

<https://doi.org/10.25512/DIR.2021.15.2.01>

## ПУНКЦИОННЫЕ ДОСТУПЫ ДЛЯ ЧРЕСКОЖНЫХ МИНИИНВАЗИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ ПОД КТ КОНТРОЛЕМ ПРИ ОПУХОЛЯХ КОСТЕЙ ТАЗА

**И.А. Буровик** – [ORCID: 0000-0002-4714-1228]

к.м.н., научный сотрудник, врач отделения лучевой диагностики

**Г.Г. Прохоров** – [ORCID: 0000-0001-9015-3817]

д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник, врач отделения общей онкологии и урологии

**\*Д.В. Оконечникова** – [ORCID: 0000-0001-9364-9332]

врач-ординатор отделения лучевой диагностики

ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России

197758 Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, ул. Ленинградская, 68

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- трепанобиопсия кости
- криоабляция
- интервенционные процедуры
- КТ навигация

### АННОТАЦИЯ:

**Цель:** систематизировать и уточнить возможные пункционные доступы при миниинвазивных чрескожных процедурах под контролем КТ у больных с опухолевым поражением костей таза.

**Методы и материалы:** выполнено 63 вмешательства на костях таза (53 трепанобиопсии и 10 криоабляций) под КТ контролем у 52 больных. Манипуляции проводили с использованием компьютерного томографа Philips Ingenuity, роботизированной приставки Maxio Perfint, «Системы медицинской криотерапевтической (МКС)».

**Результаты:** при проведении интервенционных процедур были определены три топографических области – зоны тазового кольца: верхняя (на уровне подвздошной кости), средняя (на уровне суставной щели тазобедренного сустава), нижняя (на уровне ветвей седалищной и лобковой костей). В каждой зоне выделены пункционные доступы внутри определенных секторов безопасности, связанные с пятью оптимальными позициями пациента в апертуре гентри. Приведены клинические примеры интервенционных процедур в зависимости от локализации патологического процесса, демонстрирующие безопасность доступов и обоснованность предложенных рекомендаций. Осложнений вмешательств не возникло.

**Заключение:** выбор оптимального пункционного доступа и стандартных позиций пациента при миниинвазивных операциях под контролем КТ у пациентов с поражением костей таза обеспечивает безопасность хирургических манипуляций и способствует повышению эффективности лечения.

*Для цитирования.* Буровик И.А., Прохоров Г.Г., Оконечникова Д.В. «ПУНКЦИОННЫЕ ДОСТУПЫ ДЛЯ ЧРЕСКОЖНЫХ МИНИИНВАЗИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ ПОД КТ КОНТРОЛЕМ ПРИ ОПУХОЛЯХ КОСТЕЙ ТАЗА». Ж. ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ И ИНТЕРВЕНЦИОННАЯ РАДИОЛОГИЯ. 2021; 15(2): 9–17.

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Оконечникова Дарья Викторовна (Okonechnikova Daria V.), e-mail: okonechnikovad@gmail.com

## PUNCTURE APPROACHES FOR PERCUTANEOUS CT-GUIDED MINI-INVASIVE INTERVENTIONS IN BONE TUMORS OF THE PELVIS

**Burovik I.A.** – [ORCID: 0000-0002-4714-1228]

MD, PhD

**Prokhorov G.G.** – [ORCID: 0000-0001-9015-3817]

MD, PhD, professor

**\*Okonechnikova D.V.** – [ORCID: 0000-0001-9364-9332]

resident

*FSBI «N.N. Petrov NMRC of Oncology» Ministry of Healthcare of the Russian Federation  
68, Leningraskaya str., Saint-Petersburg, Russian Federation, 197758*

### KEY-WORDS:

- bone trephine biopsy
- cryoablation
- interventional procedures
- CT navigation

### ABSTRACT:

**Aim:** was to systematize and clarify possible puncture approaches in percutaneous CT-guided mini-invasive procedures in patients with tumor lesions of pelvic bones.

**Methods and materials:** 63 CT-guided interventions were performed on pelvic bones (53 trephine biopsy and 10 cryoablations) in 52 patients. Manipulations were performed using the Philips Ingenuity CT scanner, Maxio Perfint robotic system and «Medical Cryotherapeutic System».

**Results:** during interventional procedures, three topographic regions were identified - zones of the pelvic ring: upper zone (at the level of the ilium), middle zone (level of the articular space of the hip joint), and lower zone (at the level of the ramus of the ischial and pubic bones). In each zone, within certain safety sectors, puncture approaches are highlighted, associated with five optimal positions of the patient in the gantry aperture. Clinical examples of puncture procedures with various localization of the pathological process are given, demonstrating the safety of approaches and the validity of proposed recommendations. There were no complications after interventions.

**Conclusion:** the choice of the optimal puncture approach and standard patient' positions in mini-invasive CT-guided operations in patients with pelvic bone lesions can improve the efficiency and safety of surgical procedures.

### Введение

Среди миниинвазивных чрескожных процедур у пациентов с опухолевыми заболеваниями костей, выполняемых под контролем лучевых методов исследования, наибольшее место занимают биопсии, аблационные вмешательства и цементопластика [1,2].

Ключевым фактором успеха интервенционной процедуры является эффективная визуализация устанавливаемых инструментов (игл, зондов, электродов), что позволяет как оценить точность их позиционирования, так и предотвратить или быстро диагностировать возможные осложнения. Одной из сложных локализаций является область таза, что обусловлено сосредоточением здесь нервных и сосудистых структур, наличием крупного сустава, нахождением в малом тазу тонкой и толстой кишок, внутренних половых органов и органов мочевыделительной системы.

Для лучевого контроля процедуры могут использоваться различные модальности, в том числе рентгеновская флюороскопия, конусно-лучевая компьютерная томография, ультразвуковой метод, магнитно-резонансная томография [3,4]. Однако в настоящее время наиболее широкое применения в качестве метода визуализации находит компьютерная томография (КТ).

Компьютерная томография позволяет эффективно визуализировать компактное и губчатое вещество кости, внутренние органы, сосуды и металлические инструменты [5]. К определенным ограничениям метода стоит отнести лимитированное пространство для работы в апертуре гентри, сложность введения

инструмента при большом отклонении его траектории от оси Z, значительную лучевую нагрузку [3]. Частично эти особенности могут быть нивелированы за счет наклона гентри, использования роботизированных навигационных систем или комбинированного применения КТ и С-дуги. В соответствии с рекомендациями Miranda O.M. и соавт., КТ может рассматриваться как метод выбора при проведении чрескожных вмешательств на костях таза [5].

Целью работы явились систематизация и уточнение пункционных доступов при миниинвазивных чрескожных процедурах под контролем КТ при опухолевом поражении костей таза.

### Материалы и методы исследования

В ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России в период с 2017 по 2020 гг. было выполнено 63 пункционных вмешательства на костях таза, в том числе 53 трепанобиопсии и 10 криоабляций у 52 больных. Из них 28(54 %) женщины и 24(46 %) мужчин в возрасте от 24 до 81 года.

Использовали компьютерный томограф Philips Ingenuity, навигационную роботизированную приставку к томографу Maxio Perfint. Трепанобиопсии проводили иглами диаметром 8-18 G. При выполнении пункционной стереотаксической криоабляции применяли отечественную «Систему медицинскую криотерапевтическую (МКС)» с криозондами диаметром от 1,5 мм до 3,0 мм.

Безопасность пункционного доступа зависит от синтопии очага поражения по отношению к другим анатомическим структурам. Принятое разделение на брюшинный, внебрюшинный и промежностный отделы таза, или на «большой и малый таз» определяет общие очертания данной области, но не отражает особенности расположения крупных сосудов и нервов, а также изменчивость их топографии на разных уровнях.

Учитывая анатомическую вариабельность на сканах КТ, во всех наблюдениях мы успешно выполнили интервенционное вмешательство, избежав осложнений.

Это достигалось соблюдением методологии позиционирования инструментов, в основе которой лежало выделение трех областей – зон таза: верхней (на уровне подвздошной кости), средней (на уровне суставной щели тазобедренного сустава), нижней (на уровне ветвей седалищной и лобковой костей). В пределах каждой из них были определены сектора безопасности, внутри которых располагались траектории установки игл. Каждый из обозначенных секторов был связан с одной из стандартных позиций пациента в апертуре гентри. В конечном итоге были систематизированы варианты доступов в зависимости от постоянных костных ориентиров на КТ-изображениях.

## Результаты

На компьютерных томограммах ясно визуализируются границы суставной щели тазобедренного сустава (средняя зона тазового кольца), что позволяет выделить краниальнее от верхней границы щели зону подвздошной кости (верхняя зона тазового кольца), а каудальнее – зону ветвей седалищной и лобковой костей (нижняя зона тазового кольца). Каждая зона имеет свои анатомические особенности, которые определяют возможные направления для безопасного манипулирования – сектора безопасности для доступа к очагам поражения в этих зонах.

### Верхняя зона тазового кольца

На аксиальных срезах компьютерных томограмм на данном уровне сканирования могут быть визуализированы следующие костные элементы: крылья и тела подвздошных костей, крестец и крестцово-подвздошные сочленения, часть копчика.

Верхняя зона тазового кольца на уровне крыла отличается от уровня тела подвздошной кости. В связи с этим целесообразно выделение в верхней зоне двух соответствующих уровней: крыла и тела подвздошной кости.

Наряду с лучевой визуализацией при пункционном доступе в верхней зоне для пальпаторного контроля доступны гребень, верхняя и нижняя ости подвздошной кости. При доступе между компактными пластинками крыла вероятность повреждения поверхностных и глубоких подвздошных опоясывающих сосудов незначительна. В нижней же части подвздошной кости, где ее

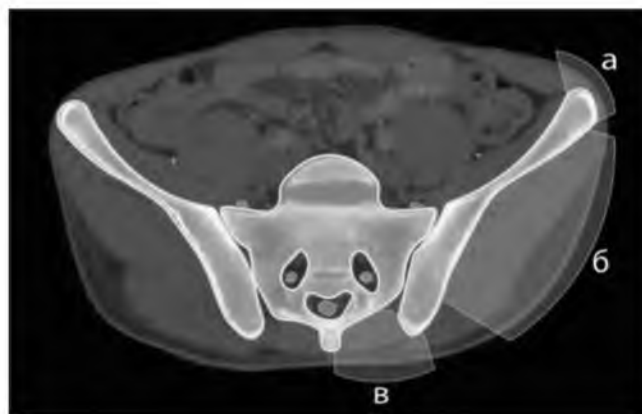
крыло переходит в тело, топография сосудисто-нервного пучка более сложная. Здесь на седалищной вырезке лежит разветвление верхней ягодичной артерий. Дуга последней примерно соответствует кривизне гребня подвздошной кости, проходя между верхней и нижней третью задней поверхности ее крыла. Особенность ягодичных сосудов состоит в том, что стенки артерий связаны с фасциальными внутримышечными перегородками; это способствует зиянию просвета артерий и обуславливает интенсивное кровотечение при их пункционном повреждении и образование обширных гематом. Подобная опасность должна ограничивать манипуляции в области тела подвздошной кости, особенно по нижнему краю седалищной вырезки.

В целом, при выполнении пункционных и аблационных вмешательств в верхней зоне тазового кольца траектории введения инструментов и области аблации должны планироваться вне локализации следующих анатомических структур: органы брюшной полости, наружные и внутренние подвздошные сосуды, ягодичные артерии, мочеточники, крестцовый канал, крестцовые отверстия, бедренный, седалищный нервы, нервы крестцового сплетения.

После исключения потенциально опасных зон при планировании пункционных линий внутри приемлемого сектора (конусообразного пространства вокруг оси операционного действия) допускается применение переднего, латерального и заднего пункционных доступов.

### Уровень крыла подвздошной кости (рис. 1):

1. Передний доступ через переднюю верхнюю ость и гребень подвздошной кости.
2. Боковой доступ через крестцово-подвздошное сочленение и наружную поверхность крыла подвздошной кости.



**Рис. 1.** Верхняя зона тазового кольца на уровне крыла подвздошной кости. Сектора безопасных доступов:

*а – передний;*

*б – боковой;*

*в – задний.*

*Выделены костные ориентиры (светло-желтый), нервы (желтый), сосуды (синий, красный), мочеточники (зеленый), органы брюшной полости (розовый).*

3. Задний доступ через заднюю верхнюю ость крыла подвздошной кости, подвздошную бугристую, боковую массу крестца.

**Уровень тела подвздошной кости (рис. 2):**

1. Передний доступ через переднюю поверхность тела подвздошной кости.
2. Переднебоковой и заднебоковой доступы через наружную поверхность тела подвздошной кости.
3. Задний доступ через заднюю поверхность тела подвздошной кости, заднюю поверхность крестца и копчика.

**Средняя зона тазового кольца**

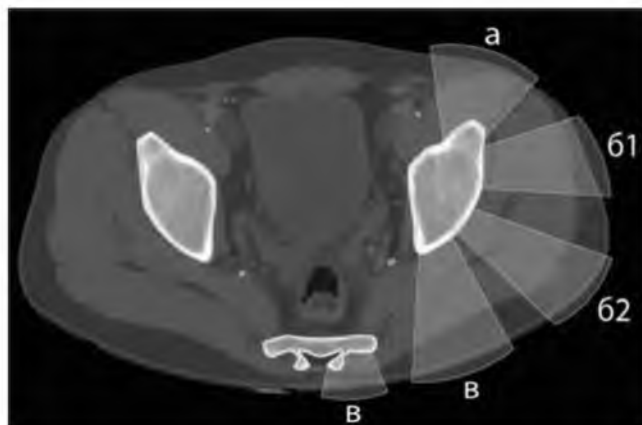
При КТ в этой зоне костными ориентирами являются: головки бедренных костей, части верхних ветвей лобковых костей и тела седалищных костей, образующие вертлужные впадины, каудальная часть копчика (рис. 3).

**Пункционные доступы:**

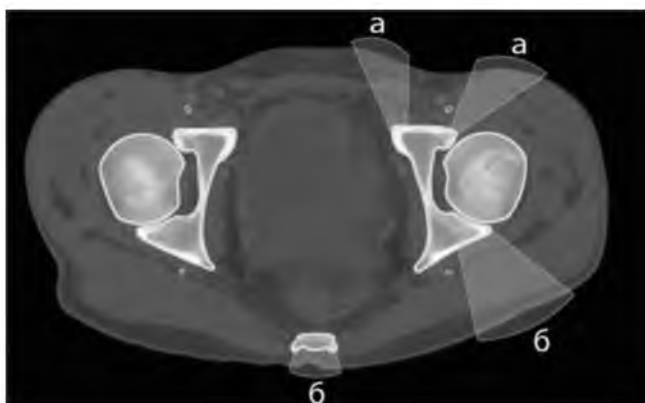
1. Передний доступ через верхнюю ветвь подвздошной кости.
2. Задний доступ через тело седалищной кости и копчик.

При переднем пункционном доступе иглу следует

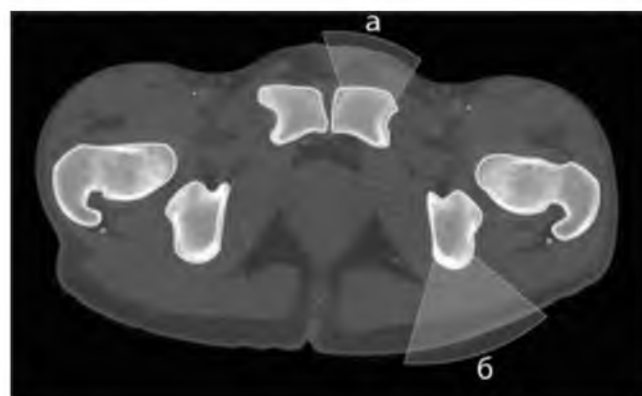
вводить, минуя область расположения наружных подвздошных (бедренных) сосудов и бедренного нерва, при заднем – сосудисто-нервного пучка, проходящего в большом седалищном отверстии.



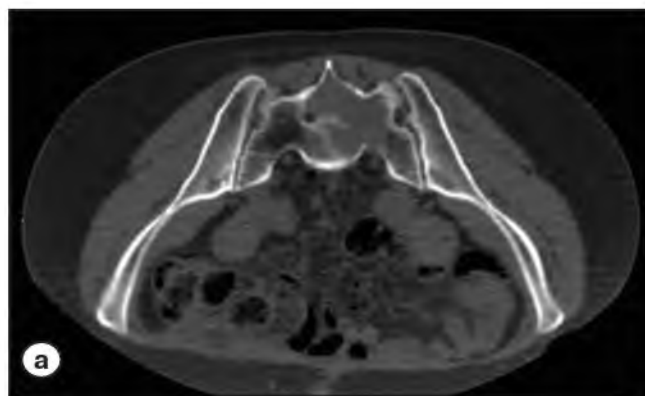
**Рис. 2.** Верхняя зона тазового кольца на уровне тела подвздошной кости. Сектора безопасных доступов: а – передний; б1 – переднебоковой; б2 – заднебоковой; в – задний.



**Рис. 3.** Средняя зона тазового кольца. Сектора безопасных доступов: а – передний; б – задний.



**Рис. 4.** Нижняя зона тазового кольца. Сектора безопасных доступов: а – передний; б – задний.



**Рис. 5.** Криоабляция опухолевого очага в левой боковой массе крестца из заднего доступа. КТ сканы таза: а – этап планирования; б – этап криоабляции.

Нижняя зона тазового кольца

На компьютерных томограммах в этой зоне могут быть визуализированы: ветви седалищных костей, лобковый симфиз, нижние ветви и части верхних ветвей лобковых костей, шейки бедренных костей (**рис. 4**).

Пункционные доступы:

1. Передний доступ через тело лобковой кости.
2. Задний доступ через седалищный бугор.

При переднем пункционном доступе существует опасность повреждения мочевого пузыря и других органы малого таза, а также сосудов и нервов, проходящих латерально. Ветви лобковых костей расходятся относительно симфиза под углом к оси Y, поэтому для построения траектории введения иглы часто может быть удобным выполнить наклон гентри компьютерного томографа.

Сектора безопасных доступов жестко связаны с размещением пациента в апертуре гентри. Возможны позиции: «на спине» (сектор безопасности «а» на **рисунке 1**); «боковая» (сектор безопасности «б» на **рисунке 1**); «переднебоковая» (сектор безопасности «б1» на **рисунке 2**); «заднебоковая» (сектор безопасности «б2» на **рисунке 2**); «на животе» (сектора безопасности «в» на **рисунке 1**). Сочетание стандартной позиции с безопасным сектором связано с необходимостью достаточной пространственной свободы при манипуляции внутри апертуры гентри и предпочтительностью формирования прямого угла между инструментом и поверхностью кости для предотвращения соскальзывания трепана.

Во всех наблюдениях миниинвазивных чрескожных процедур под КТ контролем не возникло значимых осложнений, связанных с повреждением внутренних органов и сосудов. В 4 наблюдениях после

выполненной криоабляции имелись послеоперационные неврологические нарушения, имевшие обратимый характер.

Изложенные методологические подходы к введению инструментов при опухолевом поражении костей могут быть проиллюстрированы следующими клиническими примерами.

Клиническое наблюдение 1. Верхняя зона тазового кольца, уровень крыла подвздошной кости. Задний доступ через боковую массу крестца.

Пациентка О., 61 год. Диагноз: эндометриоидная аденокарцинома левого яичника. Состояние после двусторонней аднексэктомии, субтотальной гистерэктомии, оментэктомии, химиотерапии от 2013 года. Прогрессирование от 2016 года – метастатическое поражение костей.

В связи с выраженным болевым синдромом, обусловленным вторичным поражением крестца, проведена криоабляция опухолевого очага в паллиативном режиме (**рис. 5**). Болевой синдром был купирован. Возникшие в послеоперационном периоде неврологические нарушения со стороны тазовых органов носили обратимый характер.

Клиническое наблюдение 2. Верхняя зона тазового кольца, уровень крыла подвздошной кости. Боковой доступ через наружную поверхность крыла подвздошной кости.

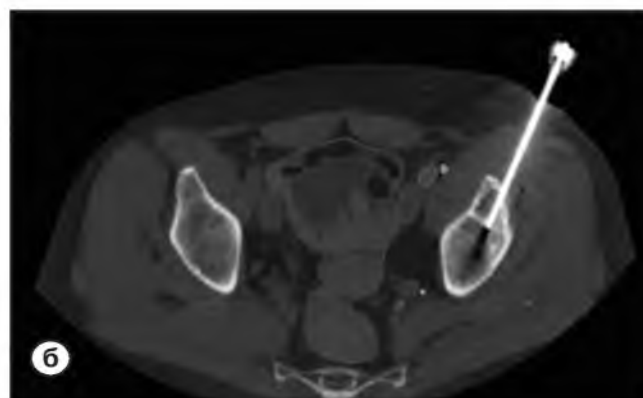
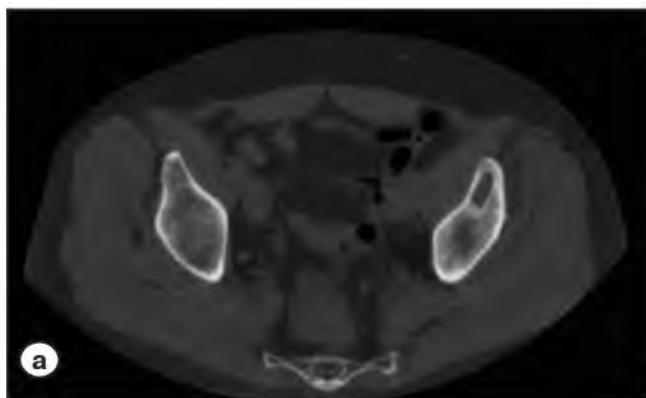
Пациент З., 34 года. Диагноз: солитарный остеолитический очаг в правой подвздошной кости неясного генеза.

С целью дифференциальной диагностики проведена трепанобиопсия очага деструкции (**рис. 6**).

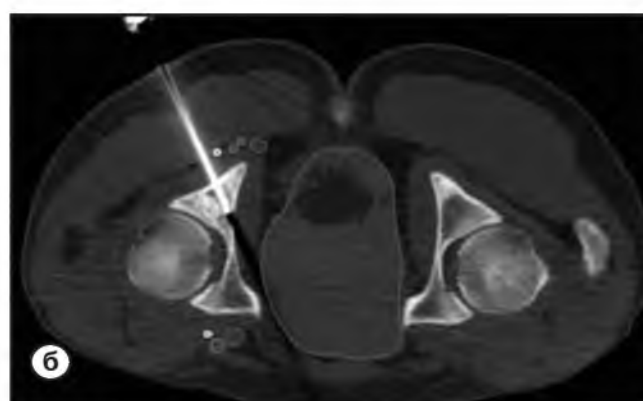
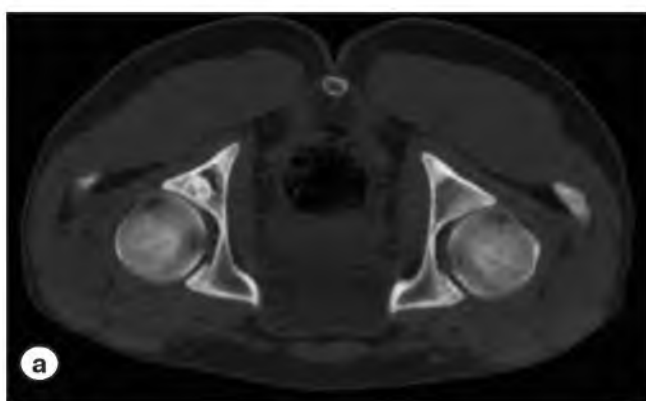
По данным гистологического исследования хронический остеомиелит.



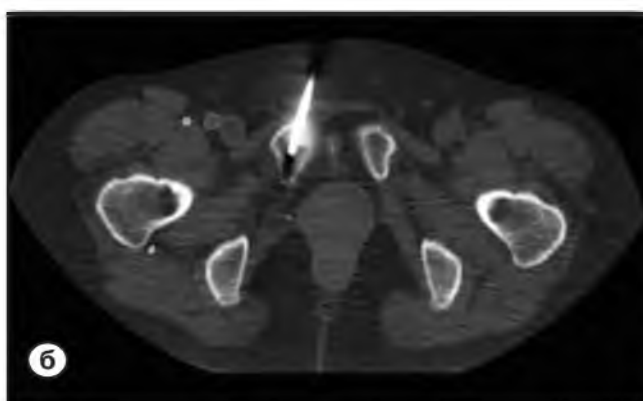
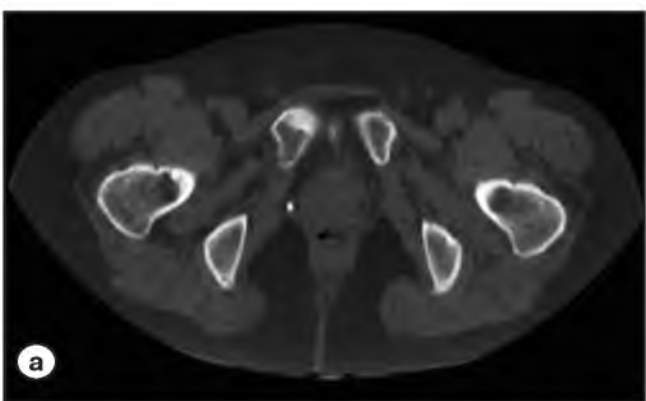
**Рис. 6.** Биопсия очага деструкции в крыле правой подвздошной кости из бокового доступа. КТ сканы таза: а – этап планирования; б – этап биопсии.



**Рис. 7.** Биопсия очага деструкции в теле правой подвздошной кости из переднего доступа. КТ сканы таза:  
а – этап планирования;  
б – этап биопсии.



**Рис. 8.** Биопсия очага деструкции в теле правой седалищной кости из заднего доступа. КТ сканы таза:  
а – этап планирования;  
б – этап биопсии.



**Рис. 9.** Биопсия очага деструкции в теле левой лобковой кости из переднего доступа. КТ сканы таза:  
а – этап планирования;  
б – этап биопсии.

**Клиническое наблюдение 3.** Верхняя зона тазового кольца, уровень тела подвздошной кости. Передний доступ через переднюю поверхность тела подвздошной кости.

Пациент А., 62 года. Диагноз: рак прямой кишки (p)T3N1Mx. Остеолитический очаг в теле правой подвздошной кости.

С целью исключения вторичного поражения кости

выполнена трепанобиопсия образования (**рис. 7**). Результат гистологического исследования: метастаз аденокарциномы прямой кишки.

**Клиническое наблюдение 4.** Средняя зона тазового кольца. Задний доступ через тело седалищной кости.

Пациент Г., 19 лет. Диагноз: образование правой седалищной кости (простая костная киста? остеобластома?).

С целью уточнения диагноза выполнена трепанобиопсия (рис. 8).

По данным гистологического заключения опухолевые клетки не выявлены.

Клиническое наблюдение 5. Нижняя зона тазового кольца. Передний доступ через тело лобковой кости.

Пациентка Ш., 62 года. Диагноз: рак правой молочной железы. Состояние после мастэктомии от 2012 года. Состояние после гормонотерапии от 2012-2016 гг. При контрольной КТ установлено прогрессирование: метастаз в левой лобковой кости.

С целью получения материала для иммуногистохимического исследования была выполнена трепанобиопсия очага деструкции (рис. 9).

Заключение патоморфологического исследования: метастаз инвазивного протокового рака молочной железы в кость (ER, PR, GATA3 – положительны; Ki67 – 30%; HER2 – 0).

## Обсуждение

Одно из основных требований современной медицины заключается в том, что лечение должно базироваться на точном диагнозе. Биопсия кости имеет своей целью получение материала для патоморфологического исследования в случае опухолевого поражения или для микробиологического анализа при инфекционной природе изменений. Опухолевая деструкция в костях таза в подавляющем большинстве наблюдений имеют вторичную природу.

Несмотря на то, что наиболее часто при диссеминации опухолевого процесса поражается позвоночник, более 80% всех метастазов локализуются вне позвоночного столба. При этом метастазы в костях таза отмечаются у 63% больных с вторичным поражением скелета [6]. Относительная доступность и массивность тазового кольца определяет его как один из наиболее предпочтительных источников получения ткани для патоморфологического исследования. Забор материала может быть реализован в виде открытой или пункционной биопсии. Последнюю выполняют путем тонкоигольной аспирационной биопсии либо трепанобиопсия. При опухолях костей трепанобиопсия на сегодняшний день является методом выбора; ее предпочтительность была продемонстрирована рядом исследований [7,8]. Однако и при использовании методики тонкоигольной аспирационной биопсии диагностическая точность может достигать 90%. При этом сочетание методов обеспечивает установление диагноза в 96% наблюдений [9].

Очевидно, что эффективность биопсии определяется, с одной стороны, минимальным риском возможных осложнений, а с другой – забором тканевых образцов достаточного объема для проведения патоморфологического исследования. Потенциальные риски проведения подобного вмешательства связаны с

диссеминацией опухоли вдоль канала биопсии, с повреждением сосудисто-нервных структур или внутренних органов, инфицированием канала биопсии при нарушении правил асептики и антисептики. Подобные ошибки могут быть сведены к минимуму путем предварительного обсуждения клинической ситуации в рамках мультидисциплинарной комиссии.

При проведении пункционной биопсии кости контаминация опухолевыми клетками по ходу иглы является неизбежной. Несмотря на то, что данные об имплантационном метастазировании при подобной процедуре являются противоречивыми, в целом, по данным Barrientos-Ruiz I. и соавт., частота такого события составляет менее 1% [10]. В связи с этим при планировании радикального хирургического вмешательства по поводу первичной злокачественной опухоли кости является обоснованным выполнение резекции биопсийного канала.

Кровотечение – одно из наиболее частых осложнений при биопсии опухолей различной локализации. Костные опухоли не являются исключением, при этом особенно внимательно необходимо относиться к биопсии высоко васкуляризованных образований. Кровотечения в полость таза могут протекать скрыто и достигать значительных объемов благодаря обширным клетчаточным пространствам. Несвоевременная диагностика такого кровотечения может иметь фатальные последствия.

Другими серьезными осложнениями выступают повреждения органов малого таза (кишечника, мочевого пузыря, внутренних половых органов). Подобные ятрогении, наряду с травматизацией нервных структур, не являются частыми при проведении биопсий в связи с небольшим диаметром игл и преимущественным расположением этих структур вне траектории пункционного канала. Осложнения подобного характера чаще наблюдаются при аблационных вмешательствах.

В целом миниинвазивные аблационные процедуры сопровождаются большим риском осложнений в сравнении с биопсией, так как при проведении аблации нередко требуется установка нескольких электродов/зондов большого диаметра. При этом фактором повреждения выступают не только сами позиционируемые инструменты, но и воздействие соответствующего физического фактора аблации. В этом отношении метод криоаблации обладает преимуществом в сравнении с радиочастотной и микроволновой аблацией, так как при ее выполнении возможны визуализация ледяной сферы в окружающих кость мягких тканях и контроль ее распространения на соседние органы и крупные сосуды [11]. При этом возникающий неврологический дефицит, обусловленный повреждением нервных структур, в большинстве наблюдений имеет обратимый характер.

Таким образом, одной из ключевых мер профилактики

осложнений миниинвазивных пункционных процедур является соблюдение методологических требований к их проведению: использование стандартной позиции пациента в апертуре гентри компьютерного томографа, выбор безопасного оперативного доступа, позволяющего достичь зоны интереса, в случае биопсии осуществить эффективный забор материала для исследования, а при проведении абляции обеспечить необходимую форму области некроза, исключаящую повреждение важных анатомических структур. Так как анатомическое образование обладает сложной пространственной конфигурацией, поэтому для удобства планирования возможных точек доступа и безопасных траекторий введения иглы обосновано выделение описанных в статье трех зон тазового кольца: верхней, средней и нижней. С учетом анатомических особенностей каждой зоны в зависимости от локализации патологического очага могут быть использованы вари-

анты пункций из переднего, бокового, переднебокового, заднебокового и заднего доступов в пределах обозначенных секторов безопасности.

## Выводы

1. Безопасность миниинвазивных чрескожных процедур под КТ контролем в случае опухолевого поражения костей таза определяется использованием определенных секторов пункционного доступа, применением стандартных позиций пациента в апертуре гентри компьютерного томографа и знанием топографической анатомии таза.
2. Выделение трех зон тазового кольца, обоснованное особенностями топографической анатомии этой области, облегчает выбор пункционного доступа к очагу поражения и снижает вероятность осложнений. ■

## Список литературы

1. Garnon J., Koch G., Caudrelier J., et al. Expanding the borders: Image-guided procedures for the treatment of musculoskeletal tumors. *Diagnostic and Interventional Imaging*. 2017; 98(9): 635-644.
2. Sun G., Jin P., Liu X.W., et al. Cementoplasty for managing painful bone metastases outside the spine. *European Radiology*. 2014; 24(3): 731-737.
3. Буровик И.А., Прохоров Г.Г., Лушина П.А. и др. Робот-ассистированные чрескожные вмешательства под КТ-контролем: первый опыт. *Медицинская визуализация*. 2019; (2): 27-35.
4. Lin Y.C., Wu J.S., Kung J.W. Image guided biopsy of musculoskeletal lesions with low diagnostic yield. *Current Medical Imaging Reviews*. 2017; 13(3): 260-267.
5. Miranda O.M., Moser T.P. A practical guide for planning pelvic bone percutaneous interventions (biopsy, tumour ablation and cementoplasty). *Insights into Imaging*. 2018; 9: 275-285.
6. Coleman R.E., Croucher P.I., Padhani A.R., et al. Bone metastases. *Nature Reviews Disease Primers*. 2020; 6: 83.
7. Filippiadis D.K., Charalampopoulos G., Mazioti A.,

- et al. Bone and Soft-Tissue Biopsies: What You Need to Know. *Seminars in Interventional Radiology*. 2018; 35(4): 215-220.
8. Veltri A., Bargellini I., Giorgi L., et al. CIRSE guidelines on percutaneous needle biopsy (PNB). *CardioVascular and Interventional Radiology*. 2017; 40(10): 1501-1513.
9. Meagan C., Keegan B.A., Darcy A.K. Fine-needle aspiration biopsy for the diagnosis of bone and soft tissue lesions: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Society of Cytopathology*. 2020; 9(5): 429-441.
10. Barrientos-Ruiz I., Ortiz-Cruz E.J., Serrano-Montilla J., et al. Are Biopsy Tracts a Concern for Seeding and Local Recurrence in Sarcomas? *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2017; 475(2): 511-518.
11. Буровик И.А., Прохоров Г.Г. Компьютерная томография как метод контроля проведения чрескожной пункционной криоабляции опухолей. *Лучевая диагностика и терапия*. 2019; 4: 57-65.

## References

1. Garnon J, Koch G, Caudrelier J, et al. Expanding the borders: Image-guided procedures for the treatment of musculoskeletal tumors. *Diagnostic and Interventional Imaging*. 2017; 98(9): 635-644.
2. Sun G, Jin P, Liu XW, et al. Cementoplasty for managing painful bone metastases outside the spine. *European Radiology*. 2014; 24(3): 731-737.
3. Burovik IA, Prokhorov GG, Lushina PA, et al. CT-guid-

- ed robotic-assisted percutaneous interventions: first experience. *Medical Visualization*. 2019; (2): 27-35 [In Russ].
4. Lin YC, Wu JS, Kung JW. Image guided biopsy of musculoskeletal lesions with low diagnostic yield. *Current Medical Imaging Reviews*. 2017; 13(3): 260-267.
5. Miranda OM, Moser TP. A practical guide for planning pelvic bone percutaneous interventions (biopsy, tumour



ablation and cementoplasty). *Insights into Imaging*. 2018; 9: 275–285.

6. Coleman RE, Croucher PI, Padhani AR, et al. Bone metastases. *Nature Reviews Disease Primers*. 2020; 6: 83.

7. Filippiadis DK, Charalampopoulos G, Mazioti A, et al. Bone and Soft-Tissue Biopsies: What You Need to Know. *Seminars in Interventional Radiology*. 2018; 35(4): 215-220.

8. Veltri A, Bargellini I, Giorgi L, et al. CIRSE guidelines on percutaneous needle biopsy (PNB). *CardioVascular and Interventional Radiology*. 2017; 40(10): 1501–1513.

9. Meagan C, Keegan BA, Darcy AK. Fine-needle

aspiration biopsy for the diagnosis of bone and soft tissue lesions: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Society of Cytopathology*. 2020; 9(5): 429-441.

10. Barrientos-Ruiz I, Ortiz-Cruz EJ, Serrano-Montilla J, et al. Are Biopsy Tracts a Concern for Seeding and Local Recurrence in Sarcomas? *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2017; 475(2): 511-518.

11. Burovik IA, Prokhorov GG. Computed tomography as a method of control of percutaneous tumor cryoablation. *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2019; (4): 57-65 [In Russ].