Arablinskiy<sup>1</sup>, Veronika B. Rumer<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, bld. 2, Trubetskaya str., Moscow, 119991, Russian Federation

<sup>2</sup> S.P. Botkin City Clinical Hospital; 5, 2nd Botkinsky pr., Moscow, 125284, Russian Federation

In this article we would like to discuss the issues of adrenal pathology and its diagnostics. This is a complex review according to modern sources, fundamental knowledge and author's experience. All clinical cases are original and morphologically verified. There are different types of classifications with different features, showed in this article. The most useful diagnostic methods are computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) with special contrast enhancement protocols, described in article.

**Keywords:** adrenal, diagnostics, computed tomography, magnetic resonance imaging

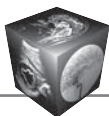
**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

**For citation:** Arablinskiy A.V., Rumer V.B. Adrenal radiology diagnostics – modern review. *Medical Visualization*. 2021; 25 (2): 21–41. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-995>

**Received:** 08.03.21.

**Accepted for publication:** 25.04.21.

**Published online:** 01.06.21.



## Введение

Как известно, надпочечники являются парными железами внутренней секреции, расположенными в забрюшинном пространстве над верхними полюсами почек на уровне XI—XII грудных позвонков. Каждый надпочечник состоит из внутреннего мозгового и наружного коркового веществ, которые являются двумя различными по происхождению, строению и функциям железами, объединенными в единый орган. Вместе с почками надпочечники заключены в жировую капсулу и покрыты тонкой фиброзной почечной фасцией (фасцией Героты). Правый надпочечник у взрослого человека имеет треугольную форму, левый – полулунную. Нижнюю поверхность правого надпочечника и верхнепереднюю поверхность левого надпочечника покрывает брюшина. Длина надпочечника взрослого человека составляет от 30 до 40 мм, ширина – от 20 до 35 мм, толщина – от 3 до 8 мм. Общая масса обоих надпочечников равна в среднем 13–14 г, корковое вещество составляет 9/10 всей массы надпочечников. Кровоснабжение надпочечников осуществляют три группы надпочечниковых артерий: верхняя, средняя и нижняя, проникающие в железу в виде многочисленных капилляров, которые широко анастомозируют между собой и образуют в мозговом веществе расширения – синусоиды. Отток крови от надпочечников происходит через центральную и многочисленные поверхностные вены, впадающие в венозную сеть окружающих органов и тканей. Параллельно кровеносным расположены лимфатические капилляры, отводящие лимфу. Иннервируются надпочечники симпатическими (преимущественно) и парасимпатическими волокнами чревного, блуждающего и диафрагмального нервов [1]. Присутствие к оценке изменений надпочечников, необходимо обращать внимание на их размеры. Обычно оцениваются три размера надпочечника и толщина его ножек, которые в норме составляют [1–3]:

- сагиттальный – 10–40 мм;
- фронтальный – 17–25 мм;
- вертикальный – 20–40 мм;
- толщина ножек – не более 6 мм.

Вопросы, стоящие перед специалистом КТ/МРТ при обследовании пациентов с подозрением на заболевания надпочечников, следующие:

1. Действительно ли выявленное при УЗИ образование относится к надпочечнику?
2. Каковы его плотностные характеристики в НУ при КТ и/или интенсивность сигнала при МРТ?
3. Одностороннее или двустороннее поражение?
4. Какова динамика изменения плотности (КТ) и/или интенсивности сигнала (МРТ) образования после внутривенного контрастирования?

## Классификация

Четвертое издание классификации опухолей эндокринной системы Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) от 2017 г. включает в себя новые важные открытия, касающиеся опухолей надпочечников [4]. Опухоли представлены в двух разделах: “Опухоли коры надпочечников” и “Опухоли мозгового вещества надпочечников и вненадпочечниковых параганглиев”. Опухоли коры надпочечников представлены:

- карциномой коры надпочечников (cortical carcinoma);
- аденомой коры надпочечников (cortical adenoma);
- стромальные опухоли половой хорды (sex cord stromal tumours);
- железистые опухоли (adenomatoid tumour);
- мезенхимальные стромальные опухоли (миелолипома и шваннома);
- гематогенные опухоли;
- вторичные опухоли.

Из вышеперечисленных шваннома и гематогенные опухоли впервые включены в классификацию.

Главным обновлением, касающимся образований коры надпочечников, стало замечание, что генетически кортикальная карцинома и кортикальная аденома основаны на данных The Cancer Genome Atlas (TCGA) [5]. Также была принята система дифференциальной диагностики онкоцитомы от онкотической кортикальной карциномы.

Опухоли мозгового вещества надпочечников и вненадпочечниковых параганглиев включают:

- феохромоцитому;
- парагангиому (парагангиомы головы и шеи и симпатическая парагангиома);
- нейробластические опухоли (нейробластома, нодулярная ганглионейробластома, смешанная ганглионейробластома (intermixed ganglioneuroblastoma) и ганглионевринома);
- композитная феохромоцитома;
- композитная парагангиома (composite pheochromocytoma, and composite paraganglioma).

В этой группе в классификацию впервые были включены нейробластические опухоли.

Главными изменениями, представленными в этой главе классификации эндокринных опухолей ВОЗ, является описание клинических проявлений, гистологии, сочетанной патологии, генетических и прогностических факторов феохромоцитомы и параганглиомы.

Термин “метастатическая феохромоцитома/парагангиома” был заменен на “злокачественная феохромоцитома/парагангиома”. Также компо-



зитная феохромоцитома и композитная параганглиома теперь являются отдельными нозологическими формами, а не одной как раньше.

Таким образом, обновленная классификация включает в себя новые данные по патологии, клиническим проявлениям и генетике опухолей надпочечников, что является важным для текущего ведения пациентов с этими опухолями [4].

С нашей точки зрения, более удобной в практической работе является морфологическая классификация первичных опухолей надпочечников по F. Micali и соавт., 1985 [6]:

1. Опухоли, исходящие из коркового слоя:
  - 1.1. Гормонально-активные опухоли: гиперплазия ткани, аденома, карцинома.
  - 1.2. Гормонально-неактивные опухоли: аденома, карцинома.
2. Опухоли, исходящие из мозгового слоя:
  - 2.1. Гормонально-активные опухоли: феохромоцитома.
  - 2.2. Гормонально-неактивные опухоли: симпатогониома, симпатобластома (современное название – нейробластома), ганглионейробластома, ганглионеврома, кисты, амилоидоз, миелолипома.

Для стадирования адренкортикального рака долгое время применялись авторские классификации (MacFarlane, Sullivan, Icard, Lee). Классификация адренкортикального рака по UICC впервые издана в 2004 г. [4]

T – первичная опухоль:

- Tx – первичная опухоль не может быть оценена;
- T0 – отсутствуют данные о первичной опухоли;
- T1 – опухоль не более 5 см в наибольшем измерении без инвазии за пределы надпочечника;
- T2 – опухоль более 5 см без инвазии за пределы надпочечника;
- T3 – опухоль любого размера с очаговой инвазией, но без прорастания в прилежащие органы;
- T4 – опухоль любого размера с инвазией в смежные органы (почка, печень, диафрагма, поджелудочная железа, крупные сосуды); опухолевый тромбоз почечной вены или нижней полой вены.

N – регионарные метастазы:

- Nx – регионарные лимфатические узлы не могут быть оценены;
- N0 – регионарные лимфатические не поражены;
- N1 – метастазы в регионарные лимфатические.

- M – регионарные метастазы:
- M0 – отдаленных метастазов нет;
- M1 – есть отдаленные метастазы.

Стадии и прогностические группы согласно AJCC:

- I – T1N0M0;
- II – T2N0M0;
- III – T1N1M0, T2N1M0, T3N0M0;
- IV – T3N1M0, T4N0M0, T4N1M0, любая стадия T, любая N при M1.

В некоторых учреждениях также используют классификацию (группировка по стадиям) по ENSAT (European Network for the Study of Adrenal Tumors, Европейское объединение по изучению опухолей надпочечников) [7] – европейской сети по изучению опухолей надпочечников (В).

Стадия по ENSAT:

- I – T1N0M0, размер <5 см;
- II – T2N0M0, размер >5 см;
- III – T(1,2)N(1)M(0)T(3,4)N(0,1)M0 – метастазы в лимфатических узлах, опухолевая инфильтрация в соседние органы и почку и/или тромбоз нижней полой вены;
- IV – T(1–4)N(1–2)M1 – отдаленные метастазы.

По данным крупного исследования, проведенного ENSAT [8], в котором были проанализированы данные 444 пациентов со стадиями III и IV, к наиболее негативным прогностическим факторам относятся так называемые критерии GRAS: Grade – стадия, R-status – степень радикальности резекции при первичной операции у пациентов, подвергавшихся хирургическому лечению, Age – возраст старше 50 лет и Symptoms – симптомы гормональных нарушений.

### Методики исследований

КТ-исследования выполняются в нативную фазу, а затем применяется методика внутривенного контрастирования, которая требует обязательного использования автоматического инъектора. С помощью двухколбового инъектора через катетер, установленный в кубитальной вене, вводится 100 мл неионного контрастного препарата со скоростью введения 3–4 мл/с. Время начала сканирования определяется автоматически в зависимости от степени повышения плотности контрастированной аорты. Полученные данные оцениваются в следующие временные (от начала введения препарата) фазы контрастирования:

- артериальная – через 20–40 с;
- венозная – через 60 с.

При необходимости (в основном для дифференциальной диагностики альдостеронпродуцирующих и гормонально-неактивных аденом со злокачественными новообразованиями и феохро-



моцитомами) получаем изображения в отсроченную фазу – через 15 мин [9].

Методика внутривенного контрастирования при КТ:

- использование автоматического инъектора;
- введение 100 мл неионного контрастного препарата (с концентрацией йода 300–370 мг/мл) через катетер, установленный в кубитальной вене;
- скорость введения 3–4 мл/с.

Фазы исследования:

- нативная;
- венозно-паренхиматозная – через 60 с;
- отсроченная – через 15 мин.

МРТ лучше проводить на аппаратах с напряженностью магнитного поля 1,5–3,0 Тл. Используются нативные T1- и T2-взвешенные изображения (ВИ) с подавлением сигнала от жировой ткани, преимущественно в аксиальной проекции, а затем применяется болюсное контрастирование либо с помощью двухколбового немагнитного инъектора, либо с помощью ручного введения через “Y-коннектор”, позволяющий подключить две колбы и вслед за введением 20 мл парамагнетика “прогнать” физиологический раствор. Применяются быстрые (15-секундные) программы со сбором данных в нативную, артериальную (20–36 с), венозную (52–68 с) и отсроченную (через 15 мин) фазы [10, 11].

Программы МРТ:

- 1) T2ВИ в аксиальной проекции;
- 2) T2ВИ в аксиальной проекции с подавлением сигнала от жировой ткани;
- 3) T1ВИ в аксиальной проекции;
- 4) T1ВИ в аксиальной проекции в фазу и противофазу (Ax out/in phase);
- 5) ДВИ с b-фактором 50, 400, 800;
- 6) болюсное внутривенное контрастирование (обязательны 60 с и 15 мин);
- 7) T1ВИ в корональной проекции с подавлением сигнала от жировой ткани;
- 8) Методика внутривенного контрастирования при МРТ:

- использование автоматического инъектора;
- введение 20 мл гадолинийсодержащего контрастного препарата через катетер, установленный в кубитальной вене;
- скорость введения 1–3 мл/с.

### **Заболевания надпочечников**

До начала проведения дифференциальной диагностики заболеваний надпочечников необходимо убедиться, что выявленное при проведении УЗИ или другого метода визуализации образование относится именно к надпочечнику. Симулировать изменения надпочечников могут: допол-

нительная доля с селезенки, дивертикул кардиального отдела желудка, аневризма селезеночной артерии, дислоцированная после нефрэктомии нижняя полая вена.

При использовании лучевых методов диагностики в надпочечниках возможно выявлять следующие патологические процессы [2, 3, 9, 10, 12–14]:

- 1) гормонально-неактивное образование (киста, гематома, миелолипома, аденома, ганглионеврома, карцинома, метастаз);
- 2) гиперплазия (первичные гиперальдостеронизм и гиперкортицизм);
- 3) гормонально-активная опухоль (альдостерон- и кортизонпродуцирующие аденомы, адреногенитальная аденома, феохромоцитома).

Среди гормонально-активных опухолей коры надпочечников наиболее часто встречаются альдостерон- и кортизонпродуцирующие аденомы.

Таким образом, перед специалистом по лучевой диагностике при обследовании пациентов с заболеваниями надпочечников стоят следующие задачи [2, 3, 9]:

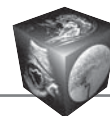
- уточнение изменений надпочечников при эндокринных заболеваниях, а именно двусторонняя гиперплазия и односторонняя опухоль при синдромах Конна и Кушинга, а также различные адреногенитальные аденомы и феохромоцитома;
- оценка объемных образований надпочечников у пациентов со злокачественными опухолями различной локализации, в первую очередь рак легких, молочных желез, почек, меланома, а также опухоли яичников, простаты, поджелудочной железы, семинома;
- дифференциация случайно выявленных образований надпочечников у пациентов, не имеющих патологии эндокринной системы или онкологического анамнеза (инциденталомы). Встречаются в 6% всех аутопсий, при этом частота их увеличивается с возрастом.

#### **Доброкачественные гормонально-неактивные заболевания надпочечников**

Доброкачественные гормонально-неактивные образования надпочечников (киста, миелолипома, аденома, ганглионеврома и др.) обычно невелики по размеру, протекают бессимптомно, обнаруживаются обычно случайно. Отдельно в этом ряду находится гематома, которая сопровождается анамнезом травмы и/или клиническими проявлениями.

#### **Киста**

Кисты надпочечников являются редко встречающимся заболеванием. По генезу делятся на истинные, ложные и паразитарные. Чаще они одиноч-



ные и односторонние. Обычно безболезненны и гормонально-неактивны. В ряде случаев при достижении образованием крупных размеров может отмечаться умеренная болезненность на стороне поражения [15].

При КТ плотность их обычно составляет 0–10 HU, контрастирования содержимого и капсулы не происходит. При МРТ кисты надпочечника гиперинтенсивны на T2ВИ, гипоинтенсивны – на T1ВИ, на картах измеряемого коэффициента диффузии (ИКД-картах) ограничения диффузии не происходит, на диффузионно-взвешенных изображениях ДВИ с повышением b-фактора отмечается резкое снижение интенсивности сигнала вплоть до его исчезновения (рис. 1).

В литературе [16] описаны случаи, в которых трудность представляла дифференциальная диагностика простой кисты и кистозной феохромоцитомы. Причинами кистозной трансформации феохромоцитомы являются кровоизлияние и некроз в структуре образования. Авторы подчеркивают важность применения в таких случаях радионуклидной диагностики с метайодбензилгуанидином (МИБГ), поскольку солидный компонент может быть выражен крайне незначительно для традиционных методов визуализации.

#### **Гематома**

В подавляющем большинстве случаев при закрытой травме живота повреждается правый надпочечник, который оказывается прижатым массивной правой долей печени к позвоночнику. Повреждения надпочечников не имеют типичной клинической картины и их диагностируют с помощью УЗИ или КТ. Характерным является отсутствие накопления контрастного препарата после внутривенного усиления. Нативная плотность, как правило, не ниже 30 HU (рис. 2). В отсроченном периоде могут фрагментарно кальцинироваться.

#### **Миелолипома**

Это сравнительно редкая доброкачественная гормонально-неактивная опухоль, по частоте встречаемости занимает второе место после гормонально-неактивных аденом. Как правило, это образования больших размеров, состоящие из жировой ткани и элементов красного костного мозга. Составляет 3–6% от всех диагностируемых объемных образований надпочечников. В 90% случаев имеет одностороннюю локализацию. В 30% случаев в опухоли выявляются кальцинаты или значительные участки кровоизлияний, придающие ей пестрый вид и гетерогенную структуру.

Плотность опухоли составляет в среднем –20 HU, иногда снижаясь до –90 и до –120 HU [17].

После внутривенного контрастирования при МСКТ происходит незначительное повышение плотности опухоли. При больших ее размерах может потребоваться хирургическое лечение (рис. 3).

#### **Гормонально-неактивная аденома**

Встречается у 1% здоровых людей. Плотность преимущественно составляет 0–10 HU (КТ), интенсивность сигнала на T2- и T1ВИ выше, чем у паренхимы печени (МРТ). При размерах более 3–5 см может оказаться злокачественной. Быстрое “вымывание” контрастного вещества после внутривенного болюсного контрастирования помогает в дифференциальной диагностике со злокачественными новообразованиями и феохромоцитомой (рис. 4).

#### **Ганглионеврома**

Это доброкачественная опухоль надпочечника и развивается из ганглиальных клеток. Пациенты молодого возраста; средний возраст – 27 лет. Образование больших размеров; средний размер опухоли – 8 см. Как правило, имеет капсулу. Хирургическое лечение требуется только в том случае, если имеются какие-либо симптомы ее проявления (рис. 5).

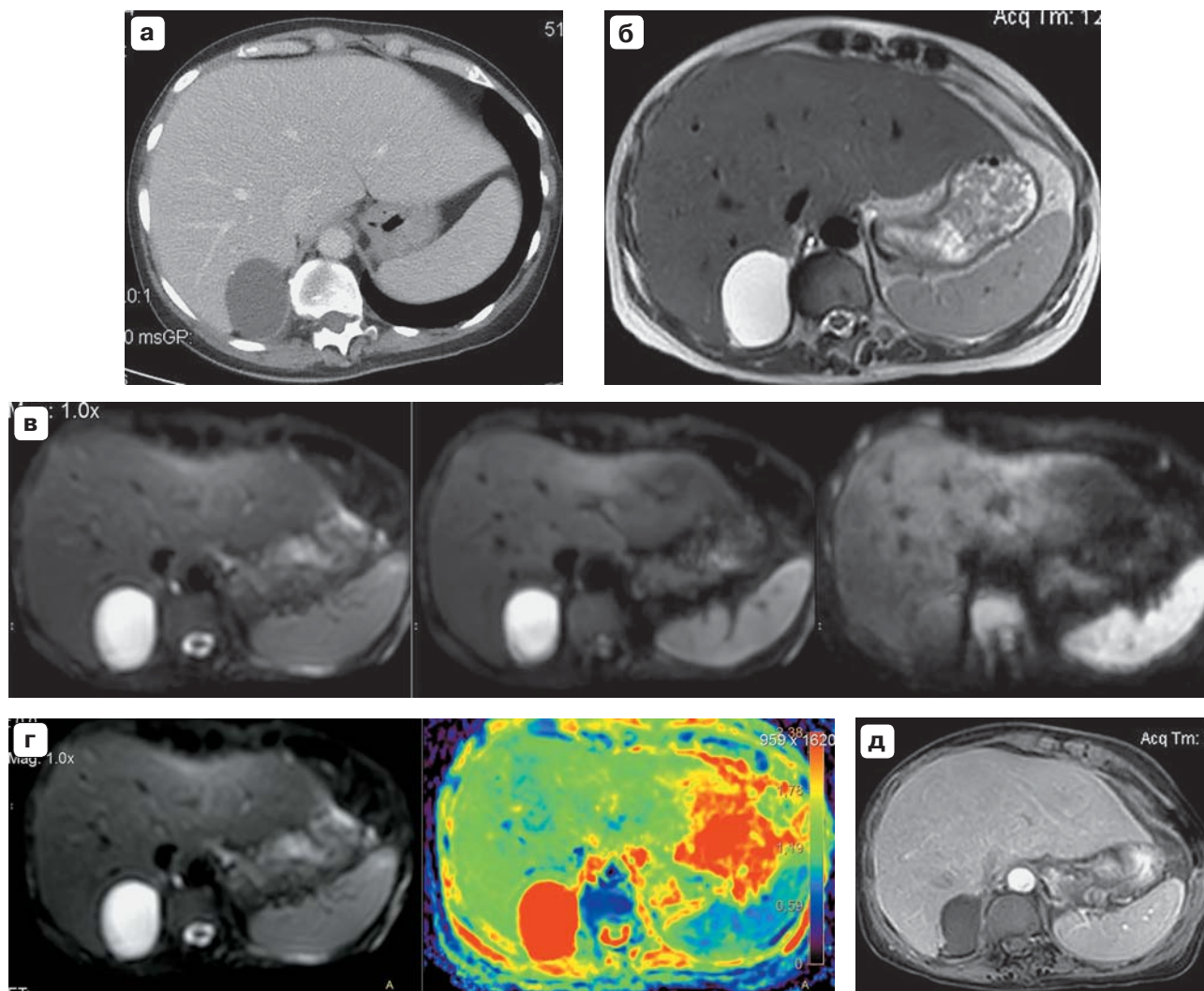
#### **Злокачественные гормонально-неактивные заболевания надпочечников**

##### **Рак коры надпочечников**

Злокачественные гормонально-неактивные опухоли, особенно так называемый пирогенный рак коры надпочечников, клинически проявляются симптомами интоксикации (прежде всего повышением температуры тела), возможно увеличение объема живота, иногда опухоль можно обнаружить пальпаторно. Клиническая картина гормонально-активных злокачественных опухолей может напоминать клиническую картину соответствующих гормонально-неактивных опухолей [1–3, 9].

Кроме того, следует учитывать, что объемные образования надпочечников диаметром более 3 см в 90–95% случаев являются злокачественными, а менее 3 см – в 78–87% – доброкачественными [2, 9].

Для злокачественных опухолей характерны размеры более 5 см, неровные контуры, инвазия в окружающие структуры, быстрый рост (рис. 6). У 5% пациентов с синдромом Кушинга и у 10% больных с феохромоцитомой опухоли по данным гистологического исследования оказываются злокачественными.



**Рис. 1.** Киста правого надпочечника.

**а** – КТ надпочечников с внутривенным контрастированием. В проекции правого надпочечника определяется овальной формы и жидкостной плотности (8 HU) образование, не накапливающее контрастный препарат;

**б** – МРТ T2ВИ. В проекции правого надпочечника определяется гиперинтенсивное образование овальной формы;

**в** – МРТ ДВИ. С повышением b-фактора отмечается резкое снижение интенсивности сигнала от образования вплоть до его исчезновения;

**г** – МРТ ИКД. Ограничения диффузии в образовании не определяется (ИКД 2,8);

**д** – МРТ T1ВИ с внутривенным контрастированием. В проекции правого надпочечника определяется гипоинтенсивное образование овальной формы, не накапливающее контрастный препарат.

**Fig. 1.** Right adrenal cyst.

**a** – CT of the adrenal glands with intravenous contrast. In the projection of the right adrenal gland, an oval-shaped and fluid density (8 units H) is determined by a formation that does not accumulate a contrast agent;

**б** – MRI T2-WI. In the projection of the right adrenal gland, a hyperintense oval-shaped formation is determined;

**в** – DWI MRI. With an increase in the b-factor, there is a sharp decrease in the intensity of the signal from the formation up to its disappearance;

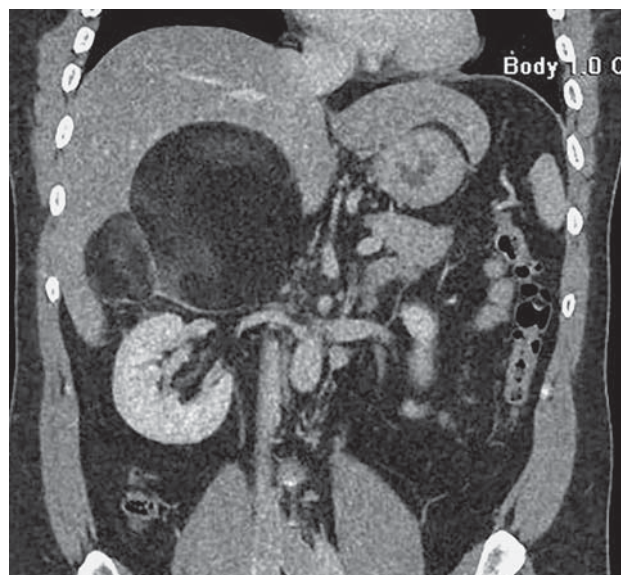
**г** – MRI ICD. No diffusion limitation in education is detected (ICD 2.8);

**д** – MRI T1-WI with intravenous contrast enhancement. In the projection of the right adrenal gland, an oval-shaped hypointense formation that does not accumulate a contrast agent is determined.



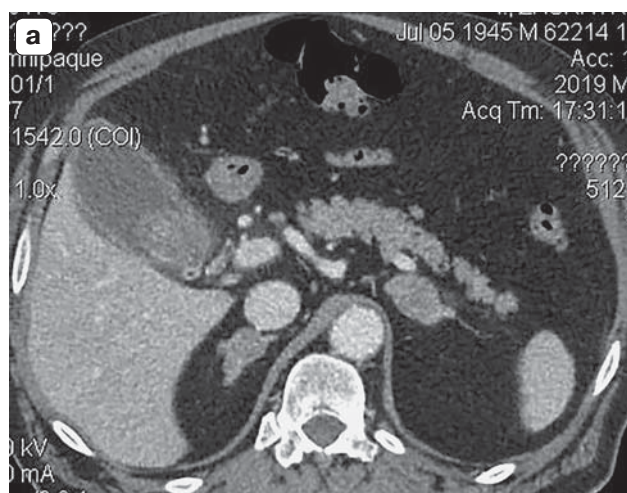
**Рис. 2.** Острая гематома правого надпочечника. Нативная КТ. В проекции правого надпочечника определяется овальной формы гиперденсное (52 HU) образование.

**Fig. 2.** Acute hematoma of the right adrenal gland. Native CT. In the projection of the right adrenal gland, an oval-shaped hyperdense (52 units H) formation is determined.



**Рис. 3.** Миелолипома правого надпочечника. КТ с внутривенным контрастированием. В верхних отделах забрюшинного пространства с правой стороны определяется больших размеров жиросодержащее образование, смещающее книзу правую почку.

**Fig. 3.** Myelolipoma of the right adrenal gland. CT with intravenous contrast. In the upper sections of the retroperitoneal space, on the right side, a fat-containing formation of large sizes is determined, displacing the right kidney downward.



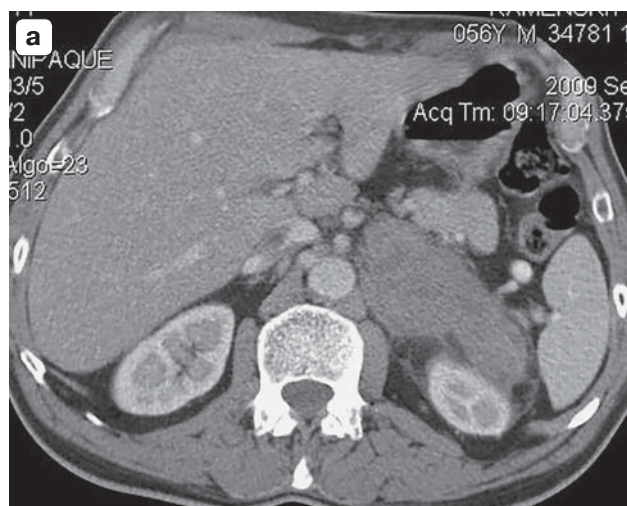
**Рис. 4.** Гормонально-неактивные аденомы обоих надпочечников.  
**а** – КТ с внутривенным контрастированием через 60 с от момента начала введения контрастного препарата. Отмечается интенсивное контрастирование образований в обоих надпочечниках;  
**б** – КТ с внутривенным контрастированием через 15 мин от момента начала введения контрастного препарата. Отмечается интенсивное “вымывание” контрастного препарата из образований в обоих надпочечниках.

**Fig. 4.** Hormone-inactive adenomas of both adrenal glands.  
**a** – CT with intravenous contrast enhancement after 60 s from the moment of the start of the administration of the contrast agent. There is an intense contrasting of the formations in both adrenal glands;  
**b** – CT with intravenous contrast in 15 min. from the moment of the start of the administration of the contrast agent. There is an intense “washout” of the contrast agent from the formations in both adrenal glands.



**Рис. 5.** Ганглионеврома левого надпочечника. КТ с внутривенным контрастированием. В проекции левого надпочечника определяется бугристое образование, на фоне которого прослеживаются почечные артерия и вена.

**Fig. 5.** Ganglioneuroma of the left adrenal gland. CT with intravenous contrast. In the projection of the left adrenal gland, a tuberous formation is determined, against which the renal artery and vein can be traced.



**Рис. 6.** Адrenокортикальный рак слева. **а** – КТ с внутривенным контрастированием; **б** – МРТ T1ВИ. В проекции левого надпочечника выявляется больших размеров бугристое образование, распространяющееся на брыжейку тонкой кишки и хвост поджелудочной железы.

**Fig. 6.** Adrenocortical cancer on the left. **a** – CT with intravenous contrast; **b** – MRI T1-WI. In the projection of the left adrenal gland, a large tuberous formation is revealed, extending to the mesentery of the small intestine and the tail of the pancreas.

#### **Метастазы в надпочечники**

Метастазы в надпочечники занимают четвертое место после легких, печени и костей по частоте встречаемости метастазов, которые выявляются в них в 9–27% случаев злокачественных опухолей других органов; нередко метастазы двусторонние (41% случаев). Чаще всего в надпочечники метастазируют рак легких (35%) (рис. 7), молочных желез (55%), почек (24–50%), меланома (60%) (рис. 8), а также опухоли яичников, простаты, поджелудочной железы, семинома [18, 19].

#### **Лимфома**

Первичная встречается крайне редко [20]. Вторично надпочечники вовлекаются в 4% диффузных неходжкинских лимфом. В 43% наблюдается двустороннее поражение. Примерно у 2/3 па-

циентов с двусторонним поражением отмечается надпочечниковая недостаточность. Характерен инфильтративный рост вдоль исходной структуры надпочечника. При прогрессировании возможна неоднородность контрастирования с визуализацией некротического кистозного компонента, что затрудняет дифференциальную диагностику. При ПЭТ отмечается гиперфиксация фтордезоксиглюкозы, нивелирующаяся после лечения наряду с уменьшением размеров надпочечников [21].

#### **Гормонально-активные заболевания надпочечников (гиперплазия и опухоли)**

При использовании КТ и МРТ в надпочечниках могут определяться два принципиально разных патологических процесса – двусторонняя гипер-





**Рис. 7.** Метастазы аденокарциномы легкого в оба надпочечника. КТ с внутривенным контрастированием. В проекции обоих надпочечников определяются овальной формы неоднородные образования.

**Fig. 7.** Metastases of adenocarcinoma of the lung in both adrenal glands. CT with intravenous contrast. In the projection of both adrenal glands, an oval-shaped heterogeneous formation is determined.

плазия и односторонняя опухоль. Для понимания их сути необходимо знать различные виды гормонов надпочечников, а именно:

- минералокортикоиды (вырабатываются клубочковой зоной коры) – альдостерон и, в небольшой степени, кортикостерон и дезоксикортикостерон;
- глюкокортикоиды (вырабатываются пучковой зоной коры) – кортизол, кортикостерон;
- андрогены и эстрогены (вырабатываются сетчатой зоной коры) – андростерон и кортикоэстрон;
- катехоламины (вырабатываются мозговым веществом) – адреналин, норадреналин.

К наиболее часто встречающимся гормонально-активным заболеваниям надпочечников относятся поражения коркового слоя надпочечников – первичный гиперальдостеронизм (синдром Кона) и гиперкортицизм (синдром Кушинга).

#### **Первичный гиперальдостеронизм (синдром Кона)**

Клинический синдром, развивающийся чаще в среднем возрасте в результате избыточной продукции альдостерона клубочковой зоной коркового вещества надпочечников, что обуславливает развитие низкорениновой гипокалиемической артериальной гипертензии, мышечной слабости и алкалоза с гипокалиемией. У 70–80% больных с синдромом Кона выявляется гиперплазия над-

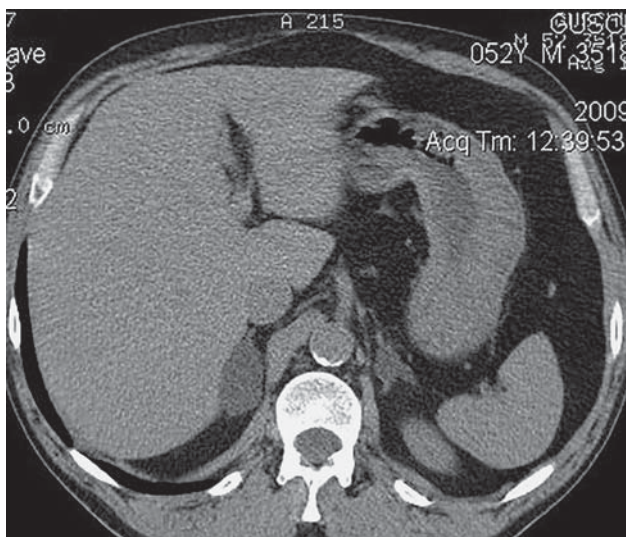


**Рис. 8.** Метастаз меланомы в левый надпочечник. КТ с внутривенным контрастированием. В верхних отделах забрюшинного пространства с левой стороны определяется неоднородное образование гигантских размеров.

**Fig. 8.** Metastasis of melanoma in the left adrenal gland. CT with intravenous contrast. In the upper parts of the retroperitoneal space on the left side, a heterogeneous formation of gigantic proportions is determined.

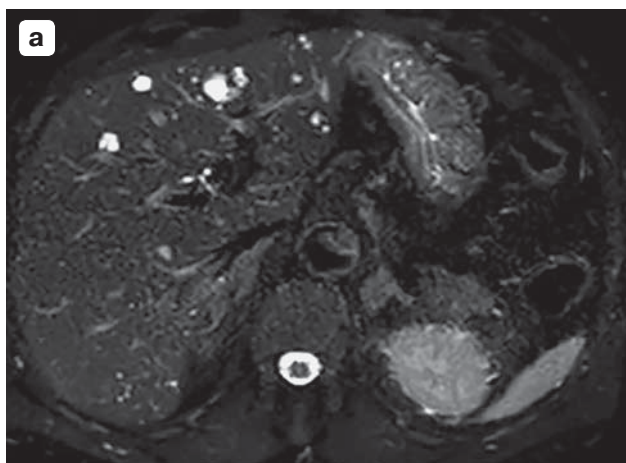
почечников (рис. 9), а у 20–30% – гормонально-активная аденома (рис. 10) [3].

Для опухоли, исходящей из клубочковой зоны коркового вещества, – альдостеромы (синдром Кона, или первичный гиперальдостеронизм), характерны повышение концентрации альдостерона в крови и снижение активности ренина в плазме крови. Альдостеромы (альдостеронпродуцирующие аденомы) составляют около 25% всех опухолей, исходящих из коры надпочечников. Обычно это солитарные опухоли диаметром от 0,5 до 3 см, редко двусторонние или даже множественные. Гистологически различают альдостеромы, исходящие преимущественно из клубочковой или пучковой зоны, и альдостеромы смешанного строения, исходящие из элементов всех зон коры, в том числе сетчатой зоны. Основная масса опухолевых клеток переполнена липидами, главным образом этерифицированным холестерином. Злокачественные альдостеромы составляют 2–5% всех альдостером. При КТ альдостеронпродуцирующие аденомы (альдостеромы) характеризуются низкой (около 0 HU) плотностью, однородной структурой без включений кальцинатов. После внутривенного болюсного контрастирования аденомы (как односторонние, так и при гиперплазии) интенсивно контрастируются в венозную фазу с быстрым “вымыванием” контрастного вещества. До внедрения в клиническую практику механических инъекторов для болюсного контрастирования



**Рис. 9.** Двусторонняя асимметричная гиперплазия надпочечников при синдроме Конна. Нативная КТ. Оба надпочечника, преимущественно правый, увеличены в размерах, с формированием с обеих сторон образований плотностью 3 + 6 HU.

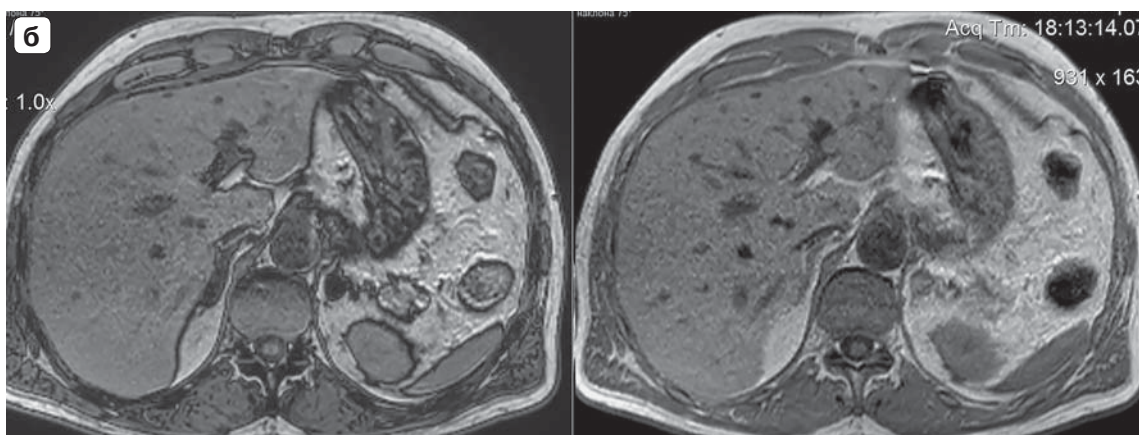
**Fig. 9.** Bilateral asymmetric adrenal hyperplasia in Conn's syndrome. Native CT. Both adrenal glands, mainly the right one, are enlarged, with the formation of formations with a density of 3 + 6 HU on both sides.



**Рис. 10.** Левосторонняя альдостерон-продуцирующая аденома.

**а** – МРТ T2ВИ. В проекции левого надпочечника определяется округлой формы образование с интенсивностью сигнала выше, чем у печени;

**б** – МРТ с использованием методики химического сдвига (фаза–противофаза). Интенсивность сигнала от аденомы в противофазу (левое изображение) гораздо ниже, чем в фазу (правое изображение).



**Fig. 10.** Left-sided aldosterone-producing adenoma.

**а** – MRI T2-WI. In the projection of the left adrenal gland, a rounded formation is determined, with a signal intensity higher than that of the liver;

**б** – MRI using a chemical shift technique (phase–antiphase); The signal intensity from the adenoma in antiphase (left image) is much lower than in phase (right image).



введение контрастного препарата проводилось “от руки” и, соответственно, уловить его накопление в ткани опухоли не представлялось возможным в связи с началом получения изображений в лучшем случае в вензную фазу. Таким образом, ранее ошибочно считалось, что отсутствие контрастирования опухоли является одним из характерных признаков альдостеромы. Альдостеромы практически не бывают злокачественными [2, 9, 10, 22].

**Синдром гиперкортицизма,  
адреногенитальный синдром**

Объединяет группу заболеваний, при которых происходит длительное хроническое воздействие на организм избыточного количества гормонов коры надпочечников. Для него характерен ряд симптомов, в том числе ожирение, “лунообразное лицо”, истончение кожи, артериальная гипертензия, стероидный диабет и др. В России болезнью Иценко–Кушинга принято называть гиперплазию надпочечников (рис. 11), вызванную избытком адренокортикотропного гормона (АКТГ), а синдромом Иценко–Кушинга – опухоль, исходящую из коркового вещества железы (кортикостерома) [10, 12, 23] (рис. 12).

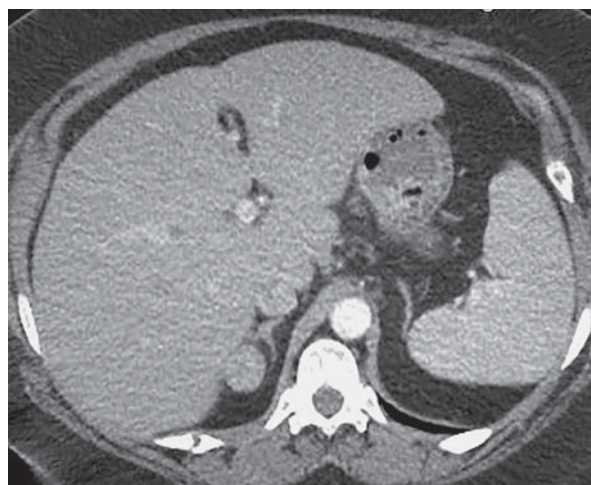
В зарубежной литературе гиперкортицизм объединяется понятием “синдром Кушинга”. У 70–85% больных с синдромом Кушинга имеется гиперплазия надпочечников, у 10–15% – кортикостерома (кортизонпродуцирующая аденома), у 5% – адренокортикальный рак (чаще размером более 5 см) [24]. Иногда (около 10%) изменения в надпочечниках не визуализируются.

Кортизонпродуцирующая аденома (кортикостерома) имеет более высокую плотность, чем гормонально-неактивная аденома и аденома при синдроме Конна (20 + 40 НУ). Структура ее при больших размерах может быть неоднородной, но без включений кальцинатов (см. рис. 12). Реакция на болюсное контрастирование схожа с таковой альдостеромы, т.е. симптом быстрого “вымывания” контрастного вещества для нее также характерен. Преобладание продукции андрогенов и развитие вирильного синдрома наблюдаются при андростеромах – опухолях, синтезирующих мужские половые гормоны. В редких случаях может возникнуть кортикоэстрома – опухоль, исходящая из коркового вещества надпочечника и продуцирующая женские половые гормоны – эстрогены. При этом у мужчин появляются женские черты: увеличиваются молочные железы, происходит перераспределение жировой клетчатки, исчезают половое влечение и потенция. В редчайших случаях кортикоэстром у женщин в репро-



**Рис. 11.** Гиперплазия надпочечников при гиперкортицизме. КТ с внутривенным контрастированием. Оба надпочечника увеличены в размерах, контур их волнистый.

**Fig. 11.** Hyperplasia of the adrenal glands with hypercortisolism. CT with intravenous contrast. Both adrenal glands are enlarged, their contour is wavy.



**Рис. 12.** Аденома при гиперкортицизме. КТ с внутривенным контрастированием. В правом надпочечнике определяется опухоль, левый надпочечник уменьшен в размерах.

**Fig. 12.** Adenoma with hypercortisolism. CT with intravenous contrast. A tumor is detected in the right adrenal gland, the left adrenal gland is reduced in size.

дуктивном возрасте основным симптомом являются метроррагии. Нередко гормональная продукция опухолей носит смешанный характер, т.е. ими синтезируются как глюко- и минералокортикоиды, так и половые гормоны. Среди таких опухолей более половины составляют злокачественные. Опухоли коры надпочечников, продуцирующие



андрогены, приводят к развитию вирильного синдрома у женщин.

Адреногенитальные аденомы включают в себя андростерому, кортикоандростерому и кортикоэстрому.

Андростерома – вирилизирующая опухоль коры надпочечников, при которой происходит “омужествление” – появление у женщин и усиление у мужчин мужских признаков, встречается сравнительно редко. Эта опухоль секретирует андрогены – мужские половые гормоны, избытком которых обуславливается клиническая картина заболевания. Андростеромы в 2 раза чаще наблюдаются у женщин, чем у мужчин.

Кортикоандростерома – опухоль коры надпочечника, избыточно выделяющая андрогены и глюкокортикоиды, вызывающая синдромы маскулинизации и гиперкортицизма (вирильные и обменные нарушения).

Кортикоэстрома – гормонально-активная опухоль коры надпочечника, избыточно выделяющая эстрогены, а в ряде случаев и глюкокортикоиды и характеризующаяся синдромом феминизации, а иногда и симптомами, присущими болезни Иценко–Кушинга. Заболевание встречается очень редко и наблюдается у мужчин.

#### **Опухоли мозгового слоя надпочечников**

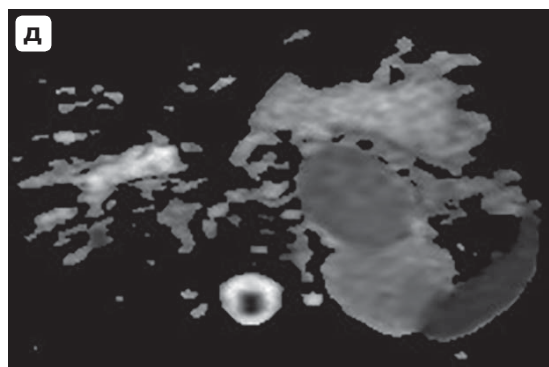
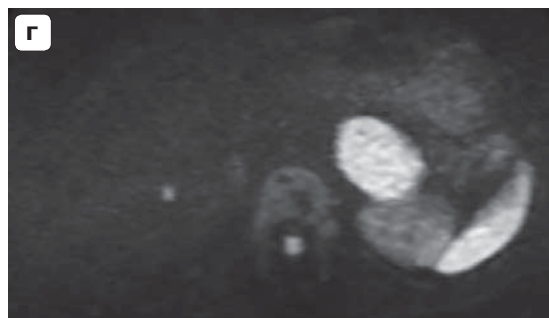
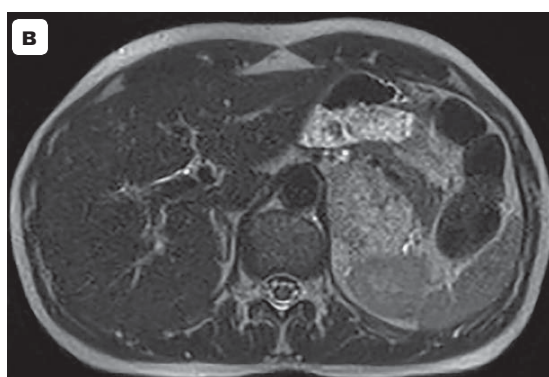
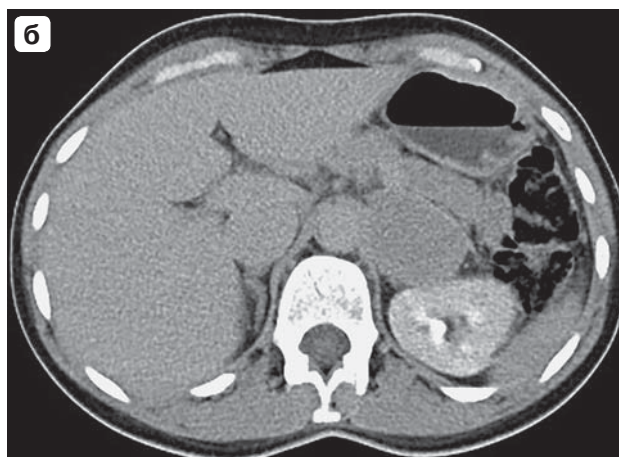
Среди опухолей мозгового слоя надпочечников наиболее часто встречается феохромоцитома (хромаффинома) – гормонально-активная опухоль хромаффинных клеток симпатoadреналовой системы надпочечниковой или венадпочечниковой локализации, секретирующая большое количество катехоламинов. Она исходит из хромаффинной ткани мозгового вещества надпочечников (90%), а также парааортального параганглия (орган Цукеркандля вокруг бифуркации аорты или нижней брыжеечной артерии), клеток параганглиев мочевого пузыря или средостения. Встречается редко и диагностируется у 0,1–1% больных, страдающих гипертензией. Опухоль может возникать в любом возрасте, но чаще диагностируется в возрасте 30–50 лет. У 10% больных феохромоцитома бывает семейной и наследуется по аутосомно-доминантному типу. Около 90% феохромоцитом развивается из мозгового вещества надпочечников, 10% опухолей двусторонние, 10% – венадпочечниковой локализации и 3–10% – злокачественные (феохромобластомы). Некоторые опухоли протекают без гипертензии и в этих случаях они не выявляются при жизни и обнаруживаются только на аутопсии. При КТ чаще имеют мягкотканную (20–40 HU) плотность. При этом по КТ-характеристикам похожа на кортикоэстрому, но при

больших размерах часто имеет неоднородную структуру, кистозное содержимое и включения кальция. После внутривенного усиления может отмечаться накопление контрастного вещества тканью опухоли [25] (рис. 13). При МРТ гиперинтенсивна на T2ВИ и ограничивает диффузию на ИКД-картах (см. рис. 13). Данная опухоль может быть составной частью синдрома Сиппла (МЭН II, МЭН IIa), включающего в себя медуллярную карциному щитовидной железы, двустороннюю феохромоцитому и первичный гиперпаратиреоз (рис. 14).

Венадпочечниковая феохромоцитома (гормонально-активная параганглиома) – это опухоль нейрогенного происхождения, возникающая из параганглиев, построенных из хромаффинной (адреналовой) ткани, секретирующей в кровь адреналин и норадреналин. Афункциональные бессимптомные параганглиомы зачастую являются случайной диагностической находкой. Гормонально-активные параганглиомы, так называемые венадпочечниковые феохромоцитомы, сопровождаются стойким повышением артериального давления. Масса и диаметр венадпочечниковых феохромоцитом более чем в 2 раза меньше надпочечниковых: масса в среднем до 40 г и диаметр – до 5 см. Более чем в 95% случаев параганглиома располагается в брюшной полости и связана с верхним и нижним брыжеечными ганглиями (орган Цукеркандля) (рис. 15). В 1% случаев она локализуется в грудной полости и связана с паравертебральными симпатическими ганглиями, в 1% – в мочевом пузыре и еще столько же – в области шеи и связана с симпатическими ганглиями или внечерепными ветвями IX и X пары черепных нервов.

#### **Дифференциальная диагностика объемных образований надпочечников**

В связи с возрастающей долей высокоинформативных методов исследования, таких как КТ, все чаще образования надпочечников оказываются случайными находками (инциденталомы). Абсолютное большинство этих образований являются аденомами коры надпочечников. В настоящее время для установки такого диагноза считается достаточным оценка нативной фазы КТ в сочетании с проведением ночного дексаметазонового теста. Нативная плотность образования при КТ ниже 10 HU исключает карциному коры надпочечников и феохромоцитому. Тест для исключения гиперальдостеронизма следует проводить у пациентов с гипертензией и/или гипокалиемией. Оценка половых гормонов и предшественников стероидных гормонов показана пациентам с кли-



**Рис. 13.** Феохромоцитома левого надпочечника. **а** – КТ с внутривенным контрастированием через 80 с от момента начала введения контрастного препарата. В проекции левого надпочечника определяется овальной формы мягкотканное образование, накапливающее контрастный препарат;

**б** – КТ с внутривенным контрастированием через 10 мин от момента начала введения контрастного препарата. В проекции левого надпочечника определяется овальной формы мягкотканное образование, задерживающее контрастный препарат (без выраженного эффекта “вымывания”);

**в** – МРТ T2ВИ. В проекции левого надпочечника определяется овальной формы образование с интенсивностью сигнала выше, чем от печени;

**г** – МРТ ДВИ. При b-факторе 800 интенсивность сигнала от образования высокая;

**д** – МРТ ИКД. В образовании левого надпочечника ограничена диффузия (ИКД 0,7).

**Fig. 13.** Pheochromocytoma of the left adrenal gland.

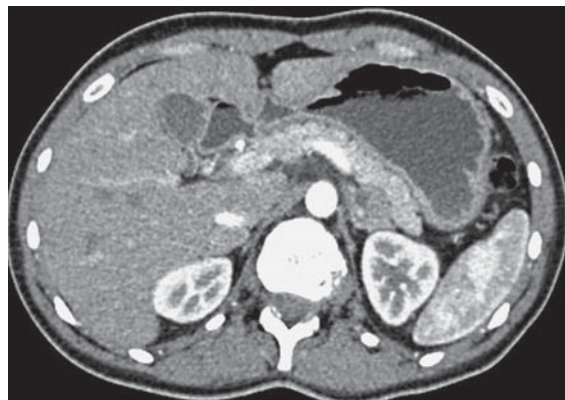
**a** – CT with intravenous contrast enhancement after 80 s from the moment of the start of the administration of the contrast agent. In the projection of the left adrenal gland, an oval-shaped soft tissue formation that accumulates a contrast agent is determined;

**б** – CT with intravenous contrast enhancement after 10 min. from the moment the contrast agent is started. In the projection of the left adrenal gland, an oval-shaped soft tissue formation is determined, which retains the contrast agent (without a pronounced “washout” effect);

**в** – MRI T2-WI. In the projection of the left adrenal gland, an oval-shaped formation with a signal intensity higher than that from the liver is determined;

**г** – MRI DWI. With a b-factor of 800, the signal intensity from the formation is high;

**д** – MRI ICD. Diffusion is limited in the formation of the left adrenal gland (ICD 0.7).



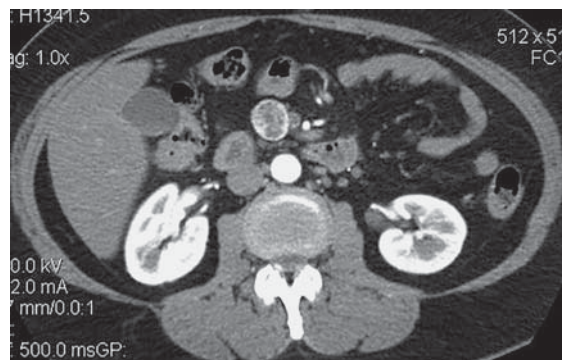
**Рис. 14.** Двусторонние феохромоцитомы при синдроме Сиппла. КТ с внутривенным контрастированием. В обоих надпочечниках выявляются контрастирующие мягкотканые образования.

**Fig. 14.** Bilateral pheochromocytomas in Sipple's syndrome. CT with intravenous contrast. In both adrenal glands, contrasting soft tissue formations are revealed.

ническими проявлениями, позволяющими заподозрить карциному коры надпочечников.

У пациентов с активными вненадпочечниковыми новообразованиями и единичными образованиями надпочечников без подозрения на наличие других отдаленных очагов биопсия под КТ-навигацией может применяться для исключения метастатического поражения [26].

При оценке патологических процессов, локализующихся в надпочечниках, необходимо учитывать следующие нюансы. Во-первых, их трактовку желательно проводить после получения данных лабораторных анализов гормонов коры и мозгового слоя надпочечников, а также гормона, вырабатываемого почками, – ренина. Это необходимо для дифференциальной диагностики альдостеронпродуцирующих и гормонально-неактивных аденом, так как их лучевая семиотика абсолютно идентична. Кроме того, знание уровня ренина в крови позволит при наличии почечной артериальной гипертензии исключить ее надпочечниковый генез при выявлении аденомы надпочечников (в таких ситуациях следует ее расценивать как гормонально-неактивную). Во-вторых, при выявлении аденомы в одном из надпочечников следует очень внимательно оценивать контралатеральный, так как довольно часто встречается так называемая асимметричная гиперплазия надпочечников, при которой один из надпочечников содержит большую аденому, которая ошибочно трактуется как опухоль, а другой – аденому небольших размеров, которая либо пропускается, либо оценивается как вторая опухоль (см. рис. 9). При истинных опухолях коры надпочечников (альдостерон-



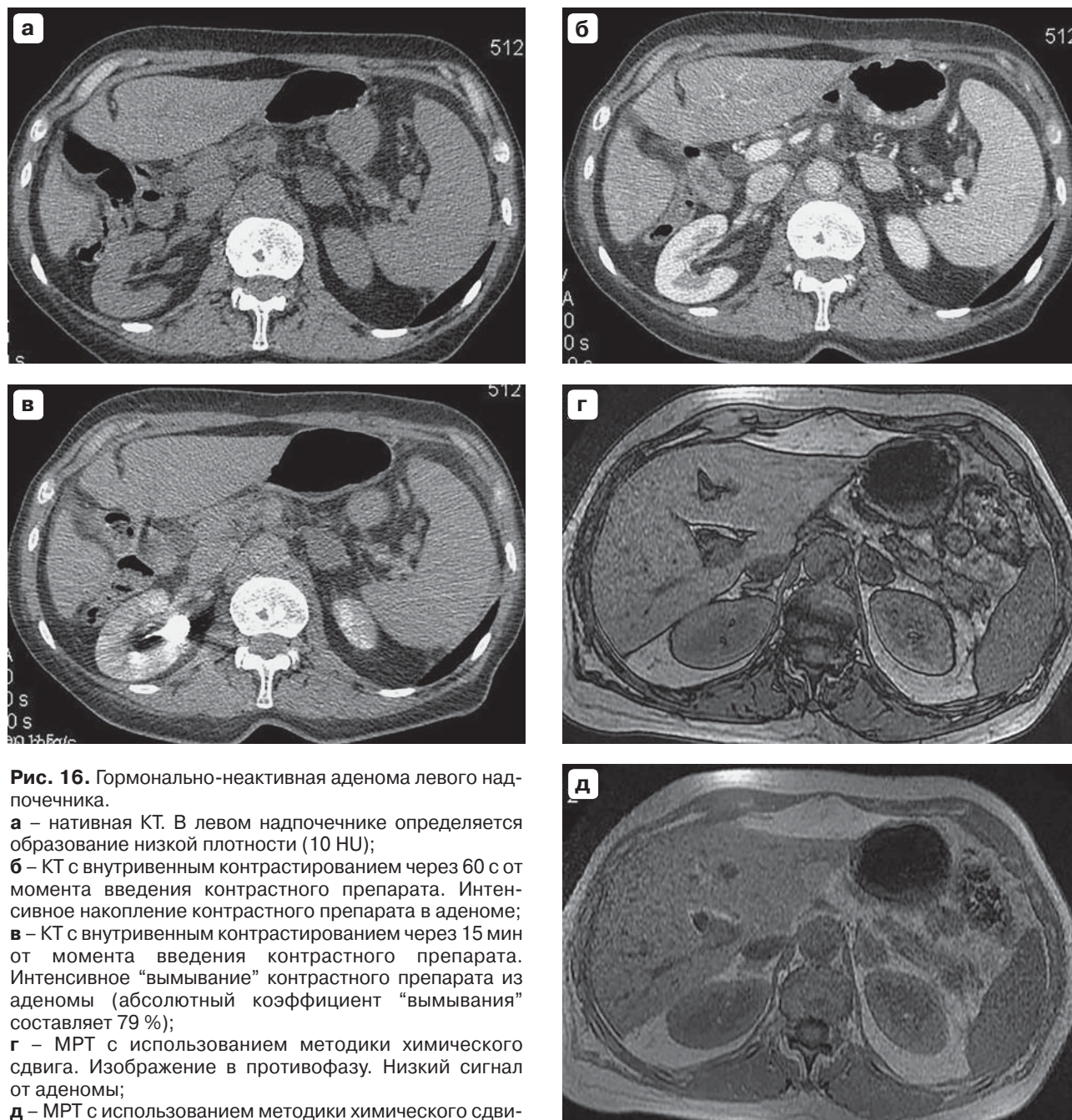
**Рис. 15.** Вненадпочечниковая феохромоцитома (паранглиома). КТ с внутривенным контрастированием. В проекции органа Цукеркандля определяется интенсивно контрастирующееся мягкотканое образование.

**Fig. 15.** Extra-adrenal pheochromocytoma (paraganglioma). CT with intravenous contrast. In the projection of the organ of Zuckerkandl, an intensely contrasting soft tissue formation is determined.

и кортизонпродуцирующих аденомах) контралатеральный надпочечник будет выглядеть нормальным или даже атрофичным (см. рис. 12). Это очень важно с клинической точки зрения, так как хирургическое удаление опухоли надпочечника приводит к выздоровлению пациента, а удаление асимметрично увеличенного надпочечника обычно малорезультативно, так как противоположный надпочечник через некоторое время обычно резко увеличивается в размерах, а его небольшие узелки вырастают в крупные аденомы. В тех случаях, когда при выполнении томографии не удастся дифференцировать альдостерому и двустороннюю асимметричную гиперплазию надпочечников, необходимо проведение венографии с забором крови, оттекающей от надпочечников, для дифференцированного определения количества гормонов [27].

Для дифференциальной диагностики объемных образований надпочечников в настоящее время можно использовать три следующие методики: КТ с внутривенным болюсным контрастированием по специальной методике и вычислением степени “вымывания”, спектральную КТ и МРТ с использованием методики химического сдвига.

Гормонально-неактивные аденомы встречаются у 1% здоровых людей, при размерах более 3 см могут оказаться злокачественными. Реакция на внутривенное контрастное усиление аналогична таковой альдостером (рис. 16). На основании вычисления скорости “вымывания” контрастного вещества из патологического образования была предложена специальная методика КТ с болюсным контрастированием для дифференциальной



**Рис. 16.** Гормонально-неактивная аденома левого надпочечника.

**а** – нативная КТ. В левом надпочечнике определяется образование низкой плотности (10 HU);

**б** – КТ с внутривенным контрастированием через 60 с от момента введения контрастного препарата. Интенсивное накопление контрастного препарата в аденоме;

**в** – КТ с внутривенным контрастированием через 15 мин от момента введения контрастного препарата. Интенсивное “вымывание” контрастного препарата из аденомы (абсолютный коэффициент “вымывания” составляет 79 %);

**г** – МРТ с использованием методики химического сдвига. Изображение в противофазу. Низкий сигнал от аденомы;

**д** – МРТ с использованием методики химического сдвига. Изображение в фазу. Высокий сигнал от аденомы.

**Fig. 16.** Hormone-inactive adenoma of the left adrenal gland.

**а** – Native CT. In the left adrenal gland, the formation of low density (10 HU) is determined;

**б** – CT with intravenous contrast enhancement after 60 s from the moment of administration of a contrast agent. Intensive accumulation of contrast agent in the adenoma;

**в** – CT with intravenous contrast in 15 min. from the moment of administration of a contrast agent. Intensive “washout” of the contrast agent from the adenoma (the absolute “washout” coefficient is 79%);

**г** – MRI using chemical shift technique. The image is in antiphase. Low signal from adenoma;

**д** – MRI using chemical shift technique. The image is in phase. High signal from adenoma.



диагностики альдостеронпродуцирующих и гормонально-неактивных аденом со злокачественными новообразованиями и феохромоцитомами.

Предлагаются следующие критерии: абсолютное и относительное “вымывание” контрастного препарата. В первом случае из плотности образования через 60 с после начала болюсного контрастирования вычитается его плотность, измеренная через 15 мин после начала контрастирования, и делится на разность в плотности, измеренной через 60 с после начала болюсного контрастирования и нативно. Если это значение, умноженное на 100%, превышает 60%, то процесс должен рассматриваться как доброкачественный, менее 60% – как злокачественный или феохромоцитома. При использовании симптома относительного “вымывания” контрастного препарата разница в плотности между исследованием на 60-й секунде и на 15-й минуте делится на значение плотности, вычисленной на 60-й секунде, и умножается на 100%. Значение более 40% свидетельствует о доброкачественном процессе, менее 40% – о злокачественном или феохромоцитоме.

Существует еще один способ определения абсолютного “вымывания” контрастного препарата. Из плотности образования через 80 с после начала болюсного контрастирования вычитается его плотность, измеренная через 10 мин после начала контрастирования, и делится на разность в плотности, измеренной через 80 с после начала болюсного контрастирования и нативно. Если это значение, умноженное на 100%, превышает 50%, то процесс должен рассматриваться как доброкачественный [28, 29], менее 50% – как злокачественный или феохромоцитома (см. рис. 13).

Таким образом, симптом быстрого “вымывания” контрастного вещества после внутривенного болюсного контрастирования помогает в дифференциальной диагностике альдостеронпродуцирующих и гормонально-неактивных аденом со злокачественными новообразованиями и феохромоцитомами.

При дифференциальной диагностике гиперплазии коры надпочечников с односторонней аденомой следует учитывать, что в первом случае надпочечники часто симметрично увеличены, ширина ножек надпочечника более 10 мм, отдельные образования или узлы, как правило, не определяются (см. рис. 11). При макронодулярной гиперплазии доминантный узел имитирует аденомы надпочечников небольших размеров (см. рис. 9). При макронодулярной гиперплазии оба надпочечника увеличены, в то время как при альдостерон- и кортизонпродуцирующих аденомах оставшаяся часть ипси-

латерального надпочечника и контралатеральный надпочечник атрофированы (см. рис. 12).

В целом можно резюмировать, что объемные образования надпочечников диаметром более 3 см в 79–95% случаев являются злокачественными, менее 3 см – в 78–87% – доброкачественными [30–32]. В настоящее время злокачественность опухоли в основном определяется на основании количественных показателей трехфазной КТ. Поскольку более 70% аденом имеют высокое внутриклеточное содержание жира, то при нативной КТ их плотность низка. В то же время метастазы, аденокортикальный рак и феохромоцитома не содержат внутриклеточного жира и их нативная плотность значительно выше. Пороговое значение нативной плотности образования должно составлять 10 HU (специфичность 100%, чувствительность 89%) [33]. Однако от 12 до 30% доброкачественных аденом имеют нативную плотность более 10 HU, поэтому для дифференциальной диагностики злокачественных образований надпочечников, феохромоцитом и аденом с низким содержанием жира необходимо выполнить КТ с контрастированием либо МРТ. При неопределенных/подозрительных на злокачественность данных КТ и размерах опухоли менее 3 см оптимальным считают интервал первичного наблюдения 3 мес. Рост доброкачественных опухолей составляет менее 1 см в год, злокачественных – более 2 см. При размерах опухоли более 4 см и неопределенных/подозрительных на злокачественность данных КТ возможно принятие решение об адреналэктомии без проведения динамического контроля [34].

#### **Спектральная КТ**

Дополнительные возможности в диагностике образований надпочечников появляются при использовании двухэнергетической КТ, которая позволяет разделять спектр излучения одной трубки на сигналы высокой и низкой энергии. Это позволяет получать спектральные результаты ретроспективно, после стандартного исследования, основывая их на разделении исходных сырых данных. При просмотре изображений надпочечников в режиме низкой моноэнергии жиросодержащие образования надпочечника уменьшают свою плотность, водосодержащие – не изменяют, а мягкотканые – увеличивают. Эту оценку можно выполнить и при нативном исследовании.

#### **МРТ с использованием методики химического сдвига (фаза и противофаза)**

В фазе и противофазе сканирования используются мультиэхо-технологии, при которых возбу-





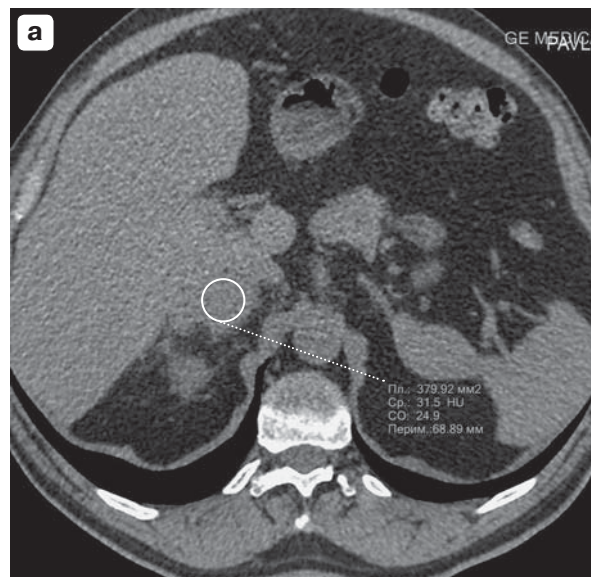
ждение от импульса одновременно преобразуется в два эхосигнала. Главное различие между фазами заключается в том, что в фазе для изображения используется продолжительное TE (время появления эхо) 4,5, в отличие от противофазы, где для формирования изображения используется короткое TE 2,3. Протоны жира и воды имеют различные резонансные частоты с различным временем появления эхо. В фазе и противофазе изображения формируются, когда протоны жира и воды взаимно резонируют либо “в фазе” или с разворотом на 180° “в противофазе”. Соответственно, сигнал от аденом, которые содержат внутриклеточный жир, будет снижаться в противофазу по сравнению с сигналом в фазу (см. рис. 10, 16). Поскольку злокачественные образования и феохромоцитомы не содержат внутриклеточного жира, интенсивность сигнала в фазу и противофазу будет одинакова (рис. 17).

Также делались попытки для дифференциальной диагностики объемных образований надпочечников использовать методику МРТ ДВИ, которая основана на возможности степени оценки подвижности молекул воды в биологических тканях. Чем больше клеток в ткани, тем меньше подвижность молекул воды и наоборот. Опухоли содержат сравнительно большее количество клеток, чем окружающие нормальные ткани, поэтому диффузия воды в них ограничена, и они отображаются как очаги повышенной интенсивности сигнала на ИКД-картах. Однако при оценке характера различных объемных образований надпочечников ИКД малоинформативен в связи со значительным совпадением получаемых значений при доброкачественных и злокачественных поражениях (см. рис. 13). Исключение составляет дифференциаль-

**Рис. 17.** Метастаз протоковой аденокарциномы в правый надпочечник.  
**а** – нативная КТ. В правом надпочечнике определяется бугристое образование мягкой тканной плотности (32 HU);  
**б** – КТ с внутривенным контрастированием через 60 с от момента введения контрастного препарата. Интенсивное накопление контрастного препарата в образовании до 87 HU;  
**в** – КТ с внутривенным контрастированием через 15 мин от момента введения контрастного препарата. Слабое “вымывание” контрастного препарата из образования, плотность которого составляет 60 HU (абсолютный коэффициент “вымывания” составляет 49%);  
**г** – МРТ с использованием методики химического сдвига. Изображение в противофазу (левое изображение). Высокий сигнал от образования правого надпочечника (аналогично сигналу в фазу). Для сравнения – низкий сигнал от неизмененного левого надпочечника. Изображение в фазу (правое изображение). Высокий сигнал от образования правого надпочечника (аналогично сигналу в противофазу). Для сравнения – высокий сигнал от неизмененного левого надпочечника;  
**д** – МРТ с внутривенным контрастированием через 60 с от момента введения контрастного препарата. Интенсивное накопление контрастного препарата в образовании;  
**е** – МРТ с внутривенным контрастированием через 15 мин от момента введения контрастного препарата. Слабое “вымывание” контрастного препарата из образования.

**Fig. 17.** Metastasis of ductal adenocarcinoma in the right adrenal gland.

**а** – Native CT. In the right adrenal gland, a tuberous formation of soft tissue density (32 HU) is determined;  
**б** – CT with intravenous contrast enhancement after 60 s from the moment of administration of a contrast agent. Intensive accumulation of contrast agent in education up to 87 HU;  
**в** – CT with intravenous contrast in 15 min. from the moment of administration of a contrast agent. Weak “washout” of the contrast agent from the formation, the density of which is 60 HU (the absolute coefficient of “washout” is 49%);  
**г** – MRI using chemical shift technique. The image is in antiphase (left image). A high signal from the formation of the right adrenal gland (similar to the signal in phase). For comparison, a low signal from the unchanged left adrenal gland. Image in phase (right image). High signal from the formation of the right adrenal gland (similar to the signal in antiphase). For comparison, a high signal from the unchanged left adrenal gland;  
**д** – MRI with intravenous contrast enhancement after 60 s from the moment of administration of the contrast agent. Intensive accumulation of contrast agent in education;  
**е** – MRI with intravenous contrast enhancement after 15 min from the moment of administration of a contrast agent. Weak “washout” of the contrast agent from the formation.



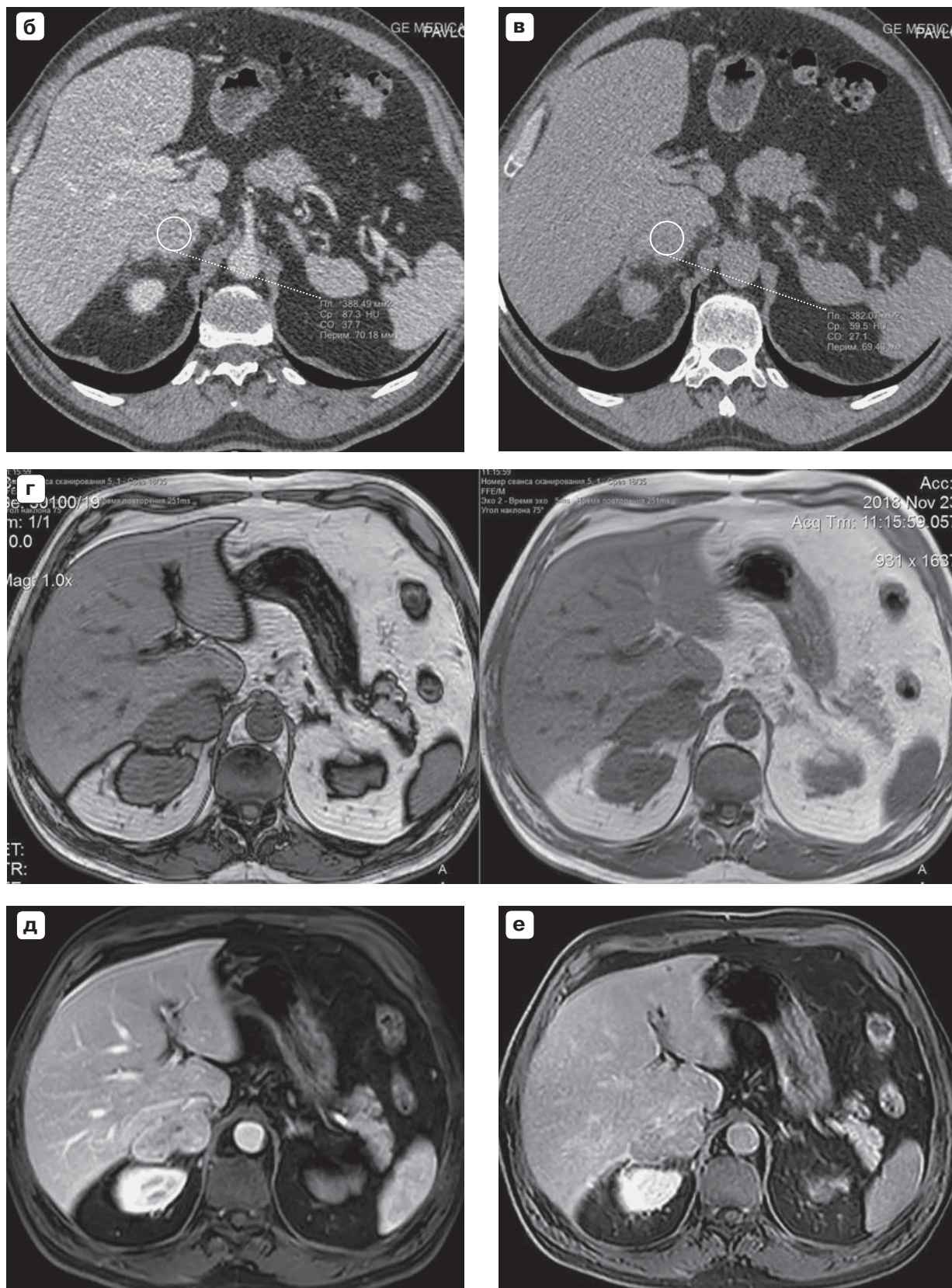


Рис. 17 (окончание).  
Fig. 17 (end).



ная диагностика кист надпочечников, которые при ДВИ имеют характерные признаки (см. рис. 1).

Таким образом, применение КТ и МРТ с внутривенным контрастированием позволяет не только диагностировать объемные образования надпочечников, но и в большинстве случаев устанавливать их генез.

#### Участие авторов

Араблинский А.В. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, участие в научном дизайне, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Румер В.Б. – участие в научном дизайне, проведение исследования, сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка и редактирование текста.

#### Authors' participation

Arablinsky A.V. – concept and design of the study, collection and analysis of data, participation in scientific design, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Rumer V.B. – participation in scientific design, conducting research, collection and analysis of data, text preparation and editing, preparation and creation of the published work,

#### Список литературы

1. Синельников Р.Д., Синельников Я.Р., Синельников А.Я. Атлас анатомии человека. В 4-х томах. Т. 2. Учение о внутренностях и эндокринных железах. М.: Новая волна, Умеренков, 2010.
2. Heinz-Peer G. Adrenal masses. *Eur. J. Radiol.* 2002; 41: 2–17.
3. Прокоп М., Галански М. Спиральная и многослойная компьютерная томография. В 2-х томах. Т.1. М.: Медпресс-информ, 2009: 425–438.
4. Lam A.K. Update on Adrenal Tumours in 2017 World Health Organization (WHO) of Endocrine Tumours. *Endocr. Pathol.* 2017; 28 (3): 213–227. <http://doi.org/10.1007/s12022-017-9484-5>
5. Cancer Genome Atlas Research Network, Weinstein J.N., Collisson E.A., Mills G.B., Shaw K.R., Ozenberger B.A., Ellrott K., Shmulevich I., Sander C., Stuart J.M. The Cancer Genome Atlas Pan-Cancer analysis project. *Nat. Genet.* 2013; 45 (10):1113–1120. <http://doi.org/10.1038/ng.2764>
6. Micali F, Porena M., Vespasiani G., Virgili G. Advances in Diagnosis and Treatment of Adrenal Tumors. In: Pavone-Macaluso M., Smith P.H., Bagshaw M.A. (eds). Testicular Cancer and Other Tumors of the Genitourinary Tract. Ettore Majorana International Science Series. Vol. 8. Boston: Springer, MA, 1985. [https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2453-9\\_60](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2453-9_60)
7. Бельцевич Д.Г., Бохан В.Ю., Горбунова В.А., Коломейцева А.А., Кузнецов Н.С., Мельниченко Г.А., Переводчикова Н.И., Стилиди И.С. Общероссийский союз общественных объединений, Ассоциация онкологов России, Проект клинические рекомендации по лечению рака коры надпочечников (адренокортикального рака). М., 2014.
8. Libé R., Borget I., Ronchi C.L., Zaggia B., Kroiss M., Kerkhofs T., Bertherat J., Volante M., Quinkler M., Chabre O., Bala M., Tabarin A., Beuschlein F., Vezzosi D., Deutschbein T., Borson-Chazot F., Hermesen I., Stell A., Fottner C., Leboulleux S., Hahner S., Mannelli M., Berruti A., Haak H., Terzolo M., Fassnacht M., Baudin E.; ENSAT network. Prognostic factors in stage III–IV adrenocortical carcinomas (ACC): an European Network for the Study of Adrenal Tumor (ENSAT) study. *Ann. Oncol.* 2015; 26 (10): 2119–2125. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdv329>
9. Peppercorn P.D., Reznick R.H. State-of-the-art CT and MRI of the adrenal gland. *Eur. J. Radiol.* 1997; 7: 822–836.
10. Араблинский А.В. Современная лучевая диагностика объемных образований паренхиматозных органов и некоторых других заболеваний брюшной полости и забрюшинного пространства. Автореф. дис ... д-ра мед. наук. М., 1993. 26 с.
11. Koo H.J., Choi H.J., Kim H.J., Kim S.O., Cho K.S. The value of 15-minute delayed contrast-enhanced CT to differentiate hyperattenuating adrenal masses compared with chemical shift MR imaging. *Eur. Radiol.* 2014; 24 (6): 1410–1420. <http://doi.org/10.1007/s00330-013-3084-7>
12. Власов П.В., Котляров П.М. Лучевая диагностика заболеваний надпочечников. *Медицинская визуализация.* 1999; 4: 31–37.
13. Дубова Е.А., Щеголев А.И., Кармазановский Г.Г. Миелолипома надпочечника. *Медицинская визуализация.* 2006; 1: 22–28.
14. Botsikas D., Triponez F., Boudabbous S., Hansen C., Becker C.D., Montet X. Incidental adrenal lesions detected on enhanced abdominal dual-energy CT: can the diagnostic workup be shortened by the implementation of virtual unenhanced images? *Eur. J. Radiol.* 2014; 83 (10): 1746–1751. <http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2014.06.017>
15. Soroush A., Anbara T., Lashkari M., Mir A. Giant adrenal pseudocyst. *Arch. Iran Med.* 2013; 16 (12): 741–742. PMID: 24329150.
16. Kumar S., Parmar K.M., Aggarwal D., Jhangra K. Simple adrenal cyst masquerading clinically silent giant cystic pheochromocytoma. *BMJ Case Rep.* 2019; 12 (9): e230730. <http://doi.org/10.1136/bcr-2019-230730>
17. Bokhari M.R., Zulfiqar H., Garla V.V. Adrenal Myelolipoma. 2021 Mar 14. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan. PMID: 28613782.
18. Choi Y.A., Kim C.K., Park B.K., Kim B. Evaluation of adrenal metastases from renal cell carcinoma and hepatocellular carcinoma: use of delayed contrast-enhanced CT. *Radiology.* 2013; 266 (2): 514–520. <http://doi.org/10.1148/radiol.12120110>
19. Johnson P.T., Horton K.M., Fishman E.K. Adrenal mass imaging with multidetector CT: pathologic conditions, pearls, and pitfalls. *Radiographics.* 2009; 29 (5):1333–1351. <http://doi.org/10.1148/rg.295095027>
20. Zhou L., Peng W., Wang C., Liu X., Shen Y., Zhou K. Primary adrenal lymphoma: radiological; pathological, clinical correlation. *Eur. J. Radiol.* 2012; 81 (3): 401–405. <http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.11.026>
21. Elsayes K.M., Emad-Eldin S., Morani A.C., Jensen C.T. Practical Approach to Adrenal Imaging. *Radiol. Clin. N. Am.* 2017; 55 (2): 279–301. <http://doi.org/10.1016/j.rcl.2016.10.005>
22. Араблинский А.В. Компьютерная и магнитно-резонансная томография в диагностике заболеваний надпочечников. *Диагностическая и интервенционная радиология.* 2011; 5 (1): 95–103.



23. Степанова Ю.А., Тимина И.Е., Ашивкина О.И., Ветшева Н.Н., Косова И.А., Берелавичус С.В. Опухоли надпочечников: клиничко-лучевая диагностика (обзор литературы). *Медицинская визуализация*. 2014; 2: 48–60.
24. Sohaib S.A., Hanson J.A., Newell-Price J.D., Trainer P.J., Monson J.P., Grossman A.B., Besser G.M., Reznick R.H. CT appearance of the adrenal glands in adrenocorticotrophic hormone-dependent Cushing's syndrome. *Am. J. Roentgenol.* 1999; 172 (4): 997–1002. <http://doi.org/10.2214/ajr.172.4.10587135>
25. Francis I.R., Korobkin M. Pheochromocytoma. *Radiol. Clin. N. Am.* 1996; 34; 1101–1112.
26. Corssmit E.P.M., Dekkers O.M. Screening in adrenal tumors. *Curr. Opin. Oncol.* 2019; 31 (3): 243–246. <http://doi.org/10.1097/CCO.0000000000000528>
27. Ветшев П.С., Кондрашин С.А., Ипполитов Л.И. Современные ангиологические технологии в диагностике и хирургическом лечении заболеваний надпочечников. *Медицинская визуализация*. 2002; 1: 68–76.
28. Caoili E.M., Korobkin M., Francis I.R., Cohan R.H., Platt J.F., Dunnick N.R., Raghupathi K.I. Adrenal masses: characterization with combined unenhanced and delayed enhanced CT. *Radiology*. 2002; 222 (3): 629–633. <http://doi.org/10.1148/radiol.2223010766>
29. Johnson P.T., Horton K.M., Fishman E.K. Adrenal Mass Imaging with Multidetector CT: Pathologic Conditions, Pearls, and Pitfalls. *Radiographics*. 2009; 29 (5): 1333–1351. <https://doi.org/10.1148/rg.295095027>
30. Gajraj H., Young A.E. Adrenal incidentaloma. *Br. J. Surg.* 1993; 80 (4): 422–426. <https://doi.org/10.1002/bjs.1800800405>
31. Lee M.J., Hahn P.F., Papanicolaou N., Eglin T.K., Saini S., Mueller P.R., Simeone J.F. Benign and malignant adrenal masses: CT distinction with attenuation coefficients, size, and observer analysis. *Radiology*. 1991; 179 (2): 415–418. <https://doi.org/10.1148/radiology.179.2.2014283>
32. McGahan J.P. Adrenal gland: MR imaging. *Radiology*. 1988; 166 (1, Pt 1): 284–285. <https://doi.org/10.1148/radiology.166.1.3336697>
33. Boland G.W., Lee M.J., Gazelle G.S., Halpern E.F., McNicholas M.M., Mueller P.R. Characterization of adrenal masses using unenhanced CT: an analysis of the CT literature. *Am. J. Roentgenol.* 1998; 171 (1): 201–204. <https://doi.org/10.2214/ajr.171.1.9648789>
34. Fassnacht M., Arlt W., Bancos I., Dralle H., Newell-Price J., Sahdev A., Tabarin A., Terzolo M., Tsagarakis S., Dekkers O.M. Management of adrenal incidentalomas: European Society of Endocrinology Clinical Practice Guideline in collaboration with the European Network for the Study of Adrenal Tumors. *Eur. J. Endocrinol.* 2016; 175 (2): G1–G34. <https://doi.org/10.1530/EJE-16-0467>
5. Cancer Genome Atlas Research Network, Weinstein J.N., Collisson E.A., Mills G.B., Shaw K.R., Ozenberger B.A., Ellrott K., Shmulevich I., Sander C., Stuart J.M. The Cancer Genome Atlas Pan-Cancer analysis project. *Nat. Genet.* 2013; 45 (10): 1113–1120. <http://doi.org/10.1038/ng.2764>
6. Micali F., Porena M., Vespasiani G., Virgili G. Advances in Diagnosis and Treatment of Adrenal Tumors. In: Pavone-Macaluso M., Smith P.H., Bagshaw M.A. (eds). *Testicular Cancer and Other Tumors of the Genitourinary Tract*. Ettore Majorana International Science Series. Vol. 8. Boston: Springer, MA, 1985. [https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2453-9\\_60](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2453-9_60)
7. Beltsevich D.G., Bokhyan V.Yu., Gorbunova V.A., Kolomeitseva A.A., Kuznetsov N.S., Melnichenko G.A., Perevodchikova N.I., Stiliidi I.S. All-Russian Union of Public Associations, Association of Oncologists of Russia, Project clinical recommendations for the treatment of adrenal cortex cancer (adrenocortical cancer). Moscow, 2014. (In Russian)
8. Libé R., Borget I., Ronchi C.L., Zaggia B., Kroiss M., Kerkhofs T., Bertherat J., Volante M., Quinkler M., Chabre O., Bala M., Tabarin A., Beuschlein F., Vezzosi D., Deutschbein T., Borson-Chazot F., Hermesen I., Stell A., Fottner C., Leboulleux S., Hahner S., Mannelli M., Berruti A., Haak H., Terzolo M., Fassnacht M., Baudin E.; ENSAT network. Prognostic factors in stage III–IV adrenocortical carcinomas (ACC): an European Network for the Study of Adrenal Tumor (ENSAT) study. *Ann. Oncol.* 2015; 26 (10): 2119–2125. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdv329>
9. Peppercorn P.D., Reznick R.H. State-of-the-art CT and MRI of the adrenal gland. *Eur. J. Radiol.* 1997; 7: 822–836.
10. Arablinsky A.V. Modern radiation diagnostics of volumetric formations of parenchymal organs and some other diseases of the abdominal cavity and retroperitoneal space: Dis ... doctor of medical sciences. M., 1993. 26 p. (In Russian)
11. Koo H.J., Choi H.J., Kim H.J., Kim S.O., Cho K.S. The value of 15-minute delayed contrast-enhanced CT to differentiate hyperattenuating adrenal masses compared with chemical shift MR imaging. *Eur. Radiol.* 2014; 24 (6): 1410–1420. <http://doi.org/10.1007/s00330-013-3084-7>
12. Vlasov P.V., Kotlyarov P.M. Radiation diagnostics of diseases of the adrenal glands. *Medical visualization*. 1999; 4: 31–37. (In Russian)
13. Dubova E.A., Shchegolev A.I., Karmazanovsky G.G. Myelolipoma of the adrenal gland. *Medical visualization*. 2006; 1: 22–28. (In Russian)
14. Botsikas D., Triponez F., Boudabbous S., Hansen C., Becker C.D., Montet X. Incidental adrenal lesions detected on enhanced abdominal dual-energy CT: can the diagnostic workup be shortened by the implementation of virtual unenhanced images? *Eur. J. Radiol.* 2014; 83 (10): 1746–1751. <http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2014.06.017>
15. Soroush A., Anbara T., Lashkari M., Mir A. Giant adrenal pseudocyst. *Arch. Iran Med.* 2013; 16 (12): 741–742. PMID: 24329150.
16. Kumar S., Parmar K.M., Aggarwal D., Jhangra K. Simple adrenal cyst masquerading clinically silent giant cystic pheochromocytoma. *BMJ Case Rep.* 2019; 12 (9): e230730. <http://doi.org/10.1136/bcr-2019-230730>
17. Bokhari M.R., Zulfikar H., Garla V.V. Adrenal Myelolipoma. 2021 Mar 14. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan. PMID: 28613782.

## References

1. Sinelnikov R.D., Sinelnikov Ya.R., Sinelnikov A.Ya. Atlas of human anatomy. In 4 volumes. Vol. 2. The doctrine of the entrails and endocrine glands-M.: New Wave, Umerenkov, 2010. (In Russian)
2. Heinz-Peer G. Adrenal masses. *Eur. J. Radiol.* 2002; 41: 2–17.
3. Prokop M., Galansky M. Spiral and multilayer computed tomography. In 2 volumes. Vol. 1. - M.: Medpress-inform, 2009: 425–438. (In Russian)
4. Lam A.K. Update on Adrenal Tumours in 2017 World Health Organization (WHO) of Endocrine Tumours. *Endocr. Pathol.* 2017; 28 (3): 213–227. <http://doi.org/10.1007/s12022-017-9484-5>



18. Choi Y.A., Kim C.K., Park B.K., Kim B. Evaluation of adrenal metastases from renal cell carcinoma and hepatocellular carcinoma: use of delayed contrast-enhanced CT. *Radiology*. 2013; 266 (2): 514–520. <http://doi.org/10.1148/radiol.12120110>
19. Johnson P.T., Horton K.M., Fishman E.K. Adrenal mass imaging with multidetector CT: pathologic conditions, pearls, and pitfalls. *Radiographics*. 2009; 29 (5):1333–1351. <http://doi.org/10.1148/rg.295095027>
20. Zhou L., Peng W., Wang C., Liu X., Shen Y., Zhou K. Primary adrenal lymphoma: radiological; pathological, clinical correlation. *Eur. J. Radiol.* 2012; 81 (3): 401–405. <http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.11.026>
21. Elsayes K.M., Emad-Eldin S., Morani A.C., Jensen C.T. Practical Approach to Adrenal Imaging. *Radiol. Clin. N. Am.* 2017; 55 (2): 279–301. <http://doi.org/10.1016/j.rcl.2016.10.005>
22. Arablinsky A.V. Computer and magnetic resonance imaging in the diagnosis of diseases of the adrenal glands. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2011; 5 (1): 95–103. (In Russian)
23. Stepanova Yu.A., Mitina I.E., Shishkina O.I., Vetsheva N.N., Kosova I.A., Berelavichus S.V. Adrenal tumors: clinical and radiation diagnostics (literature review). *Medical Visualization*. 2014; 2: 48–60. (In Russian)
24. Sohaib S.A., Hanson J.A., Newell-Price J.D., Trainer P.J., Monson J.P., Grossman A.B., Besser G.M., Reznick R.H. CT appearance of the adrenal glands in adrenocorticotrophic hormone-dependent Cushing's syndrome. *Am. J. Roentgenol.* 1999; 172 (4): 997–1002. <http://doi.org/10.2214/ajr.172.4.10587135>
25. Francis I.R., Korobkin M. Pheochromocytoma. *Radiol. Clin. N. Am.* 1996; 34; 1101–1112.
26. Corssmit E.P.M., Dekkers O.M. Screening in adrenal tumors. *Curr. Opin. Oncol.* 2019; 31 (3): 243–246. <http://doi.org/10.1097/CCO.0000000000000528>
27. Vetshev P.S., Kondrashin S.A., Ippolitov L.I. Modern angiological technologies in the diagnosis and surgical treatment of adrenal diseases. *Medical visualization*. 2002; 1: 68–76. (In Russian)
28. Caoili E.M., Korobkin M., Francis I.R., Cohan R.H., Platt J.F., Dunnick N.R., Raghupathi K.I. Adrenal masses: characterization with combined unenhanced and delayed enhanced CT. *Radiology*. 2002; 222 (3): 629–633. <http://doi.org/10.1148/radiol.2223010766>
29. Johnson P.T., Horton K.M., Fishman E.K. Adrenal Mass Imaging with Multidetector CT: Pathologic Conditions, Pearls, and Pitfalls. *Radiographics*. 2009; 29 (5): 1333–1351. <https://doi.org/10.1148/rg.295095027>
30. Gajraj H., Young A.E. Adrenal incidentaloma. *Br. J. Surg.* 1993; 80 (4): 422–426. <https://doi.org/10.1002/bjs.1800800405>
31. Lee M.J., Hahn P.F., Papanicolaou N., Eggin T.K., Saini S., Mueller P.R., Simeone J.F. Benign and malignant adrenal masses: CT distinction with attenuation coefficients, size, and observer analysis. *Radiology*. 1991; 179 (2): 415–418. <https://doi.org/10.1148/radiology.179.2.2014283>
32. McGahan J.P. Adrenal gland: MR imaging. *Radiology*. 1988; 166 (1, Pt 1): 284–285. <https://doi.org/10.1148/radiology.166.1.3336697>
33. Boland G.W., Lee M.J., Gazelle G.S., Halpern E.F., McNicholas M.M., Mueller P.R. Characterization of adrenal masses using unenhanced CT: an analysis of the CT literature. *Am. J. Roentgenol.* 1998; 171 (1): 201–204. <https://doi.org/10.2214/ajr.171.1.9648789>
34. Fassnacht M., Arlt W., Bancos I., Dralle H., Newell-Price J., Sahdev A., Tabarin A., Terzolo M., Tsagarakis S., Dekkers O.M. Management of adrenal incidentalomas: European Society of Endocrinology Clinical Practice Guideline in collaboration with the European Network for the Study of Adrenal Tumors. *Eur. J. Endocrinol.* 2016; 175 (2): G1–G34. <https://doi.org/10.1530/EJE-16-0467>

**Для корреспонденции\***: Румер Вероника Борисовна – 125284 Москва, 2-й Боткинский пр-д, 5. ГКБ имени С.П. Боткина.  
E-mail: rumervb@gmail.com

**Араблинский Андрей Владимирович** – доктор мед. наук, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Института клинической медицины имени Н.В.Склифосовского Первого МГМУ имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва.  
<https://orcid.org/0000-0003-0854-3598>

**Румер Вероника Борисовна** – врач-рентгенолог отдела лучевой диагностики ГКБ имени С.П. Боткина ДЗМ, Москва.  
<https://orcid.org/0000-0002-9506-5274>

**Contact\***: 5, 2nd Botkinsky pr., Moscow, 125284, Russian Federation. S.P. Botkin City Clinical Hospital. E-mail: rumervb@gmail.com

**Andrey V. Arablinsky** – Doct. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Radiology and Radiotherapy of Institute of Clinical medicine named after N.V. Sklifosovskiy of the First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-0854-3598>

**Veronika B. Rumer** – doctor-radiologist of the Department of Radiation Diagnostics of the S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow.  
<https://orcid.org/0000-0002-9506-5274>