

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
ДЕПАРТАМЕНТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ

СОГЛАСОВАНО

Главный внештатный специалист
Департамента здравоохранения города
Москвы по лучевой и
инструментальной диагностике

_____ С. П. Морозов

«__» _____ 2020 г.

РЕКОМЕНДОВАНО

Экспертным советом по науке
Департамента здравоохранения
города Москвы № 1



«__» _____ 2020 г.

22 МАРТА 2021

ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА ПЕРЕЛОМОВ КОСТЕЙ
ТАЗА У ДЕТЕЙ № 5

Москва

2020

УДК 618.831

ББК 53.6

С-

Учреждение-разработчик: ГБУЗ «Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии» Департамента здравоохранения города Москвы

Составители: д.м.н. профессор Т. А. Ахадов, Н.Ю., к.м.н. Серова, к.м.н. И.А. Мельников, к.м.н., С.О. Никишов, д.м.н. О.В. Карасева, к.м.н. О.В. Божко, к.б.н. М.В. Ублинский, к. физ.мат. н. А.В. Манжурцев, Т. Д. Костикова, Д.М. Дмитренко, С.В.Сидоров, Д.Н. Хусаинова

Рецензенты: начальник центра лучевой диагностики, главный рентгенолог ФГБУ "Главный клинический госпиталь имени академика Н.Н.Бурденко" МО РФ д.м.н., профессор Троян Владимир Николаевич

заведующий кафедрой травматологии ортопедии Федерального государственного бюджетного учреждения "Национальный медицинский центр" травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова, д.м.н., Дорохин Александр Иванович

ведущий научный сотрудник отделения инновационных технологий ГБУЗ "НПКЦ ДиТ ДЗМ", к.м.н., доцент Петряйкин Алексей Владимирович

Предназначение: Методические рекомендации разработаны на основе данных лучевой диагностики у 790 детей с травмой таза. В методических рекомендациях описаны оптимальный алгоритм мультимодальной методики лучевой диагностики повреждений таза. Исходные аксиальные изображения компьютерной томографии в сочетании с мультипланарными и 3D изображения, оптимально раскрывают все детали и особенности повреждений таза и, особенно при политравме, полностью заменили рентгенографию. Магнитно-резонансная томография с использование инновационных технологий, как компонент алгоритма исследования повреждений таза помогает хирургу выбрать оптимальный вариант хирургического лечения.

Методические рекомендации предназначены для врачей лучевой диагностики, детских хирургов, травматологов, педиатров и научных сотрудников.

Данные методические рекомендации разработаны в ходе выполнения научно-исследовательской работы "Новые технологии в лечении повреждений мягких тканей и костей у детей".

Данный документ является собственностью Департамента здравоохранения города Москвы и не подлежит тиражированию и распространению без соответствующего разрешения.

Оглавление

СОКРАЩЕНИЯ И ТЕРМИНЫ	с. 4-5
НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	с. 7
ВВЕДЕНИЕ	с. 7-8
АНАТОМИЯ	с. 8-9
Кости таза	с. 9-10
Связки таза	с. 10-11
Мышцы таза	с. 11-12
Сосуды таза	с. 12-13
Нервы и сплетения таза	с. 13
Классификация переломов таза	с. 13-16
Лучевая диагностика повреждений таза	с. 17
Ультразвуковая диагностика	с. 17
Рентгенография	с. 17-20
Компьютерная томография	с. 20-22
Тазовая ангиография	с. 22-23
Магнитно-резонансная томография	с. 23-24
Заключение	с. 24-25
Список литературы	с. 25-26

СОКРАЩЕНИЯ

ВИ — взвешенные изображения

ДВИ — диффузионно-взвешенные изображения

ДТП — дорожно-транспортное происшествие

ИКД — измеряемый коэффициент диффузии.

ЧМТ — черепно-мозговая травма

ТЕРМИНЫ

Градиентное ЭХО (GE) — сигнал, получаемый из сигнала затухания свободной индукции посредством биполярного переключения градиента, не осуществляет рефокусировки, устраняющей влияние неоднородности основного поля, и поэтому обычно используется с коротким временем ЭХО.

Dixon — импульсная последовательность, основанная на химическом сдвиге и предназначенная для достижения равномерного подавления жира.

MP сигнал — электромагнитный сигнал радиочастотного диапазона, создаваемый процессией поперечной намагниченности спинов.

Спин-ЭХО (SE) — появление MP-сигнала после затухания сигнала свободной индукции в результате эффективной обратной перефазировки спинов под действием рефокусирующего радиочастотного импульса, подаваемого через интервал времени короче или порядка T_2 , серия SE с различными TE может использоваться для определения T_2 , неподверженного влиянию неоднородности или диффузии.

FA — коэффициент фракционной анизотропии

FS — фактор подавление сигнала жировой ткани

IR — методика импульсной последовательности, когда ядерная намагниченность инвертируется с опережением во времени порядка T_1 перед включением регулярных градиентных импульсов

STIR — методика импульсной последовательности **IR** с коротким временем инверсии

SPIR — *Spectral Pre-saturation with Inversion Recovery* - метод подавления МР сигнала от жировой ткани, использующий инверсию восстановления и предварительный насыщающий импульс. Близко к технологии *FatSAT*, но используется более высокоугловой РЧ импульс на частоте жира

T1 взвешенные изображения (T1ВИ) — изображение, контрастность которого в основном определяется T_1 , но имеет также и некоторый вклад T_2 , протонной плотности и потока.

T2 взвешенные изображения (T2ВИ) — изображение, контрастность которого в основном определяет T_2 , но имеет место и T_1 , и протонной плотности и потока.

TI (время инверсии) — интервал времени между центрами инвертирующего радиочастотного импульса и 90-градусного импульса, используемого для мониторинга величины продольной намагниченности.

TR — интервал времени между началом цикла импульсной последовательности и началом следующего цикла импульсной последовательности.

SPAIR — *Spectral attenuated Inversion Recovery* - метод подавления МР сигнала от жировой ткани, использующий спектральное ослабление восстановления инверсии. Спектрально подавляющая Инверсия Восстановление, подобно **SPIR**, но используются адиабатические РЧ импульсы

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 7.1-2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления

ГОСТ 7.9-95 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация. Общие требования

ГОСТ 7.11-2004 (ИСО 832:1994) Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на иностранных европейских языках

ГОСТ 7.12-93 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила

ГОСТ 7.79-2000 (ИСО 9-95) Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом

ГОСТ 7.80-2000 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Заголовок. Общие требования и правила составления

ГОСТ 7.82-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. Общие требования и правила составления

ГОСТ 7.90-2007 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Универсальная десятичная классификация. Структура, правила ведения и индексирования

ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин

ВВЕДЕНИЕ

Переломы таза - это разрушение костных структур таза, включая переломы тазового кольца, переломы вертлужной впадины и отрывные переломы. Переломы костей таза у детей встречаются редко и составляют от 0,3 до 4% всей детской травмы, 20% детей с политравмой имеют повреждения тазового кольца, а 58 – 87% детей с переломами таза имеют сочетанные повреждения [1, 2, 3]. Анализ частоты травм таза показал, что чаще всего это следствие ДТП, далее следует кататравма и невыясненные обстоятельства, редко спортивная травма [2, 4, 5]. Переломы костей и другие повреждения таза до 87% сочетаются с ЧМТ, торакоабдоминальной травмой и переломами других костей скелета [2]. 10% переломов таза у детей и подростков нестабильны, а 18% – осложненные, смертность в среднем составляет 6,4% от всех осложненных тяжелых переломов таза. [1, 3]. У подростков обычно бывают отрывные переломы верхней или нижней остей подвздошных костей или отрывные апофизарные переломы крыла подвздошной кости или седалищного бугра, а осложнения (несращение, функциональное ограничение, постоянная боль в бедре, гетеротипические оссификации и парастетическая мералгия, псевдоартроз), связанные с этими переломами таза, требуют более длительной реабилитации или оперативного вмешательства большего объема, чем при оперативном лечении в остром периоде.

Детский таз обладает большей эластичностью в крестцово-подвздошных суставах и симфизе, так что тазовые разрушения возникают в результате приложения сил с высокой энергией, а это часто приводит к множественным переломам. Из-за задействованных сил переломы таза часто вызывают повреждение тазовых органов. Повреждения таза, как правило, являются составной частью политравмы и из-за обширного кровоснабжения региона переломы костей таза часто сочетаются с тяжелым кровотечением. Забрюшинные и тазовые гематомы возникают в результате венозного, реже артериального кровотечения при переломах и повреждении мягких тканей [1, 6]. Осложнения, связанные с травмами таза приводят к большей заболеваемости и смертности, чем сам перелом [6, 7].

Исторически переломы таза лечили неоперативно. Самым ранним лечением переломов костей таза было длительное лежачее состояние с последующей мобилизацией до заживления переломов и ослабления симптомов. Другие методы, которые также использовались для лечения переломов костей таза, включали закрытая репозиция под общим наркозом, вытяжение и др. Из традиционных консервативных и оперативных методов лечения переломов костей таза до настоящего времени не было высокоэффективных и малотравматичных способов лечения, которые способствовали бы ранней активизации пациентов и обеспечивали удовлетворительные и хорошие

результаты лечения. В последние 30 лет для остановки массивных тазовых кровотечений у взрослых успешно применяются окклюзионные способы перевязки и внутрисосудистой эмболизации внутренних подвздошных артерий. После остановки кровотечения и выведения пострадавшего из шока травматологи должны решить проблемы надежной фиксации и репозиции переломов костей таза. С этой целью используются стержневые аппараты внешней фиксации и конструкции для погружного остеосинтеза. В последние годы оперативное лечение повреждений таза увеличилось из-за нескольких факторов, включая следующие:

- Улучшенное и скоординированное лечение пациентов с политравмой
- Улучшенные методы анестезии
- Достижения в области интраоперационных методов рентгеноскопии
- Стандартизированные системы тазовых имплантатов

Оперативное лечение нестабильных повреждений кольца позволяет быстрее мобилизовать пациента, тем самым уменьшая осложнения, связанные с лежачим состоянием, исправлять и предотвращать значительные деформации таза, улучшая клинические результаты. [8, 9].

Тщательное понимание характера и структуры перелома имеет большое значение для принятия хирургического решения. Для этих целей прибегают к лучевым методам диагностики. В настоящее время не существует единого мнения о том, какой тип визуализации, КТ или МРТ, следует применять у детей с травмой таза. Настоящие методические рекомендации предназначены для рентгенологов, чтобы помочь решить, какой метод, КТ или МРТ, даст более точную информацию для постановки диагноза у детей с травмой таза независимо от того какая травма – изолированная или сочетанная.

Анатомия

Таз образован двумя безымянными костями, крестцом и копчиком. Каждая безымянная кость состоит из трех костей (рис. 1): подвздошной, лонной (лобковой) и седалищной, неподвижно соединенных между собой V-образными (трирадиальными) хрящами. Костно-хрящевое соединение называется синхондрозом. С возрастом происходит исчезновение синхондрозов, окостенение, и указанные кости срастаются между собой, образуя безымянную кость. Сроки исчезновения синхондрозов по данным различных исследователей представлено в таблице №1.

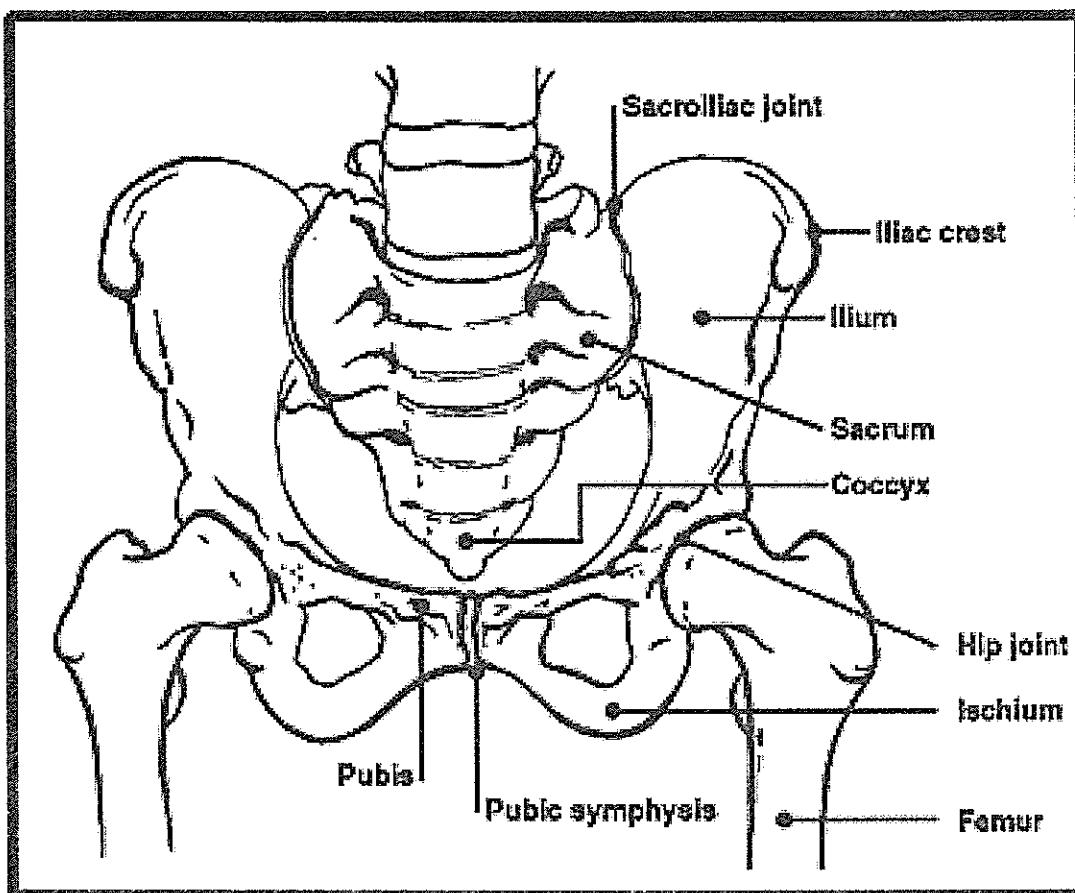


Рис. 1. Кости таза

Таблица №1. Сроки исчезновения синхондрозов таза*.

Название хряща	И.И. Федоров	А. Андронеску	М.Г. Привес
Лобково-седалищный синхондроз	4 -7 лет	6 лет	8 лет
V-образный хрящ	16-18 лет	12-16 лет дев. 13-18 лет. мальч.	14- 16 лет
Краевой хрящ гребня подвздошной кости	19 – 22 г.	20 -25 лет	20-25 лет

*Цит. Кузнецов Л.Е. Переломы таза у детей. М., "Фолиум", 1994. 192 с.

По данным Л.Г. Школьников, В.П. Селиванова, В.М. Цодыкса хрящ лобкового симфиза исчезает к 25 годам [3].

Парные тазовые кости спереди соединяются при помощи лобкового симфиза, а сзади прикрепляются к крестцу, образуя парные крестцово-подвздошные суставы. Тела подвздошной, седалищной и лобковой костей формируют вертлужную впадину.

Кости таза

Подвздошная кость – самая крупная из трех костей. В ней различают утолщенное тело, образующее верхнюю часть вертлужной впадины и широкое дно. К 15—16 годам краевой хрящ постепенно истончается и исчезает. Подвздошная кость располагается кверху от вертлужной впадины.

Лобковая кость имеет тело и две ветви – верхнюю и нижнюю, переходящие друг в друга почти под прямым углом. Заостренный верхний край лобковой кости носит название гребешка и впереди заканчивается лобковым бугорком. Верхние ветви и места перехода их в нижние ветви соединяются между собой хрящом лобкового симфиза. Тело лобковой кости образует передний сегмент вертлужной впадины.

Седалищная кость имеет тело и изогнутую почти под прямым углом ветвь. Ветвь седалищной кости и ветвь лобковой кости сливаются между собой и образуют запирающее отверстие, а на месте слияния этих ветвей у детей имеется хрящ, который исчезает на 5 – 6 году жизни. Тело седалищной кости образует задне-нижний сегмент вертлужной впадины

Крестец у ребенка состоит из 5 несросшихся позвонков с межпозвоночными хрящами между ними. Крестец расположен между двумя тазовыми костями подобно клину и укреплен мощными межкостными связками. Боковые отделы крестца у детей образованы неслившимися поперечными отростками, между которыми проходит по четыре межкрестцовых канала. На уровне верхних 2 и 3 позвонков крестца располагаются ушковидные поверхности, соединяющие крестец с тазовыми костями.

Копчиковые позвонки являются рудиментарной частью исчезнувшего хвоста и представлены у детей хрящевой тканью.

Связки таза

Кости таза скреплены прочными четырьмя группами связок:

I. Связки, соединяющие крестец и подвздошную кость:

- **вентральные крестцово-подвздошные связки (ligg.sacroilica ventralia)** прикрепляются к латеральному краю преаурикулярной поверхности S3 позвонка;
- **дорсальные крестцово-подвздошные связки (ligg.sacroilica dorsalia)** прикрепляясь к задней поверхности крестца в области S4 позвонка;
- **межкостные крестцово-подвздошные связки (ligg.sacroilica interossea)** прикрепляясь своими концами к подвздошной и крестцовой бугристым;
- **подвздошно-поясничные (ligg.ilioolumbale)** – начинаются от передней поверхности поперечных отростков L4 и L5 поясничных позвонков и прикрепляется к задним отделам подвздошного гребня и медиальной поверхности крыла подвздошной кости.
- **поверхностные дорсальные крестцово-подвздошные связки** состоят из трех основных частей: **верхней дорсальной (ligg. superius dorsi)**, **дорсальной крестцово-подвздошной (ligg. sacroiliaca dorsalis)** и **длинной дорсальной**

(*ligg.longus dorsalis*); все они сходятся на задних верхних гребнях подвздошных костей;

II. Связки, соединяющие крестец и седалищную кость (крестцово-бугорные связки – *ligg. sacrotuberale*)

- идут от медиальной поверхности седалищного бугра к латеральным краям крестца и копчика, часть их волокон переходит на нижнюю часть ветви седалищной кости и, продолжаясь по ней, образует серповидный отросток, *processus falciformis*.

III. Связки, объединяющие крестец и копчик (крестцово-остистые связки – *ligg. sacrospinale*)

- начинаются от *spina ischiadica*, идут медиально и кзади, прикрепляется по краю крестцовой кости и отчасти копчика, вместе с большой и малой седалищными вырезками ограничивают два отверстия: большое и малое седалищное отверстия, через которые проходят выходящие из таза мышцы, сосуды и нервы.

IV. Связки, соединяющие лобковые кости

- верхняя и нижняя связки более мощные, передняя и задняя менее выражены (*lig. pubicum superius* and *lig. pubicum inferius*); верхняя связка натянута между лонными бугорками и укреплена сухожилиями мышц передней брюшной стенки; нижняя связка расположена вдоль нижнего края лонного сочленения.

Мышцы таза

Мышцы таза идут от тазового пояса к бедренной кости и производят движение в тазобедренном суставе вокруг всех его осей. По точкам прикрепления на бедре и функциям они разделяются на две группы: внутреннюю и наружную.

Выход таза закрыт снизу мощным мышечно-фасциальным пластом – **тазовым дном**, который делится на переднюю и заднюю промежность. Тазовое дно состоит из трех слоев мышц:

I. Нижний (наружный) слой состоит из мышц, сходящихся в сухожильном центре промежности.

II. Средний слой мышц таза – мочеполовая диафрагма (*diaphragma urogenitale*) занимает переднюю половину выхода таза. Мочеполовая диафрагма представляет собой треугольную мышечно-фасциальную пластинку, расположенную под симфизом, в лонной дуге. Через эту пластинку проходят мочеиспускательный канал и влагалище. В переднем отделе мочеполовой диафрагмы мышечные пучки окружают мочеиспускательный канал и образуют его наружный сфинктер; в заднем отделе заложены мышечные пучки, идущие в

поперечном направлении к седалищным буграм. Эта часть мочеполовой диафрагмы называют глубокой поперечной мышцей промежности. (m.transversus perinei profundus).

III. Верхний (внутренний) слой мышц промежности называется диафрагмой таза (diaphragma pelvis).

Тазовое дно является опорой для внутренних половых органов и внутренностей, способствует сохранению их нормального положения, участвует совместно с диафрагмой и мускулатурой брюшной стенки в регуляции внутрибрюшного давления. Повреждение мышц тазового дна ведет к опущению и выпадению половых.

Сосуды таза

Общие подвздошные кровеносные сосуды входят в таз или выходят из него в области 4-го поясничного позвонка на уровне сочленения крестца и подвздошных костей, сосуды раздваиваются на наружную и внутреннюю подвздошную артерию/вену.

Артерии

Наружная подвздошная артерия тянется от крестцово-подвздошного сочленения до паховой связки, где переходит в бедренную артерию.

Внутренняя подвздошная артерия находится непосредственно в полости малого таза.

Вены

Каждую артерию в организме сопровождает одноименная вена малого таза. По этим кровеносным сосудам насыщенная углекислым газом кровь движется к сердцу. Самых крупных насчитывается четыре:

- общая подвздошная вена;
- внутренняя подвздошная вена;
- наружная подвздошная вена;
- бедренная вена.

Вены в тазу образуют массивные венозные сплетения:

- **Срамное сплетение** находится позади лонного сочленения и является непарным.

- **Мочепузырное** – самое крупное венозное сплетение таза. Сплетение контактирует со срамным, крестцовым и прямокишечным сплетениями, многочисленными ветвями подвздошной вены и забрюшинной клетчатки.

Нервы и сплетения таза

Неврологическое структуры таза включают поясничное и крестцовое сплетение, которые в совокупности образуют пояснично-крестцовое сплетение. Поясничное сплетение – это брюшная структура, ветви которой входят в таз. Наоборот, крестцовое сплетение полностью тазового расположения.

Поясничное сплетение образовано передними ветвями первых четырех поясничных нервов, проходит между двумя пучками большой поясничной мышцы.

Крестцовое сплетение формируется пояснично-крестцовым стволом и первым, вторым и третьим крестцовыми нервами. Пояснично-крестцовый ствол идет вниз по крылу крестца и крестцово-подвздошному сочленению к большому седалищному отверстию, где соединяется с первым крестцовым нервом. Крестцовые нервы входят в таз через переднее крестцовое отверстие (первый крестцовый нерв проходит через верхний край грушевидной мышцы, второй крестцовый нерв проходит впереди мышцы, а третий идет по ее нижней границе), направляясь к плоской связке.

Терминальная ветвь крестцового сплетения или большой седалищный нерв – это продолжение верхушки крестцового сплетения и самый большой нерв в организме человека. Он покидает малый таз через большое седалищное отверстие ниже грушевидной мышцы; спускается по задней поверхности бедра до подколенной ямки, где разделяется на две терминальные ветви: общий малоберцовый нерв и большеберцовый нерв.

Классификация переломов таза

Для описания стабильности переломов таза и прогнозирования заболеваемости и смертности при множестве систем классификации чаще используются две: М. Torode и D. Zieg (1985) и Tile (1988).

Классификации М. Torode и D. Zieg (1985) делит переломы на стабильные и нестабильные, но не различает их тип и степень нестабильности [10, 11].

Классификация Tile переломы таза делит на три типа:

A – стабильные:

A1 – стабильные переломы таза без нарушения целостности тазового кольца (изолированные переломы отдельных костей таза, переломы, не ведущие к нарушению целостности тазового кольца, изолированные переломы лонной, седалищной, подвздошной костей, без переломов вертлужной впадины).

A2 – стабильные, вовлекающие одно из полуколец таза, без значительного, не более 1 см смещения, исключая повреждения заднего тазового полукольца.

В – ротационно-нестабильные

B1 – переломы типа «открытая книга» и им подобные повреждения с одно- или двухсторонними повреждениями с наружной ротацией половины тазового кольца.

B2 – боковая компрессия снаружи сбоку или спереди с боковой наружной ротацией половины таза внутри, переломы костей таза, как правило, со стороны травмирующего агента.

B3 – боковая компрессия снаружи сбоку или спереди с боковой наружной ротацией половины таза внутри, переломы костей таза, как правило, с противоположной стороны травмирующего агента.

С – вертикально и ротационно нестабильные.

C1 – ротационно и вертикально нестабильные переломы тазового кольца с одной стороны (вертикальные переломы крестца, разрывы илиакокрального сочленения или вертикальные переломы подвздошной кости в сочетании с переломами лонной кости или разрывами лонного сочленения).

C2 – двухсторонние ротационно и вертикально нестабильные переломы тазового кольца (двухсторонние вертикальные переломы крестца, двухсторонние разрывы илиакокрального сочленения, или двухсторонние вертикальные переломы подвздошной кости в сочетании с двухсторонними переломами лонной кости, или с разрывами лонного сочленения).

C3 – тип С 1, 2 в сочетании с переломами вертлужной впадины.

Классификация Тия наиболее удобна для принятия решения вопроса о методе фиксации перелома

В соответствии с классификацией АО, различают стабильных и нестабильных переломов переломы костей таза. Классификация АО с некоторой модификацией широко используется. В модификации кроме стабильных и нестабильных переломов учитывают краевые (изолированные) переломы костей таза, не участвующих в образовании тазового кольца:

- переломы гребня и крыла подвздошной кости;
- отрывы апофизов передневерхней, задненижней остей подвздошной кости;

- апофизеолизы седалищного бугра;
- переломы крестца;
- переломы копчика.

Классификацией Юнга и Бургесса, основанной на механизме повреждения и стабильности перелома, удобно пользоваться на этапе выполнения реанимационных мероприятий (табл. №3)

Таблица № 3 . Классификация Юнга и Бургесса.

Тип повреждения	Повреждение	Степень стабильности повреждения
LC-1	Перелом рами и ипсилатеральный крестцово-компрессионный перелом	Стабильное
LC-2	Перелом подвздошной кости	Частично стабильное
LC-3	Ипсилатеральная и латеральная компрессия и контралатеральная APC	Нестабильное
APC-1	Лобковый диастаз < 2,5 см	Стабильное
APC-2	Лобковый диастаз > 2,5 см, Диастаз переднего крестцово-подвздошного сустава	Частично стабильное
APC-3	Лобковый диастаз > 5 см, Диастаз переднего и заднего крестцово-подвздошного сустава	Нестабильное
Вертикальный сдвиг	Вертикальное смещение малого таза, разрывы лонного и крестцово-подвздошного сочленений	Нестабильное
Комбинированное повреждение	Сложный комбинированный перелом	

LC (lateral compression – латеральная компрессия

APC (anteroposterior compression – переднезадняя компрессия

Графически классификация Young and Burgess представлена на рисунке № 2.

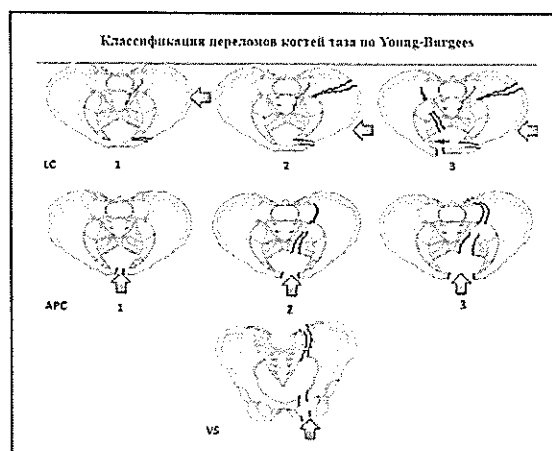


Рис. 2. Классификация Young and Burgess.

Эта классификация помогает прогнозировать локальное и сопутствующее повреждение, необходимые реанимационные мероприятия и оценивает возможность летального исхода.

Анатомия повреждения тазового кольца определяет тактику лечения травм таза. Подразделение травм таза на легкие, средней тяжести и тяжелые основано на анатомической классификации (компрессия в передне-заднем направлении APC; боковая компрессия LC; вертикальное смещение VS; комбинированный механизм CM и, что особенно важно, на состоянии гемодинамики. Согласно классификации Всемирного общества неотложной хирургии WSES повреждения тазового кольца подразделяются на 3 класса:

Легкие (WSES I степени), включающие в себя гемодинамически и механически стабильные повреждения.

Средней тяжести (WSES II, III степени), включающие в себя гемодинамически стабильные и механически нестабильные повреждения.

Тяжелые (WSES IV степени), включающие в себя гемодинамически нестабильные повреждения независимо от механической стабильности.

В практике широко используется классификация повреждений таза Всемирного общества неотложной хирургии WSES, которая учитывает классификацию Young-Burgees (рис. 2), гемодинамический статус и сочетанные повреждения. Она в адаптированном виде будет представлена в таблице 4.

Таблица 4. Классификация повреждений таза Всемирного общества неотложной хирургии WSES с учетом классификации Young-Burgees (рис. 2)

	Степень повреждения	Классификация Young-Burgees	Механическая стабильность
ЛЕГКИЕ	I степени	APC I – LC I	Стабилен
СРЕДНЕЙ ТЯЖЕСТИ	II степени	LC II/III, APC II/III	Нестабилен
	III степени	VS, CM	Нестабилен
ТЯЖЕЛЫЕ	IV степени	Любой тип повреждения	Любой вид

Примечание: LC – боковое сдавление, APC – сдавление в передне-заднем направлении, VS – вертикальный сдвиг, CM – комбинированное повреждение.

Мы рекомендуем при составлении протоколов указывать все компоненты повреждения таза соответственно этой классификации.

Лучевая диагностика повреждений таза

Время от момента поступления в приемное отделение (отделение скорой помощи стационара) до окончательной остановки кровотечения должно быть минимизировано с целью улучшения исходов лечения пациентов с гемодинамически нестабильными переломами костей таза.

В соответствии с протоколом ATLS (Advanced Trauma Life Support – оказание помощи пострадавшим при травме) пострадавшим с механически и гемодинамически нестабильными переломами костей таза рекомендовано выполнение расширенного протокола УЗИ (eFAST) и рентгенографии таза и в отделении скорой помощи, что позволяет выявить повреждения, требующие ранней стабилизации таза, ранней ангиографии, принятия неотложных мер по восстановлению целостности таза.

Пострадавшим с травмой таза с нормальной или стабильной гемодинамикой следует применять дополнительные методы диагностики в виде мультиспиральной КТ с трехмерной реконструкцией изображения костей и внутривенным введением контраста для исключения внутритазового кровотечения.

Ультразвуковое исследование (УЗИ, сонография)

Быстрое сканирование eFAST

- Оценка внутрибрюшинной жидкости у гемодинамически нестабильного пациента с подозрением на перелом таза.
- Положительное сканирование предполагает кровотечение из-за внутрибрюшного повреждения.
- Ложные результаты могут быть вызваны разрывом мочевого пузыря.
- УЗ доплер может обеспечить раннее выявление изменения кровотока в зоне повреждения таза.

Рентгенография

Рентгенография таза выполняется для оценки травмы таза. К помощи рентгенографии можно прибегнуть при подозрении на изолированные переломы у гемодинамически стабильных детей и отсутствии доступа к компьютерной томографии.

Переднезадняя (AP) рентгенография таза выходит на первый план. Для оценки состояния тазового кольца и крестцово-подвздошных суставов выполняются

рентгенограммы на входе 60° каудально с центром в области пупка и на выходе трубкой под углом 45° краниально центрированной на лобковом симфиз.

Боковая рентгенограмма крестца показана при травмах, полученных в результате падений, и когда двусторонние крестцовые переломы отмечены при AP рентгенографии.

Рентгенограммы по методу **Judet** помогают визуализировать повреждения вертлужной впадины.

Однако частота достоверной диагностики при переломах таза при использовании тазовой рентгенографии варьируется 4 до 23%, а у детей не диагностируются около 50 – 70% всех переломов, хотя, рентгенография во многих лечебных учреждениях является стандартом, выполняется при подозрении на перелом костей таз и исторически проводится всем пациентам с тупой травмой в соответствии с протоколами ATLS [10, 12]. Мы установили, что рентгенологически выявляются только значительные повреждения таза с расхождением костных и хрящевых фрагментов.

В связи с этим мы не считаем метод классической рентгенографии достаточно надежным для выявления переломов тазового кольца у детей и уточнения их характеристик и не применяем ее в рутинной практике. В настоящее время при травме таза компьютерная томография постепенно вытесняет рентгенографию, так как ее возможности несравненно шире и в оценке костных повреждений, и для выявления сопутствующих повреждений мягких тканей, сосудистых структур и тазовых органов.

Однако с учетом того, что достаточно часто в лечебных учреждениях нет доступа к компьютерной томографии или она вообще отсутствует в оснащении отделений лучевой диагностики, рентгенография оставляет за собой позицию метода диагностики переломов костей таза. У гемодинамически стабильных пострадавших обязательно выполнение передне-задней (фронтальной) на входе и выходе (рис. 3) и боковой (сагиттальной) рентгенограмм.

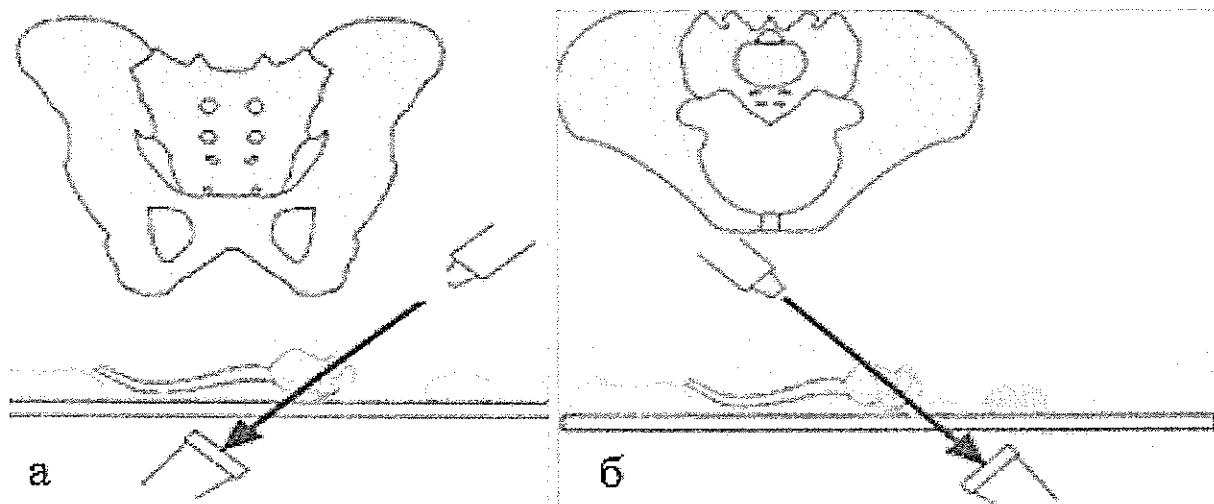


Рис.3. Схема укладки для выполнения снимка таза в задней аксиальной проекции выхода из таза (а) и входа в таз (б).

Укладка больного для выполнения снимка таза в задней аксиальной проекции выхода из таза: пациент лежит на спине, ноги вытянуты, под коленями - валик, срединная сагиттальная плоскость пациента выравнивается по центру и средней линии стола и/или кассеты, центральный луч направлен в центр кассеты, наклонен на $20-35^\circ$ для мужчин и на $30-45^\circ$ для женщин к точке средней линии, расположенной на 3-5 см дистально к верхней границе лобкового симфиза или больших вертелов, кассета располагается поперечно (рис. 3а). Эта проекция дает хорошее изображение обеих лобковых и седалищных костей.

Укладка больного для выполнения снимка таза в задней аксиальной проекции входа в таз: положение пациента лежа на спине, ноги вытянуты, под коленями -валик, срединная сагиттальная плоскость выравнивается по центральной и средней линиям стола и/или кассеты, центральный луч направляется на центр кассеты с наклоном каудально на 40° и на среднюю линию, соединяющую обе верхние передние подвздошные ости, кассета располагается поперечно (рис. 3б). Эта проекция позволяет дать оценку травме таза при заднем смещении или ротации передней части внутрь или кнаружи.

Укладка больного для выполнения снимка вертлужной впадины в задней косо́й проекции таза по Judet используется для оценки перелома вертлужной впадины или вывиха в тазобедренном суставе. Пациент находится в полусупинационной укладке, угол разворота тела в 45° к поверхности стола, с использованием клинообразной опоры. Поврежденная сторона располагается вверх или вниз, в зависимости от необходимости оценки верхнего или нижнего края вертлужной впадины, задней или передней части подвздошно-седалищного столба, крыла подвздошной кости или запирающего отверстия. Снимаемая вертлужная впадина и бедренная кость выравниваются по средней

линии стола и/или кассеты. Кассету располагают продольно. Центральный луч направлен на центр кассеты, на уровень головки бедренной кости (рис. 4).

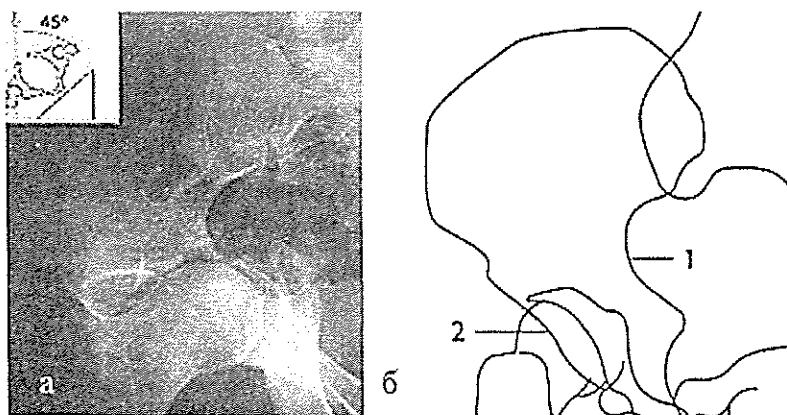


Рис. 4. Рентгенограмма (а) и анатомическая схема таза (б) в правой задней косо-подвздошной проекции по Judet: 1 — передняя колонна; 2 — задний край

Компьютерная томография

Мы разработали алгоритм КТ у детей с политравмой, исключая рентгенографию, в том числе исследование таза у гемодинамически стабильных политравматизированных пациентов с клинически стабильным тазом, в пользу обследования таза с помощью КТ.

Компьютерная томография, хотя и подвергает детей высокой лучевой нагрузке, рекомендуется как основной метод диагностики. Протокол обследования детей с политравмой, принятый в институте, обширен и составляет комплекс, предназначенный для диагностики всех повреждений. Сканирование проводится с максимально возможным снижением показателей для минимизации дозы облучения: шаг сканирования 1,00 мм, интервал реконструкции составлял от 2 до 3 мм. KV и MAS подбирались в зависимости от веса и возраста пациента. Сканирование брюшной полости и таза проводится с тем или иным видом контрастного усиления в зависимости от клинической необходимости. Обязательно выполнение экскреторной фазы исследования (с задержкой 7-10 минут от момента введения) при наличии нестабильных, оскольчатых переломов с формированием асимметрии и деформации тазового кольца (рис. 5). Диапазон эффективной дозы для всего сканирования по протоколу политравмы с контрастированием был от 4 мЗв до 12 мЗв. Время пребывания больного в кабинете КТ 10 – 15 мин.

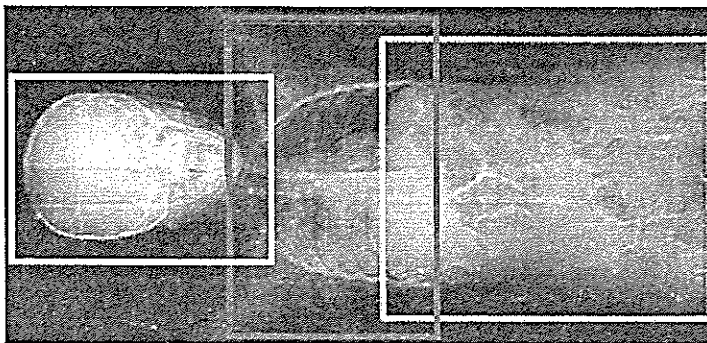


Рис. 5. Алгоритм проведения КТ у детей с политравмой. I этап: голова + шея, бесконтрастное исследование (желтая рамка). II этап: грудная клетка, бесконтрастное исследование. III этап: брюшная полость и таз с контрастным усилением, включая выделительную фазу.

КТ с контрастированием помогает диагностировать гематому таза и активное кровотечение (экстравазация контрастного вещества), разрывы мочевого пузыря. Активное кровотечение – серьезное осложнение переломов тазового кольца и опасно для жизни. Наиболее распространенным источником кровоизлияния являются мелкие и средние сосуды сломанной губчатой кости, а забрюшинное кровотечение чаще всего венозного происхождения, хотя может быть и артериальным, требующим срочной ангиографии и эмболизации. Источниками артериального кровотечения при переломах таза являются ветви внутренней подвздошной артерии, чаще всего внутренние половые и верхние ягодичные артерии. Однако кровотечение также может происходить из наружной подвздошной артерии или ее ветвей.

Визуальная картина переломов таза при КТ имеет свои отличительные признаки. Во всех случаях передне-заднего воздействия имеется (рис. 2) вращение подвздошной кости и диастаз лобкового симфиза, либо вертикальный перелом через лобковые ветви, увеличивается объем таза: наружу – передне-заднее, внутрь – заднее повреждение.. Наличие вакуум-эффекта в хряще лобкового симфиза свидетельствует о повреждении его, а даже небольшое смещение крестцово-подвздошного сустава свидетельствует о разрыве связок, поворотом половины таза.

Для передне-задних переломов (рис.4) по подтипам характерно:

- I – растяжение без повреждений передних крестцово-подвздошных связок. Имеется умеренное расширение симфиза < на 1-2 см, и может быть умеренное расширение переднего крестцово-подвздошного сустава с одной стороны.

- II – разрыв передней крестцово-подвздошной связки, разрыв крестцово-туберозной и крестцово-остистой связок, возникает «перелом открытой книги», нестабильный с позиции вращения, но вертикально устойчивый. Наблюдается явное расширение переднего крестцово-подвздошного сустава. Лобный симфиз обычно расширен > на 2,5 см.
- III – полное разделение гемипелвиса, разрыв передних и задних крестцово-подвздошных, крестцово-остистых и крестцово-туберозных связок. Таз вращательно и вертикально неустойчив. Однако нет вертикального смещения, что отличает эту травму от травмы вертикального сдвига.

Для боковых переломов (рис. 4) таза характерно внутреннее смещение одной половины и внешнее другой половины таза, диастаз в одном крестцово-подвздошном суставе, а фрагменты перелома спереди часто перекрывают соседние фрагменты, а сзади расходятся.

Вертикальные переломы (рис. 4) характеризуются смещением лонного симфиза или подвздошной кости, который распространяется на крестцово-подвздошный сустав, что обуславливает нестабильность тазового полукольца по вертикали и по вращательной траектории. При КТ на 3D изображениях положение нижнего края крестцово-подвздошного сустава лучше всего демонстрирует наличие вертикального смещения. Вертикальные переломы могут быть односторонними или двусторонними.

При разрывах симфиза визуализируются мелкие костно-хрящевые отломки.

Изолированные отрывные и авульсионные переломы подвздошных костей не влияют на целостность тазового кольца и чаще всего расположены на седалищной бугристости, передней нижней подвздошной ости и переднем подвздошном гребне.

Тазовая ангиография

Тазовая ангиография показана пациентам со стабильной гемодинамикой, но продолжающимся кровоизлиянием после адекватной предварительной стабилизации тазового кольца. У нас подобных наблюдений не было. В литературе есть единичные ссылки о возможности проведения тазовой ангиография, но они относятся к взрослым пациентам.

Ретроградная уретрография и цистография

Ретроградная уретрография и цистография показаны пациентам с подозрением на разрыв уретры и/или мочевого пузыря. Рекомендуется выполнять эту процедуру под руководством уролога.

Магнитно-резонансная томография

МРТ, хотя и редко показана у пациентов с острой травмой таза, но она ценна в предоставлении информации о повреждении связок, мышц и сосудов, образовании гематом, число которых увеличивается с ростом тяжести травмы [13, 14, 15]. У метода высокая чувствительность и специфичность в диагностике скрытых переломов костей таза, особенно заднего тазового полукольца, где до 17% переломов крестца, преимущественно вертикальных выявляются только при МРТ. МРТ показана:

когда есть обоснованные сомнения по поводу диагноза в связи скрытых переломов костей таза, головки бедренной кости и вертлужной впадины,

лучшей оценке неоссифицированных участков тазового кольца и вертлужной впадины,

повреждений заднего полукольца, особенно при переломах крестца, осложненных травмой нервов и сплетений,

дисфункцией мочевого пузыря и потерей тонуса сфинктера прямой кишки.

МРТ выполняется с получением мультипланарных STIR, T1-, T2- и РВИ SE и GE с фактором подавления сигнала жировой ткани при толщине среза 4 мм, а также изотропных 2D и 3D изображений.

Линия перелома визуализируется как линейная структура. Оптимальная визуализация достигается на STIR, T1- и/или T2ВИ SE с подавлением сигнала жировой ткани. МРТ при переломах таза оптимальный метод выявления отека. Чаще всего отек мягких тканей сопровождает переломы лонных костей и вертлужной впадины, реже – при переломах крестца. Выраженность отека мягких тканей дает дополнительную информацию о степени повреждения и может иметь прогностическое значение для исхода перелома. Если на STIR или T2ВИ FS интенсивность сигнала вокруг линии перелома была идентична сигналу спинномозговой жидкости или моче и распространялась на расстояние более 10 мм отек считается тяжелым, средним – более 5 мм, умеренным – в пределах 5 мм или только непосредственно вдоль линии. Выраженность отека мягких тканей дает дополнительную информацию о степени повреждения и имеет прогностическое значение для исхода перелома.

Следует сказать, что МРТ необходимо выполнять еще и при редком у детей осложнении переломов костей таза - разрыве мышц. В отличие от ультразвукового метода диагностики, МРТ не зависит от оператора, позволяет визуализировать как поверхностные, так и глубокие мышцы, захватывая большие области. На T1ВИ неизменные мышцы симметричными по размеру и гладкие выпуклые границы с промежуточным сигналом, а на T2ВИ с гипоинтенсивным сигналом, который хорошо подавляется на ДВИ) или на изображениях DIXON вне фазы.

Отек мышц, как следствие травмы, хорошо выявляется при МРТ гиперинтенсивным изменением сигнала на T2ВИ, STIR. Важно отметить, что жировая инфильтрация также имеет гиперинтенсивный сигнал на T2ВИ, что усложняет оценку изображений мышц на T2ВИ, особенно в тяжелых случаях. Отек мышц может быть очаговым с плохо очерченными контурами или диффузным, выраженным или слабым, что может быть обнаруживаться только с помощью STIR или при подавлении сигнала жира (FS) на T2ВИ. Очень показательны в визуализации травматического отека мышц ДВИ с показателями FA (снижается) и ИКД (повышается). Отек возникает чаще всего как следствие ушиба мышц (легкой или средней тяжести), вызванного прямым ударом; в то же время могут быть и интерстициальные кровоизлияния. Тяжелые ушибы могут вызывать и значительные гематомы. Наличие продуктов распада крови, белкового материала или жира приводит к увеличению интенсивности сигнала на T1ВИ. При контрастном усилении гематомы четко визуализируются. Мышечные травмы (тяжелые ушибы и разрывы), которые приводят к кровоизлиянию, разрушению мышечных волокон, приводят к потере типичного структурного рисунка и контуров мышц, делая поврежденной зону похожей на бесструктурную массу.

У соматически тяжелых детей МРТ выполняется по сокращенному протоколу, который включает только коронарные T1ВИ с подавлением сигнала жира и STIR. Сокращенный протокол сохраняет высокую чувствительность и специфичность для выявления переломов таза.

Заключение

Компьютерная томография на сегодняшний момент может быть рекомендована как метод выбора для диагностики переломов тазового кольца у детей с политравмой. Проведение КТ с контрастным усилением и обязательным включением выделительной

фазы позволяет выявить не только костные изменения, но и повреждения тазовых органов, сосудистых структур и окружающих мягких тканей.

В случаях недостаточной информативности данных компьютерной томографии, сохраняющихся клинических подозрениях на нераскрытые особенности или осложнения травмы таза, возможно использование магнитно-резонансной томографии. Это особенно важно у детей младшего возраста и подростков, поскольку МРТ более чувствительна для оценки неоссифицированных участков тазового кольца, отрывных апофизеальных повреждений.

Список литературы

1. Pelvic ring injuries in children. Part I: epidemiology and primary evaluation. A review of the literature / A. Gansslen, F. Hildebrand, N. Heidari et al. – Текст: электронный // Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Cechoslovaca. – 2012. – Vol. 79, N 6. – P. 493–498. - URL: <http://www.achot.cz/detail.php?stat=589>.
2. Flint L. Pelvic fracture: the last 50 years / L. Flint, H.G. Cryer. – DOI: 10.1097/TA.0b013e3181ef9ce1. – Текст: непосредственный // Journal of Trauma and Acute Care Surgery. – 2010. – Vol. 69, N 3. – P. 483–488.
3. Кузнецов Л.Е. Переломы таза у детей (морфология, биомеханика, диагностика) / Л.Е. Кузнецов. – Москва: Фолиум, 1994. – 192 с.: ил. – Текст: непосредственный.
4. Pelvic trauma: WSES classification and guidelines / F. Coccolini, P.F. Stahel, G. Montori et al. – Текст: электронный // World Journal of Emergency Surgery. – 2017. – Vol. 12, N 1. – URL: <https://doi.org/10.1186/s13017-017-0117-6>.
5. Paediatric pelvic fractures: how do they differ from adults? / E. Hermans, S.T. Cornelisse, J. Biert et al. – Текст: электронный // Journal of children's orthopaedics. – 2017. – Vol. 11, N 1. – URL: <https://doi.org/10.1302/1863-2548-11-160138>.
6. Рентгенография и мультиспиральная компьютерная томография в диагностике травмы вертлужной впадины / Ж.В. Шейх, А.В. Араблинский, Г.Г. Кармазановский и др. – Текст: непосредственный // Медицинская визуализация. – 2016. – № 1. – С. 113–122.

7. Foex B.A. BET 2: CT versus MRI for occult hip fractures // B.A. Foex, A. Russell. – Текст: электронный // *Emergency Medicine Journal*. – 2018. – Vol. 35, N 10. – URL: <https://doi.org/10.1136/emmermed-2018-208093.3>.
8. Imaging of occult hip fractures: CT or MRI? / H. Rehman, R.G.E. Clement, F. Perks et al. – DOI: 10.1016/j.injury.2016.02.020. – Текст: непосредственный // *Injury*. – 2016. – Vol. 47, N 6. – P. 1297–1301.
9. Use of CT Vs. MRI for Diagnosis of Hip or Pelvic Fractures in Elderly Patients After Low Energy Trauma / E. Eggenberger, G. Hildebrand, S. Vang et al. – Текст: непосредственный // *The Iowa orthopaedic journal*. – 2019. – Vol. 39, N 1. – P. 179–183.
10. Significance of clinical examination, CT and MRI scan in the diagnosis of posterior pelvic ring fractures / J.V. Nüchtern, M.J. Hartel, F.O. Henes et al. – DOI: 10.1016/j.injury.2014.10.050. – Текст: непосредственный // *Injury*. – 2015. – Vol. 46, N 2. – P. 315–319.
11. Pelvic X-ray misses out on detecting sacral fractures in the elderly—Importance of CT imaging in blunt pelvic trauma / A. Schicho, S.A. Schmidt, K. Seeber et al. – DOI: 10.1016/j.injury.2016.01.027. – Текст: непосредственный // *Injury*. – 2016. – Vol. 47, N 3. – P. 707–710.
12. Diagnosis and therapy of acute hemorrhage in patients with pelvic fractures / S. Kos, A. Gutzeit, H. Hoppe et al. – DOI: 10.1055/s-0033-1356469. – Текст: непосредственный // *Seminars in musculoskeletal radiology*. – 2013. – Vol. 17, N 4. – P. 396–406.
13. Torode I. Pelvic fractures in children / I. Torode, D. Zieg. – DOI: 10.1097/01241398-198501000-00014. – Текст: непосредственный // *Journal of Pediatric Orthopaedics*. – 1985. – Vol. 5, N 1. – P. 76–84.
14. Tile M. Pelvic ring fractures: should they be fixed? / M. Tile. – DOI: 10.1302/0301-620x.70b1.3276697. – текст: непосредственный // *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. – 1988. – Vol. 70, N 1. – P. 1-12.
15. Preperitoneal pelvic packing reduces mortality in patients with life-threatening hemorrhage due to unstable pelvic fractures / C.C. Burlew, E.E. Moore, P.F. Stahel et al. – DOI: 10.1097/ta.0000000000001324. – Текст: непосредственный // *The journal of trauma and acute care surgery*. – 2017. – Vol. 82, N 2. – P. 233–242.