

## СЦИНТИГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОЧКИ I–IV СТЕПЕНЕЙ ТЯЖЕСТИ И ИХ СООТВЕТСТВИЕ КЛАССИФИКАЦИИ OIS/OI AAST: НАБЛЮДАТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

<sup>1</sup>К. А. Чиглинцев<sup>✉</sup>, <sup>1</sup>А. В. Зырянов<sup>✉</sup>, <sup>2</sup>А. Ю. Чиглинцев<sup>✉</sup>, <sup>3</sup>М. А. Дружков<sup>✉</sup>, <sup>1</sup>А. А. Макарян<sup>✉</sup>

<sup>1</sup>Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Медико-диагностический центр «Арника», Челябинск, Россия

<sup>3</sup>Челябинская областная клиническая больница, Челябинск, Россия

**ВВЕДЕНИЕ:** Механические воздействия на почку приводят к нарушению структуры паренхимы, образованию кровоизлияний, классифицируемые по OIS/OI AAST. Сцинтиграфия с <sup>99</sup>Tc-DMSA позволяет определить наличие, распространенность областей ишемии и последствия для функции почки.

**ЦЕЛЬ:** Накоплением радиофармпрепарата оценить функцию поврежденной почки и установить соответствие сцинтиграфических изображений рентгенологическим данным классификации OIS/OI AAST.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ:** Сцинтиграфия с <sup>99</sup>Tc-DMSA проводилась в ближайшем посттравматическом периоде 196 пострадавшим имевших степень повреждения органа Grade I–IV по классификации OIS/OI AAST. Визуально оценивали форму, размер, контуры почек. На основании расчета равномерности и интенсивности включения индикатора в паренхиму устанавливали относительную (общую) функцию почек. Степень и локализацию повреждения почки выявляли на основании первичных результатов УЗИ и МСКТ.

**РЕЗУЛЬТАТЫ:** В остром периоде травмы Grade I–II характеризовались диффузно-неравномерным распределением <sup>99</sup>Tc-DMSA (от 75,0 до 100% случаев), но с увеличением площади и объема повреждения появляется очаговая сцинтиграфическая симптоматика (до 25,0% наблюдений). При Grade III–IV преобладала локализованная или протяженная очаговая деформация контура изображения и снижение общей функции почки. Сравнительная оценка результатов КТ с визуальными данными сцинтиграфии демонстрировала симметричность визуальной информации с достаточной доступностью, восприимчивостью, точностью и соотносились с классификацией OIS/OI AAST.

**ОБСУЖДЕНИЕ:** Интерпретация сцинтиграмм включает взаимодействие двух компонентов: визуального восприятия и предметно-специфических знаний анатомических структур человека. Это существенно отличает ее от обычной концепции диагностического процесса клиницистов. Семиотика в изображениях включала диффузные и очаговые изменения, основой которых является расстройство гемодинамики с нарушением поглощения радиофармпрепарата в паренхиме почки. Для Grade I–II, типичны гипоактивные участки, свидетельствующие об отсутствии значимого повреждения. Для Grade III–IV характерны локализованные области за счет снижения объема функционирующей паренхимы.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ:** Сцинтиграфия при тупой травме почки удостоверяет нарушения гемодинамики в органе и снижение количества функционирующей паренхимы. Сопоставление радионуклидных изображений с компьютерной визуализацией имеет высокую степень тождества. Вид сцинтиграмм позволяет градировать их в соответствии со степенной систематизацией OIS/OI AAST, что стандартизирует интерпретацию радиологических заключений для улучшения объективности и качества отчетов исследования. Оценка общей функции почек дает возможность прогнозировать реабилитационную перспективу поврежденной почки и необходимость ее коррекции.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** травма почки, сцинтиграфия, визуальные признаки распределения радионуклида, диффузно-неравномерное накопление, очаговые признаки травмы.

\*Для корреспонденции: Чиглинцев Кирилл Александрович, e-mail: [med\\_654@mail.ru](mailto:med_654@mail.ru)

Для цитирования: Чиглинцев К.А., Зырянов А.В., Чиглинцев А.Ю., Дружков М.А., Макарян А.А. Сцинтиграфические признаки повреждений почки I–IV степеней тяжести и их соответствие классификации OIS/OI AAST: наблюдательное исследование // *Лучевая диагностика и терапия*. 2023. Т. 14, № 3. С. 74–81, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2023-14-3-74-81>.

# SCINTIGRAPHIC SIGNS OF KIDNEY INJURIES OF I–IV DEGREES OF SEVERITY AND THEIR COMPLIANCE WITH THE OIS/OI AAST CLASSIFICATION: OBSERVATIONAL STUDY

<sup>1</sup>Kirill A. Chiglintsev<sup>✉</sup>, <sup>1</sup>Aleksandr V. Zyryanov<sup>✉</sup>, <sup>2</sup>Albert Yu. Chiglintsev<sup>✉</sup>, <sup>3</sup>Mikhail A. Druzhkov<sup>✉</sup>,  
<sup>1</sup>Aleksandr A. Makaryan<sup>✉</sup>

<sup>1</sup>Urals State Medical University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>Medico-diagnostic center «Arnika», Chelyabinsk, Russia

<sup>3</sup>Chelyabinsk Regional Clinical Hospital, Chelyabinsk, Russia

**INTRODUCTION:** Mechanical effects on the kidney result in parenchymal disruption, haemorrhage formation, classified by OIS/OI AAST. Scintigraphy with <sup>99</sup>Tc-DMSA can determine the presence, prevalence of areas of ischaemia and implications for renal function.

**OBJECTIVE:** By radiopharmaceutical accumulation, to assess the function of the injured kidney and to establish the consistency of the scintigraphic images with the radiological findings of the OIS/OI AAST classification.

**MATERIAL AND METHODS:** Scintigraphy with <sup>99</sup>Tc-DMSA was performed in the immediate posttraumatic period in 196 patients who had Grade I–IV organ damage according to the OIS/OI AAST classification. The shape, size, and contours of the kidneys were visually evaluated. Based on the calculation of the uniformity and intensity of the indicator inclusion in the parenchyma the relative (total) kidney function was established. The degree and localisation of kidney damage were revealed on the basis of primary ultrasound and MSCT results.

**RESULTS:** In the acute period of injury, Grade I–II were characterised by diffuse irregular distribution of <sup>99</sup>Tc-DMSA (from 75.0 to 100% of cases), but with increasing area and volume of injury, focal scintigraphic symptoms appeared (up to 25.0% of cases). In Grade III–IV, localised or extended focal deformation of the image contour and reduction of the overall kidney function prevailed. Comparative evaluation of CT findings with visual scintigraphy data demonstrated symmetry of visual information with sufficient accessibility, perceptibility, accuracy and correlated with OIS/OI AAST classification.

**DISCUSSION:** Scintigram interpretation involves the interaction of two components: visual perception and subject-specific knowledge of human anatomical structures. This significantly differentiates it from clinicians' conventional conception of the diagnostic process. Semiotics in the images included diffuse and focal changes, the basis of which is a disorder of haemocirculation with impaired uptake of radiopharmaceutical in the kidney parenchyma. For Grade I–II, hypoactive areas indicating the absence of significant damage are typical. Grade III–IV are characterised by localised areas due to reduced volume of functioning parenchyma.

**CONCLUSION:** Scintigraphy in blunt kidney trauma demonstrates haemocirculatory abnormalities in the organ and a decrease in the amount of functioning parenchyma. Comparison of radionuclide images with computer imaging has a high degree of identity. The type of scintigrams allows grading them according to the OIS/OI AAST degree systematisation, which standardises the interpretation of radiological findings to improve the objectivity and quality of the study reports. Assessment of overall renal function makes it possible to predict the rehabilitative outlook of the injured kidney and the need for correction.

**KEYWORDS:** renal trauma, scintigraphy, visual signs of radionuclide distribution, diffuse irregular accumulation, focal signs of trauma

\*For correspondence: Kirill A. Chiglintsev, e-mail: med\_654@mail.ru

For citation: Chiglintsev K.A., Zyryanov A.V., Chiglintsev A.Yu., Druzhkov M.A., Makaryan A.A. Scintigraphic signs of kidney injuries of I–IV degrees of severity and their compliance with the OIS/OI AAST classification: observational study // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2023. Vol. 14, No. 3. P. 74–81, DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2023-14-3-74-81>.

**Введение.** Тупая изолированная травма почки приводит к контузии паренхимы или к нарушению анатомической целостности органа с расстройством его функции. Рельефно преобладают травмы I–IV степени тяжести (Grade) по шкале повреждений — OIS/OI, разработанной Американской ассоциацией хирургии травм — AAST [1]. К анатомическим особенностям почек относятся: выраженная сеть кровеносных сосудов, обуславливающая возможность обширных кровоизлияний при нарушении целостности ткани; кровоснабжение сегментными артериями ограниченных паренхиматозных областей, с отсутствием анастомоза между артерией одного сегмента с артериями соседних сегментов [2].

В настоящее время консервативная терапия и выжидательная тактика (англ. selective non-operative management — SNOM) является установившейся клинической практикой и стандартом лечения большинства случаев травм почек. SNOM можно рассматривать как поэтапный подход, где гемодинамическая стабильность является основным критерием лечения и начинается с консервативной, с возможной последующей интервенционной терапией, и/или хирургическим пособием.

До середины 80-х годов XX века внутривенная урография была традиционным и обязательным диагностическим методом при почечной травме, которая визуализировала от 60 до 85% повреждений почек.

Клиническая доступность ультразвукового исследования (УЗИ) сделала метод основной диагностической визуализацией при обследовании пациентов с травмами, и особенно с нестабильной гемодинамикой. По мнению С. Gillmann и соавт. (2021), существенным фактом ограничения результативности УЗИ является зависимость качества получаемого изображения от класса аппарата, субъективность в интерпретации получаемых изображений, низкая демонстративность при документировании изображений [3]. R. Jalli и соавт. (2009), проанализировав результаты УЗИ в качестве первоначального метода визуализации при травме почки в В-режиме шкалы серого и цветового доплеровского исследования, обнаружили общую чувствительность и специфичность метода на уровне 48% и 96% соответственно с положительным значением прогноза 0,8, отрицательным значением прогноза 0,57 и точностью 79% [4]. Авторы пришли к выводу, что: «несмотря на доступность и простоту выполнения сонографии, этот метод визуализации имеет ограниченное значение при обнаружении повреждений почек».

С середины 80-х годов прошлого века экскреторную урографию заменила компьютерная томография (КТ) с контрастированием, выполняемая в артериальную, венозную и экскреторную фазу для анатомической детализации и оценки всей мочевыводительной системы. На основании корреляции данных КТ с интраоперационными находками мировое признание получила шкала оценок степени тяжести повреждений почки (Organ Injury Scale — OIS), разработанная Американской ассоциацией хирургии травм (AAST), впервые опубликованная в 1989 г., с последним пересмотром в 2018 г. Классификация состоит из 5 степеней (Grade), ранжируя их в порядке тяжести травмы, согласно глубине повреждения, вовлеченностью сосудистого русла и верхних мочевыводящих путей. В соответствии с рекомендациями Европейской ассоциации урологов (EAU) контрастная КТ является золотым стандартом для диагностики травм почек у гемодинамически стабильных пострадавших. В клинической практике выполнение КТ проводится только при наличии сонографических признаков гематомы забрюшинного пространства. Нельзя не отметить, что метод связан с ионизирующим излучением и риском контраст-индуцированной нефропатии.

Магнитно-резонансная томография (МРТ), включая диффузионно-взвешенную МРТ, не уступает по результативности КТ при обнаружении паренхиматозных повреждений, но вероятность непереносимости контрастных средств и контраст-индуцированной нефропатии несут контрастные вещества для МРТ на основе гадолиния.

В 1956 г. R. R. M. Borghraef и соавт. в эксперименте на собаках показали, что синтезированный в 1955 г. радиофармпрепарат (РФП) — неогидрин Hg-203 поглощается корковым веществом почки,

фиксируясь тубулярными клетками [5]. В 60-х годах XX века после изобретения сканера фирмы Picker (США) отметилась экспансия радионуклидных исследований в урологии и нефрологии, что дало возможность Т. Р. Naupie и соавт. (1962) заявить: «почечный скантин является наиболее чувствительным тестом обнаружения количества жизнеспособной ткани» [6]. M. A. Bingham и M. N. Maisey в 1978 г. установили достоинства синтезированной  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA (димеркаптоянтарная кислота) в качестве статического почечного визуализирующего агента [7]. В настоящее время общепризнано, что основное применение статической скинтиграфии с  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA заключается в оценке выраженности структурных поражений паренхимы почек, что делает ее «золотым стандартом» с чувствительностью 69,1% и специфичностью 79,4% в клинической и анатомической интерпретации [8].

Первое сообщение о скинтиграфическом изучении случая повреждения почки через 3 месяца после травмы представили в 1963 г. L. J. Simmons и соавт. [9]. L. M. Freeman и соавт. (1966) продемонстрировали, что скинтиграфия является надежным способом в определении локализации функционирующей почечной паренхимы и ее рубцовых изменений [10]. Еще на этапе начала изучения диагностической значимости скинтиграфии при травме исследователи установили более высокую достоверность скинтиграфического подтверждения факта повреждения почек, чем урографии. Так, R. Betti и соавт. (1966) в экспериментальной модели на собаках выявили, что скинтиграфическая картина пропорциональна тяжести травмы и варьирует от нормальной скинтиграммы (при ушибе) до дефектов поглощения и разрушения контура почки (при фрагментации органа), что соответствует гистопатологическим изменениям в зоне повреждения [11]. Авторами были предложены «описательные скинтиграфические признаки в визуализации повреждений почек: степень затенения травмированной почки по сравнению с контралатеральной здоровой почкой и появление краевой тени». В последующем K. Patel и соавт. (1993) предложили набор стандартизованных критериев для интерпретации результатов радионуклидного сканирования почек: 1) воспалительный процесс, отек паренхимы — слегка выпуклый или нормальный контур; одиночные или множественные, очаговые или диффузные области пониженной активности в паренхиме; легкая и тяжелая степень фотопении или полное отсутствие активности; отсутствие потери объема органа; 2) рубцевание почки — диффузное или резкое вдавливание в контуре с истончением коркового слоя; любые сформированные дефекты с потерей объема паренхимы; степень фотопении чаще тяжелой или отсутствующей активности [12].

При травматических повреждениях почки метод статической скинтиграфии с  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA позволяет визуализировать выраженность ишемических

нарушений, наличие и распространенность деваскуляризованных регионов паренхимы, тем самым стратифицировать риски развития необратимых последствий и возможных осложнений, а значит способствовать принятию клинического решения в выборе оптимальных стратегий лечения.

Источники литературы сегодняшнего дня свидетельствуют, что сцинтиграфические признаки повреждения почки, когда выбранной лечебной тактикой SNOM гарантирована сохранность почки, не привлекли должного внимания исследователей. Кроме того, нам не удалось выявить сообщения о соответствии рентгенологических находок степени тяжести травм со сцинтиграфическими признаками.

**Цель.** С помощью анализа накопления радиофармпрепарата оценить функцию поврежденной почки и установить соответствие сцинтиграфических изображений рентгенологическим данным классификации OIS/OI AAST.

**Материалы и методы.** Радионуклидное исследование проведено в ближайшем (до 30 суток) и отдаленном (более 6 месяцев) периодах после закрытой тупой травмы почек Grade I–IV 196 пострадавшим от 20 до 30 лет (в среднем  $22,0 \pm 1,2$  года), не имевших в анамнезе заболевания почек и мочевыводящих путей. Мужчин было 175, женщин 21, соотношение 8:1. Grade I диагностировали у 92 (47%) пострадавших, Grade II — у 49 (25%), Grade III — у 41 (21%), Grade IV — у 14 (7%). У испытуемых получено информированное согласие на диагностическую процедуру.

Локализацию повреждений устанавливали путем полипозиционного первично-диагностического УЗИ в В-режиме шкалы серого и цветового доплеровского исследования на аппарате Ge Healthcare Vivid-7 (США) экспертного класса с использованием высокочастотного (частота до 5 МГц) конвексного датчика с анализом морфодинамических стереотипов, прямых и косвенных признаков травм. Степень повреждения почки по OIS/OI AAST в последующем выявляли МСКТ на томографе Optima 660 GE по программе непрерывного спирального сканирования с коллимацией 5–10 мм, шагом спирали 1,5–2,0 в нативном состоянии и с контрастированием препаратами «Ультравист» или «Омник».

Оценку анатомио-топографического состояния почек и структурных изменений в зонах повреждений, выявленных МСКТ и УЗИ, дополнительно осуществляли в ходе статической нефросцинтиграфии по стандартной методике с использованием тубулотропного РФП для статической сцинтиграфии почек Технеция,  $^{99m}\text{Tc}$  сукцимер (технекек, «Диамед», Россия) в дозе 1,5 МБк на 1 кг массы тела. Исследование проводилось в планарном режиме с записью в задней и боковых проекциях с общим набором импульсов 300 тыс. на 1 проекцию при матрице не ниже  $128 \times 128$  на гамма-камере MB — 9200 с системой обработки «Голд-рада» и на аппа-

рате ОФЭКТ-КТ Siemens Symbia T 1–2 при матрице  $256 \times 256$ . Результаты получены через 2 часа после введения РФП в положении, обследуемого спиной к детектору гамма-камеры, который центрировался по вертикальной оси по середине позвоночника над проекцией остистых отростков, по горизонтальной оси на уровне XII ребра.

После выбора на экране зон интереса на сканируемом изображении визуально по яркостным и геометрическим характеристикам оценивали форму, размер, контуры почек и интенсивность, равномерность включения РФП в паренхиму в трех областях: верхний, нижний полюс, средняя зона [11], что пространственно соответствует сегментарному строению почки. Описание нормальных почек на сцинтиграмме имеют вид: форма, размеры почек обычные, распределение РФП в них носит диффузно-равномерный характер, очагов патологической гипопфиксации РФП не выявляется, накопление в обеих почках симметричное, контур почек ровный, гладкий. Несоответствия между двумя почками и разными зонами оценивались по: 1) появлению диффузно-неравномерного или очагово-неравномерного накопления РФП в одной из зон при сравнении с контралатеральной почкой; 2) краям тени — контуру [12]. Все изображения были визуально оценены двумя сертифицированными врачами лучевой диагностики с более чем 15-летним опытом работы.

Рассчитывали включение РФП в каждую почку (в процентах от общего счета количества импульсов, исходящих от почки). Снижение относительной функции почек определяли как абсолютную разницу в процентах между пораженной и здоровой почкой [13].

**Результаты.** Выполненные первичные диагностические процедуры в объеме УЗИ и МСКТ позволили локализовать очаги повреждения почки соответственно сегментной анатомии и установить степень тяжести травмы по OIS/OI AAST. Характер распределения радиотрассера на сцинтиграммах в сегментах травмированной почки у пострадавших с различными степенями повреждения представлена в таблице.

Как представлено в таблице, локализованные поражения почки при Grade I характеризовались превалированием диффузно-неравномерного распределения РФП, с увеличением площади повреждения в сегментной анатомии почки появляется очаговая сцинтиграфическая симптоматика. Так, травмы тяжести Grade II–IV характеризовались в основном признаками очаговых изменений.

Соответствие визуализации сцинтиграфических изображений с классификацией OIS AAST могут иллюстрировать следующие наблюдения, представленные на рис. 1–4.

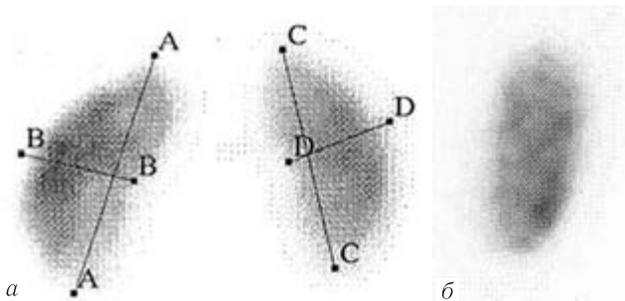
**Обсуждение.** Сцинтиграфическое исследование представляется в виде цифровых изображений, на основе пиксельной матрицы изображения, где каждая точка (пиксель) имеет свое числовое значение яркости. Значение яркости опосредованно

## Характер распределения РФП в почке в зависимости от степени и площади повреждения

Table

## Distribution pattern of RFP in the kidney depending on the degree and area of damage

Характер распределения РФП в почке	Контузия почки (Grade I) n=140/71.4%		
	1 сегмент (n=73/52,0%) 100,0%	2 сегмента (n=39/28,0%) 89,7%	3 сегмента (n=28/20,0%) 75,0%
Диффузно-неравномерное	100,0%	89,7%	75,0%
Очаговое	—	10,3%	25,0%
Разрыв паренхимы почки (Grade II–IV) n=56/28,6%			
Диффузно-неравномерное	1 сегмент (n=25/45,0%) 44,0%	2 сегмента (n=17/30,0%) 23,5%	3 сегмента (n=14/25,0%) 14,3%
Очаговое	56,0%	76,5%	85,7%

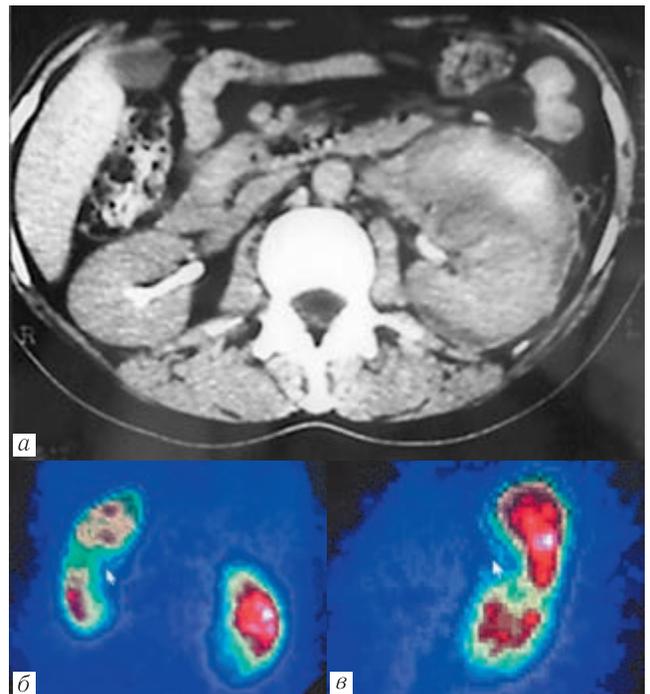


**Рис. 1.** Grade I — контузия левой почки (показаний для выполнения МСКТ не установлено), 1-е сутки после травмы. Сцинтискан. Статическая нефросцинтиграфия: *a* — прямая проекция; *б* — боковая проекция; здесь и далее на рисунке: слева — левая почка, справа — правая почка. Распределение РФП в левой почке диффузно-неравномерное, дефектов накопления не определяется. Накопление активности в правой почке 57,3%; в левой — 42,7%

**Fig. 1.** Grade I — left kidney contusion (no indication for MSCT), day 1 after injury. Scintiscan. Static nephrosцинтиграфия: *a* — direct projection; *б* — lateral projection; hereinafter in the figure: left kidney on the left, right kidney on the right. Distribution of RFP in the left kidney was diffusely irregular, no accumulation defects were detected. Activity accumulation in the right kidney was 57.3%; in the left kidney — 42.7%

характеризует интенсивность регистрируемого излучения (количество гаммаквантов, уловленных детектором камеры) в каждой конкретной точке изучаемого объекта. Визуально сцинтиграммы представляют собой тип полутонковых диагностических изображений — текстуры, составленные из большого числа элементов (зерен и пятен). Интерпретация сцинтиграмм является только качественной. Включает взаимодействие двух компонентов: визуального восприятия и предметно-специфических знаний анатомических структур человека. Это существенно отличает ее от обычной концепции диагностического процесса клиницистов.

Принятие диагностического решения на основе оценки сцинтиграмм является одной из наиболее актуальных проблем радионуклидной диагностики. R. M. Naralick и соавт. [14] в 1973 г. впервые на осно-



**Рис. 2.** Grade II — разрыв в верхнепереднем сегменте левой почки, 3-и сутки после травмы. Рентгенограмма КТ забрюшинного пространства с болюсным введением контрастного вещества (*a* — аксиальная проекция). Паранефральная гематома со сгустками и лизированной кровью. Фото с монитора компьютера. Статическая нефросцинтиграфия (*б* — прямая проекция; *в* — боковая проекция). В области ворот левой почки, имеется очаг гипофиксации РФП (указан стрелкой). Накопление активности в правой почке 49%; в левой — 51%

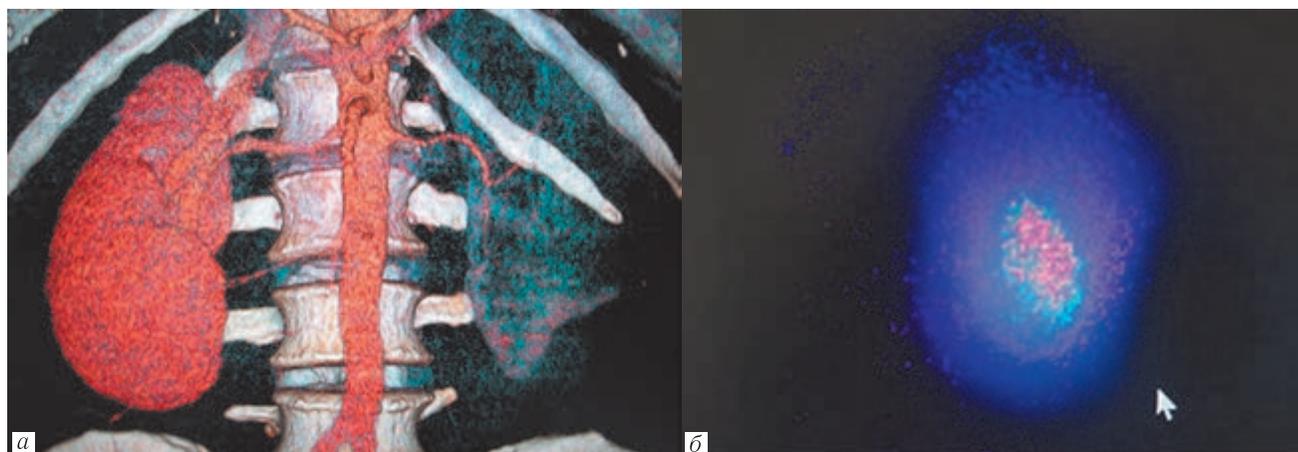
**Fig. 2.** Grade II tear in the upper-anterior segment of the left kidney, 3 days after injury. Peritoneal CT scan with bolus injection of contrast agent (*a* — axial projection). Paranephral hematoma with clots and lysed blood. Photo from the computer monitor. Static nephrosцинтиграфия (*б* — direct projection, *в* — lateral projection). In the area of the left kidney gate, there is a foci of RFP hypofixation (indicated by an arrow). Activity accumulation in the right kidney is 49%; in the left kidney — 51%

ве текстурных характеристик классифицировали сцинтиграфические изображения для получения клинически значимого результата. Полученная нами



**Рис. 3.** Grade III — разрыв в нижнепереднем сегменте правой почки, 7-е сутки после травмы. Рентгенограмма КТ забрюшинного пространства с болюсным введением контрастного вещества (*a* — аксиальная проекция). Обширная зона гематомы со сниженным накоплением контрастного вещества в паренхиме правой почки. Фото с монитора компьютера. Статическая нефросцинтиграфия в прямой проекции (*б*). В правой почке, в нижней половине, по внутреннему контуру имеется очаг гипофиксации РФП. Накопление активности в правой почке 20%; в левой — 80%

**Fig. 3.** Grade III tear in the inferior-anterior segment of the right kidney, 7 days after injury. Peritoneal CT scan with bolus injection of contrast agent (*a* — axial projection). Extensive hematoma area with decreased accumulation of contrast agent in the right kidney parenchyma. Photo from the computer monitor. Static nephrosцинтиграфия in direct projection (*б*). In the right kidney, in the lower half, along the inner contour there is a focus of hypofixation of RFP (indicated by an arrow). Activity accumulation in the right kidney is 20%; in the left kidney it is — 80%



**Рис. 4.** Grade IV — сосудистое повреждение, тромбоз *a. renalis* левой почки, 2-е после травмы. Рентгенограмма КТ забрюшинного пространства с болюсным введением контрастного вещества (*a* — мультипланарная реконструкция). Накопление контрастного вещества в левой почке отсутствует. Фото с монитора компьютера. Статическая нефросцинтиграфия (*б* — прямая проекция). Накопление активности РФП в левой почке 20%. Сцинтиграфических признаков патологии правой почки не выявлено, накопление активности 80%

**Fig. 4.** Grade IV — vascular injury, thrombosis of *a. renalis* of the left kidney, 2<sup>nd</sup> post-injury. X-ray of retroperitoneal CT with bolus injection of contrast medium (*a* — multiplanar reconstruction). There was no accumulation of contrast agent in the left kidney. Photo from the computer monitor. Static nephrosцинтиграфия (*б* — direct projection). Accumulation of RFP activity in the left kidney is 20%. Scintigraphic signs of right kidney pathology were not detected, activity accumulation was 80%

в ходе обследования сцинтиграфическая семиотика визуализации состояла из: 1) синдрома диффузных изменений; 2) синдрома очаговых изменений; 3) синдрома склеротических изменений, что согласуется с общеустановленной оценочной концепцией. Патофизиологической основой всех синдромов является нарушение накопления и распределения

РФП в паренхиме почки. Зависимость между расстройством кровотока в почке и последующее очаговое уменьшение толщины коркового слоя впервые установил С. J. Hodson (1969) [15]. А. Piepsz (2002) считал, что поражения коркового слоя почки на сцинтиграммах, проявляющиеся в виде гипоактивных участков, с нечеткими краями, без деформации контура

почки, могут свидетельствовать о низком риске клинически значимого повреждения, которые впоследствии подвергаются редукции [16]. Локализованная область гипоактивности РФП, деформирующая контур органа, свидетельствует о необратимой потере объема функционирующей паренхимы в пределах одного или нескольких сегментов.

В наших исследованиях сравнительная оценка результатов первично-диагностической МСКТ с визуальными данными статической сцинтиграфии продемонстрировала симметричность визуальной информации с достаточной доступностью, восприимчивостью, точностью и убедительно соотносились с классификацией OIS/OI AAST.

Взаимосвязь с анатомическим паттерном показывает накопление активности РФП в травмированной почке, которая отмечается в сниженном относительном объеме после обширного контузионного поражения органа и высодифференцированной степени травмы. М. М. Knudson и соавт. (2000) считали, что минимально сохраненной относительной функцией почки следует считать 25%, при которой не требуется диализ, даже если это единственная почка [17]. Всем пациентам с травмой почки Grade IV–V, авторы рекомендуют выполнение нефросцинтиграфии. У. С. Choi и соавт. (2003) установили, что адек-

ватная функция почки сохраняется у 86% пациентов после травмы Grade III–IV, и ее относительные показатели коррелируются со степенью тяжести повреждения органа [18]. G. A. Pereira Junior и соавт. (2012) высказали мысль о необходимости включения информации об оценке функции почек, получаемой при статической сцинтиграфии, в пересмотр OIS/OI AAST, что придаст дополнительную убедительность шкале тяжести травм в прогнозировании клинических исходов [19].

**Заключение.** Использование статической сцинтиграфии с  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA в комбинации с первичными методами диагностики тупой травмы почки (УЗИ, МСКТ), удостоверяет нарушения гемодинамики в паренхиме органа и снижение количества функционирующей паренхимы. Сопоставление радионуклидных изображений с компьютерной визуализацией имеет высокую степень тождества. Вид сцинтиграмм позволяет градировать их в соответствии со степенной систематизацией OIS/OI AAST, что стандартизирует интерпретацию радиологических заключений для улучшения объективности и качества отчетов исследования. Оценка общей функции почек дает возможность прогнозировать реабилитационную перспективу поврежденной почки и необходимость ее коррекции.

#### Сведения об авторах:

*Чиглинец Кирилл Александрович* — кандидат медицинских наук, доцент кафедры урологии, нефрологии и трансплантологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 620028, г. Екатеринбург, ул. Репина, д. 3; e-mail: med\_654@mail.ru; ORCID 0000–0001–9888–688X; SPIN 9759–3328;

*Зырянов Александр Владимирович* — доктор медицинских наук, заведующий кафедрой урологии, нефрологии и трансплантологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 620028, г. Екатеринбург, ул. Репина, д. 3; e-mail: zav1965@mail.ru; ORCID 0000–0001–8105–7233; SPIN 6193–4204;

*Макарян Альберт Альбертович* — кандидат медицинских наук, доцент кафедры урологии, нефрологии и трансплантологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 620028, г. Екатеринбург, ул. Репина, д. 3; e-mail: walter2711@mail.ru; ORCID 0000–0002–3554–5567; SPIN 4083–6575;

*Чиглинец Александр Юльевич* — доктор медицинских наук, заместитель главного врача Медико-диагностического центра «Радуга»; 454007, г. Челябинск, ул. Рождественского, д. 7<sup>а</sup>; e-mail: Dr.Chiglintsev@yandex.ru; ORCID 0000–0003–4704–7933; SPIN 4083–6575;

*Дружков Михаил Александрович* — кандидат медицинских наук, заведующий отделением радионуклидной диагностики государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Челябинская областная клиническая больница»; 454048, Челябинская область, г. Челябинск, ул. Воровского, д. 70; e-mail: druzhkovm@gmail.com; ORCID — нет; SPIN — нет.

#### Information about the authors:

*Kirill A. Chiglintsev* — Cand. Of Sci. (Med.), associate professor, department of urology, nephrology and transplantology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ural State Medical University»; 620028, Yekaterinburg, str. Repina 3, Russia; e-mail: med\_654@mail.ru; ORCID 0000–0001–9888–688X; SPIN 9759–3328;

*Aleksandr V. Zyryanov* — Dr. of Sci. (Med), Head of the department of urology, nephrology and transplantology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ural State Medical University»; 620028, Yekaterinburg str. Repina 3, Russia; e-mail: zav1965@mail.ru; ORCID 0000–0001–8105–7233; SPIN 6193–4204;

*Aleksandr Yu. Chiglintsev* — Dr. of Sci. (Med), deputy chief physician Medico-diagnostic center «Arnika»; 454007, Chelyabinsk, Rozhdestvenskaya str. 7<sup>a</sup>, Russia; e-mail: Dr.Chiglintsev@yandex.ru; ORCID 0000–0003–4704–7933; SPIN 4083–6575;

*Mikhail A. Druzhkov* — Cand. of Sci. (Med.), head of the radionuclide diagnostics department, Chelyabinsk Regional Clinical Hospital, Russia; 454048, Chelyabinsk, Vorovsky str. 70; e-mail: Lrzhvm@gmail.com; ORCID — no; SPIN — no;

*Albert A. Makaryan* — Cand. Of Sci. (Med.), associate professor, department of urology, nephrology and transplantology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ural State Medical University»; 620028, Yekaterinburg, str. Repina 3, Russia; e-mail: walter2711@mail.ru; ORCID 0000–0002–3554–5567; SPIN 4083–6575.

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: *К. А. Чиглинец* — сбор и обработка клинического материала, систематизация данных, написание текста; *А. В. Зырянов* — концепция и дизайн исследования, редактирование статьи; *А. Ю. Чиглинец* — обработка и адаптация рукописи; *М. А. Дружков, А. А. Макарян* — обработка радиологических результатов, систематизация и интерпретация полученных данных.

**Authors' contributions:** All authors met ICMJE authorship criteria. The largest contributions were distributed as follows: *KACH* — collection and processing of clinical material, systematization of data, text writing; *AVZ* — conception and design of the study, editing of the article; *AYuCh* — processing and adaptation of the manuscript; *MAD, AAM* — processing of radiological results, systematization and interpretation of obtained data.

**Потенциальный конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Disclosure:** the author declares no conflict of interest.

**Соответствие принципам этики:** одобрение этического комитета не требовалось, информированное согласие получено от каждого пациента  
**Adherence to ethical standards:** ethical committee approval was not required and consent was obtained from each patient.

Поступила/Received: 22.06.2022.  
 Принята к печати/Accepted: 29.08.2023.  
 Опубликовано/Published: 29.09.2023.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Chien L.-Ch., Wakil M., Nguen J., Chahine A., Archer-Arroyo K., Hanna T.N., Herr K.D. The American Association for the Surgery of Trauma Organ Injury Scale 2018 update for computed tomography-based grading of renal trauma: a primer for the emergency radiologist // *Emerg. Radiol.* 2020. Vol. 27, No. 1. P. 63–73. doi: 10.1007/s10140-019-01721-z.
- Саковчук О.А., Савченко С.В., Новоселов В.П. Морфологические особенности повреждений почки, отражающие виды ее деформации // *Сибирский медицинский вестник*. 2018. № 4. С. 35–38. [Sakovchuk O.A., Savchenko S.V., Novoselov V.P. Morphological features of kidney damage, reflecting the types of its deformation. *Siberian Medical Bulletin*, 2018, No. 4, pp. 35–38 (In Russ.).]
- Gillmann C., Saur D., Wischgoll T., Scheuermann G. Uncertainty — aware visualization in medical imaging — a survey // *Computer Graphics Forum*. 2021. Vol. 40, No. 3. P. 665–689. doi: 10.1111/egf.14333.
- Jalli R., Kamalzaden N., Lotfi M., Farahangiz S., Salehipour M. Accuracy of sonography in detection of renal injuries caused by blunt abdominal trauma: a prospective study // *Ulus Trauma Acil. Cerrahi Derg.* 2009. Vol. 15, No. 1. P. 23–27. PMID:19130335.
- Borghgraef R.R.M., Kessler R.H., Pitts R.F., Parks M.E., van Woert W., MacLeod M.B. Plasma regression, distribution and excretion of radiomercury in relation to diuresis following the intravenous administration of Hg<sup>203</sup> labelled chlormerodrin to the dog // *J. Clin. Invest.* 1956. Vol. 35, 9. P. 1055–1066. doi: 10.1172/JCI103351.
- Haynie T.P., Bruce H., Stewart B.H., Mohamed M., Nofar M.M., Carr E.A.Jr., Beirwaltes W.H. diagnosis of renal vascular disease and renal tumors by photoscanning // *JAMA*. 1962. Vol. 179, No. 2. P. 137–140. doi: 10.1001/jama.1962.03050020000006a.
- Bingham M.A., Maisey M.N. An evaluation of the use of <sup>99m</sup>Tc dimercaptosuccinic acid (DMSA) as a static renal imaging agent // *Br. J. Radiol.* 1978. Vol. 51, No. 608. P. 599–607. doi: 10.1259/0007-1285-51-608-599.
- MacKenzie J.R. DMSA — the new gold standard // *Nucl. Med. Commun.* 1990. Vol. 11, No. 11. P. 725–726. doi: 10.1097/00006231-199011000-00001.
- Simmons J.L., Jones M.A. Use of the renal scintiscan in urology // *J. Urol.* 1963. Vol. 90, 5. P. 642–657. doi: 10.1016/s0022-5347(17)64466-5.
- Freeman L.M., Kay C.J., Meng C.N. Contribution of renal scanning in evaluation of renal trauma. *Radiology*. 1966. Vol. 86, No. 6. P. 1021–1029. doi: 10.1148/86.6.1021.
- Betti R., Palumbo R., De Santis M., Senin V., Biasini E. Use of <sup>203</sup>Hg scintiscan in experimental renal trauma // *J. Urol.* 1966. Vol. 96, No. 3. P. 278–282. doi: 10.1016/S0022-5347(17)63250-6.
- Patel K., Charron M., Hoberman A., Brown M.L., Rogers K.D. Intra- and interobserver variability in interpretation of DMSA scans using a set of standardized criteria // *Pediatr. Radiol.* 1993. Vol. 23, No. 7. P. 506–509. doi: 10.1007/BF02012131.
- Sujenthiran A., Elshout P.J., Veskima E., MacLennan S., Yuan Y., Serafetinidis E., Sharma D.M., Kitrey N.D., Djakovic N., Lumen N., Kuehhas F.E., Summerton D.J. Is nonoperative management the best first-line option for high-grade renal trauma? A systematic review // *Eur. Urol. Focus*. 2019. Vol. 5, No. 2. P. 290–300. doi: 10.1016/j.euf.2017.04.011.
- Haralick R.M., Shanmugan K., Dinstein I. Textural features for image classification // *IEEE Trans Syst. Man. Cybern.* 1973. Vol. SMC-3, No. 6. P. 610–621. doi: 10.1109/TSMC.1973.4309314.
- Hodson C.J. The effects of disturbance of flow on the kidney // *J. Infect. Dis.* 1969. Vol. 120, No. 1. P. 54–60. doi: 10.1093/infidis/120.1.54.
- Piepsz A. Radionuclide studies in pediatric nephron-urology // *Eur. J. Radiol.* 2002. Vol. 43, No. 2. P. 146–153. doi: 10.1016/s0720-048x(02)00111-0.
- Knudson M.M., Harrison P.B., Hoyt D.B., Shatz D.V., Zietlow S.P., Bergstein J.M., Mario L.A., McAninch J.W. Outcome after major renovascular injuries: a Western trauma association multicenter report // *J. Trauma*. 2000. Vol. 49, No. 6. P. 1116–1122. doi: 10.1097/00005373-200012000-00023.
- Choi U.C., Jeong H.H., Lee J.B., Yun J.C. Preservation of renal function after conservative treatment for trauma: short-term follow up results with <sup>99m</sup> technetium dimercapto-succinic acid // *J. Korea Soc. Trauma*. 2003. Vol. 16, No. 1. P. 25–30.
- Pereira J.G.A., Santos A.C., Muglia V.F., Miyake C.H., Nobre F., Simões V., de Andrade J.I. Late evaluation of the relationship between morphological and functional renal changes and hypertension after non-operative treatment of high-grade renal injuries // *World J. Emerg. Surg.* 2012. Vol. 7, No. 1. P. 26. doi: 10.1186/1749-7922-7-26.

Открыта подписка на 1-е полугодие 2024 года.

Подписной индекс:

Объединенный каталог «Пресса России» **42177**