

ПЭТ/КТ в ранней и дифференциальной диагностике адренокортикального рака

И.А. Абоян¹, К.В. Березин¹, А.В. Хасигов², С.М. Пакус¹, Е.В. Прилепина¹, Н.Б. Волконская¹, В.В. Черноусов¹

¹МБУЗ «Клинико-диагностический центр «Здоровье» г. Ростова-на-Дону»;

Россия, 344011 Ростов-на-Дону, переулок Доломановский, 70/3;

²ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия» Минздрава России;

Республика Северная Осетия, 362019 Владикавказ, Пушкинская ул., 40

Контакты: Сергей Михайлович Пакус sergejj.pakus@rambler.ru

Цель исследования – разработка критериев ранней и дифференциальной диагностики адренокортикального рака (АКР) при проведении позитронной эмиссионной томографии, совмещенной с компьютерной томографией (ПЭТ/КТ), с ¹⁸F-фтордезоксиглюкозой (¹⁸F-ФДГ).

Материалы и методы. Диагностические исследования выполнены на аппарате General Electric the Discovery PET/CT 610. После проведения сканирования и введения радиофармацевтического препарата (РФП) через 60–90 мин сформированы изображения ПЭТ, показывающие распределение РФП во всем теле как в физиологических, так и в патологических зонах. С помощью программного обеспечения проводилось автоматическое «слияние» снимков, полученных на ПЭТ- и КТ-сканерах. Первоначально врачом-рентгенологом выполнялся анализ структурных патологических изменений в органах с последующей оценкой уровня накопления РФП и определением КТ-денситометрии образований надпочечников. Метаболическую активность опухолей надпочечников определяли по уровню SUV (стандартизированный показатель накопления РФП).

Результаты. Проведен ретроспективный анализ данных ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ у 50 пациентов с опухолевыми образованиями надпочечников. На основании изученных данных пациенты были разделены на 2 группы: 1-я группа (n = 21) с диагностированным в последующем АКР, 2-я группа (n = 29) с доброкачественными новообразованиями надпочечников. Возраст пациентов составил 68 (32–76) лет и статистически не различался в обеих группах (p > 0,05). При изучении параметров образования получены следующие результаты: средний размер опухоли у пациентов 1-й группы составил 4,5 ± 0,75 см, 2-й группы – 4,9 ± 1,1 см, при этом достоверной разницы между группами не выявлено (p > 0,05). Диагностическая модель, полученная при построении и последующем анализе ROC-кривой уровня SUV у пациентов со злокачественными и доброкачественными новообразованиями надпочечников, показала высокое качество с чувствительностью метода 90 %, специфичностью 95 % (площадь под ROC-кривой (AUC) 0,93 при p < 0,0001 (z = 27,37)) и точкой отсечения, равной 3. При изучении КТ-денситометрических показателей опухоли надпочечников у пациентов 1-й и 2-й групп получена прямая корреляционная связь данных параметров с диагностикой злокачественного поражения (Rs = 0,67; коэффициент τ Кендалла 0,64; p = 0,001). Интерпретация результатов ROC-анализа уровня плотности опухоли (КТ-плотность в единицах Хаунсфилда (HU)) у пациентов 1-й и 2-й групп показала 80 % чувствительность и 90 % специфичность (AUC 0,89; p < 0,0001) с точкой отсечения, равной 10 HU.

Заключение. Получение интегральной информации по уровню SUV вместе с измерением КТ-плотности опухоли при проведении ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ является одним из наиболее современных диагностических методов, позволяющих проводить дифференциальную диагностику патологического процесса в надпочечниках и на ранних этапах обследования выявлять АКР. Перечисленные выше факторы в настоящее время указывают на высокую диагностическую ценность ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ и приоритетный характер выполнения данного исследования при подозрении на АКР у пациентов с новообразованиями надпочечников размером 1–5 см.

Ключевые слова: адренокортикальный рак, SUV, ПЭТ/КТ, новообразование надпочечника, ¹⁸F-фтордезоксиглюкоза

Для цитирования: Абоян И.А., Березин К.В., Хасигов А.В. и др. ПЭТ/КТ в диагностике и дифференциальной диагностике адренокортикального рака. Онкоурология 2019;15(4):113–9.

DOI: 10.17650/1726-9776-2019-15-4-113-119

PET/CT in the early and differential diagnosis of adrenocortical cancer

I.A. Aboyan¹, K.V. Berezin¹, A.V. Hasigov², S.M. Pakus¹, E.V. Prilepina¹, N.B. Volkonskaya¹, V.V. Chernousov¹

¹Clinical and Diagnostic Center "Zdorovie", Rostov-on-Don; 70/3 Dolomanovskiy Pereulok, Rostov-on-Don 344011, Russia;

²North Ossetian State Medical Academy, Ministry of Health of Russia; 40 Pushkinskaya St., Vladikavkaz 362019, Republic of North Ossetia

The objective of the study was to develop criteria for the early diagnosis and differential diagnosis of adrenocortical cancer (ACC) during positron emission tomography combined with computed tomography (PET/CT) with ¹⁸F-fluorodeoxyglucose (¹⁸F-FDG).

Materials and methods. Diagnostic tests were performed on a General Electric the Discovery PET/CT 610. After scanning 60–90 minutes after the administration of the radiopharmaceutical, PET-grams were formed showing the distribution of the radiopharmaceutical throughout the body in both physiological and pathological areas. Using software, automatic "fusion" of images obtained on PET and CT scanners was

carried out. Initially, a radiologist performed an analysis of structural pathological changes in organs, followed by an assessment of the level of accumulation and determination of CT densitometry of pathological adrenal formations. Subsequently, metabolic activity was determined by the level of SUV (standart uptake value).

Results. A retrospective analysis of PET/CT data with ^{18}F -FDG was performed in 50 patients with adrenal tumor formations. Based on the data studied, all patients were divided into 2 groups: 1st group ($n = 21$) with a subsequent diagnosis of ACC, 2nd group ($n = 29$) with benign adrenal neoplasms. The age of the patients was 68 (32–76) years and did not statistically differ in both groups ($p > 0.05$). After check up tumor parameters the following results were obtained: the average tumor size in patients of the 1st group was 4.5 ± 0.75 cm, of the 2nd group – 4.9 ± 1.1 cm, no significant difference was found ($p > 0.05$). The diagnostic model obtained by constructing and subsequent analysis of the ROC curve of the SUV level in patients with malignant and benign neoplasms of the adrenal glands showed a high quality model with a sensitivity of 90 %, specificity of 95 % (area under the ROC curve (AUC) 0.93 at $p < 0.0001$ ($z = 27.37$)) and a cut-off point of 3. When studying CT densitometric parameters of a tumor in patients of the 1st and 2nd groups, a direct correlation relationship between these parameters and the diagnosis of malignant lesions was also obtained ($R_s = 0.67$; coefficient τ Kendall 0.64; $p = 0.001$). Interpretation of the results of the ROC analysis of the tumor density level (CT density in Hounsfield units (HU)) in patients of the 1st and 2nd groups showed 80 % sensitivity and 90 % specificity (AUC 0.89; $p < 0.0001$) with clipping point equal to 10 HU.

Conclusion. Obtaining integral information on the SUV level together with the measurement of CT density during PET/CT with ^{18}F -FDG is one of the most modern diagnostic methods that allow both diagnostics and differential diagnosis of ACC in the early stages of the pathological process. The above factors currently indicate the high diagnostic value of PET/CT with ^{18}F -FDG and the priority nature of this study in cases of suspected ACC in patients with adrenal neoplasms of 1–5 cm in size.

Key words: adrenocortical cancer, SUV, PET/CT, adrenal gland neoplasm, ^{18}F -fluorodeoxyglucose

For citation: Aboyan I.A., Berezin K.V., Hasigov A.V. et al. PET/CT in the early and differential diagnosis of adrenocortical cancer. *Onkourologiya = Cancer Urology* 2019;15(4):113–9. (In Russ.).

Введение

Адренокортикальный рак (АКР) – редкая злокачественная опухоль, исходящая из коркового слоя надпочечников, которая характеризуется агрессивностью клинического течения и до настоящего момента неблагоприятным лечебным прогнозом. Ежегодно выявляют 0,5–2 случая АКР на миллион населения, что составляет 0,04–0,2 % в структуре онкологической смертности. Эпидемиологические данные по России оценить крайне затруднительно, так как онкологическая отчетность отдельно по АКР не формируется. Часть случаев АКР может выявляться как инциденталом надпочечника. Редкость АКР обуславливает объективные трудности из-за отсутствия проспективных, рандомизированных исследований и достаточного опыта лечения вне специализированных учреждений. Основная задача специалистов на диагностическом этапе – выявление среди инциденталом или симптомных опухолей надпочечников случаев АКР [1, 2].

Согласно клиническим рекомендациям по лечению АКР Ассоциации онкологов России, а также Российской ассоциации эндокринологов при небольшом размере новообразования и неоднозначных данных компьютерной томографии (КТ) рекомендовано выполнение позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ), совмещенной с КТ (ПЭТ/КТ), с ^{18}F -фтордезоксиглюкозой (^{18}F -ФДГ) [1, 2].

По данным исследований А.Р. Dackiw и соавт., а также L. Ng и соавт., у 80 % пациентов на момент выявления АКР размер опухоли составляет не менее 10 см, у 30–40 % пациентов предоперационно обна-

руживаются метастазы. Вероятность наличия отдаленных метастазов при образованиях размером >10 см по данным послеоперационного наблюдения составляет >80 % [3, 4].

Необходимо отметить, что в применяемых классификациях АКР как по TNM, так и по ENSAT (European Network for the Study of Adrenal Tumors), разграничением между I и II стадиями рака надпочечника является размер новообразования, равный 5 см. При этом в исследовании R. Libe в 2015 г. показана значительная разница в показателях выживаемости пациентов с начальными и «продвинутыми» стадиями заболевания. Так 5-летняя выживаемость при I стадии АКР в среднем составляет 74–82 %, при II стадии – 61–64 % [5].

Таким образом, ранняя диагностика АКР – приоритетная задача в улучшении результатов лечения данной патологии. Одной из наиболее современных диагностических опций в выявлении и стадировании рака коры надпочечников является ПЭТ/КТ.

В наши дни ПЭТ – активно развивающийся диагностический и исследовательский метод ядерной медицины. ПЭТ/КТ (или двухфотонная эмиссионная томография) – радионуклидный томографический метод исследования внутренних органов человека, представляющий собой комбинацию 2 технологических методов: радиоактивной индикации и КТ. ПЭТ/КТ с меченым аналогом глюкозы ^{18}F -ФДГ, представляющая собой комбинацию функционального и структурного методов визуализации, основана на выявлении повышенного метаболизма глюкозы в злокачественных опухолях. ПЭТ-сканирование

с использованием ^{18}F -ФДГ широко используется в клинической онкологии. Данный трассер представляет собой аналог глюкозы, который поглощается клетками, использующими глюкозу, и фосфорилируется гексокиназой (концентрация митохондриальной формы гексокиназы значительно повышается при быстрорастущих злокачественных опухолях). Поскольку для следующего этапа метаболизма глюкозы во всех клетках необходим атом кислорода, который заменен ^{18}F для синтеза ФДГ, дальнейших реакций с ^{18}F -ФДГ не происходит. Кроме этого, большинство тканей (за исключением печени и почек) не могут удалить фосфат, добавленный гексокиназой. Это означает, что ^{18}F -ФДГ задерживается в любой клетке, которая его поглощает, пока она не распадается, поскольку фосфорилированные сахара из-за ионного заряда не могут выйти из клетки. Данный процесс приводит к интенсивному радиоактивному «мечению» тканей с высоким поглощением глюкозы, таких как мозг, печень и большинство видов злокачественных новообразований и метастазов. В результате ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ используется для диагностики и мониторинга в процессе лечения злокачественных опухолей различных локализаций.

В литературе представлены ограниченные данные о роли ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ в диагностике АКР. Как правило, злокачественные новообразования надпочечников хорошо накапливают ^{18}F -ФДГ. Метод позволяет выявить первичную опухоль, местный рецидив и отдаленные метастазы. По данным S. Lebouilleux и соавт., метаболическая активность образования коррелирует с захватом ^{18}F -ФДГ. При этом степень захвата ^{18}F -ФДГ (стандартизированный показатель накопления препарата (SUV) >10 , который представляет собой опухолевую нагрузку), связана с прогнозом заболевания [6]. C. Ansquer и соавт. продемонстрировали, что ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ была отрицательной в 31 (97 %) из 32 «нехирургических» образований надпочечников и положительной в 35 (73 %) из 49 потенциально «хирургических» опухолей надпочечников, включая 24 (89 %) из 27 злокачественных поражений и 12 (55 %) из 22 доброкачественных, секреторных поражений [7].

Необходимо отметить, что все проводимые ранее исследования ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ при АКР отличались гетерогенностью выборки пациентов относительно размера новообразования, что определяло распределение пациентов в различные стадии патологического процесса при верификации АКР. Кроме этого, различными зарубежными исследованиями так и не были определены показатели, получаемые при ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ у пациентов с новообразованиями надпочечников размером <5 см, что может являться крайне важной составляющей в ранней диагностике АКР.

Материалы и методы

Проведен ретроспективный анализ данных ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ у 50 пациентов с опухолевыми образованиями надпочечников. На основании изученных данных все пациенты были разделены на 2 группы. В 1-ю группу включен 21 пациент (13 мужчин и 8 женщин) с диагностированным в последующем АКР, во 2-ю — 29 пациентов (16 мужчин и 13 женщин) с доброкачественными новообразованиями надпочечника. Средний возраст пациентов составил 68 (32–76) лет и статистически не различался в обеих группах ($p > 0,05$).

Диагностические исследования проведены на аппарате General Electric the Discovery PET/CT 610. Границы исследования: от орбитомеатальной линии до верхней трети диафизов бедренных костей, с использованием протокола Whole Body. После сканирования и введения радиофармацевтического препарата (РФП) через 60–90 мин проводили формирование изображений ПЭТ, показывающих распределение РФП во всем теле как в физиологических, так и в патологических зонах. С помощью программного обеспечения выполняли автоматическое «слияние» снимков, полученных на ПЭТ/КТ-сканерах. Первоначально врачом-рентгенологом проводился анализ структурных патологических изменений в органах с последующей оценкой уровня накопления РФП и определением КТ-денситометрии патологических образований надпочечников. Метаболическую активность опухолей надпочечников определяли по уровню SUV.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью компьютерной программы Statistica 10.0. Были использованы категориальные переменные SUV и КТ-плотность опухоли. В целях определения достоверности различий и анализа их сопряжения применяли χ^2 -критерий Пирсона с поправкой Мантеля–Хэнзеля на правдоподобие и коэффициент ранговой корреляции τ Кендалла. Количественные величины представлены в виде среднего значения и стандартной ошибки средней величины. Достоверность различий средних величин количественных факторов оценивали с помощью непараметрического критерия Манна–Уитни. Статистическую связь между признаками считали значимой при $p \leq 0,05$.

Оценку чувствительности, специфичности, прогностической значимости, а также оптимальных пороговых уровней показателей осуществляли с помощью составления матрицы решения, формул и построения ROC-кривых.

Результаты

При анализе ПЭТ/КТ-изображений получены следующие данные.

На рис. 1 представлено изображение ПЭТ, на котором определяется гиперфиксация РФП в проекции правого надпочечника. Показатель SUV равен 4. В проекции левого надпочечника гиперфиксации РФП не отмечено. По данным КТ определяются двусторонние образования надпочечников. Плотность образования правого надпочечника 20 единиц Хаунсфилда (HU), размер 4,7 см; левого надпочечника – 5 HU, размер 2,0 см. При «слиянии» изображений определяется характерная картина злокачественного поражения правого надпочечника.

На изображении ПЭТ (рис. 2) определяется гиперфиксация РФП (указано стрелкой). Показатель SUV равен 6. По данным КТ отмечается образование левого надпочечника (указано стрелкой). Плотность образования 20 HU, размер 3,5 см. При «слиянии»

изображений наблюдается характерная картина злокачественного поражения надпочечника.

На изображении ПЭТ (рис. 3) определяется гиперфиксация РФП (указано стрелками) в проекции обоих надпочечников. Показатель SUV равен 5 с обеих сторон. По данным КТ наблюдаются двусторонние образования надпочечников (указано стрелками). Плотность образований с обеих сторон >20 HU, размеры образований справа 4,9 см, слева 3,9 см. При «слиянии» изображений отмечается характерная картина злокачественного поражения надпочечников.

Среди больных АКР у 8 пациентов диагностированы гормонпродуцирующие опухоли. При изучении параметров образования получены следующие результаты: средний размер опухоли у пациентов 1-й группы составил $4,5 \pm 0,75$ см, 2-й группы – $4,9 \pm 1,1$ см, при этом статистически достоверной разницы в размерах образований не выявлено ($p > 0,05$).

В целях совершенствования диагностики АКР, определения доброкачественного или злокачественного поражения ретроспективно проанализированы полуколичественные показатели SUV, а также плотность новообразований по данным КТ. Нами была установлена достоверная разница в уровне SUV у пациентов 1-й и 2-й групп ($p = 0,001$): SUV ≥ 3 наблюдался у 20 (95 %) пациентов 1-й группы и лишь у 4 (13,8 %) пациентов 2-й; SUV < 3 определялся у 1 (5,0 %) и 25 (86,2 %) больных 1-й и 2-й групп соответственно. Кроме этого, выявлена тесная корреляционная связь SUV с диагностикой злокачественного образования ($R_s = 0,71$; коэффициент τ Кендалла 0,68). Диагностическая модель, полученная при построении и последующем анализе ROC-кривой уровня SUV у пациентов со злокачественными и доброкачественными новообразованиями надпочечников, показала высокий уровень чувствительности (90 %) и специфичности (95 %)

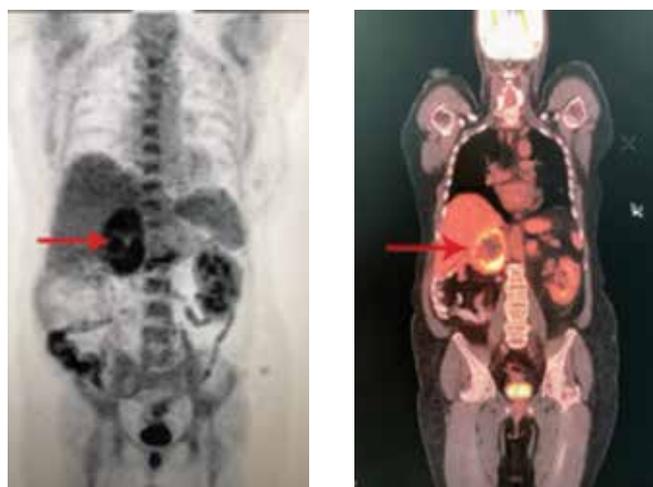


Рис. 1. Позитронно-эмиссионная томография: метастатическая опухоль правого надпочечника (указана стрелкой)

Fig. 1. Positron-emission tomography: right adrenal metastatic tumor (indicated by an arrow)



Рис. 2. Рак левого надпочечника указан стрелкой на изображениях позитронно-эмиссионной томографии (а), компьютерной томографии (б) и при их «слиянии» (в)

Fig. 2. Left adrenal cancer, indicated by an arrow on positron emission tomography (a), computed tomography (b) and when both are "fused" (c)

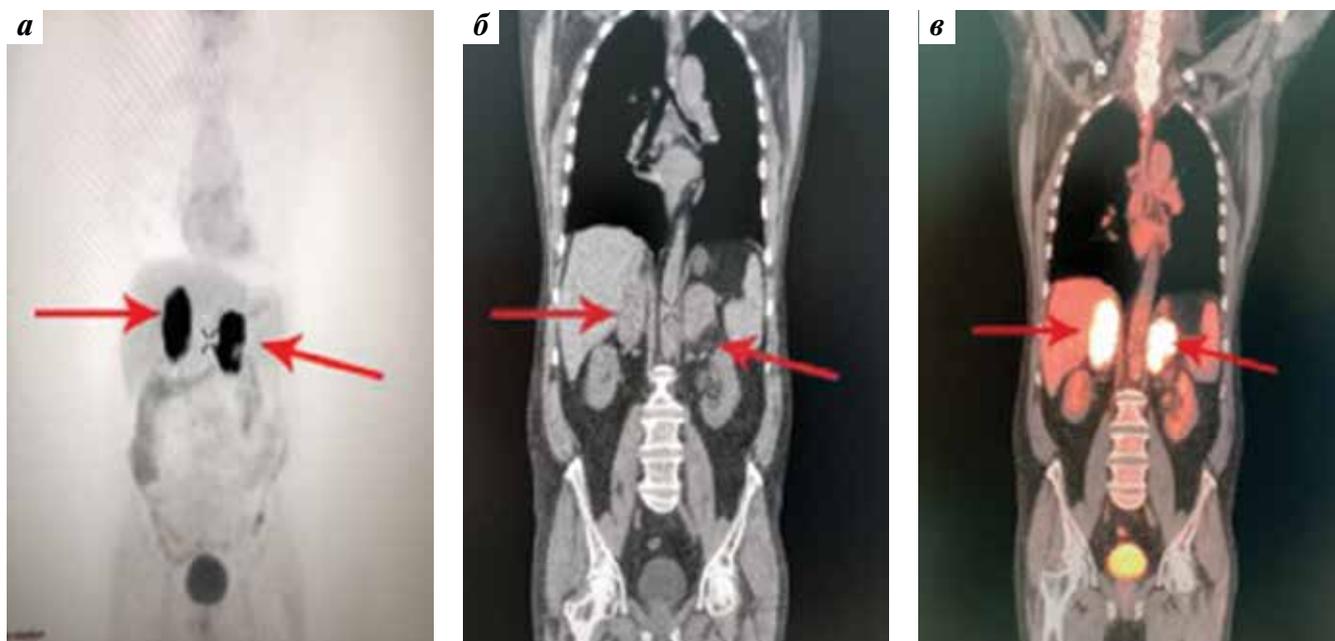


Рис. 3. Билатеральный рак надпочечников указан стрелками на изображениях позитронно-эмиссионной томографии (а), компьютерной томографии (б) и при их «слиянии» (в)

Fig. 3. Bilateral adrenal cancer, indicated by an arrows on positron emission tomography (a), computed tomography (б) and when both are "fused" (в)

метода (площадь под ROC-кривой (AUC) 0,93 при $p < 0,0001$ ($z = 27,37$)) с точкой отсечения 3 (рис. 4).

При изучении КТ-денситометрических показателей опухоли у пациентов 1-й и 2-й групп была также получена прямая корреляционная связь данных параметров с диагностикой злокачественного поражения ($R_s = 0,67$; коэффициент τ Кендалла 0,64; $p = 0,001$): плотность >10 HU определялась у 18 (85,7 %) и 6 (20,7 %) пациентов 1-й и 2-й групп, <10 HU – у 3 (14,3 %) и 23 (79,3 %) больных соответственно. Интерпретация результатов ROC-анализа по уровню плотности новообразования (КТ-плотность в HU) у пациентов 1-й и 2-й групп показала 80 % чувствительность и 90 % специфичность (AUC 0,89; $p < 0,0001$) с точкой отсечения, равной 10 (рис. 5).

Таким образом, интегральная оценка показателя SUV, равного ≥ 3 , при КТ-плотности новообразования >10 HU, измеряемой в ходе проведения ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ, является высокочувствительным и высокоспецифичным методом дифференциальной диагностики доброкачественного и злокачественного поражения надпочечника при размере образования 1–5 см.

Обсуждение

Результатами большого количества исследований показано, что ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ позволяет дифференцировать доброкачественные и злокачественные опухоли надпочечника. По данным М. Blake и соавт. [8], ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ обладает высокой чувствительностью и специфичностью в диагностике образований надпочечника.

При диагностике образований надпочечника с использованием ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ определяется такой полуколичественный параметр, как стандартизированный показатель захвата РФП (SUV). Данный показатель представляет собой измеренную активность РФП при накоплении в тканях, нормализованную по массе тела/площади поверхности

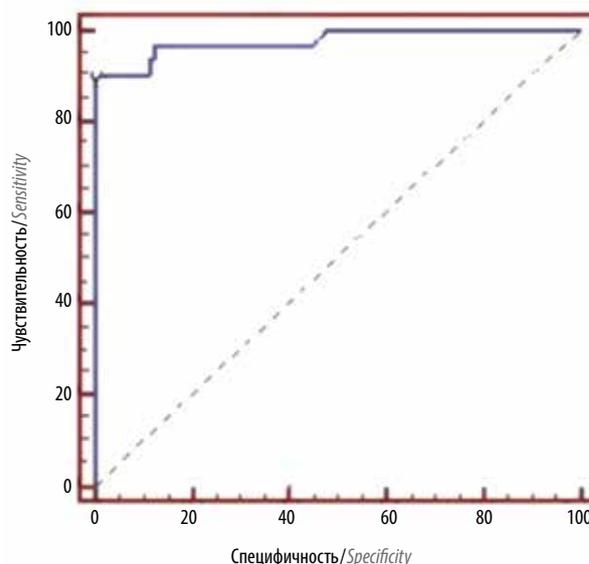


Рис. 4. ROC-кривая стандартизованного показателя накопления (SUV) у пациентов со злокачественными и доброкачественными новообразованиями надпочечников

Fig. 4. ROC curve of the standardized uptake value (SUV) in patients with malignant and benign adrenal neoplasms

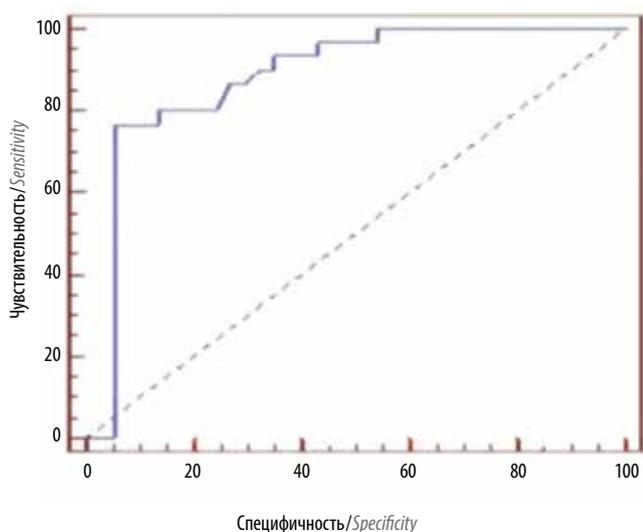


Рис. 5. ROC-кривая уровня плотности опухоли (в единицах Хаунсфилда (HU)) у пациентов со злокачественными и доброкачественными новообразованиями надпочечников

Fig. 5. ROC curve of tumor density (in Hounsfield units (HU)) in patients with malignant and benign adrenal neoplasms

и введенной дозе препарата. В качестве референсного стандарта в случае равномерно распределенной по всему телу дозы показатель в любом месте составляет 1,0. Таким образом, SUV является относительным критерием захвата РФП тканями. В целях расчета данного параметра при проведении ПЭТ/КТ применяют следующую формулу: $SUV = (\text{активность РФП в области интереса} \times \text{масса тела (г)}) / \text{введенная доза (мCi)}$.

Необходимо отметить, что максимальный SUV образования надпочечника, разделенный на максимальный SUV 8-го сегмента печени, определяется как относительный SUV. По данным различных авторов, этот параметр имеет чувствительность 90,9 % и специфичность 75,6 % в дифференциации доброкачественных и злокачественных новообразований [5, 9].

В исследовании M.L. Nunes и соавт., основанном на анализе 23 клинических случаев, показано что SUV, равный 1,6, демонстрирует наибольшую чувствительность и специфичность в диагностике АКР [10]. В более ранней работе L. Groussin и соавт., проведенной на 77 пациентах, показатель SUV, разграничивающий доброкачественное и злокачественное поражение надпочечников, оказался равен 1,45 [11]. В недавнем мультицентровом исследовании 73 случаев новообразований надпочечников, проведенном N.C. Paladino и соавт. в 2018 г., отмечено что уровень $SUV > 2,7$ коррелировал с наличием злокачественного новообразования [12]. Таким

образом, несмотря на большое количество исследований, в настоящее время не разработано универсального показателя SUV в разграничении доброкачественного и злокачественного поражения надпочечников.

Необходимо также отметить, что во всех исследованиях пациенты были неранжированы относительно размера новообразований, при том что в настоящее время большинство из выявляемых инциденталом надпочечника имеют небольшие размеры. По данным литературы, также отмечается выраженная диспропорция между частотой случайно выявляемых опухолей (инциденталом) и запущенных (местно-распространенных и метастатических) случаев АКР. Данный факт обусловлен тем, что далеко не всегда возможна диагностика злокачественных опухолей надпочечника на ранних стадиях с использованием КТ.

Нами проведено исследование, направленное на дополнение ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ сочетанным исследованием SUV и КТ-плотности образований надпочечников размером 1–5 см. Целью работы явилось уточнение референсных значений данных показателей для проведения ранней диагностики и разграничения злокачественных и доброкачественных поражений надпочечников.

Полученные данные свидетельствуют о 90 % чувствительности и 95 % специфичности метода ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ, дополненной измерением КТ-плотности образования, в дифференциальной диагностике АКР по уровню SUV, равному ≥ 3 , и по КТ-плотности, равной ≥ 10 HU.

Заключение

ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ имеет высокую точность в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных опухолей надпочечника путем оценки интенсивности метаболизма в дополнение к анатомическим характеристикам и локализации опухоли по данным бесконтрастной КТ.

Получение интегральной информации по уровню SUV вместе с измерением КТ-плотности при проведении ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ является одной из наиболее современных диагностических методик, позволяющих проводить дифференциальную диагностику патологического процесса в надпочечниках и на ранних этапах обследования выявлять АКР.

Приведенные выше факторы указывают на высокую диагностическую ценность и приоритетный характер выполнения данного исследования при подозрении на АКР у пациентов со случайно выявленными новообразованиями надпочечников (размером 1–5 см) и неоднозначными данными визуализирующих исследований.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Бельцевич Д.Г., Бохан В.Ю., Горбунова В.А. и др. Клинические рекомендации по лечению рака коры надпочечников. М., 2014. [Beltsevich D.G., Bokhyan V.Yu., Gorbunova V.A. et al. Clinical recommendations for adrenal cortical carcinoma treatment. Moscow, 2014. (In Russ.)].
2. Мельниченко Г.А., Бельцевич Д.Г., Кузнецов Н.С., Райхман А.О. Клинические рекомендации по диагностике и лечению аденокортикального рака. Общественная организация «Российская ассоциация эндокринологов». М., 2015. [Melnichenko G.A., Beltsevich D.G., Kuznetsov N.S., Raikhman A.O. Clinical recommendations for adrenocortical cancer diagnosis and treatment. Public organization "Russian Association of Endocrinologists". Moscow, 2015. (In Russ.)].
3. Dackiw A.P., Lee J.E., Gagel R.F., Evans D.B. Adrenal cortical carcinoma. *World J Surg* 2001;25(7):914–26.
4. Ng L., Libertino J.M. Adrenocortical carcinoma: diagnosis, evaluation and treatment. *J Urol* 2003;169(1):5–11 DOI: 10.1097/01.ju.0000030148.59051.35.
5. Libe R. Adrenocortical carcinoma (ACC): diagnosis, prognosis, and treatment. *Front Cell Dev Biol* 2015;3:45. DOI: 10.3389/fcell.2015.00045.
6. Leboulleux S., Dromain C., Bonniaud G. et al. Diagnostic and prognostic value of 18-fluorodeoxyglucose positron emission tomography in adrenocortical carcinoma: a prospective comparison with computed tomography. *J Clin Endocrinol Metab* 2006;91(3):920–5. DOI: 10.1210/jc.2005-1540.
7. Ansquer C., Scigliano S., Mirallie E. et al. 18F-FDG PET/CT in the characterization and surgical decision concerning adrenal masses: a prospective multicentre evaluation. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2010;37(9):1669–78. DOI: 10.1007/s00259-010-1471-8.
8. Blake M., Prakash P., Cronin C. PET/CT for Adrenal Assessment. *Am J Roentgenology* 2010;195(2):91–5. DOI: 10.2214/AJR.09.3845.
9. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology, Neuroendocrine tumor. Version 1.2014.
10. Nunes M.L., Rault A., Teynie J. et al. ¹⁸F-FDG PET for the identification of adrenocortical carcinomas among indeterminate adrenal tumors at computed tomography scanning. *World J Surg* 2010;34(7):1506–10. DOI: 10.1007/s00268-010-0576-3.
11. Groussin L., Bonardel G., Silvéra S. et al. ¹⁸F-Fluorodeoxyglucose positron emission tomography for the diagnosis of adrenocortical tumors: a prospective study in 77 operated patients. *J Clin Endocrinol Metab* 2009;94(5):1713–22. DOI: 10.1210/jc.2008-2302.
12. Paladino N.C., Guérin C., Lowery A. et al. Characterization of adrenocortical tumors by ¹⁸F-FDG PET/CT: Does steroid hormone hypersecretion status modify the uptake pattern? *Surg Oncol* 2018;27(2):231–5. DOI: 10.1016/j.suronc.2018.04.003.

Вклад авторов

И.А. Абойн: разработка дизайна исследования;

К.В. Березин, А.В. Хасигов, Н.Б. Волконская, В.В. Черноусов: получение данных для анализа, анализ полученных данных, обзор публикаций по теме статьи;

С.М. Пакус, Е.В. Прилепина: написание текста рукописи.

Authors' contributions

I.A. Aboyan: developing the research design;

K.V. Berezin, A.V. Khasigov, N.B. Volkonskaya, V.V. Chernousov: obtaining data for analysis, analysis of the obtained data, reviewing of publications of the article's theme;

S.M. Pakus, E.V. Prilepina: article writing.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Информированное согласие. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Informed consent. All patients gave written informed consent to participate in the study.

Статья поступила: 07.08.2019. Принята к публикации: 05.10.2019.

Article submitted: 07.08.2019. Accepted for publication: 05.10.2019.