

Л.Е. КУЗНЕЦОВ

**ПЕРЕЛОМЫ ТАЗА
У ДЕТЕЙ**
(МОРФОЛОГИЯ, БИОМЕХАНИКА,
ДИАГНОСТИКА)

**МОСКВА
"ФОЛИУМ"
1994**

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

ISBN 5-900536-29-7

В книге обобщены материалы морфологических (350) и клинических (200) наблюдений переломов таза у детей.

В первой главе приведены особенности анатомического и функционального строения таза у детей, даны его антропометрические и остеометрические показатели в зависимости от пола и возраста.

Вторая глава посвящена вопросам биомеханики функционального состояния и биомеханики разрушения таза. Автором разработана плоскостная модель тазового кольца ребенка в виде статически определимой пятиугольной рамы, которая отражает закономерности, происходящие в тазовом кольце при его нагружении.

В третьей главе приведены морфологические признаки повреждений надкостницы, костной и хрящевой тканей в зависимости от вида напряженно-деформированного состояния.

Четвертая и пятая главы посвящены механизмам образования переломов таза у детей, возникающих при динамическом и статическом нагружении в передне-заднем, задне-переднем, боковом и диагональном направлениях, действующем как в плоскости, так и вне плоскости тазового кольца.

В шестой главе даны сравнительные морфологические и рентгенологические данные переломов костей таза у детей; приводится разработанный коллективом авторов рентгенологический способ диагностики переломов заднего полукольца таза.

В седьмой главе описан способ диагностики забрюшинных гематом.

В восьмой главе описаны секционные приемы исследования костей и органов тазового пояса.

В книге 217 иллюстраций, библиография - 248 названий.

Монография может быть полезна анатомам, биомеханикам, педиатрам, хирургам, травматологам, ортопедом, реабилитологам, судебно-медицинским экспертам.

4108010000-06

К _____ Всз объять

0И5(03)-94

Заявки на книгу, замечания и предложения просьба направлять по адресу: 119435, Москва, Хользунов пер., 7, кафедра судебной медицины РГМУ, проф. Леониду Ефимовичу Кузнецову.

Спонсор издания - "УНПК БРОНИКС"

ISBN 5-900536-29-7

◁> Кузнецов Л.Е.

Введение

В 1986 году со статистики детской смертности был снят гриф "секретности" и появилась возможность анализа некоторых демографических и социальных явлений. В частности, с 1992 года в России зафиксирован отрицательный коэффициент прироста населения, т.е. ежегодно в стране умирает людей больше, чем рождается. Тревожное положение в последние годы сложилось с детской насильственной и ненасильственной смертностью. Так вследствие травм погибает детей больше, чем умирает от уродств, инфекционных и соматических заболеваний вместе взятых, при этом количество как смертельного, так и несмертельного травматизма ежегодно увеличивается; усугубляется и проблема реабилитации пострадавших в отдаленный после травмы период.

Таз ребёнка при различных видах тупой механической травмы страдает достаточно часто (по нашим данным до 29,4% всех случаев травмы), так как занимает центральное положение в опорно-двигательном аппарате. Повреждения тазовой области как в ближайший, так и отдаленный период после травмы могут сопровождаться тяжелыми последствиями как для прогноза жизни, так и трудоспособности.

В 1964 году вышла в свет монография Н.А.Любошица "Закрытые переломы костей таза у детей", которая является единственной настольной книгой в этой области по настоящее время. В основу диагностики и лечения переломов костей таза в детском возрасте, рассматриваемых в монографии, были положены два основных метода исследования — клинический и рентгенологический. Однако многие положения этой работы к настоящему времени оказались спорными или устаревшими.

Так, проведенное нами сравнительное морфологическое и рентгенологическое исследование переломов костей таза у детей показало, что рентгенологическим методом не диагностируется около 50—70% всех переломов. Ошибки в диагностике этих повреждений объяснимы морфологическими особенностями переломов костей в этой возрастной группе:

около половины всех переломов костей таза у детей являются поднадкостничными и, следовательно, костные фрагменты (без смещения) находятся в своеобразном футляре;

- достаточно часто переломы костей таза у детей являются неполными (надломы) и имеют незначительное смещение поврежденной зоны только в одной плоскости;
- типичными для детского возраста являются переломы, начинающиеся на стороне сжатия (так называемые "переломы по типу зеленой веточки");
- характерным для переломов костей таза у детей является разрушение губчатого вещества, повреждение которого более массивно, чем компактного;
- переломы костей таза у детей, как и переломы других костей, располагаются на границе кость—хрящ, т.е. в зонах роста и не поддаются рентгенологической диагностике.

На первоначальном этапе работы мы столкнулись с фактом отсутствия сведений об антропометрических данных детского таза в анатомической литературе. В монографии приводятся антропометрические и остеометрические показатели таза в целом и отдельных костей и хрящей в различных возрастных группах, измеренные на 259 изолированных и очищенных от мягких тканей костных препаратах.

С 1957 года В.Н.Крюковым и другими судебными медиками стали интенсивно разрабатываться вопросы механогенеза образования повреждений различных отделов опорно-двигательного аппарата у лиц зрелого возраста, а с 1980 года стали изучаться особенности повреждений костей в детском возрасте.

На большом экспертном (114 наблюдений) и экспериментальном (214 наблюдений) материале изучены и приводятся сведения об особенностях локализации и морфологии переломов костей таза у детей, возникших при различных механизмах травмы.

В настоящее время большинство клиницистов-травматологов не учитывают и считают не целесообразным учитывать механогенез образования повреждений. Данная работа показывает, что знание механизма травмы (например, наезд автомобиля спереди или сбоку) позволяет прогнозировать и целенаправленно диагностировать переломы той или иной локализации.

В работе дано описание разработанной нами плоскостной биомеханической модели тазового кольца в детском возрасте. Данная модель проста для понимания и достаточно полно отражает напряженно-деформированное состояние при различных механизмах травмы тазовой области при условии, если вектор действующей силы направлен в плоскости тазового кольца — спереди, сбоку, в диагональном направлении

спереди, сзади, справа или слева. До настоящего времени нет достаточных теоретических обоснований закономерностей разрушения как отдельных костей, так и костных конструкций различных отделов опорно-двигательного аппарата (Г.С.Козырев, 1976; А.П.Громов, 1979; Г.Бранков 1981; И.С.Адамович, 1989). Для этих целей необходимо создание в первую очередь плоскостных и стержневых моделей (Д.Д.Дамской, 1975; Д.Броек, 1980), в упрощенной форме отражающих напряженно-деформированные состояния, возникающие при воздействии силы в различных направлениях.

Прогресс в этой области связан с возникшими сравнительно недавно и активно развивающимися в настоящее время как в технике, так и в медицине численными методами, прежде всего методом конечных элементов (Х.А.Янсон, 1975; И.С.Адамович, 1989; Goel V.K., Valliapan S., Svensson N.L., 1978; Rapperport P.D., Carter D.R., Schurman D.J., 1985).

Данная работа выполнена на стыке нескольких дисциплин с использованием анатомического, морфологического, фрактографического, биомеханического, экспериментального, рентгенологического методов исследования. В работе приводятся сведения по анатомии, биомеханике таза, морфологии повреждений костной и хрящевой тканей, биомеханике, локализации и морфологии повреждений при различных механизмах травмы, рассматриваются вопросы судебно-медицинской экспертизы, в том числе описаны секционные методы и приемы исследования костей таза и тазовых органов.

Несмертельные повреждения таза в детском возрасте нередко приводят к нарушению осанки, походки, а у девочек травма тазовой области может привести к нарушению родовой функции вследствие остаточной деформации тазового кольца. Поэтому становится актуальной проблема реабилитации пострадавших, имеющих ту или иную деформацию тазового кольца. В этом направлении выглядит перспективным создание объёмной модели таза с программой различных механизмов травмы таза. Совместное применение такой программы и фиксирующего аппарата тазовой области позволит проводить репозицию костных фрагментов и устранять остаточную, деформацию не только тазового кольца, но и всего тазового пояса.

Приношу благодарность за помощь в работе моему научному консультанту, Заслуженному деятелю науки РФ, профессору В.Н.Крюкову, биомеханикам Латвии профессору Х.А.Янсону, профессору И.С.Адамович, инженеру В.Е.Васину, сотрудникам кафедры О.Ю.Климовой, Е.М.Кильдюшову. Совместная работа с сотрудниками отдела сочетанной травмы НИИ педиатрии и детской хирургии МЗ РФ кандидатами мед. наук В.М.Розиновым и Р.А.Кешишяном позволила разработать простой, надёжный способ

рентгенологической диагностики повреждений заднего полукольца таза (который применим и у пострадавших зрелого возраста), а также способ определения объёма забрюшинных гематом.

Л.Е.Кузнецов

Глава 1

АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ТАЗА В ДЕТСКОМ ВОЗРАСТЕ

1.1. Анатомическое строение таза у детей

Таз ребенка — конструкция, состоящая из костной и хрящевой тканей (рис. 1.1), которая играет важную роль в развитии двигательной функции детей, в частности, обеспечивает переворачивание, сидячее и вертикальное положение развивающегося организма. С возрастом таз становится опорой для позвоночника и поддерживает верхнюю половину тела в вертикальном положении.

В детском возрасте таз состоит из плоских и коротких губчатых костей и синхондрозов; этот костно-хрящевой каркас является местом прикрепления мощных мышц и связок туловища и нижних конечностей и вместе с подкожной жировой клетчаткой и кожей составляет тазовый пояс.

Скелет таза состоит из парных тазовых костей, соединенных спереди по средней линии в области лобка и сзади с крестцом посредством крестцово-подвздошных суставов.

Тазовая или безымянная кость до 15—18 лет состоит из трех отдельных костей (рис. 1.2) - подвздошной, лобковой и седалищной, которые затем срастаются и переходят друг в друга без резких границ в области вертлужной впадины. Это разделение положено также в основу описания тазовой кости взрослого человека.

Подвздошная кость — самая крупная из трех — располагается сверху от вертлужной впадины. В ней различают утолщенное тело, образующее верхнюю часть вертлужной впадины и широкое дно. Верхний край крыла — гребень

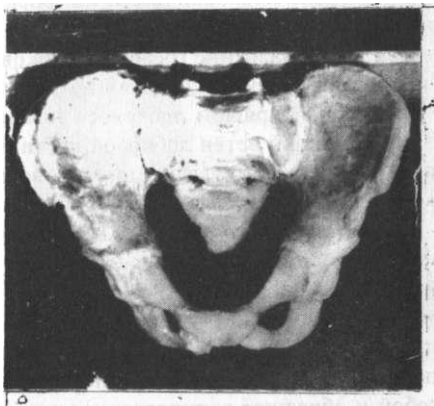


Рис. 1.1. Таз ребенка в возрасте 7 лет.

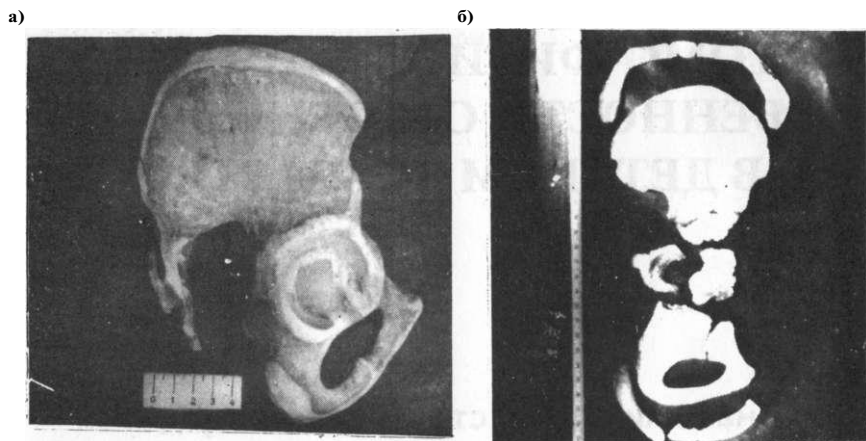


Рис. 12. Тазовая кость ребенка в возрасте 7 лет (а, б).

значительно утолщен и у детей покрыт мощным краевым хрящом, к которому прикрепляются брюшные мышцы. Спереди у детей краевой хрящ продолжается на передне-верхнюю и передне-нижнюю ости подвздошной кости и далее переходит в краевой хрящ вертлужной впадины. Сзади краевой хрящ подвздошной кости покрывает задне-верхнюю и задне-нижнюю ости и служит местом прикрепления мощных задних крестцово-лодвздошных связок и мышц. Толщина краевого хряща в средней части гребня подвздошной кости у детей первого года жизни достигает 1,5 см, с возрастом он постепенно истончается и исчезает к 15—16 годам.

Лобковая кость имеет тело и две ветви — верхнюю и нижнюю, переходящие друг в друга почти под прямым углом. Тело лобковой кости образует передний сегмент вертлужной впадины. На передне-верхней поверхности в месте слияния тела лобковой кости с У-образным хрящом образуется возвышение; от него непосредственно начинается верхняя ветвь, заостренный верхний край которой носит название гребешка лобковой кости и впереди заканчивается лобковым бугорком. Верхние ветви и места перехода их в нижние ветви соединяются между собой хрящом лобкового симфиза. Со стороны запирательного отверстия на нижней ветви лобковой кости имеется запирательный гребень, а на стороне подлобкового угла на нижней ветви лобковой кости имеется краевой хрящ, который переходит в аналогичный хрящ ветви седалищной кости.

Седалищная кость. Тело седалищной кости образует задне-нижний сегмент вертлужной впадины и переходит в суженную и изогнутую почти под прямым углом ветвь; вершина ветви сильно утолщена и представляет собой так называемый¹ седалищный бугор, который при вертикальном положении тела находится под мощными мышцами, обнажающими его, когда человек занимает сидячее положение. Ветвь седалищной кости и ветвь лобковой кости сливаются между собой и образуют запирательное отверстие, а на месте слияния этих ветвей у детей имеется хрящ, который исчезает на 5—6 году жизни.

На месте хряща в этом возрасте образуется утолщение диаметром до 1,5 см, которое в 2—3 раза толще ветвей лобковой и седалищной костей и на рентгенографическом изображении может быть принято за костную мозоль.

Крестей, расположен между двумя тазовыми костями наподобие клина и укреплен мощными межкостными связками, благодаря чему туловище своей тяжестью не может сместить его вперед или вниз (И.Г.Лагунова, 1981).

Сила тяжести действует на основание крестца так, как-будто она стремится вклинить его между подвздошными костями и повернуть его основание вперед, вокруг оси крестцово-подвздошного сустава. В результате в процессе жизни образуется мыс, возникающий у человека как следствие прямого хождения (Л.П.Николаев, 1950). У новорожденного крестец почти не отклонен назад по отношению к поясничному отделу позвоночника. У взрослых пояснично-крестцовый угол равняется примерно 123° (Л.П.Николаев), однако его величины представляют значительные вариации, наиболее выраженные в старческом возрасте (от 115° до 160°) (И.Г.Лагунова, 1981).

Крестец у ребенка состоит из 5 несросшихся позвонков, между которыми имеются выраженные межпозвоночные хрящи толщиной от 0,3 до 0,5 см (рис. 1.3).

Задняя поверхность крестца у лиц зрелого возраста — это слившиеся вместе дуги позвонков с их отростками, поэтому поверхность крестца выпукла и бугриста. (А.Андронеску, 1970). У детей тела и дуги, не сросшиеся между собой, состоят из большого количества хрящевой ткани, а остистые отростки представлены тонкими хрящевыми пластинками. На месте срединного гребня мощный связочный аппарат переплетается с хрящевидными остистыми отростками. Суставные и поперечные отростки крестцовых позвонков не сращены, а соединены между собой связочным аппаратом. Боковые отделы крестца у детей образованы несслившимися поперечными отростками (А.Андронеску, 1970), между которыми проходит по четыре межкрестцовых канала.

Крестец является единственной неподвижной частью позвоночника, которая служит опорой туловища и передает его тяжесть через таз на нижние конечности (Л.П.Николаев, 1950). Для обеспечения этой задачи в процессе филогенеза и произошло значительное видоизменение крестцовых позвонков. Основная функциональная задача крестца выполняется верхними 2—3 позвонками, на уровне которых располагаются ушковидные поверхности, соединяющие крестец с тазовыми костями. 4—5 крестцовые позвонки принимают малое участие в функции опоры и служат лишь местом прикрепления связочного аппарата, поэтому

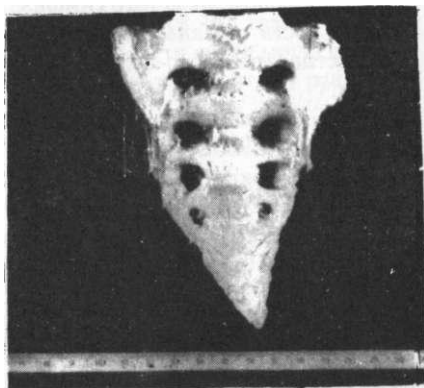


Рис. 1.3. Крестец ребенка в возрасте 7 лет.

внесуставная часть крестца значительно редуцировалась. Крестец в этой части тоньше, уже и более изогнут во внутрь таза. У новорожденных и детей первого года жизни изгиб крестца почти не выражен, он начинает проявляться и увеличивается в процессе жизни после того, как ребенок начинает ходить.

У крестца четко выражены половые различия. У женщин он значительно короче и шире, у мужчин длиннее и уже. Форма крестца определяет форму таза. Л.П.Николаев (1950) предложил выделить три типа формы крестца: узкую или долихогигиерическую форму крестца (при которой ширина его меньше длины), среднюю мезогигиерическую форму и широкую или платигигиерическую форму, типичную для лиц женского пола.

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

1.2 Соединения костей таза у детей

Тазовые кости у детей, как указывалось выше, состоят из трех несросшихся между собой подвздошной, лобковой и седалишной костей, соединяющихся между собой У-образными (*трирадиальными*) хрящами. Поверхность соединения костной и хрящевой тканей состоит из множественных сосочковых выростов и углублений (рис 1.4), которые на костях и хрящах совпадают друг с другом и образуют очень крепкое костно-хрящевое соединение — синхондроз (А.Андронеску, 1970). Трирадиальный хрящ переходит в хрящ дна вертлужной впадины и ее краевой хрящ. Таким образом, вертлужная впадина у детей образована телами подвздошной, лобковой, седалишной костей, У-образным и краевым хрящами и является прочным конструкционным образованием.

Тазовые кости спереди соединены между собой хрящом лобкового симфиза; сзади тазовые кости связаны с боковыми отделами крестца крестцово-подвздошными суставами.

Хрящ лобкового симфиза соединяет обе лобковые кости между собой и представляет волокнисто-хрящевую пластинку, в которой ближе к задней поверхности находится синовиальная щель. Поверхность костной и хрящевой тканей не является гладкой; сосочковые выросты хряща различной величины (и глубины) соединяются с соответствующими углублениями на поверхности костной ткани. Надкостница и надхрящница образуют тяжи, которые переплетаются между собой, очень прочно соединяются с хрящевой и костной

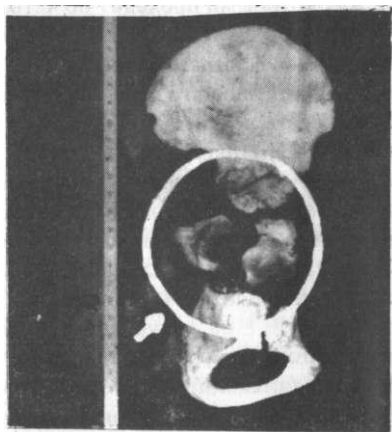


Рис. 1.4. Область трирадиального хряща ребенка в возрасте 7 лет.

тканью, создают хорошую защиту лобковому синхондрозу и значительно укрепляют его. Сверху, спереди и сзади хрящ истончается и образуется подковообразное вместилище для каждой лобковой кости. Книзу лобковый хрящ переходит в краевой хрящ нижних ветвей лобковых костей.

Крестцово-подвздошные соединения — это плоские суставы, образованные бугристыми ушковидными поверхностями боковых отделов крестца и подвздошных костей. Со стороны крестца они покрыты хрящевыми пластинками, имеющими толщину 0,4—0,6 см. Крестцово-подвздошные суставы имеют прочные суставные сумки, подкрепленные мощными связками. Две из них парные — короткие, но очень крепкие межкостные крестцово-подвздошные связки располагаются непосредственно позади суставов, заполняя узкие промежутки между подвздошными и крестцовыми бугристостями. Они представляют самый прочный в человеческом теле синдесмоз и являются как-бы продолжением и частью крестцово-подвздошных суставов. Прочная связь тазового кольца с туловищем обеспечивается и другими мощными связками (передними и задними крестцово-подвздошными, пояснично-подвздошными).

1.3. Остеогенез и процессы синостозирования костей таза у детей

Зедгенидзе Г.А., Т.А.Осипова (1980), И.Г.Лагунова (1981) указывают, что недостаточно изученное своеобразие окостенения тазового кольца у детей довольно часто является источником диагностических ошибок в практической работе рентгенолога, травматолога и ортопеда.

В процессе онтогенеза человека наблюдается 3 стадии развития скелета — 1) соединительнотканная, 2) хрящевая, 3) костная (М.Г.Привес, 1985). Эти стадии развития проходят все кости человека, в том числе и кости таза.

Соответственно отмеченным 3 стадиям развития скелета кости могут развиваться на почве соединительнотканной или хрящевой ткани, поэтому различают четыре вида окостенения (остеогенеза).

1. Эндесмальное окостенение происходит в соединительной ткани первичных, покровных костей.

2. Перихондральное окостенение происходит на наружной поверхности хрящевых зачатков кости при участии надхрящницы. Благодаря деятельности остеообластов надхрящницы, покрывающей хрящ снаружи, на поверхности его, непосредственно под надхрящницей образуется костная ткань, которая постепенно замещает хрящевую и образует компактное костное вещество.

3. С переходом хрящевой модели кости в костную надхрящница становится надкостницей и дальнейшее формирование костной ткани идет за счет надкостницы — периостальное окостенение. Поэтому перихондральный и периостальный виды остеогенеза связаны между собой и хронологически следуют один за другим.

4. Энхондральное окостенение совершается внутри хрящевых зачатков при участии надхрящницы. Проникая в глубь хряща вместе с сосудами, костеобразовательная ткань разрушает хрящ и образует островок костной ткани. Распространение процесса энхондрального окостенения из центра к периферии приводит к формированию губчатого костного вещества, т.е. росту кости в длину.

Процесс окостенения всех костей (как эндесмальный, так энхондральный и перихондральный) начинается с образования центров (ядер) окостенения, располагающихся в определенных местах и появляющихся в определенные для той или иной кости или ее отделов сроки синхронно с обеих сторон. Центры окостенения делятся на основные и добавочные. Основные центры, в свою очередь, подразделяются на первичные и вторичные. Первичные и вторичные зоны окостенения тазовой кости представлены на рис. 1.5.

Очень сложно происходит окостенение крестца (И.Г.Лагунова, 1981). Несмотря на то, что еще в хрящевой стадии все крестцовые позвонки сливаются между собой, окостенение их идет раздельно. Каждый из 4 (или 3) верхних крестцовых позвонков имеет по 5 основных центров окостенения: один в теле и по два в боковых массах (рис. 1.6).

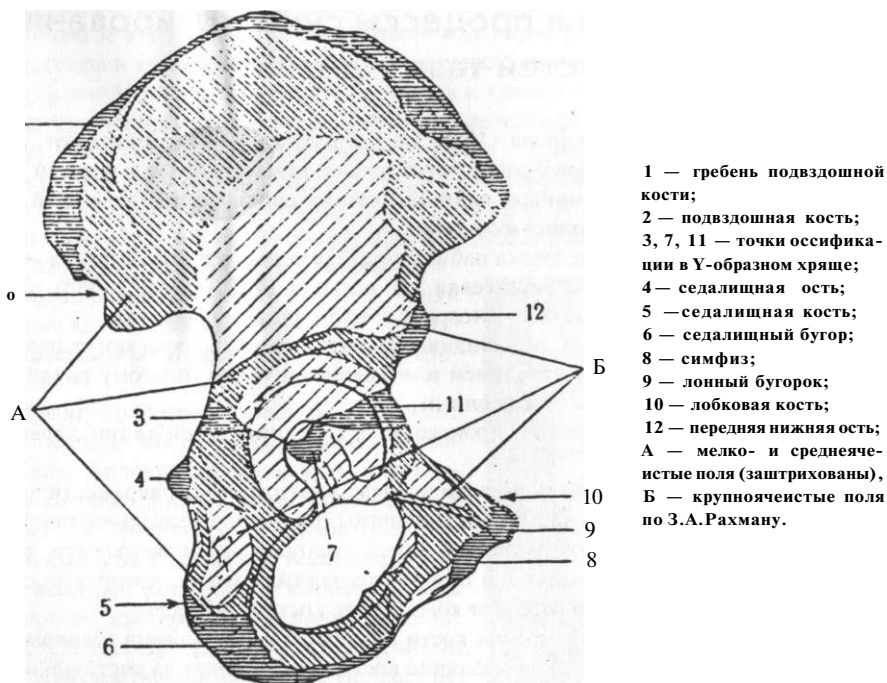


Рис. 1.5. Первичные и вторичные зоны окостенения тазовой кости.

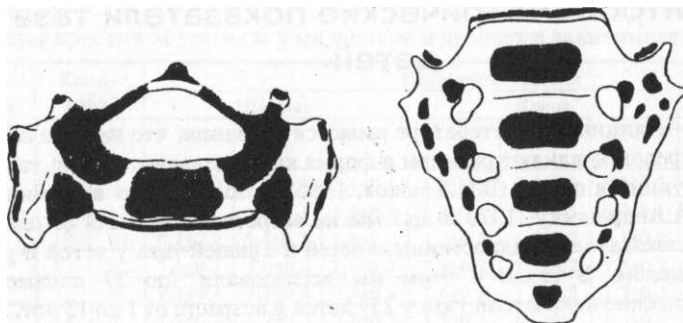


Рис. 1.6. Основные и добавочные центры окостенения крестцовых позвонков.

Слияние центров окостенения тела и боковых масс на уровне каждого позвонка происходит к 3—8 годам.

Слияние позвонков между собой наступает к 16—25 годам и идет от нижнего к верхнему. Кроме основных, в 14—16 лет появляются множественные добавочные центры окостенения по сторонам боковых масс; их слияние заканчивается к 25 годам.

Копчик окостеневает только после рождения и также отдельно по позвонкам. Центр окостенения в теле первого копчикового позвонка появляется в 4—5 лет, в остальных позвонках в 6—9 лет. В 10—12 лет появляется несколько добавочных центров для копчиковых рожек и боковых выступов первого копчикового позвонка. Окостенение копчиковых позвонков заканчивается к 30 годам.

Сроки рассасывания синхондрозов и синостоз и рваная тазовых костей, по данным различных авторов, представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Сроки исчезновения синхондрозов таза

Название хряща	И.И.Федоров 1955	А.Андронеску 1970	М.Г.Привес 1985
лобково-седалищный синхондроз	4-7 лет	6 лет	8 лет
У-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

Хрящ лобкового симфиза, по данным Л.Г.Школьникова, В.П.Селиванова, В.М.Цодыкса (1966), исчезает к 25 годам.

Процессы синостозирования зон роста у детей идут постепенно и сопровождаются уменьшением толщины хрящевых прослоек, уплотнением и упрочением соединения на границе кость-хрящ, что сопровождается уменьшением амортизирующей способности тазового кольца.

1.4. Антропометрические показатели таза у детей-

В судебно-медицинской литературе имеются указания, что на локализацию и характер переломов влияют размеры и форма как отдельных костей, так и костных конструкций в целом (В.Н.Крюков, 1986); в то же время в специальной литературе (А.Андронеску, 1970 и др.) мы не встретили сведений об антропометрических показателях надкостницы, костей и хрящей таза у детей и размерах таза в целом. В связи с этим мы исследовали (по 27 параметрам) антропометрические показатели таза у 259 детей в возрасте от 1 до 13 лет.

Размеры крестца, высоту тазовых костей, длину костей устанавливали с помощью измерительного циркуля. Длину подвздошной кости измеряли от трирадиального хряща до задне-верхней ости подвздошной кости; длину верхней ветви лобковой кости — от края У-образного хряща до края хряща лобкового симфиза; высоту тазовых костей — от седалищного бугра до выступающей части крыльев подвздошных костей; ширину крестца — между выступающими точками боковых отделов крестца вдоль по пограничной линии; длину крестца — от верхней поверхности 1 крестцового позвонка до нижней поверхности 5 крестцового позвонка.

Толщину костей измеряли с помощью штангенциркуля в следующих анатомических точках: крестец в области боковых отделов от передней поверхности его до передней стенки позвоночного канала рядом с межпозвоночным диском; подвздошную кость с нижней поверхности соответственно тазовому кольцу; верхнюю ветвь лобковой кости в средней части ее и ветвь седалищной кости в самом тонком месте.

Размеры таза определяли от принятых анатомических точек (М.Г.Привес, 1985): прямой входа и выхода, поперечный входа и выхода, правый и левый косой, между гребнями.

Толщину хрящей определяли вдоль пограничной линии тазового кольца, в боковых отделах крестца, в области три радиального хряща и хряща лобкового симфиза также с помощью измерительного циркуля.

Толщину надкостницы измеряли штангенциркулем после отделения от нее мышц и связок на выкроенном, отделенном от кости П-образном лоскуте надкостницы, имеющем длину сторон по 1 см.

Данные, приведенные в таблице 1.2, показывают, что в каждой возрастной группе у мальчиков и девочек не имеется статистически достоверных различий в форме и размерах крестца, а также в форме таза. В связи с этим параметры таза, длина и толщина костей, толщина хрящей и надкостницы сгруппированы нами без учета половой принадлежности, а только по возрастному признаку и приводятся в таблицах 1.3; 1.4.

Таблица 1.2

Размеры крестца $M \pm m$ в см у мальчиков и девочек в зависимости от возраста.

Возраст (в го- дах)	Кол-во набл.		Параметры крестца								
			Ширина			Длина			Индекс		
	М	Д	М	Д	М ср.	М	Д	М ср.	М	Д	М ср.
1	7	7	5,1±0,2	5,0±0,1	5,1±0,1	6,0±0,3	5,5±0,2	5,8±0,3	85	91	88
2	15	12	5,9±0,1	5,8±0,1	5,9±0,1	6,3±0,2	6,3±0,1	6,3±0,1	94	92	93
3	13	10	6,7±0,2	6,4±0,2	6,6±0,2	7,2±0,2	6,9±0,2	7,1±0,2	93	93	93
4	12	6	7,1±0,1	7,0±0,4	7,1±0,2	7,5±0,2	7,5±0,2	7,5±0,2	94	93	94
5	6	9	7,5±0,4	7,3±0,4	7,4±0,4	7,6±0,3	7,8±0,3	7,7±0,3	99	94	96
6	14	6	7,5±0,2	7,7±0,2	7,6±0,2	8,5±0,3	8,6±0,4	8,5±0,3	88	90	89
7	20	6	8,1±0,1	8,1±0,3	8,1±0,1	8,8±0,2	9,3±0,5	8,9±0,3	91	87	90
8	19	10	8,3±0,1	8,2±0,2	8,3±0,2	9,3±0,2	9,1±0,3	9,2±0,2	89	90	89
9	11	4	8,5±0,1	8,3±0,4	8,5±0,2	9,5±0,3	9,8±0,8	9,6±0,3	89	84	88
10	15	5	8,6±0,2	8,4±0,4	8,6±0,3	9,6±0,3	10,0±0,4	9,7±0,3	89	85	88
11	16	3	8,7±0,2	9,0±0,6	8,8±0,3	9,8±0,4	10,3±0,3	9,9±0,4	90	87	90
12	14	5	8,8±0,2	9,2±0,2	8,9±0,2	10,5±0,3	10,6±0,3	10,5±0,3	84	87	85
13	10	4	10,1±0,3	9,7±0,4	10,0±0,3	11,3±0,4	10,0±0,4	10,9±0,4	89	86	88

Таблица 1.3

Размеры таза в см $M \pm m$ у детей в зависимости от возраста.

Возраст (в годах)	Кол-во набл.	Параметры таза						
		Прямой входа	Попе- речный	Правый 'косой	Левый косой	Прямой выхода	Седалищн. бугры	Между гребнями
1	14	5,4±0,2	5,8±0,1	5,6±0,1	5,6±0,1	5,1±0,2	4,4±0,2	11,3±0,2
2	27	6,0±0,2	6,1±0,1	5,9±0,1	6,0±0,1	5,4±0,1	4,7±0,1	12,3±0,2
3	23	7,0±0,2	6,9±0,1	6,8±0,1	6,7±0,1	6,0±0,1	5,7±0,2	14,1±0,3
4	18	7,4±0,2	7,4±0,1	7,3±0,1	7,3±0,1	6,3±0,2	6,4±0,3	14,9±0,4
5	15	7,9±0,2	7,9±0,2	7,8±0,2	7,8±0,2	6,8±0,3	6,7±0,3	15,1±0,6
6	20	8,6±0,2	8,0±0,1	8,1±0,1	8,2±0,2	7,1±0,2	6,8±0,2	16,0±0,2
7	25	9,1±0,1	8,5±0,1	8,5±0,1	8,4±0,1	7,6±0,2	7,2±0,1	16,4±0,2
8	29	9,6±0,1	8,8±0,1	8,8±0,1	8,8±0,1	8,1±0,2	7,4±0,2	17,0±0,4
9	15	9,9±0,1	9,1±0,1	9,0±0,1	9,0±0,1	8,6±0,2	7,6±0,2	18,2±0,3
10	21	10,2±0,2	9,4±0,1	9,2±0,2	9,1±0,1	8,7±0,2	7,9±0,3	18,6±0,3
11	19	10,4±0,3	9,7±0,2	9,6±0,2	9,7±0,2	8,9±0,3	8,0±0,1	19,5±0,5
12	19	10,8±0,3	10,0±0,2	9,9±0,2	10,0±0,2	9,4±0,2	8,2±0,2	19,9±0,4
13	14	11,7±0,1	10,5±0,1	10,7±0,2	10,4±0,1	9,9±0,3	8,4±0,2	22,2±0,8

Таблица 1.4

Антропометрические показатели таза М + ту детей в возрасте от 1 до 13 лет.

Параметры	Возраст в годах												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Толщина костей (в см):													
крестец	1,4± 0,7	1,7± 0,08	1,9± 0,07	1,9± 0,07	2,0± 0,08	2,2± 0,1	2,2± 0,1	2,3± 0,1	2,3± 0,1	2,3± 0,1	2,4± 0,1	2,4± 0,1	2,4± 0,1
подвздошная кость	1,1± 0,07	1,2± 0,07	1,4± 0,06	1,5± 0,07	1,5± 0,05	1,7± 0,08	1,7± 0,08	1,8± 0,08	1,9± 0,09	1,9± 0,09	2,0± 0,1	2,0± 0,1	2,1± 0,1
лобковая кость	0,6± 0,05	0,7± 0,05	0,8± 0,05	0,8± 0,06	0,9± 0,04	0,9± 0,05	1,0± 0,07	1,1± 0,07	1,1± 0,08	1,1± 0,06	1,2± 0,06	1,2± 0,06	1,3± 0,08
седалищная кость	0,7± 0,05	0,7± 0,05	0,7± 0,05	0,7± 0,06	0,7± 0,04	0,7± 0,05	0,8± 0,07	0,8± 0,06	0,8± 0,07	0,8± 0,07	0,8± 0,08	0,8± 0,06	0,8± 0,05
Толщина хрящей (в см):													
боковой от- дел крестца	0,5± 0,05	0,6± 0,05	0,6± 0,05	0,6± 0,05	0,6± 0,06	0,6± 0,05	0,6± 0,07	0,6± 0,06	0,6± 0,05	0,6± 0,04	0,6± 0,04	0,6± 0,04	0,7± 0,04
трирадиаль- ный хрящ	0,7± 0,05	0,7± 0,06	0,6± 0,07	0,6± 0,05	0,6± 0,07	0,6± 0,07	0,6± 0,04	0,6± 0,04	0,6± 0,04	0,6± 0,05	0,6± 0,04	0,5± 0,05	0,5± 0,03
хрящ лобково- го симфиза	1,3± 0,05	1,4± 0,04	1,7± 0,04	1,7± 0,07	1,7± 0,08	1,7± 0,07	1,7± 0,07	1,7± 0,07	1,7± 0,08	1,7± 0,08	1,6± 0,07	1,6± 0,09	1,5± 0,08
лобково-седа- лищный хрящ	1,1± 0,05	0,9± 0,05	0,7± 0,05	0,4± 0,05	0,2± 0,02	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Длина костей (в см):													
подвздошная кость	5,5± 0,1	6,2± 0,1	7,4± 0,2	7,6± 0,2	8,4± 0,2	8,7± 0,2	9,1± 0,2	9,6± 0,3	9,7± 0,3	10,3± 0,3	10,3± 0,3	10,6± 0,2	10,9± 0,4
лобковая кость	2,2± 0,1	2,4± 0,1	2,9± 0,2	3,2± 0,1	3,3± 0,1	3,7± 0,1	3,8± 0,1	4,1± 0,1	4,4± 0,1	4,5± 0,1	4,5± 0,2	4,8± 0,3	5,2± 0,2
высота тазо- вых костей	9,9± 0,2	10,3± 0,2	11,5± 0,2	11,7± 0,3	12,0± 0,4	13,2± 0,4	13,9± 0,4	14,7± 0,4	15,1± 0,5	15,3± 0,5	16,0± 0,5	16,2± 0,5	16,5± 0,5
Толщина надкостницы (в мм):													
крестец	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
подвздошная кость	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
лобковая кость	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
седалищная кость	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
Количество наблюдений	14	27	23	18	15	20	25	29	15	21	19	19	14

1.5. Некоторые данные о динамике формы таза

В настоящее время является общепризнанным, что у лиц зрелого возраста таз по ряду признаков можно разделить на мужской и женский. В судебно-медицинской практике половую принадлежность скелета определяют по совокупности антропометрических характеристик и в первую очередь таза, таких как: форма тазового кольца, размеры крестца, величина лонной дуги и др. Установление половой принадлежности является актуальным при судебно-медицинском исследовании скелетированных трупов, изучении случаев массовых захоронений, проведении археологических раскопок и т.д.

Известно, что форма таза зависит от размеров крестца. У мужчин крестец уже, длиннее и более изогнут, а у женщин он плоский, более широкий и короче, чем у мужчин.

В 1950 году Л.Н.Николаев предложил для установления формы таза определять индекс:

$$\frac{\text{ширина крестца}}{\text{длина крестца}} * 100$$

По данным автора мужской таз (долихогигирическая форма) имеет индекс менее 100; женский (платигигирическая форма) имеет индекс более 106. Кроме того автор выделяет промежуточную (мезогигирическую) форму с индексом от 100 до 106.

В.С. Семенников (1972) выделил гиподолихогигирическую форму с индексом менее 90, типичную для детского возраста. По данным автора форма таза обуславливает также локализацию переломов тазовых костей.

В литературе нам встретились противоречивые данные о сроках дифференцировки таза на мужской и женский. Так Ф.И.Валькер (1938) указывает, что половые различия таза новорожденных незаметны. В течение первых лет жизни таз девочек меньше, чем таз мальчиков и развивается медленнее. В 8—9 лет разница эта исчезает и наблюдается усиленный рост таза у девочек, который к периоду половой зрелости превосходит размеры мужской таза.

Р.Д.Синельников (1973), И.Г.Лагунова (1981) отмечают, что к началу второго десятилетия начинают сказываться половые различия таза, а до этого он сохраняет форму высокой воронки.

Л.Г.Школьников, В.П.Селиванов, В.М.Цодыке (1966) указывают, что половые различия таза становятся отчетливыми лишь у взрослых.

По данным А.Андронеску (1970) дифференцировка мужского и женского таза начинается в 8—10 лет. У мальчиков таз увеличивается в дальнейшем за счет костного вещества при сохранении первоначальной высокой формы.

В связи с вышеизложенным нами изучена динамика антропометрических характеристик тазовых костей в зависимости от пола и возраста.

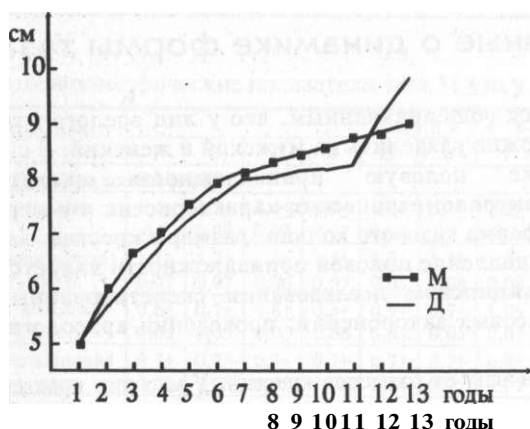


Рис 1.7. Изменения ширины крестца мальчиков и девочек в возрасте от 1 до 13 лет.

В нашу задачу входило установить, в каком возрасте появляются половые различия таза, и доказать возможность определения формы таза не только по размерам крестца, но и по тазовому индексу, определенному из соотношения прямого и поперечного размеров входа в малый таз.

Увеличение размеров крестца (см. табл. 1.2) рассмотрено по двум параметрам: длине и ширине с определением индекса для мальчиков и девочек отдельно.

Процесс увеличения ширины крестца происходит равномерно с отставанием у девочек до 10-ти лет, после чего начинается резкий скачок прироста. Общее изменение длины крестца в детском возрасте составило 86%, ширины — 76%, соответственно 3,8 и 4,9 см.

Увеличение размеров крестца у девочек гетерохронно. В период от 5 до 7 лет длина увеличивается на 22%, а ширина на 8%. В 7—8 лет картина обратная: длина возрастает на 1%, а ширина на 8%. Такой же гетерохронизм наблюдается и у мальчиков. В 3-5 лет длина увеличилась на 21%, а ширина — на 12%, а в 5—7 лет длина возросла на 7%, а ширина на 16% (рис. 1.7).

Крестцовый индекс у детей в возрасте от 1 до 13 лет колебался от 84 до 99: максимум отмечался в 5 лет как у мальчиков, так и у девочек, а минимум пришелся на 12 лет у мальчиков, и на 9 лет у девочек.

В возрасте от 1 до 13 лет нами не выявлено половых отличий в показателях прямого и поперечного размеров малого таза. Прямой размер увеличивается от 5,5—6,0 см до 10,5—11,5 см, а поперечный — от 6,0 см до 9,5—10,0 см.

Размеры входа в малый таз рассматривались отдельно и в сравнении — у мальчиков и у девочек. Прямой размер у мальчиков увеличивался равномерно со снижением темпа прироста после 11 лет (прирост за год 0,1 см). У девочек этот прирост происходит скачкообразно: до 3-х лет, в 4—6 лет и после 11 лет. Поперечный размер входа в малый таз у девочек увеличивается также скачкообразно, но лишь с двумя пиками от 2 до 4 лет и после 10 лет. У мальчиков этот процесс протекает без резких колебаний.

Нами выявлено довольно резкое отличие в характере прироста прямого диаметра: у девочек увеличение прироста проявляется раньше и значительно более выражено, чем у мальчиков; у мальчиков темп прироста с 11 лет снижается, а у девочек резко увеличивается.

Возрастная динамика поперечного диаметра входа в малый таз имеет „другой вид. У девочек до 8 лет темп прироста отстает от такового у маль-

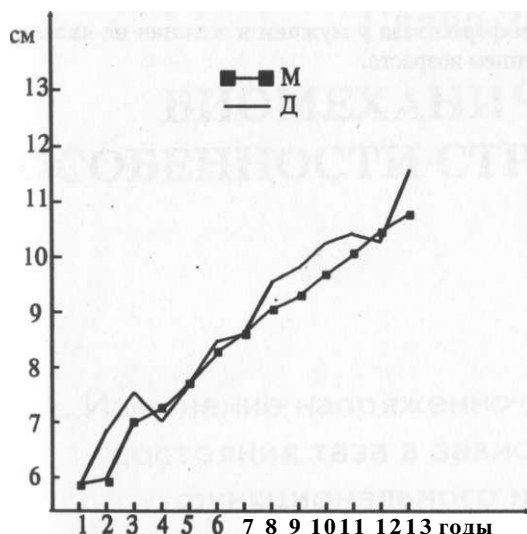


Рис. 1.8 (а). Изменения прямого диаметра входа в малый таз мальчиков и девочек в возрасте от 1 до 13 лет.

соотношению размеров входа в малый таз имеет свою правомочность, однако делать это по рентгенограммам нужно осторожно, так как величина прямого размера будет зависеть от угла наклона таза.

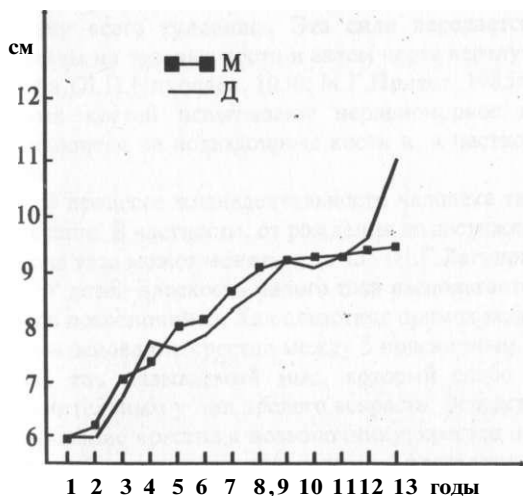


Рис. 1.8 (б). Изменения поперечного диаметра входа в малый таз мальчиков и девочек в возрасте от 1 до 13 лет.

чиков, а затем происходит доминирование прироста его по сравнению с мальчиками, при этом прирост поперечного размера у девочек происходит в две волны (рис. 1.8).

Проведенный корреляционный анализ показал, что имеется прямая высокая зависимость между шириной крестца и поперечным размером входа в малый таз, длиной крестца и прямым размером входа в малый таз, индексом таза, определенным по размерам крестца и индексом таза, установленным по размерам входа в малый таз. Следовательно, определение индекса и формы таза по

Таким образом нами установлено, что у мальчиков и девочек в возрасте до 13 лет характерных половых различий в строении таза нет и дифференцировка его начинается с 13 лет.

Каких-либо работ, свидетельствующих о том, какие изменения формы таза у лиц мужского и женского пола происходят в зрелом и пожилом возрасте, в доступной литературе мы не встретили. Однако по данным Е.А.Чернухи, Е.Н.Моисеевой, А.И.Волобуева и др. (1985), которые изучали форму таза зрелых женщин, следует, что платигиерическая форма

встречается лишь у 49% женщин; мезогиерическая — в 18,9% случаев; а у 10,6% женщин встречается долихогиерическая, т.е. мужская форма таза. По нашим предварительным данным форма таза у мужчин и женщин не является постоянной и меняется с увеличением возраста.

Глава 2

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ТАЗА

2.1. Изменение напряженно-деформированного состояния таза в зависимости от его функционального нагружения

Особенности анатомического строения таза в детском возрасте и его отличия от таза зрелого человека представлены в предыдущей главе. Физиологические напряжения различных отделов таза зависят как от анатомического строения его, так и от функционального состояния человека: в положении стоя на двух ногах, стоя или при ходьбе с опорой на одну ногу и сидя.

На втором году жизни ребёнка, когда он принимает вертикальное положение и начинает ходить, таз становится опорой позвоночника и принимает нагрузку всего туловища. Эта сила передается через крестцово-подвздошные суставы на тазовые кости и затем через вертлужные впадины на нижние конечности (Л.П.Николаев, 1950; М.Г.Привес, 1985). При этом различные отделы тазовых костей испытывают неравномерное давление. Большее нагружение приходится на подвздошные кости и, в частности, на область пограничной линии.

В процессе жизнедеятельности человека таз изменяет как форму, так и положение. В частности, от рождения до достижения старческого возраста угол наклона таза может меняться до 45° (И.Г.Лагунова, 1981).

У детей плоскость малого таза располагается почти вертикально, т.е. близко к оси позвоночника. Как следствие прямохождения и давления силы тяжести тела на основание крестца между 5 поясничным позвонком и 1 крестцовым возникает так называемый мыс, который слабо выражен у детей и становится значительным у лиц зрелого возраста. Вследствие этого с возрастом изменяется отношение крестца к позвоночнику: крестец отклоняется кзади, а тазовое кольцо приближается к горизонтальной плоскости.

У взрослых пояснично-крестцовый угол равняется примерно 123° (Л.П.Николаев, -1950), однако его величина на протяжении жизни человека постоянно

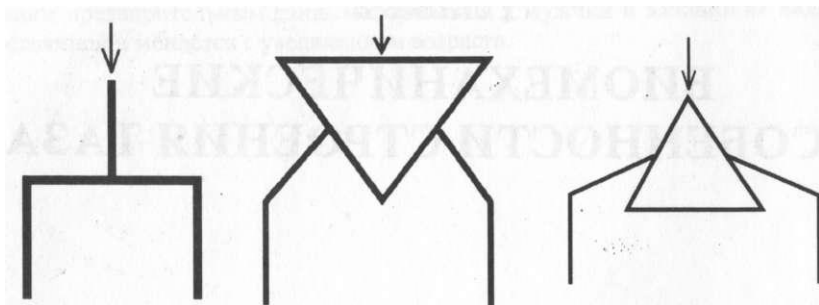


Рис. 2.1. Силовая схема таза в виде двухопорной балки.

Рис. 2.2. Силовая схема таза в виде треугольника (основание у позвоночного столба).

Рис. 2.3. Силовая схема таза в виде треугольника (вершина треугольника у позвоночного столба).

изменяется и представляет значительные вариации, наиболее выраженные в старческом возрасте — от 115 до 160° (И.Г.Лагунова, 1981).

Исследования различных авторов в отношении напряженно-деформированных состояний касаются только таза лиц зрелого возраста, весьма схематичны и отражают, как правило, механику движения.

Так, В.С.Гурфинкель, Я.М.Коц, М.Д.Шик (1965) рассматривали силовую схему таза в виде двухопорной балки (рис. 2.1), на которую через позвоночник давит тяжесть туловища.

Sherrad W.J.W. (1972), A.D. Dziak (1981) сравнивали таз с треугольником (рис. 2.2; 2.3) соответственно вершиной или основанием обращенными к позвоночнику.

А.И. Кузьмин, И.И.Кон, В.Е.Беленький (1981) представляли таз в виде прямоугольника (рис 2.4), а G. Kaiser (1976), A.A. Grahnan (1977) как трапецию

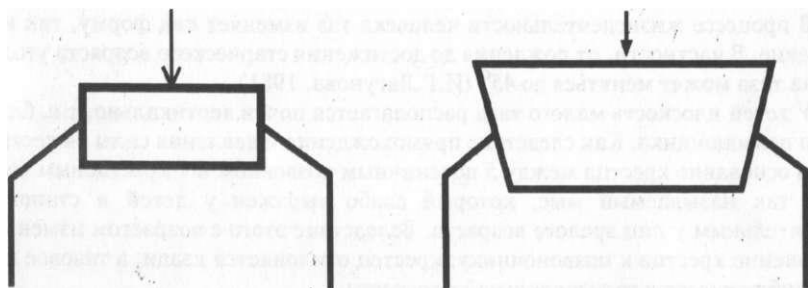


Рис. 2.4. Силовая схема таза в виде прямоугольника.

Рис. 2.5. Силовая схема таза в виде трапеции.

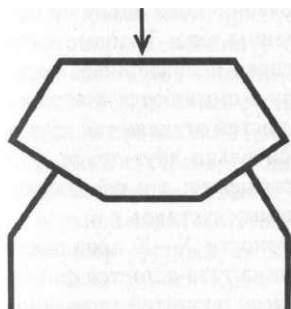


Рис. 2.6. Силовая схема таза в виде фигуры шестиугольной формы.

(рис. 2.5), через основание которых передается давление позвоночного столба на нижние конечности.

В. Е. Бельский (1971) рассматривал таз, как фигуру шестиугольной формы (рис. 2.6), а Б.А.Саркисян в виде кольца (рис. 2.7).

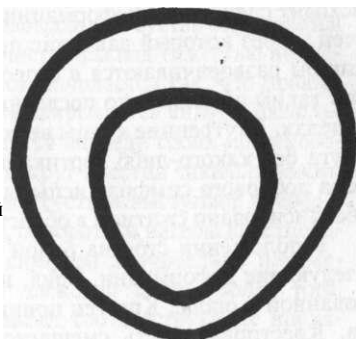


Рис. 2.7 Силовая схема таза в виде кольца.

Н. Luehnken (1939) представлял таз (рис. 2.8) в виде вертикально расположенного кольца, состоящего из трех дуг, которые соответствуют крестцу и тазовым костям. Соединения между дугами — крестцово-подвздошные суставы и лобок автор моделирует шарнирами. Кольцо принимается закрепленным в области одного или обоих тазобедренных суставов, а нагрузкой является давление позвоночного столба.

Наиболее полные (и на наш взгляд достоверные) данные о напряжениях тазового кольца в зависимости от физиологических нагрузок приведены в работе F. Pauwels (1980).

Плоскость тазового кольца $X-X$ (рис. 2.9) наклонена по отношению к вертикальной линии. Поэтому вес тела действует в плоскости кольца только составляющей K_x , тогда как второй составляющей (K_y) он действует в плоскости $Y-Y$ перпендикулярно тазовому кольцу. Автором проведены исследования напряжений как в плоскости $X-X$, так и в перпендикулярной плоскости кольца $Y-Y$, причем в обоих вариантах сначала в положении стоя на обеих ногах, потом на одной ноге.

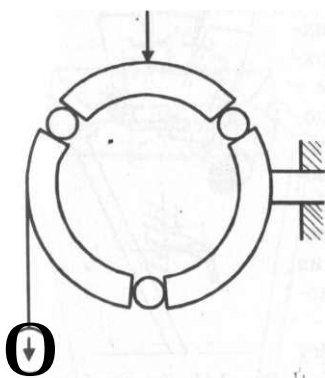


Рис. 2.8. Силовая схема таза, состоящая из трёх дуг.

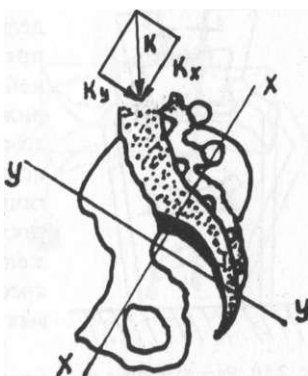


Рис. 2.9. Распределение давления массы тела в области таза в плоскостях $X-X$ и $Y-Y$.

В положении стоя на обеих ногах (рис. 2.10) в плоскости кольца X—X происходят следующие деформации. Масса тела по оси позвоночника давит на крестец, через который давление передается на обе половины таза. Тазовые кости как бы разворачиваются в стороны в плоскости крестцово-подвздошных суставов таким образом, что последние раскрываются вниз и смыкаются в верхних отделах. Внутренние концы верхних ветвей лобковых костей отделяются друг от друга без какого-либо вертикального смещения относительно друг-друга, т. е. зона лобкового симфиза испытывает деформацию растяжения; это растяжение сбалансировано сжатием в области крестцово-подвздошных суставов.

В положении стоя на одной ноге (рис. 2.11) в плоскости X—X происходят следующие деформации. Одна, например, левая половина таза остается фиксированной к опоре. Крестец принимает вес тела K_x и массу поднятой правой ноги. Крестцовая кость смещается вниз относительно зафиксированной левой половины таза и одновременно поворачивается так, что левый крестцово-подвздошный сустав открывается вверх и закрывается вниз. Масса правой свободной ноги тянет кнаружи и вниз правую тазовую кость, при этом правый крестцово-подвздошный сустав также раскрывается вверх и сжимается в нижних отделах. Давление правой половины таза передается на верхнюю ветвь правой лобковой кости, которая давит на фиксированную верхнюю ветвь левой лобковой кости. Таким образом область хряща лобкового симфиза испытывает напряжение сжатия и частично сдвига. С точки зрения равновесия сжатие в области симфиза равно растяжению и сдвигу в обоих крестцово-подвздошных суставах.

При опоре на две ноги в плоскости Y—Y, перпендикулярной тазовому кольцу, происходят следующие деформации (рис. 2.12). Крестец давит вниз и обе половины таза поворачиваются так, что крестцово-подвздошные суставы, как и

область симфиза, закрываются вверх и открываются вниз. Симфиз испытывает деформацию изгиба с напряжением сжатия в верхней части и растяжением в нижних отделах. Крестцово-подвздошные суставы испытывают помимо аналогичных деформаций изгиба, также и сдвиговые напряжения за счет смещения крестца относительно тазовых костей.

При опоре на одну ногу (рис. 2.13) в плоскости Y—Y происходят следующие изменения. Левая половина таза фиксирована к опоре. Крестец давит вниз и пово-

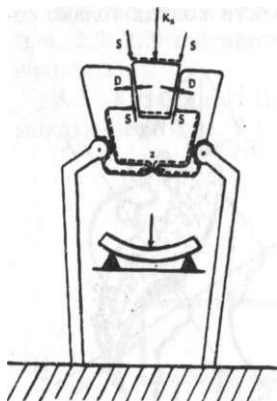


Рис. 2.10. Распределение напряжений в плоскости X—X тазового кольца при опоре на обе ноги.

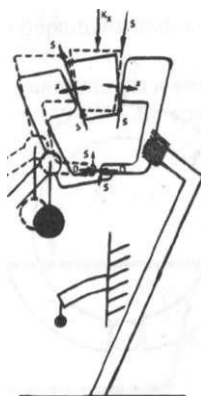


Рис. 2.11. Распределение напряжений в плоскости X—X тазового кольца при опоре на одну ногу.

рачивается к правой половине таза под тяжестью одновременно веса тела и веса поднятой правой ноги, при этом левый крестцово-подвздошный сустав открывается вверх и закрывается вниз. Одновременно правая часть таза под тяжестью поднятой ноги сдвигается вниз относительно крестца и поворачивается так, что правый крестцово-подвздошный сустав открывается вверх и закрывается вниз. Поскольку поднятая правая нога движется кпереди и находится впереди обоих крестцово-подвздошных суставов, происходит кручение таза вокруг крестца таким образом, что правая сторона каждого крестцово-подвздошного сустава выступает вперед в своей верхней части и отстает в нижней. Смещение, повороты и изгибы крестцово-подвздошных суставов заставляют правую часть симфиза значительно перемещаться вниз относительно фиксированной левой лобковой кости. Более того, кручение в крестцово-подвздошных суставах вызывают соответствующие напряжения верхних ветвей лобковых костей по отношению друг к другу. Следовательно, область лобкового симфиза испытывает наибольшие напряжения сдвига и изгиба, которые приводят к растяжению в верхней части и сжатию в его нижних отделах. В меньшей степени крестцово-подвздошные суставы испытывают напряжение при сдвиге и изгибе. Напряженное состояние кручения в крестцово-подвздошных суставах гасится закрытием симфиза.

Общая картина изменений в крестцово-подвздошных суставах и лобковом симфизе при наложении рассмотренных типов напряжений одновременно в обеих плоскостях получается следующая.

При опоре на обе ноги в симфизе происходит напряжение растяжения и изгиба. При наложении изгиба на растяжение возможно, что в верхней части симфиза возникают силы сжатия, несмотря на напряжение растяжения.

При опоре на одну ногу в момент ходьбы в симфизе возникает сильный сдвиг одновременно в двух перпендикулярных направлениях. Напряжение сжатия и изгиба вызывает растяжение в его верхней части и сжатие в нижней. В результате сложения деформаций изгиба и сжатия напряжение растяжения может

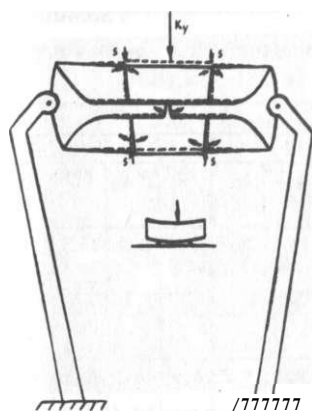


Рис. 2.12. Распределение напряжений в плоскости Y—Y тазового кольца при опоре на обе ноги.

также возникнуть в верхней части симфиза, где при опоре на две ноги возникает зона сжатия.

Как показали исследования F.Pauwels (1980) симфиз испытывает наибольшие сдвиговые деформации в результате изменения напряжений в положении стоя и при ходьбе, т.е.

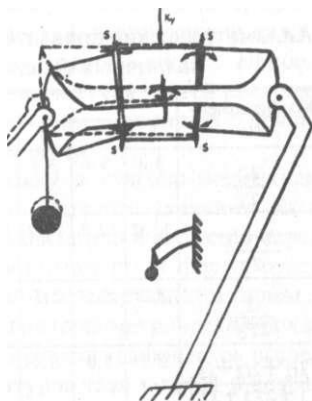


Рис. 2.13. Распределение напряжений в плоскости Y—Y тазового кольца при опоре на одну ногу.

смены напряжений сжатия на растяжение.

В положении человека сидя опорами становятся уже три точки — область крестца и два седалищных бугра, на которые передается давление только массы туловища (масса нижних конечностей в этом варианте нагружения таза значения не имеет). За счет того, что расстояние между седалищными буграми всегда меньше расстояния между крестцово-подвздошными суставами, тазовые кости приобретают момент вращения: крылья подвздошных костей расходятся наружу, а седалищные бугры сближаются. При этом крестцово-подвздошные суставы испытывают напряжение растяжения, а область симфиза — сжатие. Если принять массу туловища за половину массы тела и разделить ее на три составляющие (соответствующие точкам опоры), станет ясно, что тазовое кольцо в положении сидя испытывает значительно меньшие напряжения, чем при стоянии на двух или одной ноге.

2.2 Основы биомеханического моделирования тазового кольца ребёнка

В тазовом кольце у детей в возрасте от 1 до 13 лет (в отличие от взрослых) помимо 5 костей и двух суставов имеются 5 хрящей: хрящ лобкового симфиза, два трирадиальных хряща и хрящи боковых отделов крестца. Эти костно-хрящевые соединения — синхондрозы — являются постоянным элементом в строении таза ребёнка и имеют различную толщину (см. табл. 2.1); они выполняют роль своеобразных амортизаторов и вместе с крестцово-подвздошными суставами допускают определенный объем движений, зависящий от толщины хряща.

Таблица 2.1

Аллометрические показатели соотношений ширины хрящей и длины костей различных отделов таза у детей в возрасте от 1 до 13 лет.

Коэффициен- ты	В о з р а с т в г о д а х													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	30
$\frac{2l_1}{T_1}$	3,4	3,4	3,4	3,8	3,9	4,3	4,5	4,8	5,2	5,3	5,6	6,0	6,9	15,0
$\frac{l_1+l_2}{T_2}$	11,0	12,3	17,2	18,0	19,5	20,7	21,5	22,8	23,5	24,7	26,7	30,8	32,2	
$\frac{l_3}{2T_3}$	5,0	5,1	5,5	5,9	6,2	6,3	6,7	6,8	7,1	7,2	7,3	7,5	7,7	
$\frac{2l_1+2l_2+l_3}{T_1+2T_2+2T_3}$	5,5	5,8	6,6	7,0	7,5	7,9	8,3	8,9	9,0	9,3	9,6	10,5	10,8	40,0

l_1 — длина лобковой кости

l_2 — длина подвздошной кости

l_3 — ширина крестца

T_1 — ширина хряща лобкового симфиза

T_2 — ширина трирадиального хряща

T_3 — ширина хряща бокового отдела крестца

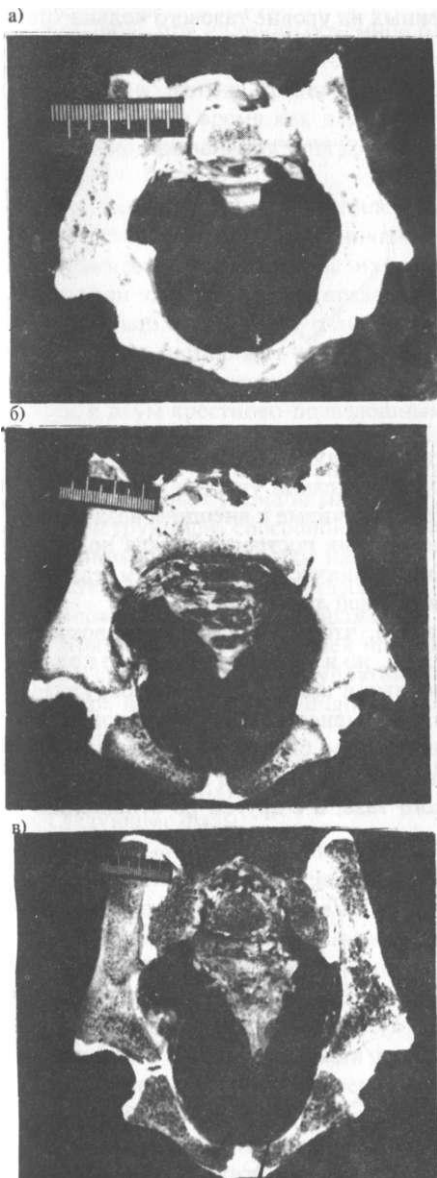


Рис. 2.14. Распил тазового кольца ребёнка и в возрасте 2-х лет (а), 6 лет (б), 11 лет (в).

Чем толще хрящ, тем больше объем движений, т.е. у детей первых лет жизни объем допустимых движений значительно больше, чем у детей в возрасте 10—12 лет.

В подростковом и юношеских возрастах хрящ в области синхондрозов замещается на костную ткань, исчезают трирадиальные хрящи и хрящи боковых отделов крестца (см. табл. 2.1). У лиц зрелого возраста сохраняется только хрящ лобкового симфиза, но он становится жестким, чем и отличается от такового у детей.

Приведённые в таблице данные показывают, что, как в отдельных звеньях, так и в тазовом кольце в целом у детей первых лет жизни хрящевая ткань занимает значительную часть. К 13-летнему возрасту доля хрящевой ткани, по сравнению с костной, в тазовом кольце уменьшается в несколько раз.

На распилах (см. рис. 2.14) кости переднего полукольца — верхние ветви лобковых костей тоньше костей заднего полукольца таза образованного крестцом и подвздошными костями, причем толщина костей неравномерна даже на протяжении одной кости. Наиболее толстые участки всех костей располагаются в местах соединения их с хрящом, т.е. в зонах роста.

Поскольку в судебно-медицинской литературе имеются указания на то, что на локализацию и характер переломов влияют размеры и форма отдельных костей и конструкции в целом, на основании антропометрических показателей мы провели графическое исследование контуров таза у детей в возрасте от 1 до 13 лет.

Было проведено сопоставление условных контуров таза мальчиков и де-

вочек в возрасте от 1 до 13 лет, представленных на уровне тазового кольца (рис. 2.14, 2.15).

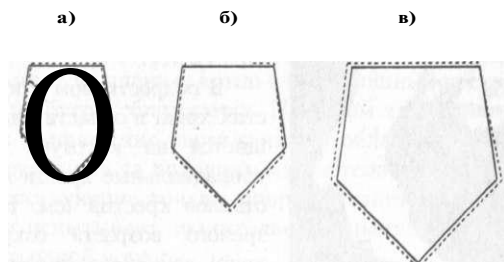


Рис. 2.15. Графическое изображение строения таза мальчиков и девочек в возрасте 2-х лет (а), 6 лет (б), 11 лет (в).

Для более четкого сопоставления контуров полученных распилов таза мы, исходя из биомеханических закономерностей, выделяли участки с высокой упругой деформацией — синхондрозы, и более устойчивые к внешним воздействиям зоны — костную ткань. На основе графических построений была получена геометрическая схема, приведенная к биомеханическим свойствам тазового кольца в его плоскостном сечении по терминальной линии (рис 2.16).

Графическое исследование также показало, что в зависимости от возраста значительно изменяются не только параметры, но и геометрия тазового кольца. Поскольку из сопromата известно, что арочные и кольцеобразные сооружения при сохранении их внутренних пропорций, но изменении своих размеров заметно меняют свою устойчивость к внешним нагрузкам, было целесообразно сопоставить контурно-схематические сечения внутреннего кольца в двух аспектах; с одной стороны в процессе развития детского таза, а с другой по отношению к взрослому.

Работы В.С.Семенникова (1972); А.А.Матышева (1975), и наши экспертные наблюдения показывают, что направление травматического воздействия на область таза может быть самым разнообразным и зависит от угла и точки приложения силы: спереди, сзади, сбоку, в диагональном направлении спереди или сзади и снизу при падении на ягодицы.

Для теоретических исследований совокупность травмирующих нагрузок на таз целесообразно разделить на две группы, когда вектор внешней силы находится в плоскости тазового кольца или направлен ПОД углом к ней. Анализ воздействия на тазовую область второй группы нагрузок воз-

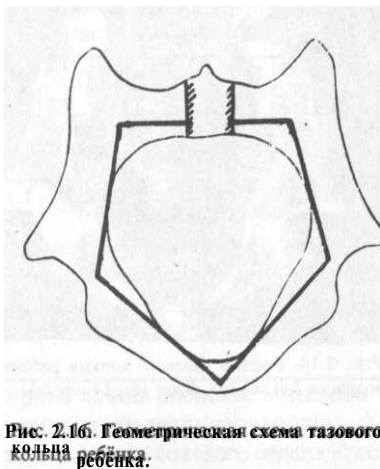


Рис. 2.16. Геометрическая схема тазового кольца ребенка.

возможен лишь при наличии объемной биомеханической модели таза, что чрезвычайно сложно и выходит за пределы данного исследования, в то время как для 1-й группы достаточно применения плоскостной модели.

Анализ поперечных распилов костей таза у детей на уровне пограничной линии и графическое исследование их контуров позволили нам схематично представить тазовое кольцо в виде пятиугольника, стороны которого составляют кости, соединения между ними соответствуют трем синхондрозам и двум крестцово-подвздошным суставам, а опорой является позвоночный столб (рис. 2.17). В строительной механике подобная силовая схема называется рамой, т.е. конструкцией, способной передавать и воспринимать любые виды нагрузок. Для упрощения расчетов (без ущерба для качества анализа), кости тазового кольца, имеющие определенную кривизну, на силовой схеме рамы изображены в виде прямых линий.

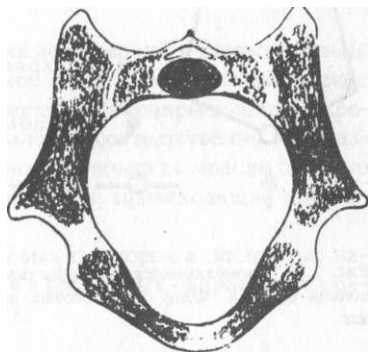


Рис. 2.17. Схема конструкции тазового кольца ребёнка.

При воздействии внешней нагрузки тазовое кольцо ребёнка изменяет свою форму сначала в пределах упругой деформации, а после превышения пороговых нагрузок наступает разрушение его в области синхондрозов, костей или на границе кость-хрящ.

В зависимости от величины внешнего воздействия и возникающих при этом повреждений динамику деформаций тазового кольца можно условно разделить на следующие фазы.

В исходном, недеформированном состоянии все соединения, в том числе и трирадиальные хрящи имеют определенный объем движений и рассматриваются как шарниры, поэтому при малых величинах внешних воздействий нашу модель можно сравнить с механизмом, свободно деформирующимся под нагрузкой без возникновения существенных усилий в его звеньях (рис. 2.18 — фаза малых нагрузок).

При под пороговой нагрузке в любом направлении У-образные хрящи превращаются в защемления и начинают передавать любые виды усилий, а крестцово-подвздошные суставы с лобком остаются шарнирами, т.е. схема превращается в статически-определимую раму (рис. 2.19 — фаза подпороговых нагрузок). Особенность силовой схемы тазового кольца как статически-определимой рамы заключается в том, что распределение внутренних усилий в ней в различных вариантах нагруже-

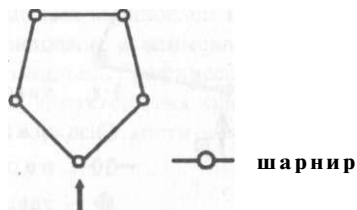


Рис. 2.18. Биомеханическая модель тазового кольца ребёнка. Фаза малых нагрузок.

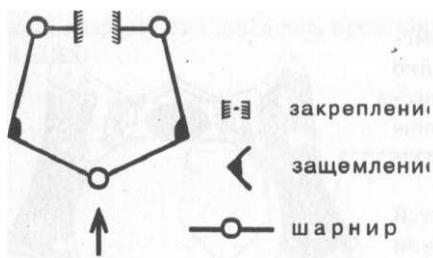


Рис. 2.19. Биомеханическая модель тазового кольца ребёнка. Фаза подпороговых нагрузок.

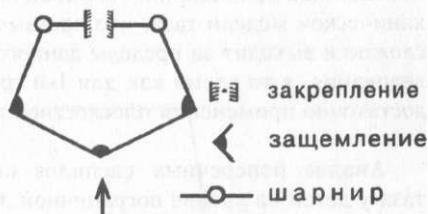


Рис. 2.20. Биомеханическая модель тазового кольца ребёнка. Фаза пороговых нагрузок,

ния можно рассчитать без учета реальных физико-механических свойств костей; необходимо знание лишь линейных размеров элементов тазового кольца.

В третьей фазе (рис. 2.20 — фаза пороговых нагрузок) в защемление переходит также и хрящ лобкового симфиза, что с теоретической точки зрения означает переход от статически-определимой схемы к одной раз статически-неопределимой. Необходимо отметить, что силовой расчет последних связан с добавлением к уравнениям равновесия уравнений деформаций, для решения которых необходимы знания физико-механических свойств, таких как модуль упругости материала костей или хряща, площади и моменты инерции поперечных сечений костей. Теоретические исследования таких систем для биологических объектов затруднены и в настоящее время могут быть проведены лишь качественно.

Воздействие травмирующей силы, превышающей пороговые нагрузки (рис. 2.21 — фаза разрушений), приводит обычно к образованию множественных локальных и конструктивных переломов в области тазового кольца. С точки зрения биомеханической модели образовавшиеся переломы в зависимости от их

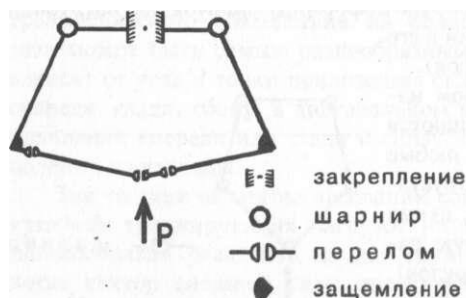


Рис. 2.21. Биомеханическая модель тазового кольца ребёнка. Фаза разрушений.

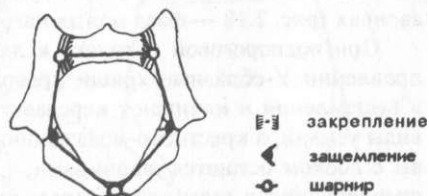


Рис. 2.22. Биомеханическая модель тазового кольца ребёнка в виде статически определяемой рамы.

характера (неполные или полные) означают возврат либо к статически определимой схеме либо к механизму.

Для изучения закономерностей возникающих деформаций в тазовом кольце ребёнка и установления механогенеза переломов нами выбрана схема в виде статически-определимой пятиугольной рамы, имеющей шарниры в области крестцово-подвздошных суставов и лобка, и защемления соответственно У-образным хрящам (рис. 2.22). Данная плоскостная биомеханическая модель тазового кольца наиболее достоверно отражает закономерности, происходящие при нагружении его в различных направлениях.

Принципы расчета и построения эпюр силовых факторов в элементах названной модели тазового кольца при нагружении в различных направлениях будут рассмотрены ниже в соответствующих главах.

2.3. Зависимость напряженно-деформированного состояния костей таза от остеометрических показателей

В результате многочисленных остеометрических исследований тазовых костей на продольных и поперечных распилах была установлена следующая зависимость: у всех костей толщина компакты максимальная в середине кости и уменьшается к зоне роста. Выражена также четкая обратно-пропорциональная зависимость между толщиной коркового слоя кости и массой губчатого вещества — в средней части кости губчатое вещество представлено неширокой зоной, а в области синхондрозов оно массивное. В целом любая кость таза ребёнка имеет большую толщину в области синхондрозов, т.е. в зоне роста и меньшую в своей средней части. Около синхондрозов кость состоит в основном из губчатого вещества и тонкой, начинающей расти пластинкой компакты (рис. 2.23). Р

Остеометрические показатели строения лобковых костей в различных возрастных группах представлены в таблицах 2.2, 2.3, 2.4. Коэффициент отношения толщины кости к толщине губчатого вещества довольно постоянен и по всей длине для лобковых костей составляет от 1,1 до 1,6. Коэффициент же соотношения толщины кости к толщине компактных слоев весьма variabelен (от 1,9 до 11,9): наибольшее значение он имеет около синхондрозов, а наименьшее — в средней части, где толщина компактного слоя максимальна. Графически эта зависимость представлена на рис 2.24. На наш взгляд, характер этих кривых убедительно доказывает то положение, что силовым каркасом кости является её компактный слой.

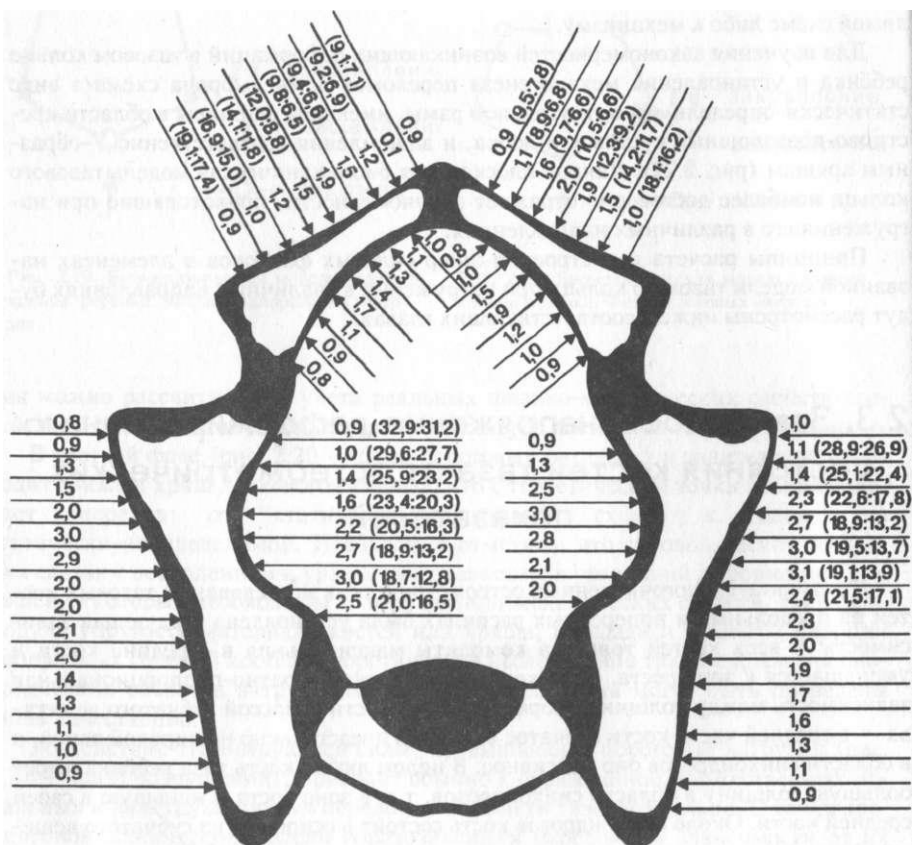


Рис. 2.23. Остеометрические показатели распила тазового кольца.

Таблица 2.2

Остеометрические показатели ($M \pm m$) строения лобковой кости в возрасте 1—3 года (в мм).

Параметры	Внутренняя часть	Средняя часть	Наружная часть
D толщина кости	$6,3 \pm 0,3$	$6,2 \pm 0,2$	$12,8 \pm 0,4$
(dK толщина компактного слоя	$0,9 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$
dr толщина губчатого вещества	$5,0 \pm 0,2$	$4,6 \pm 0,1$	$10,7 \pm 0,3$
Отношение D/dK	0,7	3,4	16,0
Отношение D/dr	1,2	1,3	1,2

Таблица 2.3

Остеометрические показатели ($M \pm t$) строения лобковой кости
в возрасте 4—7 лет (в мм).

Параметры	Внутренняя часть	Средняя часть	Наружная часть
D толщина кости	$7,8 \pm 0,3$	$8,2 \pm 0,2$	$15,2 \pm 0,6$
dk толщина компактного слоя	$1,6 \pm 0,1$	$2,6 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,1$
dr толщина губчатого вещества	$6,0 \pm 0,2$	$5,4 \pm 0,2$	$8,9 \pm 0,3$
Отношение D/dK	4,9	3,2	15,0
Отношение D/dr	1,3	1,5	1,7

Таблица 2.4

Остеометрические показатели ($M \pm t$) строения лобковой кости
в возрасте 8—12 лет (в мм).

Параметры	Внутренняя часть	Средняя часть	Наружная часть
D толщина кости	$11,0 \pm 0,5$	$10,0 \pm 0,3$	$17,7 \pm 0,7$
dk толщина компактного слоя	$1,7 \pm 0,1$	$3,3 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,1$
dr толщина губчатого вещества	$9,2 \pm 0,2$	$7,6 \pm 0,3$	$12,6 \pm 0,4$
Отношение D/dK	6,5	3,0	9,3
Отношение D/dr	1,2	1,3	1,4

В качестве примера в таблице 2.5 приводим остеометрические показатели правой лобковой кости мальчика 7 лет (эксперимент № 90) и графическое изображение аллометрических характеристик сечений для данной кости (рис. 2.25).

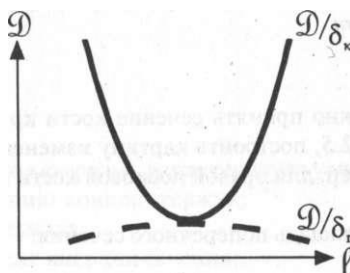


Рис. 2.24. График аллометрических соотношений толщины кости к толщине компактного и губчатого слоев.

Таблица 2.5

Остеометрические показатели (в мм) лобковой кости по ее длине
мальчика 7-ми лет (экспериментальное наблюдение).

	1	2	3	4	5	6	7
D толщина кости	9,5	8,9	9,7	10,5	12,3	14,2	16,2
dr толщина губчатого вещества	7,8	6,8	6,6	6,6	9,2	11,7	16,2
dcp толщина компакты	0,85	1,05	1,55	1,95	1,55	1,25	0,95
F площадь сечения кольца кости	23,0	25,9	39,7	52,4	52,3	50,8	51,1
I момент инерции кольца кости	21\$	203	341	503	771	1075	1720
W момент сопротивления кольца кости	46,0	45,7	70,0	98,0	125,0	150,0	190,0

F.W.J A 5 ср.

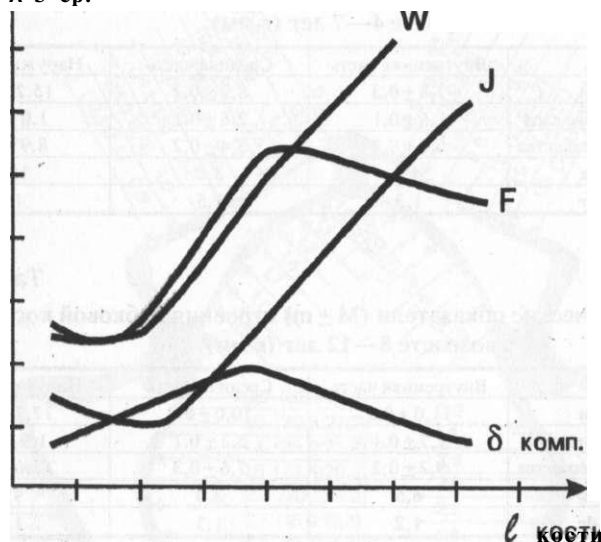


Рис. 2.25. График изменения аллометрических характеристик сечения вдоль лобковой кости.

Из приведенных графиков следует, что толщина компактного слоя и суммарная площадь поперечных сечений компакты меньше у торцов, чем в середине кости.

Названные признаки имеют важное биомеханическое следствие: при чистом растяжении разрыв компакты будет происходить в зонах, близких к торцам, так как она здесь имеет наименьшую толщину.

Решая качественную сторону явления деформации,

условно можно принять сечение кости круглым, трубчатым, и используя данные таблицы 2.5, построить картину изменения площади сечений и момента инерции, например, для правой лобковой кости вдоль ее длины (рис. 2.26).

Для кольца площадь поперечного сечения:

$$S = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2).$$

$$I_x = I_y = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4).$$

Момент сопротивления:

$$W = \frac{I_x}{y} = \frac{I}{D/2} = \frac{\pi}{32D} (D^4 - d^4).$$

Наиболее частым видом деформации тазовых костей, приводящим к их разрушению, является изгиб. В качестве примера рассмотрим напряженно-деформированное состояние костей переднего полукольца таза при воздействии

строения таза

травмирующей силы спереди. При этом максимальные напряжения будут развиваться в зоне хряща лобкового симфиза.

Опасной является также область трирадиальных хрящей, так как напряжения здесь практически постоянные, а допускаемые напряжения на сжатие падают с уменьшением толщины компакты. Поэтому в этой зоне возможно повреждение кости в зоне сжатия из-за потери устойчивости компакты. Физически это выражается во вспучивании кости.

Рассмотрим далее подробно устойчивость кости в зоне действия сжимающих напряжений. Она зависит прежде всего от соотношения действующих сжимающих к допустимым (критическим) напряжениям сжатия, которые, как и напряжения растяжения, в первую очередь зависят от толщины компактного слоя.

Известная формула Эйлера для определения критической сжимающей силы для стержня имеет вид:

$$P_{кр} = \frac{n^2 \pi^2 E I_{min}}{l^2} \quad (1)$$

где

n — число полуволн на длине стержня, характеризует условия заземления (опирания) концов стержня;

E — модуль упругости материала;

I_{min} — минимальный момент инерции сечения;

l — длина стержня.

Если разделить $P_{кр}$ на площадь сечения F , то мы получим выражение для критических сжимающих напряжений:

$$\sigma_{кр} = \frac{P_{кр}}{F} = \frac{n^2 \pi^2 E I_{min}}{l^2 F} \quad (2)$$

Возьмем пластинку толщиной δ и бесконечной ширины. Каждую единицу ширины мы можем рассматривать как стержень с сечением —

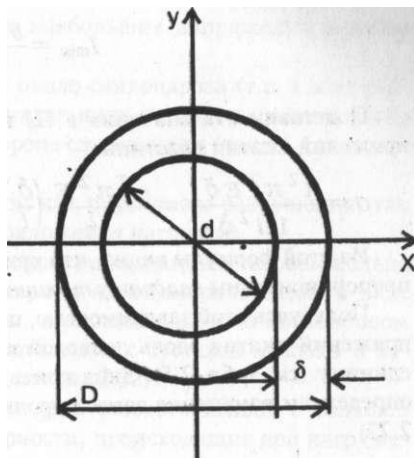


Рис. 2.26. Схематическое сечение кольца для определения характеристик.



Для этого сечения $F = b \cdot \delta = \delta$ (3);

$$I_{\min} = \frac{b \delta^3}{12} = \frac{\delta^3}{12} \quad (4);$$

Подставим эти значения в (2) и получим выражение для критических напряжений сжатия пластины:

$$\sigma = \frac{n^2 \pi^2 E \delta^3}{12 l^2 \delta} = \frac{n^2 \pi^2 E}{12} \left(\frac{\delta}{l} \right)^2$$

Из этой формулы видно, что критические напряжения сжатия для пластины пропорциональны *квадрату* толщины компактного слоя кости.

Пользуясь этой зависимостью, построим график изменения критических напряжений сжатия вдоль лобковой кости, приняв толщину компакта m 1 мм за единицу (см. табл. 2.5). Зная критические и действующие напряжения сжатия, определяем изменения запаса прочности на сжатие вдоль лобковой кости (рис 2.27).

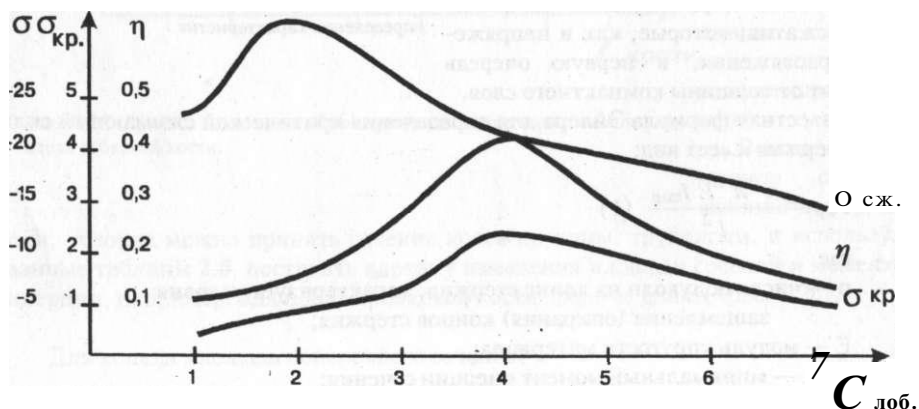


Рис. 2.27. Графики изменения критических сжимающих напряжений и запаса прочности вдоль лобковой кости.

Запас прочности: $\eta = \frac{\sigma_{\text{сж.}}}{\sigma_{\text{кр.}}}$

Из литературы известно, что при нагружении в различных направлениях кости таза наиболее часто испытывают деформацию изгиба. Наибольшая толщина компактного слоя в средней части тазовых костей обуславливает максимальную устойчивость их в этой зоне к деформациям изгиба, т.е. кости начинают работать как рычаги. Следовательно, при нагружениях тазового

кольца ребёнка в различных направлениях наибольшие напряжения должны локализоваться в зоне синхондрозов.

Наименьшая толщина компактного слоя около синхондроза (т.е. в зоне роста) обуславливает их минимальную сопротивляемость изгибу, а следовательно формирование здесь повреждения как на стороне сжимающих (чаще), так и растягивающих (реже) напряжений.

Область синхондрозов может быть местом как первичного разрушения, так и вторичного (в зависимости от характера приложения нагрузки).

Для изучения закономерностей возникающих деформаций в тазовом кольце ребёнка и установления механогенеза переломов нами выбрана схема в виде статически определимой пятиугольной рамы, имеющей опору на позвоночном столбе, шарнирами в области крестцово-подвздошных суставов и лобка и защемления соответственно У-образным хрящам (рис.2.22).

Данная плоскостная биомеханическая модель тазового кольца с большой степенью достоверности отражает закономерности, происходящие при нагружении ее в различных направлениях.

Для выполнения численных расчетов элементы биомеханической модели обозначены размерами соответствующими экспериментальному наблюдению No 90 (Акт No 2550, М., 7 лет) (рис.2.23).

Из науки о сопротивлении материалов известно, что замкнутое кольцо, коим является таз, имеет статическую неопределимость, равную трем. Другими словами, для расчета внутренних силовых факторов в замкнутом плоском кольце к трем уравнениям равновесия необходимо добавить три уравнения совместности деформаций. Однако, также известно, что каждый шарнир уменьшает статическую неопределимость замкнутого

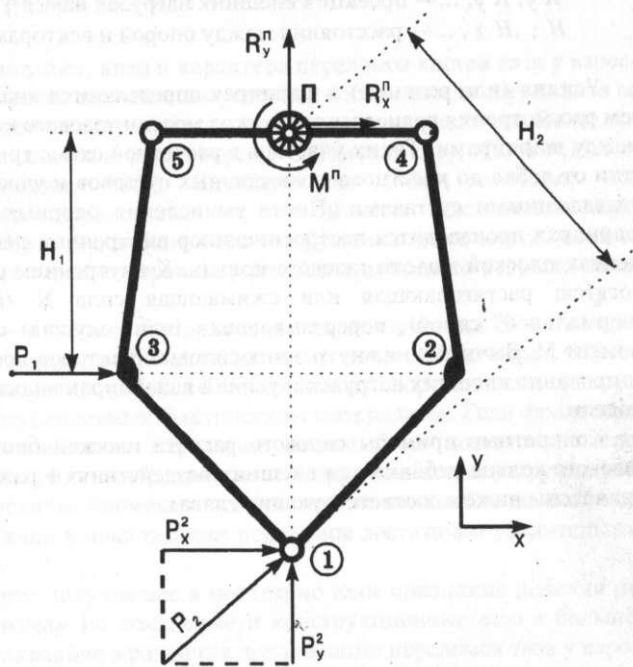


Рис. 2.28. Принципы расчёта и построения эпюр силовых факторов биомеханической модели тазового кольца ребёнка.

кольца на единицу. Таким образом, выбранная нами расчетная схема замкнутого тазового кольца с тремя шарнирами является статически определимой.

Силовой расчет выше названной модели тазового кольца заключается в определении опорных реакций и усилий в шарнирах.

Принципы расчета и построения эпюр силовых факторов в элементах названной модели тазового кольца (рис. 2.28) при нагружении в различных направлениях заключается в следующем. Пусть на тазовое кольцо в его плоскости воздействует система внешних нагрузок $\{P_1, P_2\}$ различного направления.

Опорой плоскостной модели тазового кольца является позвоночный столб, который уравнивает систему внешних нагрузок $\{P_i, P_2, \dots, J\}$ реакциями R_x^n, R_y^n и реактивным крутящим моментом M^n .

Опорные реакции определяются решением системы уравнений равновесия рис.2.28.

$$\begin{cases} R_x^n = -(P_1^x + P_2^x + \dots); \\ R_y^n = -(P_1^y + P_2^y + \dots); \\ M^n = -(P_1 H_1 + P_2 H_2 + \dots); \end{cases}$$

где $R_x^1, R_x^2, \dots$ — проекция внешних нагрузок на ось X,
 $R_y^1, R_y^2, \dots$ — проекция внешних нагрузок на ось Y,
 $H_1, H_2, \dots$ — расстояния между опорой и векторами внешних нагрузок.

Усилия (или реакции) в шарнирах определяются аналогичным образом путем рассмотрения равновесие участков модели тазового кольца, расположенных между шарнирами. Таких участков в расчетной схеме три: правый и левый участки от лобка до крестцово-подвздошных суставов и участок между крестцово-подвздошными суставами. После вычисления опорных реакций и усилий в шарнирах производится построение эпюр внутренних силовых факторов в элементах плоской модели тазового кольца. К внутренним силовым факторам относятся: растягивающая или сжимающая сила N (обычно ее называют "нормальной" силой), перерезывающая (или сдвигающая) сила Q и изгибающий момент M. Вычисления внутренних силовых факторов производятся путем проектирования внешних нагрузок и усилий в шарнирах на оси элементов расчетной модели.

Конкретные примеры силового расчета плоской биомеханической модели тазового кольца ребёнка при внешних воздействиях в различных направлениях

Глава 3

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПОВРЕЖДЕНИЙ КОСТНОЙ И ХРЯЩЕВОЙ ТКАНИ ТАЗА У ДЕТЕЙ

3.1. Общие закономерности повреждений таза в детском возрасте

Сопоставление локализации, вида и характера переломов костей таза у взрослых и детей в совершенно идентичных условиях постановки эксперимента со всей наглядностью продемонстрировало принципиальное их различие. Более того, анализ данных, имеющихся в литературе (В.С.Семенников, 1972; А.А.Матышев, 1975; Ю.А.Солохин, 1985; Б.А.Саркисян, 1985), показал, что использование рекомендованных признаков, хотя бы только локализации переломов, сопряжен с экспертной ошибкой. Место нарушения целостности тазового кольца при идентичных условиях травмы у детей и лиц зрелого возраста зачастую не совпадают.

С другой стороны — признаки и структурные характеристики свойств переломов не только не совпадали, но зачастую не имели ничего общего (рис. 3.1).

Названные два положения требовали определенных теоретических объяснений и обоснований, подкрепленных фактическим материалом. Если фрактографическое различие в свойствах переломов можно было достаточно легко объяснить принципиальной неоднородностью и неидентичностью разрушаемого материала — кости (отличие биомеханических свойств взрослой и детской кости известны), то различие в локализации переломов достаточно убедительных обоснований не имело.

Следует указать, что получившее в последние годы признание деления переломов по их механизмам на локальные и конструкционные еще в большей степени осложнило толкование в различии локализации переломов таза у взрослых и детей.

Под локальными (контактными, прямыми) переломами понимают такие, которые возникают в зоне непосредственного воздействия тупого твердого предме-

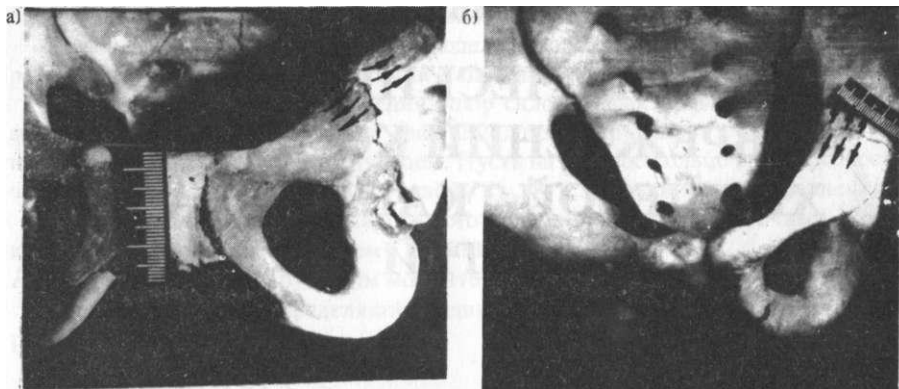


Рис. 3.1. Характер и локализация переломов лобковой кости ребенка (а) — экспертное наблюдение N 88, д., 6 лет и зрелого человека (б) — м., 25 лет.

та (изгиб, сдвиг). Конструкционными (непрямыми) обозначают повреждения, образовавшиеся на протяжении от точки непосредственного внешнего воздействия. Они чаще возникают вследствие деформации изгиба, а наивысшие значения растягивающих силовых напряжений локализуются на наружной костной пластинке, откуда и начинается разрушение кости (рис. 3.2).

Как локальные, так и особенно конструкционные переломы костей таза, возникая вследствие изгиба, обычно сочетаются с другими видами деформаций (кручение, сдвиг, разрыв и т.п.).

Тщательному анализу были подвергнуты биомеханические модели, которые были использованы предшествующими авторами. Оказалось, что с биомеханических позиций только Б.А.Саркисян (1985) рассматривает тазовое кольцо в его горизонтальном сечении как неоднородно утолщенное монолитное образование. Проведя серию поперечных распилов таза, изъятых из трупов детей, и сопоставив их с распилами таза зрелого человека, мы вынуждены были зарегистрировать существенную разницу. Анализ изменений тазового кольца ребёнка (Л.Е.Кузнецов, 1985) вследствие внешнего воздействия показывает,

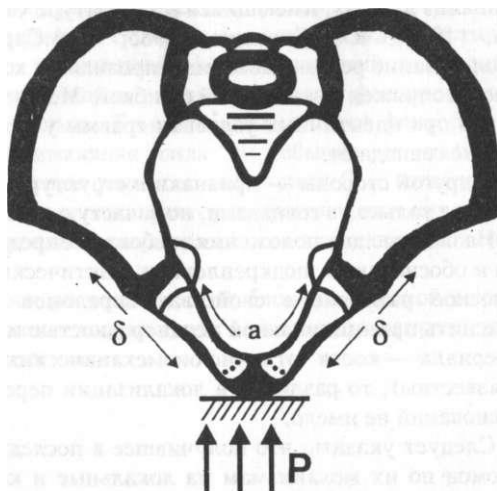


Рис. 3.2. Схема механизма образования (а) локальных и (б) конструкционных повреждений таза у ребенка при воздействии травмирующей силы спереди.

что основные деформации сводятся не просто к "пластическим" изменениям ее формы, но и к концентрации силовых напряжений в конкретных зонах.

Применительно к костно-хрящевому комплексу детского таза таких участков или зон, можно выделить несколько. Это прежде всего область синхондрозов (Кузнецов Л. Е., Кокорев П. Д., 1985), так называемые "соединения" упругой деформации, в которых в результате развиваются предельные силовые напряжения, переходящие в разрушения. С названным процессом тесно связаны явления силовых напряжений, развивающиеся в костной ткани (особенно в зоне роста), которая в свою очередь характеризуется как хрупко-пластический материал.

Внешнее воздействие тупого твердого предмета на область таза в поперечном по отношению к вертикально стоящему телу сводится к рассмотрению трех основных вариантов.

1. Воздействие травмирующего предмета, имеющего резко ограниченную контактную поверхность, направлено на зону хрящевого сочленения (рис. 3.3). Вначале происходит уменьшение размера тазового кольца в направлении действовавшего предмета за счет разгибания синхондроза, в котором возникают в первую очередь локальные, разрывные повреждения. Через примыкающие к синхондрозу кости, напряжение передается на их противоположные концы, также входящих в состав синхондрозов. В этих сочленениях на протяжении возникают деформации изгиба за счет уменьшения величины дуги и могут формироваться конструктивные повреждения.

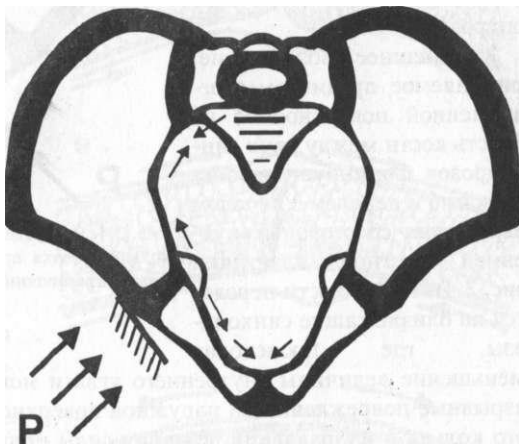
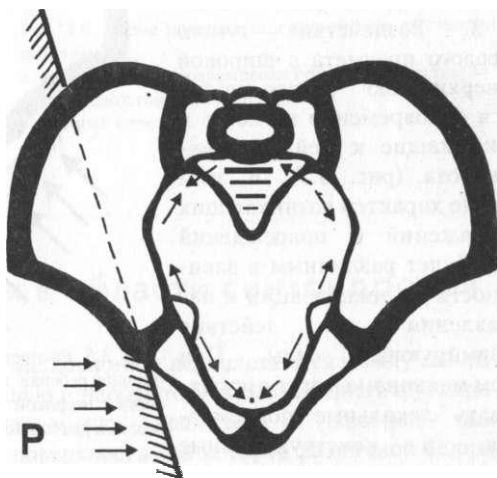


Рис. 3.3. Распределение силовых напряжений в тазовом кольце ребенка при воздействии травмирующего предмета в область синхондроза с ограниченной (сверху) и широкой (снизу) контактной поверхностью.



Действие травмирующего предмета с широкой контактной поверхностью помимо перечисленных выше повреждений приводит к образованию переломов и в более отдаленных участках, таза, т.к. локальное воздействие предмета распространяется на три синхондроза.

2. Внешнее воздействие, причиняемое предметом с ограниченной поверхностью на область кости между двух синхондрозов формирует локальные изгибы и перелом с началом разрушения со стороны внутренней костной пластинки (рис. 3.4). Изгиб кости передается на близлежащие синхондрозы, где происходит

уменьшение величины внутреннего угла и могут возникать конструктивные разрывные повреждения на наружной поверхности. Уменьшение размера тазового кольца в направлении действия силы приводит к напряжению в отдаленных синхондрозах, где возникающие деформации изгиба могут иметь различное значение (кнаружи или кнутри) в зависимости от угла направления действующей силы.

3. Воздействие тупого твердого предмета с широкой поверхностью распространяется одновременно на кость и прилежащие к ней два синхондроза (рис. 3.5). В этом случае характер возникающих напряжений и повреждений таза будет различным в зависимости от локализации и направления действия травмирующей силы. При этом механизме могут отсутствовать локальные повреждения, а конструктивные

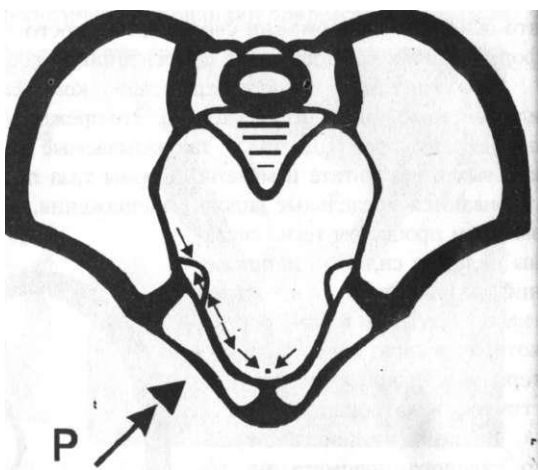


Рис. 3.4. Распределение силовых напряжений в тазовом кольце ребенка при воздействии травмирующего предмета с ограниченной поверхностью на лобковую кость.

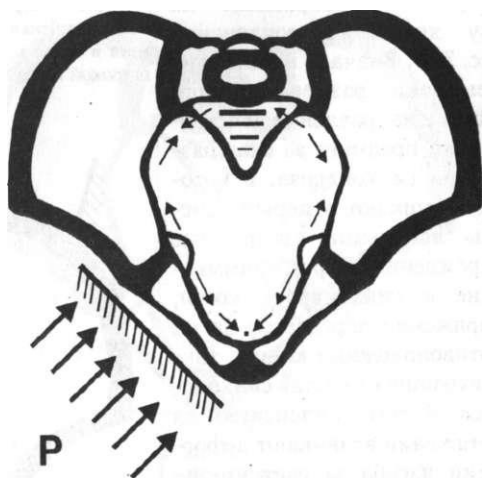


Рис. 3.5. Распределение силовых напряжений в тазовом кольце ребенка при воздействии травмирующего предмета с широкой ударяющей поверхностью на лобковую кость и два синхондроза.

переломы возникнут в отдаленных узлах и звеньях тазового кольца.

Степень зрелости кости, прочностные характеристики хряща и окружающей кость и хрящ соединительной ткани в совокупности с величиной механического воздействия могут в каждом конкретном случае сформировать один из трех видов разрушения:

1. При несостоятельности костной ткани — повреждение ее чаще в зоне роста.

2. При несостоятельности соединения кость-хрящ — разрыв синхондроза по границе двух сред (особенно при появлении деформации среза).

3. При несостоятельности хряща — его разрушение.

По характеру повреждения костей таза у детей следует разделить на три степени:

1) изолированные повреждения губчатого вещества, возникающие при относительно целой компактной пластинке при малой степени деформации тазового кольца;

2) поднадкостничные переломы, надломы — нарушение целостности части кости при неповрежденной надкостнице;

3) полные переломы со смещением костных отломков и разрывом надкостницы (рис 3.6).

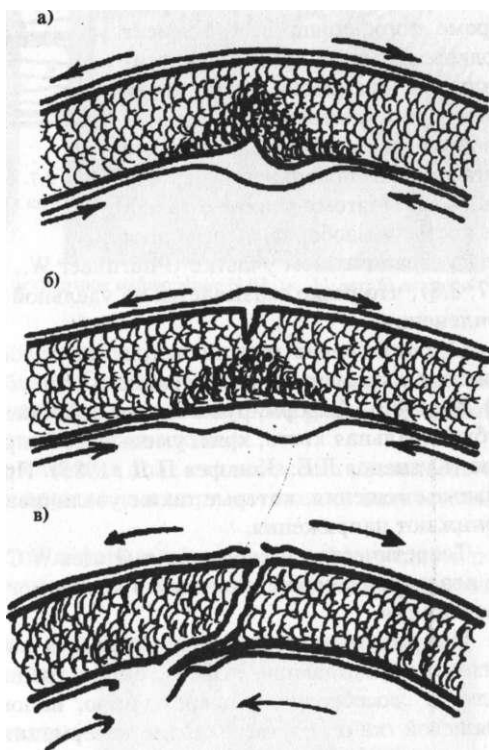


Рис. 3.6. Схема повреждения костей таза по степени разрушения:

а) изолированное повреждение губчатого вещества;

б) поднадкостничный перелом;

в) полный перелом.

3.2. Повреждения в области синхондрозов

Как известно, надкостница и надхрящница переплетаются между собой, переходя с костной ткани на хрящевую и наоборот, и в виде мощного футляра укрепляют синхондроз. Граница между хрящевой и костной тканью представляется в виде неровной поверхности, на которой различной величины

сосочковые выросты поверхности хряща внедряются в соответствующие углубления костной ткани. Кроме того, хрящ всегда имеет подковообразной формы вместилище, а суставная часть кости имеет соответствующую закругленную форму, что значительно увеличивает поверхность их соединения. Поэтому усилие с хряща на кость (и наоборот) передаются не на ограниченном участке (Fhurnheer W., 1969), а на большой площади (рис. 3.7; 3.8), что резко сказывается на удельной нагрузке и повышает устойчивость сочленения.



Рис. 3.7. Механизм передачи нагрузки с хрящевой ткани на костную.

С точки зрения механики хрящ является гетерогенным анизотропным, нелинейно-вязкоупругим материалом (Кнетс И.В., Пфафрод Г.О., Саулгозис Ю.Ж., 1980). Деформируясь под воздействием нагрузки значительно легче, чем субхондральная кость, хрящ уменьшает напряжение по границе контакта с костью (Кузнецов Л.Е., Кокорев П.Д., 1985); При сжатии в хряще возникают радиальные смещения, которые также увеличивают площадь контакта и тем самым понижают напряжения.

Теоретические исследования (Hafes W.C., Bobine A.L., 1978) показали, что по краям контактной площадки в хряще могут развиваться только деформации растяжения.

При внешнем воздействии на область синхондроза изгибающий момент сил вызывает срезающие деформации на границе двух сред: кость-хрящ, что приводит к своеобразному повреждению, напоминающему вывих кости из ложа хрящевой ткани. Растягивающие деформации формируют начальную ровную со стороны растяжения поверхность излома, а затем переходят в срезающие деформации с разрушением губчатого вещества.

Начало образования повреждения хряща мы всегда наблюдали только в зоне растягивающих усилий (Кузнецов Л.Е., Москаленко Л.М., 1984).

Со стороны растяжения в зоне начала разрушения хряща поверхность излома относительно гладкая и занимает обычно площадку небольших размеров. Затем наблюдается образование поверхностных, волнообразных углублений, идущих соответственно направлению изгиба. В зоне долома рельеф борозд и выступов становится более выраженным, грубым, но направление их не меняется (рис. 3.9).

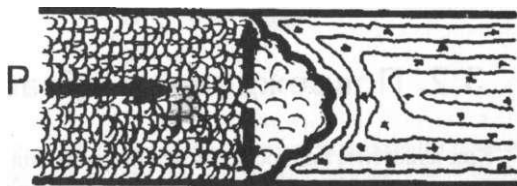


Рис. 3.8. Механизм передачи нагрузки с костной ткани на хрящевую.

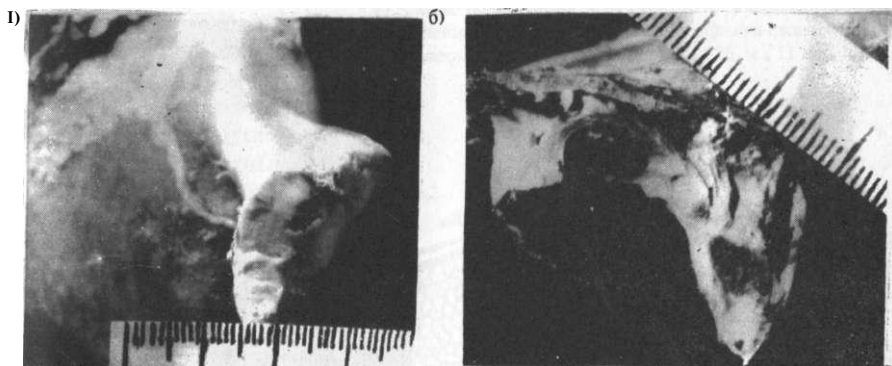


Рис. 3.9. Фрактограммы излома хряща: а) экспертное наблюдение N 94, м., 11 лет; б) экспериментальное наблюдение N 105, м., 4 года.

В случаях перехода разрывных деформаций в сдвиговые поверхность излома хряща принимает чешуйчатый характер. При этом в зоне начального разрушения хряща также формируется ровная площадка, от которой распространяются выступы в виде чешуек, более выраженные в зоне долома.

В месте перехода хряща в надхрящницу в зоне сжатия всегда располагается циркулярная глубокая трещина, обнаруживаемая при натяжении надкостницы (рис. 3.10).

При кручении вследствие развития деформаций по типу двойного сдвига поверхность излома неровная, напоминает винтообразную, ступенчатую лестницу.

В зоне долома на границе хряща и надхрящницы также отмечается глубокая трещина.

Полученные нами данные позволяют считать, что чистые виды деформации при повреждениях хрящей встречаются довольно редко. Обычно наблюдается сочетание или переход друг в друга нескольких видов деформации, например, сжатия, растяжения и сдвига. (Рис. 3.11).

Хрящ лобкового симфиза разрушается, как правило, вследствие изгиба, остальные — преимущественно при сдвиговых деформациях.

Повреждения в области синхондрозов нередко были поднадкостничными или поднадхрящничными и диагностировались только после рассечения и удаления надкостницы и надхрящницы.

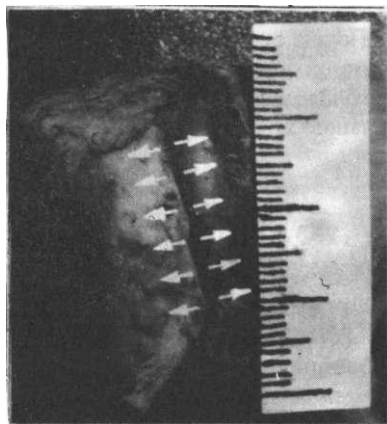


Рис. 3.10. Трещина между надхрящницей и хрящем со стороны сжатия. Экспертное наблюдение N 94, м., 11 лет.

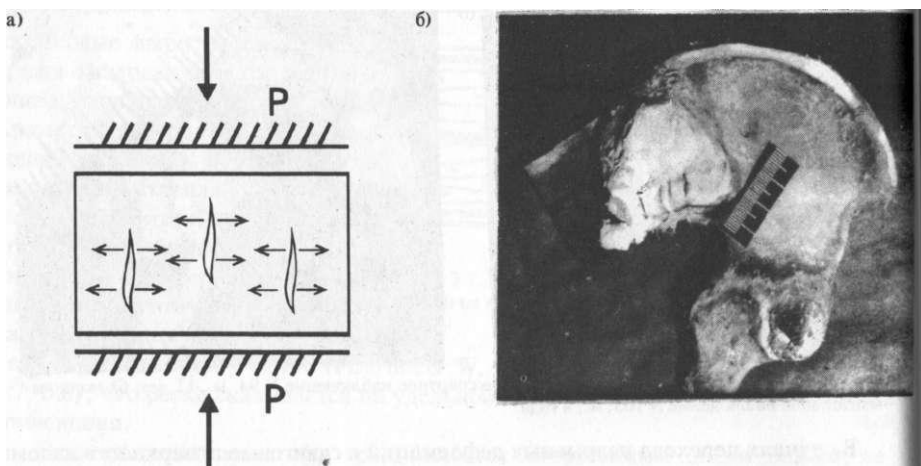


Рис. 3.11. Повреждение хряща от разрыва в результате деформации сжатия:

а) схема;

б) экспериментальное наблюдение N 105, м., 4 года.

Повреждения в области синхондрозов таза у детей не имеют своей терминологии и не получили должного отражения у клиницистов (Н.Г.Дамье, 1960s; Н.А.Любошиц, 1964, 1968; А.Ф.Бухны, 1973; Р.Х.Закариадзе, 1977; S.Schuster, 1969), так как авторы изучали их преимущественно с использованием рентгенологического метода.

По аналогии с эпифизеолизами длинных трубчатых костей повреждения на границе костной и хрящевой тканей синхондрозов костей таза можно называть *синхондрозолизами* (синхондрозиз хряща лобкового симфиза, синхондрозиз У-образного хряща).

3.3. Повреждение компактного вещества

Как следует из биомеханической модели костей таза в их хрящевых соединениях создаются силовые напряжения предельных значений, а развивающиеся деформации имеют характер изгиба (или двойного изгиба). В отличие от хрупких тел эластические и хрупко-эластические материалы (до определенного] класса) значительно устойчивей к деформациям растягивающим, чем сжимающим.

Поэтому у детей в отличие от взрослых, довольно часто переломы начинаются в зоне сжимающих напряжений, а не растягивающих (Л.Е.Кузнецов, 1982, 1983; В.В.Хохлов, 1992). Это свойство костной ткани может проявляться как при формировании локальных повреждений, так и конструкционных.

Названная особенность ярко проявляется при деформации наиболее молодой кости, каковой она является в зонах роста, т.е. около синхондрозов. Происходит потеря устойчивости отдельных костных пластин, в первую очередь в зонах наибольшей концентрации сжимающих усилий. Это приводит к локальному вспучиванию компактного вещества. Вследствие вспучивания одной части костных пластинок происходит нарастание концентрации напряжений на осевое сжатие в соседних участках и распространение деформации на соседние участки (рис. 3.12).

Дальнейший процесс изгиба сопровождается увеличением вспучивания компактной пластинки, отрывом балок губчатой кости от внутреннего слоя компактного вещества и образованием щели или полости на границе этих двух слоев (рис. 3.13).

Проявление локальной неустойчивости может иметь разновидности
 а) в виде выпячивания и образования валика;
 б) в виде складки-углубления;
 в) в виде двойного валика выпячивания (Л.Е.Кузнецов, Н.С.Филатов, М.В.Шуваев, 1982).

Такая механическая нестойкость кости, степень и виды ее проявления целиком связаны с условиями внешнего воздействия и морфологическими проявлениями оссификации.

Важным морфологическим признаком неустойчивости костной ткани к деформациям

Рис. 3.12.

а) Схема образования вспучивания и желобообразного углубления компактного вещества в области сжатия;
 б) экспериментальное наблюдение N 126, м., 11 лет.

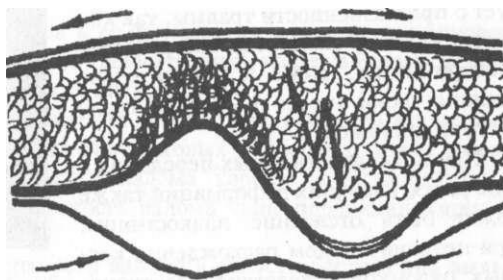
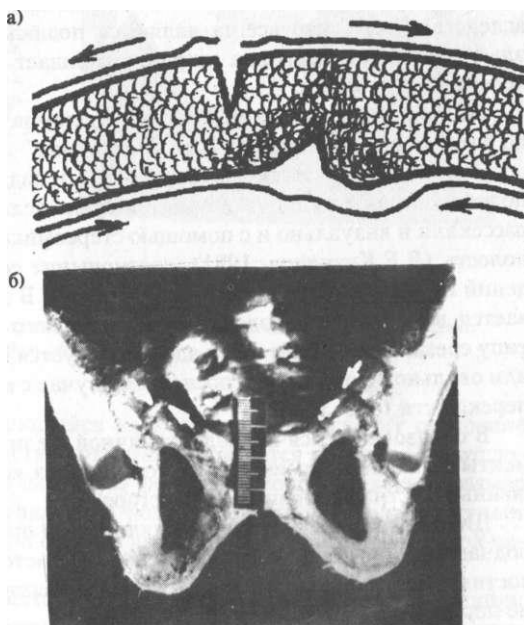


Рис. 3.13. Схема образования расщепления кости на границе губчатого и компактного слоев в области вспучивания.

сжатия при изгибе является ориентация этой зоны: она стремится к линейной форме и располагается нормально (т.е. под углом 90°) к действующим силам.

Несостоятельность кости и ее деформация при этом не сопровождается макроскопическим разъединением сплошности костной ткани. Таким образом, формируется неполный перелом (надлом).

В специальной литературе такие повреждения получили названия переломов по типу "зеленой веточки". На секции они вызывают трудности диагностики вследствие того, что всегда являются поднадкостничными, а неповрежденная эластическая надкостница сохраняет придает видимую целостность и анатомическую форму кости.

Наличие и локализация таких переломов довольно успешно определяются по патологической подвижности костей таза.

Зону отслоения надкостницы в области надлома изучали методом введения в поднадкостничную щель шприцем туши зеленого цвета. Затем надкостницу рассекали и визуально и с помощью стереомикроскопа изучали образовавшуюся полость (Л.Е.Кузнецов, 1981), соотношение ее с переломом, характер повреждений по краю отслоившейся надкостницы. В зоне сжатия надкостница натягивается вшпунченными волокнами компактного слоя и отслаивается от него по типу среза. В конечном итоге здесь образуется поднадкостничная щель округлой или овальной формы, но в последнем случае с направлением длинника щели поперек кости (рис. 3.14).

В образовавшейся поднадкостничной щели помимо крови мы находили элементы выдавленного из губчатого вещества костного мозга и частички разрушенных костных и хрящевых перегородок.

Диагностику их мы осуществляли путём приготовления мазков содержимого поднадкостничных щелей, окрашенных по методу Романовского-Гимза. Кровь и костный мозг с фрагментами губчатого вещества в поднадкостничной щели в зоне перелома в дальнейшем играют важную роль в образовании костной мозоли и заживлении перелома.

Наличие поднадкостничной щели с кровью в зоне перелома не свидетельствует о прижизненности травмы, так как такую картину мы всегда наблюдали в экспериментах, даже в относительно поздние сроки (через 1—2) дня после наступления смерти.

При поднадкостничных переломах в зоне растягивающих деформаций также может быть отслоение надкостницы. При незначительном расхождении костных отломков вследствие эластичности надкостницы процесс ограничивается ее растяжением. В связи с несоответствием объема движений между

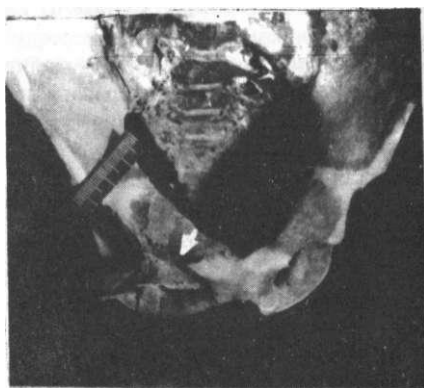


Рис. 3.14. Поднадкостничный карман в области перелома на стороне сжатия. Экспериментальное наблюдение N 94, м., 11 лет.

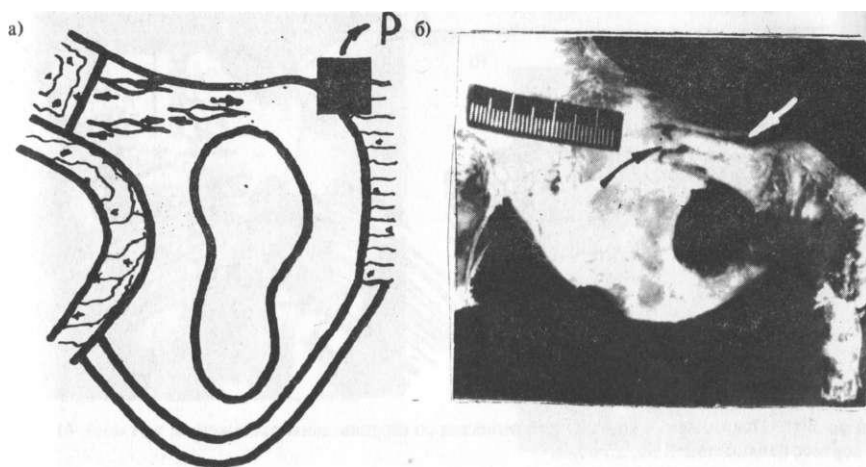


Рис. 3.15. Продольные трещины компактного вещества при деформации кручения: а) схема; б) экспериментальное наблюдение N 199, м., 6 лет.

костными отломками и растягивающейся надкостницей происходит отслоение ее от компактного вещества вследствие отрыва и образуется полость. Это отслоение обычно имеет округлую или овальную форму, имеющую больший размер вдоль длинника кости. В образовавшуюся поднадкостничную щель поступает кровь из разорванных капилляров и сосудов надкостницы, компактного и губчатого вещества кости.

При кручении разрушение кости идет с образованием продольных трещин, что свидетельствует о наличии касательных напряжений в ее продольных плоскостях (рис. 3.15). При деформации кручения площадь поднадкостничной щели и локализация ее зависят от объема смещения кости по отношению к надкостнице; механизм образования отслоения надкостницы в этом случае идет по типу сдвига.

В процессе созревания кости, когда в ее физических параметрах начинает преобладать хрупкость (ломкость) при ее травматизации чаще начинают возникать переломы с нарушением целостности надкостницы.

Морфологические признаки повреждения компактного вещества в зоне растягивающих деформаций мало отличаются от таковых у взрослых: линия траектории перелома ровная, края плоскости излома хорошо сопоставляются с противоположными фрагментами, плоскость излома чаще перпендикулярна жс длиннику кости (рис. 3.16).

Однако при исследовании поверхности излома в области растяжения выявляется феномен "выдергивания" отдельных групп волокон и пластин (рис. 3.17).

Процесс полного разрушения кости происходит при сочетании, или чередовании нескольких типов деформации и заканчивается доломом (В.Н.Крюков, 1986), под которыми следует понимать окончание разрушения кости, конец перелома.

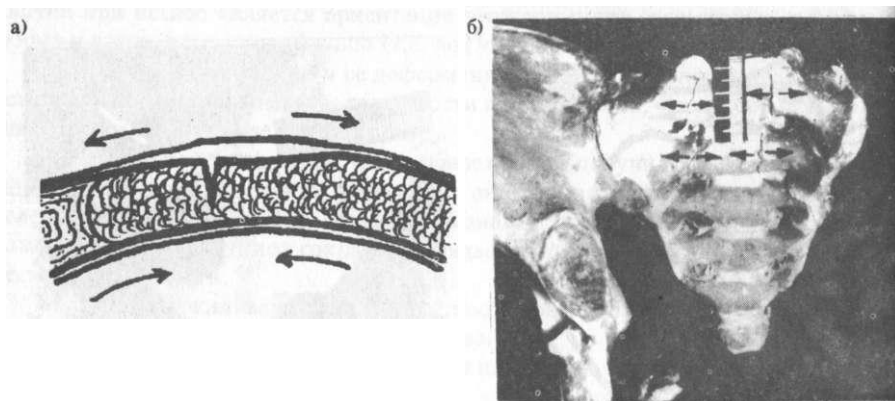


Рис. 3.16. Повреждения компактного вещества со стороны зоны растяжения: а) схема; б) экспериментальное наблюдение N 88, д., 6 лет.

В зоне долома кости у детей происходит изгиб и натяжение костного мостика между разъединяющимися поверхностями излома. При этом костные пластинки и волокна обрываются на различной удаленности от плоскости излома и наступает полное нарушение сплошности компактного вещества, сопровождающиеся разрывом надкостницы. В результате этого в одном костном фрагменте образуется истончающаяся пластинка компактного вещества — отщеп, с отрыва шом! на некотором расстоянии надкостницей (Л.Е.Кузнецов, 1983). Отщеп обычно располагается на костном фрагменте, который имел больший объем движений. На другом костном отломке располагается дефект соответственно отщепленному компактному веществу (рис. 3.18).

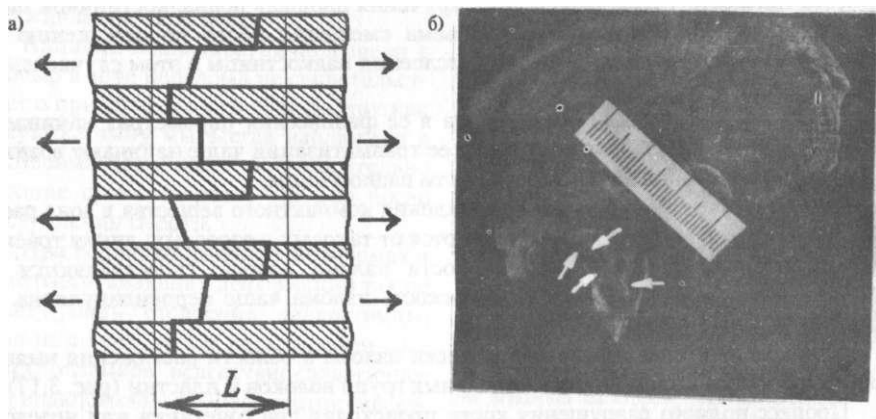


Рис. 3.17. Выдергивание волокон: а) схема; б) экспериментальное наблюдение N 105, м., 4 лет.

и хрящевой ткани таза у детей

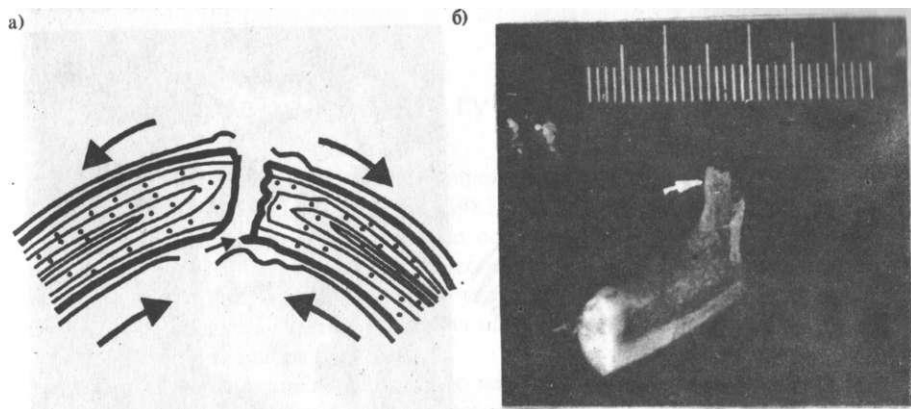


Рис. 3.18. Отщепы компактного вещества в зоне долома: а) схема; б) экспериментальное наблюдение N 91, д., 2 лет.

Полные переломы костей и хрящей таза, т.е. переломы с расхождением или смещением костных отломков и разрывом надкостницы, по нашим данным, встречаются в 49% случаев.

В зоне растяжения кости разрыв компактного слоя и надкостницы по локализации могут совпадать, однако, нередко надкостница отрывается на определенном расстоянии от края перелома, чаще соответственно границе синхондроза; при этом нередко бывает выдергивание пластов надкостницы из надхрящницы. В зоне растягивающих силовых напряжений надкостница повреждается вследствие разрыва, поэтому целостность надкостницы с одной стороны кости свидетельствует обычно о зоне деформации сжимающих напряжений.

Полный разрыв надкостницы наблюдается только после расхождения костных отломков. В зоне сжатия надкостница всегда отрывается на определенном расстоянии от изгиба. Наличие отрыва надкостницы в области отщепы в сочетании с характером повреждений компактного вещества позволяет судить о механизме перелома (рис 3.19). Этот признак наиболее выражен в зонах прилегающих к синхондрозам, т.к. здесь надкостница более прочно соединена с костью.

Кроме того, в случаях разрушения компактного и губчатого вещества в области сжимающих напряжений мелкие костные фрагменты обычно остаются прикрепленными к оборванному и свернувшись участку надкостницы (рис. 3.20). Этот признак всегда свидетельствует о бывших сжимающих деформациях при повреждениях кости.

Таким образом, в компактном веществе плоских костей таза у детей при повреждениях образуются признаки, отличающиеся от таковых у взрослых. Так, при неполных переломах (надломах) со стороны сжатия возникает отслоение надкостницы и образуются валикоподобные вспучивания, желобообразные углубления и множественные продольные трещины; при полных переломах со

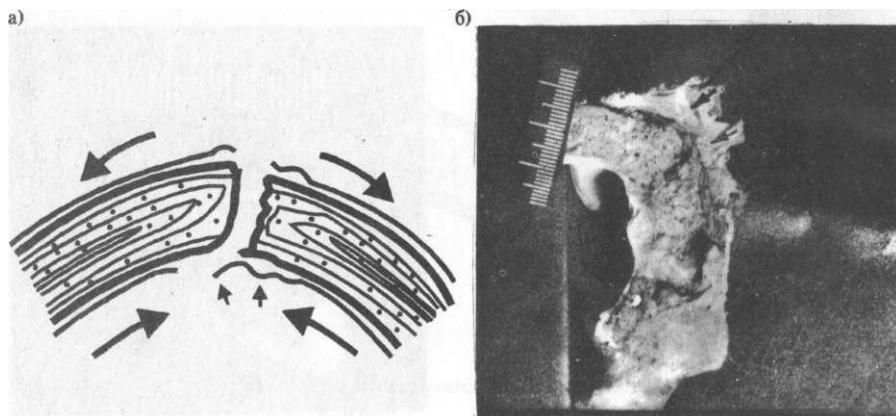


Рис. 3.19. Отслоение, отрыв надкостницы в области сжатия: а) схема; б) экспериментальное наблюдение N 135, м., 7 лет.

стороны сжатия в зоне долома возникает отщеп компактного вещества и отрыв надкостницы. Выкрашивания ткани — кардинального признака сжатия костной ткани зрелого человека — при переломах костей таза у детей не наблюдается. Со стороны растяжения линия траектории перелома ровная, края его плотно со-

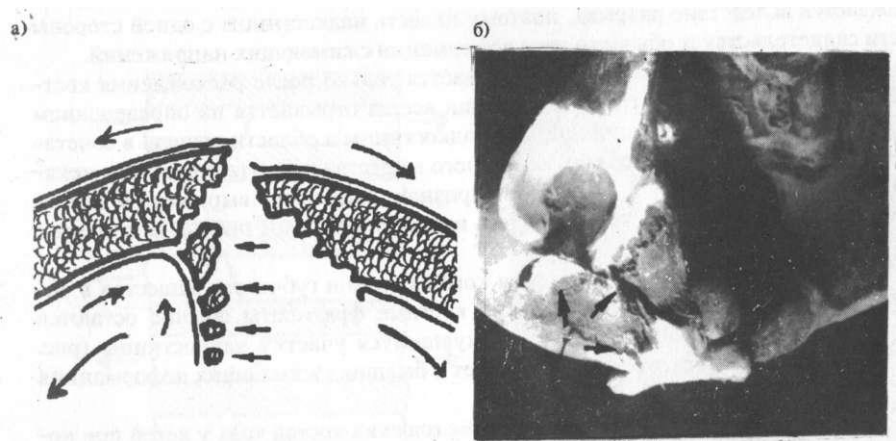


Рис. 3.20. Мелкие фрагменты кости, прикрепленные к надкостнице: а) схема; б) экспертное наблюдение N 88, д., 6 лет.

поставляются, возможно образование выдергивания ткани по краям перелома и на поверхности излома.

3.4. Повреждение губчатого вещества

При установлении механизма повреждений губчатых и плоских костей А.А.Матышев (1975); Б.А.Саркисян (1985); В.Н.Крюков (1986) описывают характер повреждения компакты, но не останавливаются на морфологических признаках разрушения губчатого вещества. Лишь в работах, В.С.Семенникова (1972) и К.Н.Кнесе (1959) имеются указания на влияние архитектоники и структуры трабекул губчатого вещества на формирование переломов костей таза у лиц зрелого возраста.

Диагностика разрушения губчатого вещества как плоских, так и губчатых костей у детей (например, тазовых костей, позвонков) вызывает трудности не только у судебных медиков, но и у клиницистов (С.А.Рейнберг, 1964; Ю.М.Аникин, 1993; А.В.Каплан, 1979; V.Miganaga, Y.Tateishi, Y.Shirasaki, 1976).

Балки губчатого вещества в момент напряженного состояния кости испытывают все типы деформаций — сжатие, растяжение, кручение, сдвиг.

У детей первых лет жизни довольно часто встречаются изолированные повреждения губчатого вещества, которые образуются только в области сжимающих деформаций и представляют значительные трудности для диагностики.

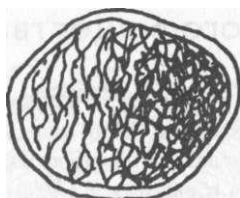
Повреждения губчатого вещества тазовых костей у детей мы изучали с помощью визуального, микроскопического, гистологического и рентгенологического методов исследований на продольных и поперечных распилах костей.

Единственным макроскопическим признаком, позволяющим диагностировать такой перелом является патологическая подвижность костей в месте бывшей деформации. На распиле кости, который следует очистить от костных опилок под струей воды, при легкой подвижности кости диагностируется очаговая подвижность губчатого вещества соответственно зоне разрушения. Макроскопически зона повреждения губчатого вещества кости значительно светлее неизменной окружающей ткани за счет того, что в ячейках ее содержится значительно меньше костного мозга; в центре максимального напряжения участок светлее, а к периферии интенсивность окраски постепенно доходит до обычной красновато-фиолетовой (рис. 3.21).

Если на поверхность распила кости поместить раствор зеленой туши (она лучше контрастирует, чем черная, красная, коричневая или синяя), то зона повреждения губчатого вещества будет хорошо прокрашиваться за счет того, что тушь заполняет свободные от костного мозга ячейки и трещины губчатого вещества.

В зоне растягивающих деформаций при расхождении костных фрагментов происходят разрывы костных балок губчатого вещества. Губчатое вещество на изломе будет темно-красного цвета, относительно гладкое, с мелкими шипообразными выступами, которые образуются за счет разрыва костных балок на раз-

а)



б)

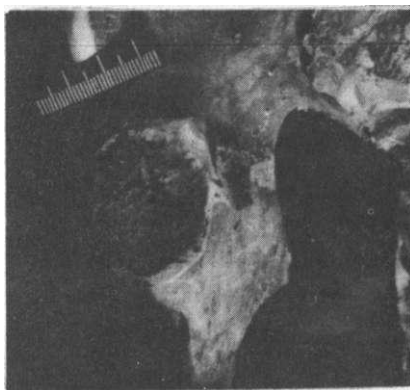


Рис. 3.21. Вид губчатого вещества в зоне повреждения: а) схема; б) экспертное наблюдение N94, м., 11 лет.

личном уровне при формировании излома. Ячейки губчатого вещества заполнены плотно-охватывающим трабекулы костным мозгом (рис. 3.22).

В процессе формирования переломов при уплотнении губчатого вещества в зоне сжимающих деформаций в момент образования валикообразных вспучиваний и желобообразных углублений происходит внедрение сломанных балок губчатого вещества в его ячейки и выдавливание костного мозга с мелкими фрагментами балок в поднадкостничную щель.

При гистологическом исследовании губчатого вещества в зоне сжимающих деформаций отмечали нарушенное состояние костного мозга, множественные повреждения балок, наличие различных по величине фрагментов их, смешанных с костным мозгом (Л.М.Москаленко, Л.Е.Кузнецов, 1982) (рис. 3.23).

Как указывалось выше, при надломе в области вспучивания компактной пластинки происходят отрывы костных балок губчатого вещества от компакты и образуется щель между СЛОЯМИ. В зоне желобообразного углубления происходит смятие губчатого вещества.

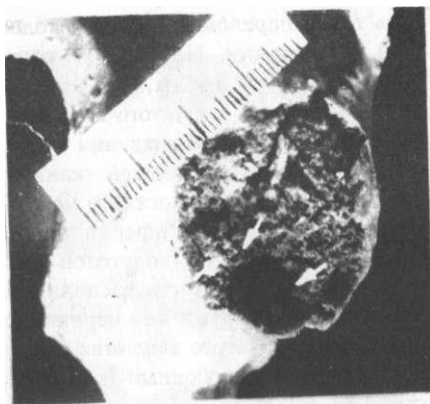


Рис. 3.22. Поверхность излома губчатого вещества кости в области растяжения. Экспертное наблюдение N 94, м., 11 лет.

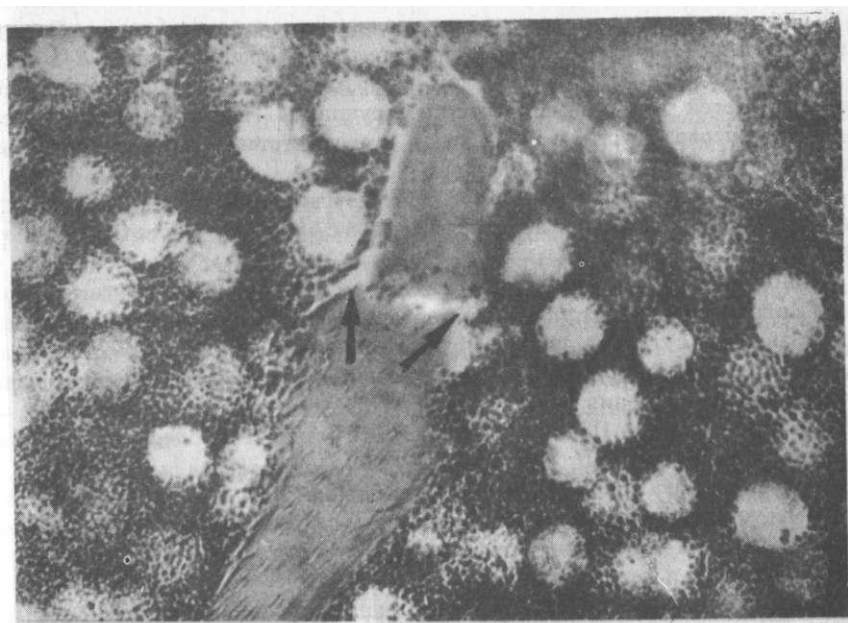


Рис. 3.23. Микроскопическая картина поврежденного губчатого вещества в зоне сжатия. Экспертное наблюдение N 94, м., 11 лет.

В зоне сжимающих напряжений при полном переломе в губчатом веществе обнаруживаются множественные выступы, пустоты и трещины (рис. 3.24).

Сравнение характера повреждений и морфологических признаков переломов таза у детей в различных возрастных группах (1—3 года — раннее детство, 4—7 лет — первое детство и 8—12 лет — второе детство) показало, что между ними имеются определенные различия.

Кости таза у детей первых лет жизни более эластичные и допускают значительно больший объем движений по сравнению с таковыми у детей 10—12 летнего возраста.

В раннем детстве кости таза относительно мягкие, гибкие. С возрастом, особенно в период второго детства, они становятся более прочными и жесткими, хотя по сравнению с костями лиц зрелого возраста они более эластичные. В связи с этими свойствами костной ткани у детей раннего и первого детства гораздо чаще встречаются повреждения губчатого вещества, поднадкостничные надломы костей и надрывы хрящей. По мере того, как кости становятся более жесткими, такие повреждения встречаются реже.

Анализируя зависимость механизма образования повреждений от жесткости кости, мы установили, что переломы со стороны сжатия гораздо чаще образуются у детей первых лет жизни, чем в возрасте 8—12 лет, т.е. тогда, когда кости более эластичные и менее жесткие.

Компактный слой костей таза в период раннего детства значительно тоньше такового в период второго детства, поэтому валикообразные вспучивания и желобообразные углубления у детей старшего возраста более крупные, чем у детей первых трех лет жизни.

При полных переломах величина отщепы у детей раннего возраста значительно больше такового у детей других возрастных групп.

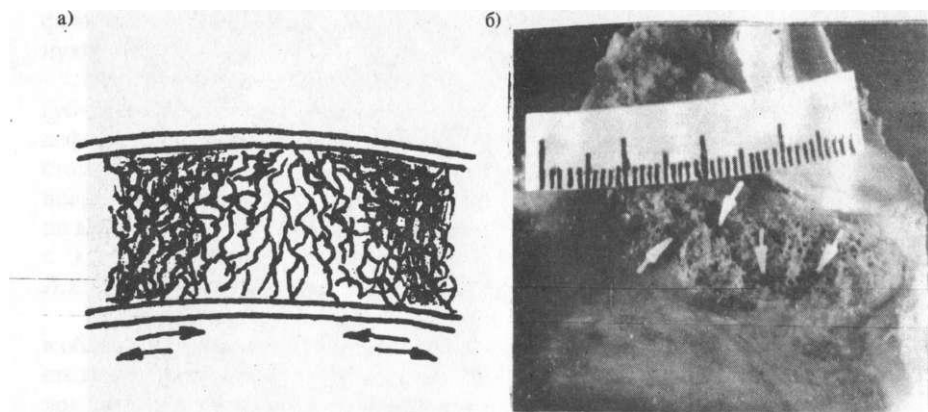


Рис. 3.24. Пустоты и щели в губчатом веществе кости в зоне сжатия: а) схема; б) экспертное наблюдение №94, м., 11 лет.

Повреждения компактного и губчатого вещества, хрящевой ткани, надкостницы и костей таза у детей имеют выраженные морфологические особенности, которые отличаются от признаков хрупкого излома, типичного для костей зрелого человека. В частности, для костей таза типичными являются поднадкостничные надломы и надрывы хрящей, повреждение губчатого вещества; формирование переломов таза у детей часто начинается со стороны сжатия.

Пластический характер разрушения детской кости обуславливает образование таких морфологических признаков в области сжимающих деформаций кости как: образование продольных трещин на компактной пластинке, валикообразных вспучиваний, желобообразных углублений, смятие губчатого вещества и выдавливание костного мозга, отщеп компактного вещества.

Фрактографическая картина повреждения хряща в сочетании с характером разрушения надхрящницы, наличие щели между хрящем и надхрящницей в зоне сжимающих деформаций позволяют устанавливать механогенез разрушения хрящевой ткани.

Описанные выше морфологические признаки повреждений хрящевой и костной ткани у детей позволяют устанавливать механизм образования повреждений, а, следовательно, направление и характер внешнего воздействия.

3.5. Морфологические признаки, возникающие при повторной травматизации костей таза у детей

Воздействие травмирующего предмета, вызвавшее изолированный перелом таза, например, перелом крыла подвздошной кости, как правило, не вызывает трудности в установлении направления действовавшей силы. Однако при травме тазового пояса обычно встречаются множественные повреждения, т.е. переломы двух и более костей, механогенез образования которых обычно достаточно сложен из-за конструктивных особенностей таза ребёнка.

Проблема диагностики множественных переломов и механизмов их происхождения традиционно сводится к решению прежде всего таких вопросов, как:

- а) однократное или многократное было воздействие;
- б) если воздействие было неоднократным, то каково направление первого и последующих.

Следует указать, что имеющиеся в литературе критерии, позволяющие судить о том, что множественный (или многооскольчатый) перелом возник вследствие разового или неоднократного воздействия не могут быть полностью перенесены на кости детского таза.

Практика травматологов и секционные наблюдения показывают, что множественные переломы костей таза у детей при воздействии тупыми предметами могут явиться следствием как разовой, так и неоднократной травмы. Это наклад-

дывает на эксперта обязанность дифференцировать переломы, возникшие первоначально, от переломов, возникших в результате последующих воздействий.

Изучение биомеханической модели таза в совокупности с экспертными и экспериментальными наблюдениями позволили установить закономерности, происходящие не только в тазовом кольце, но и в области переломов, образовавшихся при первичной травме.

Повторное воздействие травмирующего предмета на тазовое кольцо в том же направлении, что и первичное, приводит к еще большей, уже имеющейся деформации таза и увеличению объема возникших ранее разрушений. При этом область переломов повторно испытывает те же виды деформаций. В результате повторного удара (компрессии) возможно образование новых переломов, т.е. расширение зоны травматизации. В таких случаях судить по имеющимся повреждениям об одиночной или множественной травме практически не представляется возможным, т.к. они могут возникнуть и при однократном травматическом воздействии значительной силы. Однако экспертная практика показывает, что повторное воздействие в том же направлении, тем более с одним и тем же местом приложения силы маловероятно. Как правило, в момент повторной травмы и положение тела оказывается другим и внешнее воздействие на тело имеет иное направление.

Следует указать, что высокая вероятность образования поднадкостничных переломов таза у детей при первичной травме, трансформирует его биомеханические свойства. Схематически (в упрощенном варианте) они сводятся к следующему.

Возникновение перелома, например в переднем полукольце, приводит как бы к появлению дополнительного шарнира, поскольку поднадкостничный перелом по биомеханическим свойствам весьма близок к нему (рис. 3.25).

При внешнем воздействии (повторная травма) травмированный таз обладает другими биомеханическими свойствами: он менее упруг, более эластичен и деформации подвергается (в основном) только та половина тазового кольца, которая испытывает внешнее воздействие, поскольку место перелома "работает" как шарнир.

Рассмотрим несколько вариантов. Предположим, что после первичного удара спереди возник перелом "ш" правой лобковой кости. Повторное внешнее воздействие в диагональном направлении спереди справа (рис. 3.26) в области указанного перелома приведет к смещению костных от-

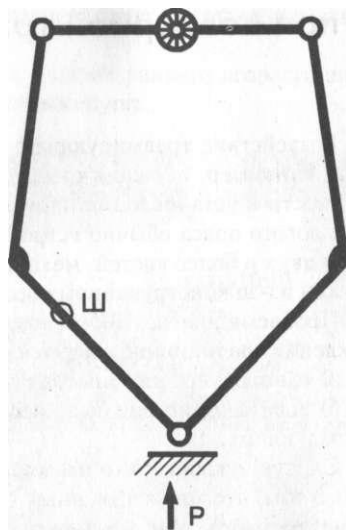


Рис. 3.25. Биомеханическая плоскостная модель тазового кольца с дополнительным "шарниром-переломом" (ш), возникшим после первичной травмы.

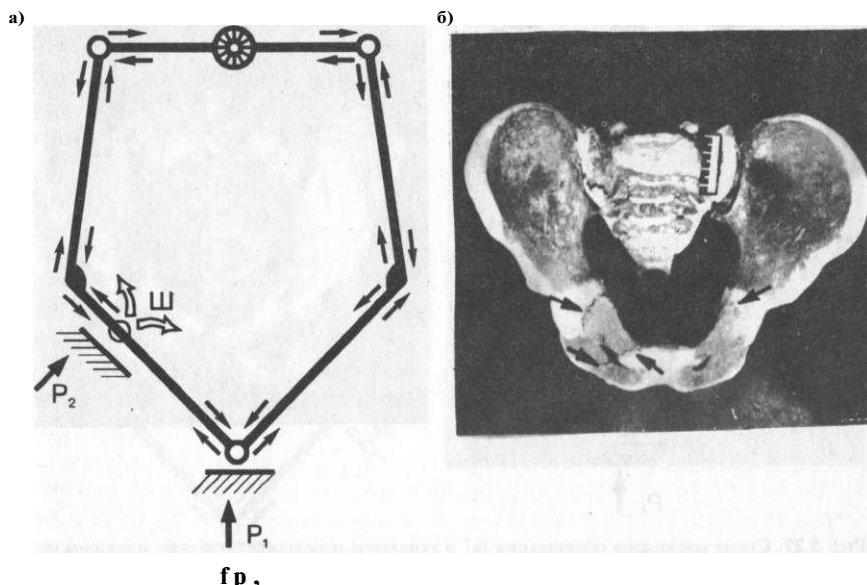


Рис. 3.26. Схема механизма образования (а) и характера переломов (б) в тазе, имевшим перелом "ш" при повторном воздействии в диагональном направлении спереди. Экспериментальное наблюдение м., 6 лет. На схеме стрелками обозначены напряжения в тазовом кольце, возникающие при повторной травме.

ломков внутрь и дополнительной травматизации. В результате повторной травмы происходит сближение лобковых костей и со стороны наружной поверхности тазового кольца возникают сжимающие напряжения. Подобного характера деформации испытывает область крестцово-подвздошного сустава со стороны удара. В названных зонах и возникают разрушения.

Повторное воздействие сбоку (рис. 3.27) справа вызывает срезающий дефект в месте перелома "ш", приводит к скольжению костных отломков поверхностями излома друг по другу с последующим взаимным вклиниванием. Первично повреждается симфиз, прилежащий (на той же стороне) боковой отдел крестца вследствие запредельного сжатия, а трирадиальный хрящ и крестцово-подвздошный сустав противоположной стороны — вследствие растяжения.

При повторной ударной нагрузке с боковой, но противоположной от перелома "ш" стороны (рис. 3.28) происходит уменьшение поперечного размера таза и увеличение прямого. Сжимающие деформации в области хряща лобкового симфиза передают напряжение на костные отломки перелома "ш", которые смещаются в том же направлении, что и при первичной травме, т.е. кнаружи, в результате чего происходит увеличение объема разрушений. Крестцово-подвздошный сустав со стороны воздействия силы испытывает напряжение сжатия, а с противоположной стороны — растяжения.

Повторное воздействие силы сзади (рис. 3.29) в область крестцовой кости приводит к срезающим деформациям в области крестцово-подвздошных сус-

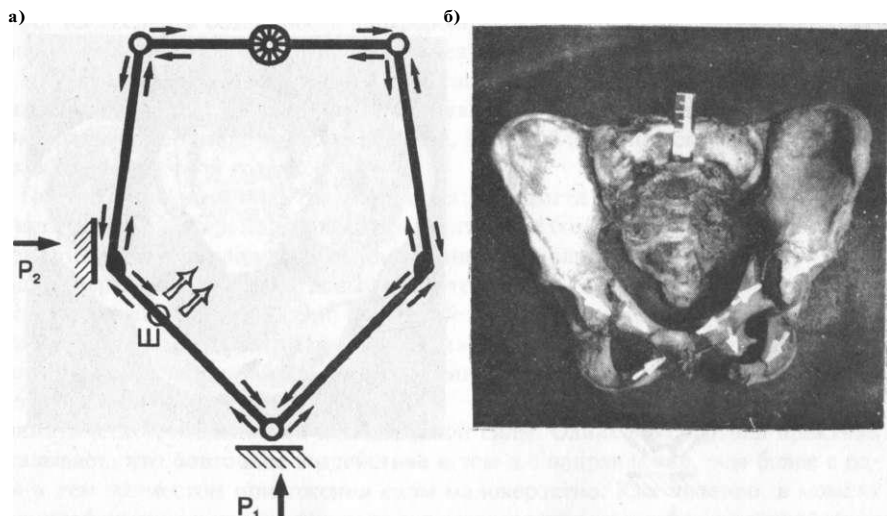


Рис. 3.27. Схема механизма образования (а) и характера переломов (б) в тазе, имевшим перелом "ш" при повторном воздействии в направлении сбоку. Экспериментальное наблюдение м., 12 лет. Стрелками обозначены напряжения в тазовом кольце, возникающие при повторной травме.

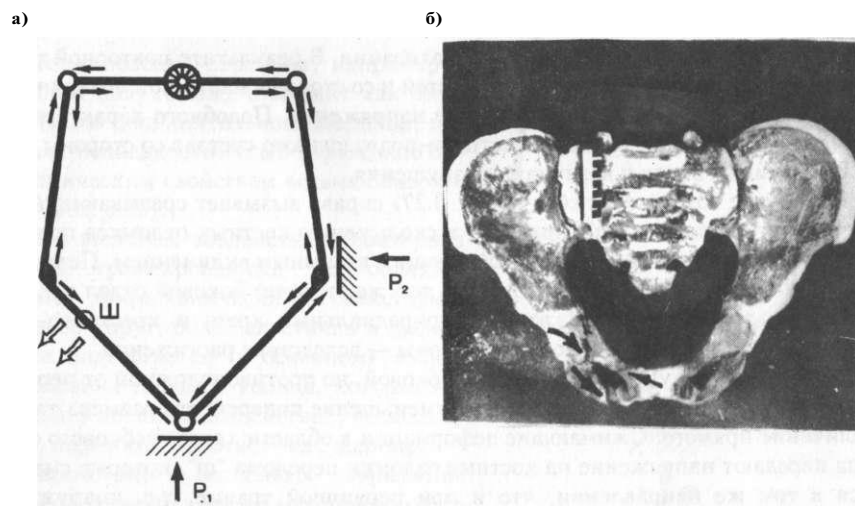


Рис. 3.28. Схема механизма образования (а) и характера переломов (б) в тазе, имевшим перелом "ш" при повторном воздействии в направлении сбоку с противоположной стороны. Экспертное наблюдение д., 10 лет. На схеме стрелками обозначены напряжения в тазовом кольце, возникающие при повторной травме.

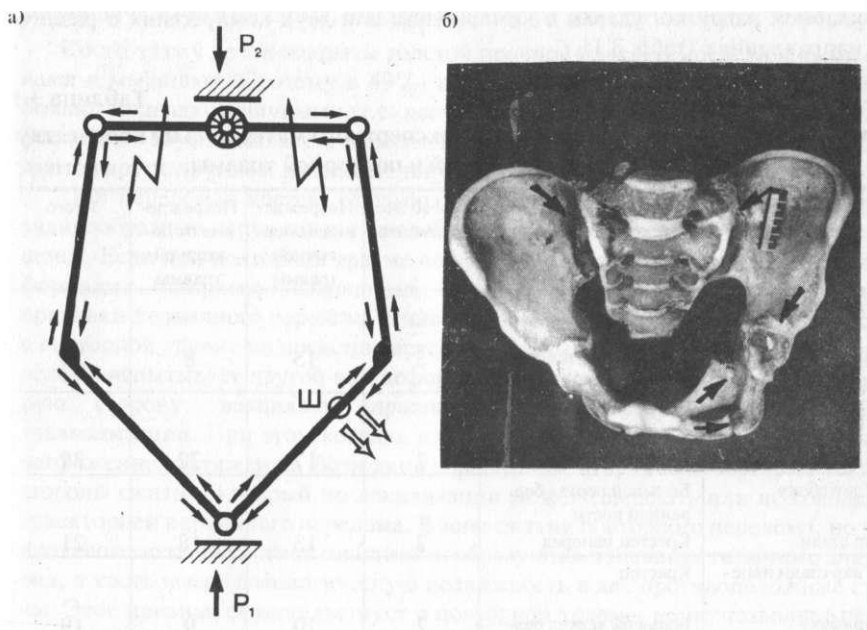


Рис. 3.29. Схема механизма образования (а) и характера переломов (б) в тазе, имевшим перелом "ш" при повторном воздействии в направлении сзади. Экспертное наблюдение м., 12 лет. На схеме стрелками обозначены напряжения в тазовом кольце, возникающие при повторной травме.

тавов. Сжимающие деформации в области три радиальных хрящей приводят к расхождению костных отломков перелома "ш" и смещению их кнаружи. В результате повторной травмы в данном случае происходит увеличение объема разрушений и не возникает условий для повторной травматизации костных отломков.

Характер разрушения компактного вещества- костей таза у детей (как и у взрослых) несет максимальную информацию о типе напряженного состояния в виде деформации кости в момент его разрушения.

Для изучения характера, локализации и морфологических особенностей переломов костей таза, определения направления и последовательности воздействия внешней силы на тазовое кольцо при наличии множественных повреждений нами были смоделированы различные варианты повторной травматизации. Целью настоящего исследования явилось установление морфологических признаков, позволяющих определять повторность и последовательность образования переломов костей таза и направление внешнего воздействия при множественной травме твердыми тупыми предметами. Для этого проведено 7 серий экспериментов по моделированию множественной травмы таза у детей в возрасте от 1 до 12 лет, которые включали нанесение повреждений при двукрат-

ной ударной нагрузке, ударах и компрессиях или двух компрессиях в различных направлениях (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Характеристика экспериментального и экспертного материала по количеству повреждений от первичной и повторной травмы.

Направление воздействия	Локализация травматического воздействия	Кол-во экспериментов	Повреждения от первичной травмы	Повреждения от повторной травмы	Итого
1. Удар спереди назад Удар сбоку	Лобок Большой вертел бедренной кости	3	15	8	23
2. Удар сбоку Удар спереди назад	Большой вертел бедренной кости Лобок	2	17	22	39
3. Удар сбоку Удар сзади	Большой вертел бедренной кости Крестец наперед	2	13	18	21
4. Удар сзади наперед Удар сбоку	Крестец Большой вертел бедренной кости	2	10	9	19
5. Удар сбоку Компрессия спереди назад	Большой вертел бедренной кости Лобок-крестец	3	5	7	12
6. Компрессия боковая Компрессия спереди назад	Большие вертелы бедренных костей Лобок-крестец	3	17	16	33
7. Компрессия спереди назад Компрессия боковая	Лобок-крестец Большие вертелы бедренных костей	3	18	17	35
8. Экспертные наблюдения		7	64	35	99
ВСЕГО:		25	159	132	291

Данные экспериментальных исследований сравнивали с экспертными наблюдениями при изучении множественных переломов таза, микроскопически с использованием стереомикроскопа МБС-9.

Проведенное исследование показало, что особенности анатомического строения костей таза у детей обуславливают образование признаков повторной травматизации, которые в определенной степени отличаются от таковых у лиц зрелого возраста. Следует выделить три варианта первичных переломов костей таза, характер которых обуславливает особенность повторной травматизации у

и хрящевой ткани таза у детей

Морфологические признаки повторной травматизации, возникающие **в месте** первоначального надлома, образовавшегося в зоне сжимающих **деформации**

Кости таза у детей покрыты толстой прочной надкостницей, мощными связками и мышцами. Поэтому в 49%, по нашим данным, переломы таза у детей бывают поднадкостничными, т.е. костные отломки находятся как бы в футляре. Этот факт обуславливает в момент повторной травмы контакт костных фрагментов друг с другом и дополнительную их травматизацию.

При переломах костей, сформировавшихся на стороне сжатия, образуются валикообразные вспучивания, желобообразные углубления и продольные трещины. Если при повторной травме в первичном переломе имеет место та же деформация (например, сжатие или изгиб со сжатием), то описанные выше признаки первичного перелома становятся более выраженными и судить по ним о повторной травме не представляется возможным. Если область первичного перелома испытывает другой вид деформации, например, изгиб в противоположную сторону, возникают признаки, свидетельствующие о вторичной травматизации. При этом костная пластинка с признаками сжатия испытывает напряжение растяжения. Возможно образование вторичного перелома также со стороны сжатия, который по локализации может совпадать или не совпадать с траекторией первичного перелома. В зоне сжатия повторного перелома, но уже с противоположной костной пластинки, образуются признаки, типичные для сжатия, а кость имеет патологическую подвижность в две противоположные стороны. Этот признак свидетельствует о повторной травме, но не позволяет решать вопрос о первичном и повторном воздействиях.

При повторном изгибе может произойти разрыв компактной пластинки в зоне первоначального сжатия. Разрушение чаще происходит по глубине желобообразного углубления, где имеет место максимальное расщепление компактной пластинки. Края этого разрыва компактной пластинки неровные, имеют расщепленный вид, плотно не смыкаются. Около линии перелома сохраняется валикообразное вспучивание или имеется патологическая подвижность компакты с образованием вспучивания и углубления, которые свидетельствуют о первичной травме (рис. 3.30; 3.31).

Если разрыв компакты произошел по валикообразному вспучиванию, то линия перелома также неровная, имеет расщепленный вид, а рядом располагается желобообразное углубление. При сведении краев повторного перелома возникают желобообразное углубление или валикообразное вспучивание.

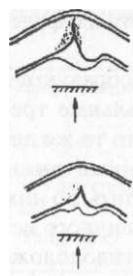
Морфологические признаки повторной травматизации в месте первоначального надлома, образовавшегося в зоне растягивающих напряжений

Как указывалось ранее, при травме костей таза у детей имеют место все виды деформаций — изгиб, сжатие, растягивание, кручение, сдвиг. Из них наиболее частым видом деформации костей тазового кольца, приводящим к разрушению, является изгиб. При этом перелом может начинаться в зоне сжатия, растяжения или одновременно в зоне сжатия и растяжения. Механизм травмы и образование морфологических признаков при повторной травматизации перелома, образовавшегося в зоне сжатия, описан выше.

**Признаки первичной и повторной травматизации переломов,
возникших в зоне сжатия**

Первичная травма

Повторная травматизация



- патологическая подвижность в одну сторону

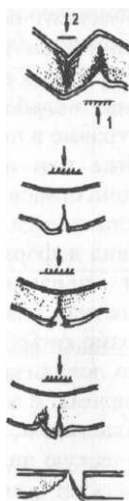
- валикообразные выпучивания, желобообразные углубления



- продольные трещины



- отщеп компактной пластинки



- патологическая подвижность в две стороны

- разрыв компакты в зоне первичного сжатия

- края разрыва неровные, имеют расщепленный вид, не смыкаются

- около линии разрыва сохраняются выпучивания или углубления

- смятие отщеп компактной пластинки

Рис. 3.30. Схема механизмов образования первичного и повторного переломов на стороне сжатия.

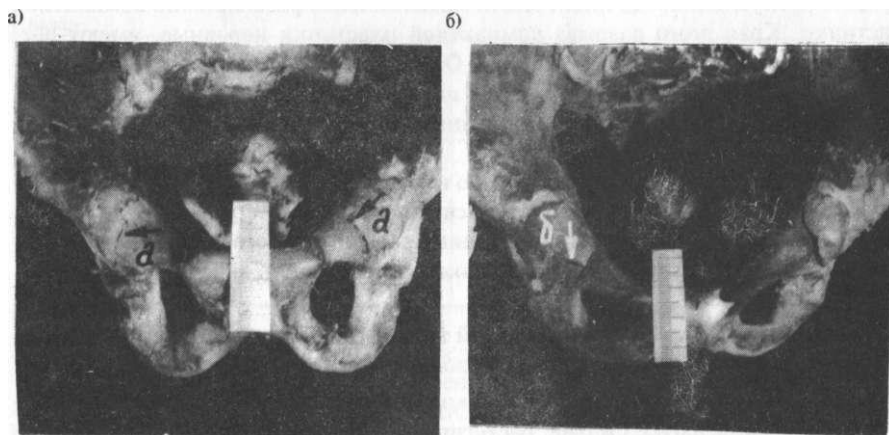


Рис. 3.31. Признаки повторной травматизации на месте первичного надлома со стороны сжатия:

а) край перелома неровный, проходит по желеобразному углублению и валикообразному выпучиванию;

б) край костной пластинки расщеплен.

При формировании надлома со стороны растяжения линия перелома компактного слоя ровная, края его сопоставляются. При повторной травме тазового пояса в другую область могут возникнуть условия для изгиба кости в противоположную сторону. При этом разошедшиеся костные отломки смыкаются, прижимаются и травмируют друг друга, в результате образуются признаки, свидетельствующие о повторной травматизации.

Вследствие давления костных отломков друг на друга происходит отгибание компактной пластинки с одной или с двух сторон наружу или внутрь. Отогнутым может быть весь край перелома или его отдельные участки, ограниченные продольными трещинами. Отгибание краев перелома может быть различной степени выраженности. Если происходит отгибание компакты с одной стороны, на противоположном крае линия перелома ровная. При сгибании компактной пластинки внутрь бывает смятие губчатого вещества. Выкрашивание и скол костного вещества при повторной травматизации на компактной пластинке (в отличие от взрослых) встречается не часто, при этом объем выкрашивания обычно бывает микроскопическим.

Продольные трещины, отходящие от основной линии перелома, возникают от расклинивания компактного слоя зубцом противоположного края отломка в результате сильного сжатия краевых участков перелома и наибольшей ротации отломков вокруг продольной оси.

Смятие краев перелома обычно бывает хорошо выражено, особенно около синхондрозов, где корковый слой имеет наименьшую толщину (рис 3.32; 3.33).

Таким образом, в зоне первичного перелома, образовавшегося со стороны растяжения при повторной травматизации вследствие сжатия краев возникают следующие морфологические признаки:

- отгибание компактной пластинки;
- смятие края перелома;
- образование продольных трещин;
- выкрашивание или скол компактной пластинки.

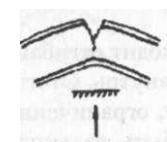
Сравнение полученных нами результатов с данными о повторной травматизации костей таза у лиц зрелого возраста (Б.А.Саркисян, 1985) показывает, что имеются общие закономерности образования повреждений в местах первичных переломов в зоне растяжения. Однако анатомические особенности строения костей у детей обуславливают большую выраженность таких признаков, как отгибание и смятие края перелома; выкрашивание и скол компакты вследствие эластичности костей встречаются значительно реже, чем у взрослых.

Морфологические признаки повторной травматизации, образующиеся в области полных переломов

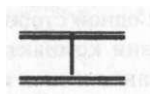
Признаки первичных полных переломов у детей в зоне растяжения и сжатия кости описаны выше. Нарушение целостности тазового кольца, как справедливо указывает Б.А.Саркисян (1985), после первичного воздействия резко увеличивает диапазон его упругой деформации за счет подвижности в области возникшего перелома. При повторной травме в другую область таза отломки первично

**Признаки первичной и повторной травматизации переломов,
возникших в зоне растяжения**

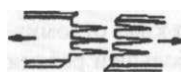
Первичная травма



- патологическая подвижность в одну сторону



- линия перелома ровная, края перелома сопоставляются



- выдергивание волокон компактного и губчатого вещества

Повторная травматизация



- патологическая подвижность в две стороны

- отгибание компактной пластинки с одной стороны, неповрежденный край ровный



- сгибание компактной пластинки внутрь со смятием губчатого вещества



- смятие и сгибание выдернутых волокон



- продольные трещины



- выкрашивание и скол компактной пластинки встречаются редко

Рис. 3.32. Схема механизма образования первичного и ПОВТОРНОГО переломов на стороне растяжения.

возникшего перелома вступают между собой в контакт, скользят или вклиниваются друг в друга. На формирование и выраженность морфологических признаков повторной травматизации влияют форма и степень смещения костных отломков.

В зоне первичного сжатия у детей при полных переломах образуется отщеп ткани и смятие губчатого вещества. При повторной травматизации возникает повреждение отщепленного участка компактной пластинки, так как отщеп попадает между отломками и сгибается. Зона отщепа может быть согнута на различном отдалении от перелома и имеет патологическую подвижность, при этом свободный конец отщепления обычно сгибается внутрь, в сторону губчатого вещества.

На поверхности излома первичного перелома мы наблюдали выдергивание ткани. При повторной травматизации происходит смятие и сгибание выдернутых волокон компактного и губчатого вещества. Возможно также повреждение губчатого вещества вклинивающейся компактной пластинкой края перелома противоположной стороны, которое имеет форму ямки (рис. 3.30;3.32).

Повторная травматизация при первичных полных переломах может привести к "вывиху" кости из ложа надкостницы. Такая картина обычно наблюдается с верхними ветвями лобковых костей. Например, при ударе спереди возникают повреждения в области синхондрозов у наружных и внутренних концов верхних ветвей лобковых костей, а повторное воздействие силы в боковом направлении

увеличивает объем движений этих костей, приводит к разрыву надкостницы и вывиху их.

Проведенное нами исследование по изучению закономерностей формирования повреждений при множественной травме таза показало:

1. При повторной травме таза у детей имеются условия для возникновения дополнительной травматизации костных отломков первичного перелома, так как они окружены надкостницей, связками или мышцами, и находятся в своеобразном футляре, состоящем из мягких тканей. Кроме того, образованию дополнительной травматизации способствует тот факт, что первичные повреждения костей таза у детей довольно часто являются неполными, поэтому не имеют смещения костных отломков.

2. Особенности анатомического строения костей таза у детей обуславливают образование морфологических признаков вначале первичной, а затем повторной травматизации, которые в определенной степени отличаются от таковых у лиц зрелого возраста.

3. При первичном надломе, образовавшемся на стороне сжатия после вторичной травмы, происходит разрыв компакты в области валикоподобного выпучивания или желобообразного углубления и образуются морфологические признаки, свидетельствующие о повторной травматизации.

4. При повторной травме надлома, образовавшегося на стороне растяжения, происходит сдавление краев первичного перелома и дополнительная их травматизация.

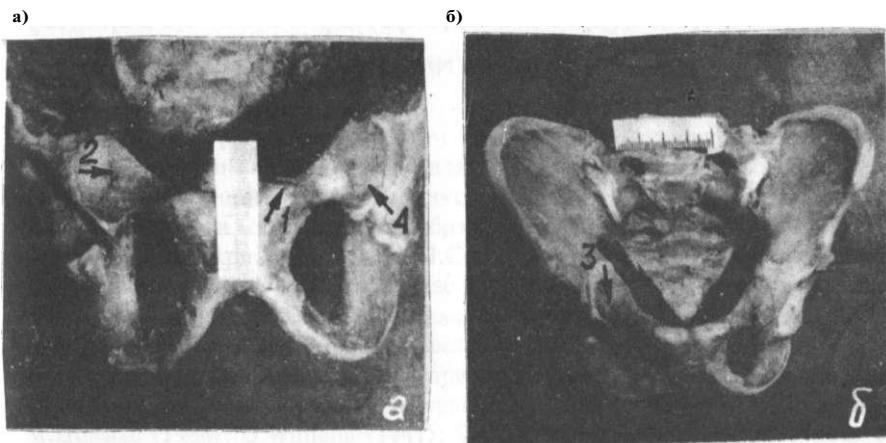


Рис. 3.53. Признаки повторной травматизации на месте первичного перелома, образовавшегося на стороне растяжения (а, б):

- 1 — отгибание края перелома;
- 2 — скол костной ткани;
- 3 — смятие края перелома;
- 4 — образование продольной трещины.

5. В области полных переломов при повторной травме происходит скольжение и вклинивание костных отломков друг в друга, при этом травмируются компактное и губчатое вещество по краю и поверхности излома.

Использование полученных морфологических признаков повреждения таза у детей при проведении экспертиз, связанных с дорожно-транспортными происшествиями, позволяет судебно-медицинскому эксперту решить вопросы по определению локализации повреждений, возникших от первичного удара, направления внешнего воздействия при повторной травме и положения тела потерпевшего в момент происшествия.

Изучение характера повреждений таза в случаях падений с высоты иногда позволяет ретроспективно судить о месте соударения с плоскостью, возможном варианте так называемого ступенчатого падения, а, следовательно, в определенной степени, решать вопрос о траектории полета тела ребёнка.

Глава 4

ХАРАКТЕРИ И ОСОБЕННОСТИ ПОВРЕЖДЕНИЙ ТАЗА ПРИ ВНЕШНЕМ ВОЗДЕЙСТВИИ В ПЕРЕДНЕ-ЗАДНЕМ И ЗАДНЕ-ПЕРЕДНЕМ НАПРАВЛЕНИЯХ

4.1. Повреждения таза у лиц зрелого возраста, возникающие при ударной (спереди) и компрессионной (спереди-назад) нагрузках (по данным литературы)

Анализ литературы по особенностям повреждений таза при травме спереди показал, что этим вопросом занимались преимущественно судебные медики. В работах клиницистов не имеется четкого различия между видом травматического воздействия и механогенезом образования переломов таза. Так, в монографиях Л.Г.Школьников, В.П.Селиванова, В.М.Цодыкса (1966), Н.А.Лкэбошица (1968), Р.Х.Закариадзе (1977), вышедших по изучаемой проблеме в последние годы, вопросам механизма травмы посвящается лишь 2—3 страницы. Авторы указывают, что переломы костей таза могут возникать в результате непосредственного удара и при сдавлении таза в передне-заднем направлении. Детализируя механизмы травмы, Л.Г.Школьников, В.П.Селиванов, В.М.Цодыкс (1966); G.Wilhelm (1941); S.R.Sullivan (1966); K.Mohan (1973) отмечают, что при сдавлении таза в передне-заднем направлении возникают обширные переломы переднего и заднего полукольца таза. А.В.Каплан (1979); R.Watson-Iones (1972) отмечают, что если травма значительна и действующая сила приложена к симфизу и крыльям подвздошных костей, они разворачиваются и происходит разрыв связочного аппарата крестцово-подвздошных суставов. Возможен перелом подвздошной кости в заднем отделе. Механизм травмы

таза не учитывается клиницистами и в работах, вышедших в самое последнее время (М.Н.Айдомиров, Л.Н.Кузнецов, 1979; С.П.Джалилов, 1985; А.А.Храмцов, 1985; E.L.Dunn, P.H.Berry, I.D.Connolly, 1983; A.M.Eid, 1983). K.Dilip, G.K.Chalteril (1970) проанализировали 52 случая изолированных и множественных повреждений таза при дорожно-транспортных происшествиях и падениях с высоты. Авторы, как и P.Slatis, V.W.Huittinen (1972) не нашли различий при воздействии силы в передне-заднем и боковом направлениях.

В отличие от клиницистов, судебные медики (Е.Я.Соколов, 1966, 1968; В.С.Семенников, 1972; В.Н.Крюков, 1986) в своих работах показали, что при ударе в область переднего полукольца таза у лиц зрелого возраста образуются переломы с довольно типичной локализацией.

Семенников В.С. (1972) воспроизвел травму таза ударной нагрузкой в эксперименте и подтвердил ее экспертными наблюдениями. При воздействии силы спереди происходит уплощение тазового кольца и разворачивание крыльев подвздошных костей в стороны — разрыв вентральных крестцово-подвздошных связок; изгиб и кручение верхних ветвей лобковых костей в области лобково-подвздошного возвышения; раздвигание седалищных бугров и увеличение подлобкового угла или дуги, натяжение или разрыв дугообразной связки лобка; изгиб и кручение нижних ветвей лобковых и седалищных костей. При этом образуются двухсторонние переломы верхних, нижних ветвей лобковых и ветвей седалищных костей, разрыв хряща лобкового симфиза, разрывы крестцово-подвздошных суставов, переломы задних отделов крыльев подвздошных костей.

В то же время А.А.Матышев (1975) пишет, что травматическое воздействие силы в область таза спереди ему не встретилось ни разу, хотя автор изучил данные на 425 погибших от транспортной травмы и падения с высоты.

Солохин Ю.А. (1985) изучал механизм травмы таза у подростков и юношей. Подтверждая механогенез образования повреждений таза при действии ударной нагрузки спереди назад, он подробно описывает процесс образования переломов костей, составляющих запирающие отверстия. Автор отмечает, что при действии силы в этом направлении происходит перелом верхних ветвей лобковых костей в области подвздошно-лобкового возвышения, одиночные или двойные переломы нижних ветвей лобковых костей и ветвей седалищных костей, разрыв хряща лобкового симфиза, разрыв вентральных крестцово-подвздошных связок.

Каплан А.В. (1967) разбирает три варианта компрессии таза у лиц зрелого возраста: сдавление в передне-заднем направлении, с боков и по диагонали.

Сдавление крыльев подвздошных костей в передне-заднем направлении вызывает разрыв симфиза, разрыв крестцово-подвздошных суставов или вертикальный перелом тазового кольца.

Солохин А.А. (1968); G.F.McCoy, R.A.Johnstone, J.Kenwrite (1989) установили, что сдавление таза в передне-заднем направлении при переезде колесом автомобиля приводит к уменьшению прямого размера таза и разворачиванию крыльев подвздошных костей. Наибольший разворот происходит на той стороне таза, на которую колесо въезжает. Могут возникать разрывы передних крестцово-подвздошных связок, вертикальные переломы крыльев подвздошных костей,

переломы ветвей лобковых и седалищных костей и разрывы лобкового сочленения.

Работами В.Н.Крюкова (1969,1986); В.С.Семенникова (1972); А.А.Матышева (1969, 1975) было доказано, что по характеру повреждений таза можно определить механогенез его повреждений. Исходя же из механизма травмы, можно прогнозировать наличие повреждений в определенной локализации. В работах этих авторов разбирается механизм образования повреждений таза, но только у лиц зрелого возраста.

Авторы дают сходное описание механизмов переломов таза, вызванных компрессией. При сдавлении таза в направлении спереди назад происходит уплощение тазового кольца и разворачивание крыльев подвздошных костей в стороны, изгиб и кручение верхних ветвей лобковых костей в области подвздошно-лобкового возвышения, раздвигание седалищных бугров и увеличение подлобкового угла, изгиб и кручение нижних ветвей лобковых и ветвей седалищных костей, продольное сгибание (сжатие) и поперечное растяжение крестца. При сдавлении таза в этом направлении обнаруживаются следующие повреждения: перелом верхних ветвей лобковых костей в области подвздошно-лобкового возвышения с повреждением передне-верхней части вертлужной впадины; одиночные или двойные переломы нижних ветвей лобковых и ветвей седалищных костей; разрыв лобкового сращения; разрыв вентральных крестцово-подвздошных связок; поперечный перелом крестца, обычно в области 2 — 3 позвонков.

Солохин Ю.А. (1985), анализируя компрессию в передне-заднем направлении у подростков и юношей, установил, что может быть несколько вариантов ее:

- компрессия с двумя точками "фиксации" в области лобкового симфиза и крестца;
- компрессия с тремя точками "фиксации" на передне-верхние ости подвздошных костей и крестца;
- сдавление с четырьмя точками "фиксации" в области верхних остей подвздошных костей и лобка спереди и крестца сзади.

-Соглашаясь в целом с точкой зрения автора, что при компрессии в передне-заднем направлении могут быть указанные варианты, следует заметить, что автор неправильно оценил крестец, как точку "фиксации" в области заднего полукольца. На наш взгляд, более правильно точками фиксации следует считать не крестец, а задние отделы крыльев подвздошных костей, ибо крестец соединен с тазовыми костями крестцово-подвздошными суставами и находится в подвижном состоянии. Крестец может быть точкой фиксации только при опоре на предмет с ограниченной поверхностью — менее ширины крестца.

Таким образом, следует считать, что по данным литературы достаточно подробно изучены повреждения таза, возникающие при ударной и компрессионной нагрузках в передне-заднем направлении. Эти сведения относятся к лицам зрелого возраста, юношам и подросткам. Описания механизмов повреждения таза у детей при ударе и сдавлении их в передне-заднем направлении мы не встретили.

4.2. Характер повреждений таза у детей при воздействии твердых тупых предметов спереди

На рис. 4.1 изображена полная расчетная схема тазового кольца ребёнка, представляющая собой статически-определимую раму с шарнирами в узлах 1, 4, 5, зашпемлением (заделкой) в узлах 2, 3 и опорой П по позвоночному столбу.

Для выполнения конкретных расчетов элементы модели образмерены соответственно тазовому кольцу ребёнка 7 лет (экспериментальное наблюдение N 90, акт N 2550, рис. 2.23). Размеры даны в миллиметрах.

Углы:

$$\sin \alpha = \frac{40}{68} = 0,588$$

$$\cos \alpha = \frac{55}{68} = 0,809$$

$$\sin \beta = \frac{22}{83} = 0,265$$

$$\cos \beta = \frac{80}{83} = 0,965$$

При ударной нагрузке спереди в зону лобка действует внешняя нагрузка P , уравновешиваемая опорной реакцией позвоночника R_y^n (рис. 4.1).

$$R_y^n = -P$$

Так как вектор внешней нагрузки P проходит через опору П, то реакции P_x^n и M^n равны нулю.

На рис. 4.1 видно, что модель и внешняя нагрузка P симметричны относительно оси Y , поэтому для силового расчета модели достаточно рассмотреть равновесие участка 1—4, приложив к нему половину внешней нагрузки $P^I = P/2$. При этом в качестве опорных реакций для участка 1—4 будут являться усилия в следующих шарнирах: R_x^1 — в шарнире соответственно лобка; R_x^4 , R_y^4 — шарнирах в области крестцово-подвздошных суставов.

Расчетная схема участка 1—4 биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке спереди и вычисление реакций в шарнирах приведены на рис. 4.2.

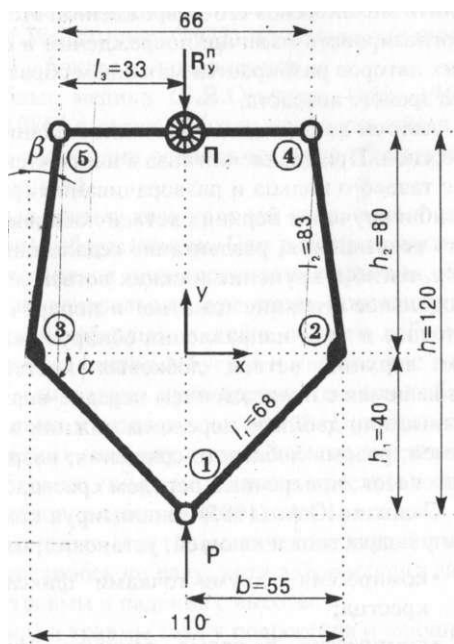


Рис. 4.1. Полная расчетная схема биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке спереди.

Для вычисления эпюр силовых факторов необходимо принять правила знаков и порядок построения графиков.

Принимаем следующие правила:

1. Построение эпюр для участков 1—4 и 1—5 ведем от точки 1 к точкам 4 и 5.

2. Построение эпюр для участка 4—5 ведем от точки 4 к точке 5.

3. Положительный изгибающий момент M — момент, вызывающий растяжение наружных волокон кости, ν

4. Положительная нормальная сила N — сила, растягивающая кость.

5. Положительная сечущая сила Q — при движении от точки 1 к точкам — 2—4 или — 3—5 вызывает отрицательный момент M .

Согласно принятым правилам вычисление значений внутренних силовых факторов проводим по участкам, начиная с шарнира 1.

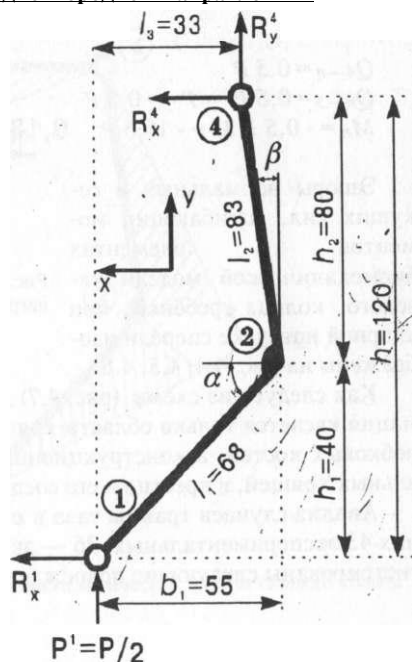


Рис. 4.2. Расчетная схема биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке спереди.

Участок 1—2

Разложим внешнюю нагрузку $P^I = 0,5 P$ и усилие в шарнире $R_x^1 = -0,137 P$ на направление лобковой кости.

$$N = -0,5 P \sin \alpha - 0,137 P \cos \alpha = -0,4 P$$

$$Q = -0,5 P \cos \alpha - 0,137 P \sin \alpha = -0,32 P$$

Момент в защемлении 2

$$M_2 = Q l = 0,32 P \cdot 68 = 21,8 P;$$

Участок 2—4

$$N = -0,5 P \cos \beta - 0,137 P \sin \beta = -0,45 P$$

$$Q = 0,5 P \sin \beta - 0,137 P \cos \beta = 0,26 P$$

Схема нагружения участка 4—5 показана на рис. 4.3.

$$N = 0,137 P;$$

$$Q_{4-n} = 0,5 P$$

$$Q_{n-5} = 0,5 P - P = -0,5 P$$

$$M_n = -0,5 P \cdot 33 = -16,5 P$$

Эпюры нормальных и сдвигающих сил, изгибающих моментов в элементах биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке спереди изображены на рис. 4.4; 4.5; 4.6.

Как следует из схемы (рис. 4.7), при воздействии спереди локальная деформация касается только области хряща лобкового симфиза и внутренних концов лобковых костей, а конструктивные напряжения возникают в зоне триадиальных хрящей, в крестце и его соединениях.

Анализ случаев травмы таза в передне-заднем направлении составил 69, из них 43 экспериментальных, 26 — экспертных наблюдений. При этом были зарегистрированы следующие повреждения (табл. 4.1).

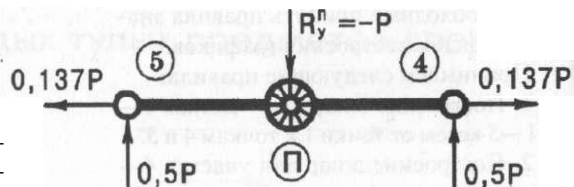


Рис. 4.3. Схема нагружения участка 4-5 при ударной нагрузке спереди.

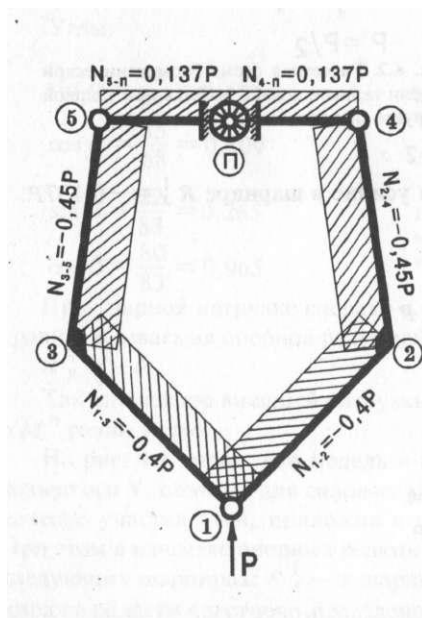


Рис. 4.4. Эпюры нормальных сил в элементах биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке спереди.

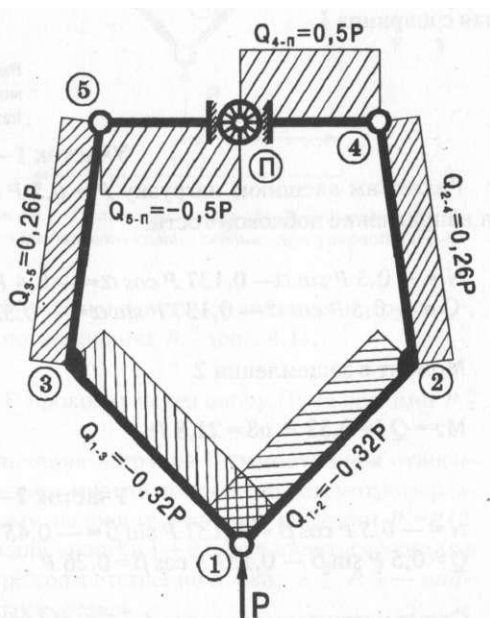


Рис. 4.5. Эпюры сдвигающих сил в биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке спереди.

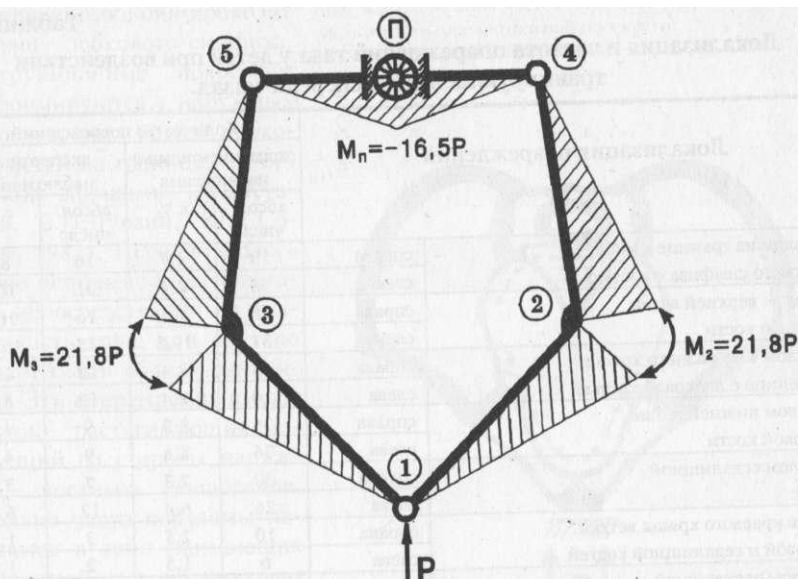


Рис. 4.6. Эпюры изгибающих моментов в элементах биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке спереди.

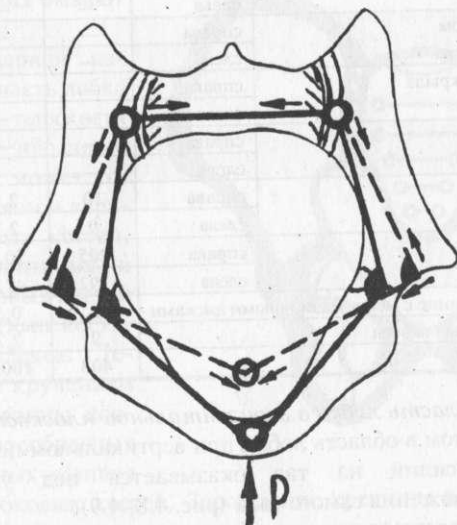


Рис. 4.7. Распределение деформаций в тазовом кольце при ударной нагрузке спереди.

Таблица 4.1

Локализация и частота повреждений таза у детей при воздействии травмирующей силы спереди-назад.

1 Локализация повреждений		Количество повреждений			
		экспериментальные наблюдения		экспертные наблюдения	
		абсол. число	в %	абсол. число	в %
Перелом на границе хряща лобкового симфиза с костью	справа	19	4,7	16	8,1
	слева	18	4,4	21	10,7
Перелом верхней ветви лобковой кости	справа	85	21,0	16	10,7
	слева	81	19,8	13	6,6
Перелом У-образного хряща на границе с лобковой костью	справа	14	3,4	13	6,6
	слева	14	3,4	13	6,6
Перелом нижней ветви лобковой кости	справа	34	8,3	9	4,6
	слева	36	8,8	9	4,6
Перелом седалищной кости	справа	30	7,3	7	3,5
	слева	26	6,4	12	6,1
Отрыв краевого хряща ветвей лобковой и седалищной костей	справа	10	2,5	3	1,5
	слева	6	1,5	2	1,0
Перелом вертлужной впадины	справа	3	0,7	5	2,5
	слева	2	0,5	7	3,5
Вертикальный перелом подвздошной кости	справа	—	—	1	0,5
	слева	—	—	3	1,5
Горизонтальный перелом крыла подвздошной кости	справа	—	—	1	0,5
	слева	—	—	—	—
Отрыв краевого хряща крыла подвздошной кости	справа	—	—	2	1,0
	слева	—	—	3	1,5
Перелом бокового Отдела крестца	справа	—	—	3	1,5
	слева	—	—	6	3,0
Разрывы крестцово-подвздошных суставов	справа	10	2,5	8	4,0
	слева	9	2,2	16	8,1
Всего повреждений	справа	205	50,2	84	42,6
	слева	192	47,1	105	53,3
Перелом крестца на границе с межпозвоночными дисками		2	0,5	—	—
Разрыв хряща лобкового симфиза		9	2,2	8	4,1
Итого:		408	100,0	197	100,0

Удар спереди в область лобка в горизонтальной плоскости. При ударе тупым твердым предметом в область лобка при вертикальном положении тела передача внешних усилий на таз оказывается под углом вследствие физиологического положения самого таза (рис. 4.8; 4.9).

Наибольшее, напряжение в начале травмы испытывают хрящ лобкового симфиза и наружные концы верхних ветвей лобковых костей на границе с У-образными хрящами. При прогибании хряща лобкового симфиза и внутренних концов лобковых костей во внутрь тазового кольца здесь образуются локальные переломы в местах наибольших напряжений обычно на границе кости с хряще-

вой тканью реже они проходят по хрящу лобкового симфиза. Конструкционные повреждения формируются у наружных концов верхних ветвей лобковых костей на границе с У-образными хрящами (Л.Е.Кузнецов, В.П.Чурзин, Ю.А.Солохин, 1982). Переломы здесь обычно неполные и располагаются непосредственно на границе кость-хрящ или идут по костной ткани вблизи синхондроза. Эти повреждения имеют признаки растягивающих деформаций со стороны наружных костных пластинок. Довольно часто переломы начинаются в зоне сжимающих деформаций, т.е. на внутренней костной пластинке вблизи от синхондрозов. Повреждения трирадиального хряща бывают редко.

Воздействие ударной нагрузки спереди в область лобка в горизонтальной плоскости приводит к изгибу переднего полукольца таза и может сопровождаться кручением верхних ветвей лобковых костей, т.к. наружные концы их и нижние ветви лобковых костей фиксированы другими костями тазового комплекса. Деформация изгиба с кручением приводит к образованию конструкционных винтообразных переломов наружных концов

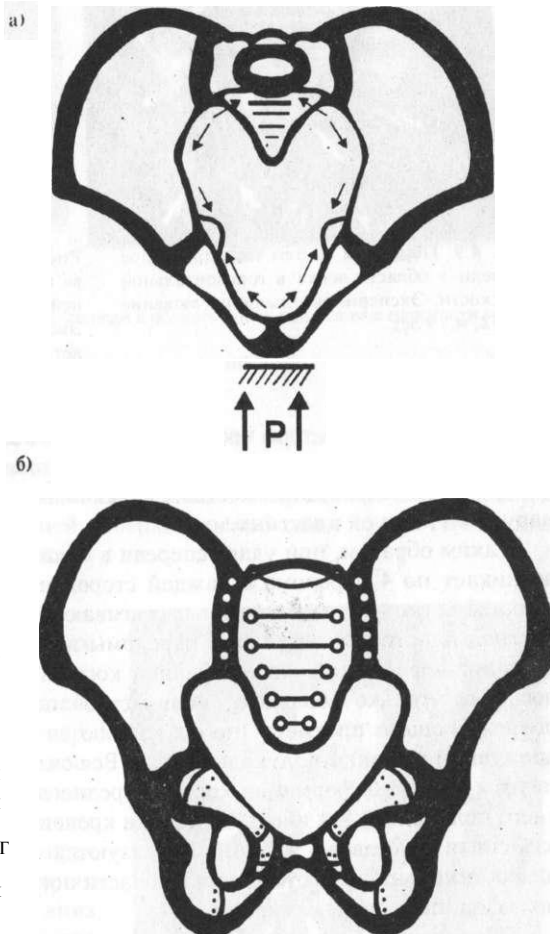
верхних ветвей лобковых костей. Зарождение трещины возникает вследствие сдвига продольных волокон, после чего происходит расщепление коркового слоя и, в конечном итоге, формируются продольные переломы, направленные раскрытой частью в сторону действия силы под углом к длиннику кости (рис. 4.10).

При изгибе переднего полукольца таза в процесс деформации вовлекаются также нижние ветви лобковых и ветви седалищных костей. Вследствие прогиба-

Рис. 4.8. Переломы костей таза при ударе спереди в область лобка в горизонтальной плоскости:

а) схема механизма образования;

б) локализация повреждений.



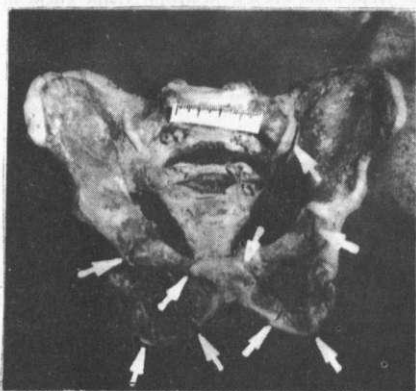


Рис. 4.9. Переломы костей таза при ударе спереди в область лобка в горизонтальной плоскости. Экспериментальное наблюдение N 152, м., 9 лет.



Рис. 4.10. Расщепление компактного вещества в месте винтообразной деформации верхней ветви лобковой кости. Экспериментальное наблюдение N 199, м., 6 лет.

ния лобка во внутрь таза происходит изгиб указанных костей и образуются по одному-два конструктивных перелома в области нижних ветвей лобковых костей и ветвей седалищных костей с признаками растягивающих деформаций на наружной костной пластинке.

Таким образом, при ударе спереди в области переднего полукольца нередко возникает по 4 перелома с каждой стороны: локальный у медиального конца верхней ветви лобковой кости с растягивающими напряжениями на внутренней костной пластинке, остальные переломы конструктивные с признаками сжимающих деформаций на внутренней костной пластинке. Характерным оказалось не только большее количество переломов в месте воздействия повреждающего предмета (по сравнению со взрослыми), но и отсутствие повреждений в заднем полукольце таза. Вся сила действующего предмета обычно гасится за счет деформации костей переднего полукольца. Из повреждений заднего полукольца мы иногда отмечали кровоизлияния в полость крестцово-подвздошных суставов, которые образуются в результате разрыва сосудов надкостницы из-за её отслоения в области пограничной линии при расхождении подвздошных костей в стороны.

При ударе спереди сверху в область лобка (рис. 4.11; 4,12) происходит вращение подвздошных костей в крестцово-подвздошных суставах и разгибание крестцово-поясничного отдела позвоночника.

Локальные переломы образуются в месте наибольших напряжений у внутренних концов лобковых костей на границе их с хрящом лобкового симфиза с признаками растягивающих деформаций со стороны подлобкового угла. При этом механизме травмы возможно расхождение лобковых костей, увеличение подлобкового угла и разрыв хряща лобкового симфиза.

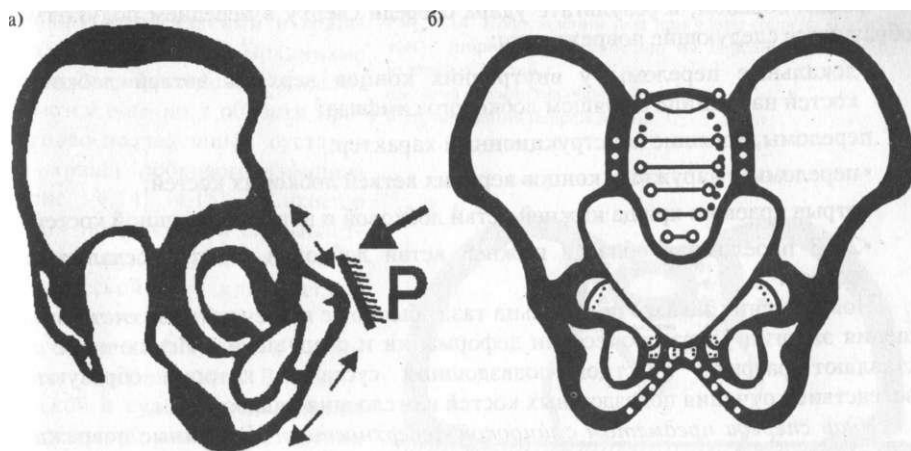


Рис. 4.11. Переломы костей таза при ударе спереди в область лобка под углом к плоскости тазового кольца:

а) схема механизма образования; б) локализация повреждений.

Конструкционные переломы, как и в предыдущем варианте, формируются у наружных концов лобковых костей на границе с У-образными хрящами. Но в данном случае максимальная зона растягивающих напряжений располагается на верхней, а сжимающих на нижней поверхности лобковых костей со стороны запирательных отверстий. Переломы могут начинаться как в зоне растяжения, так и сжатия, или одновременно с формированием типичных для них признаков.

Далее происходит перелом костей, составляющих запирательные отверстия, — нижних ветвей лобковых костей и седалищных костей. Переломы эти конструкционные и обусловлены изменением конфигурации запирательного отверстия. Верхняя и нижняя ветви лобковой кости смещаются вниз и внутрь тазового кольца, передавая напряжение на ветви седалищных костей. Так как снаружи они ограничены краевым хрящом, прогиб их уходит или внутрь в полость таза или в сторону запирательного отверстия (рис. 4:13).

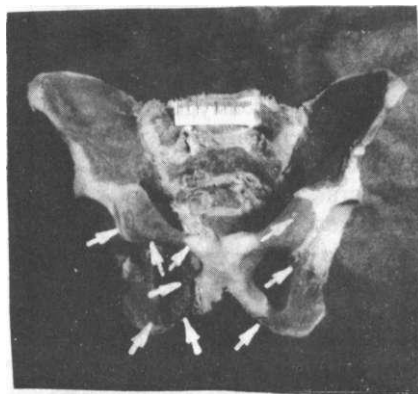


Рис. 4.12. Переломы костей таза при ударе спереди сверху в область лобка. Экспертное наблюдение N 22, м., 6 лет.

Таким образом, в результате удара спереди сверху в переднем полукольце образуются следующие повреждения:

- локальные переломы у внутренних концов верхних ветвей лобковых костей на границе с хрящем лобкового симфиза;
- переломы, носящие конструкционный характер:
- переломы у наружных концов верхних ветвей лобковых костей;
 - отрыв краевого хряща нижней ветви лобковой и ветви седалищной костей;
 - 2—3 перелома в области нижней ветви лобковой и ветви седалищной костей.

Повреждения заднего полукольца таза обычно не встречаются за счет поглощения энергии удара процессами деформации и разрушения. Исключение составляют разрывы крестцово-подвздошных суставов, которые образуются вследствие кручения подвздошных костей и отслоения надкостницы.

Удар спереди предметом с широкой поверхностью. Названные повреждения таза у детей нам встретились в 5 экспертных наблюдениях (2,5%), однако в экспериментальных условиях воспроизвести его нам не удалось.

Травмирующий предмет имеет большую ударяющую поверхность и действует спереди в область передних верхних и нижних остей подвздошных костей, т.е. выше переднего полукольца таза, при этом в начале крылья подвздошных костей, а затем и тазовые кости расходятся в стороны. В заднем полукольце происходит натяжение передних и задних крестцово-подвздошных связок в верхних отделах крестцово-подвздошных суставов, разрыв их и расхождение суставных поверхностей. В переднем полукольце таза происходит натяжение в области хряща лобкового симфиза, преимущественно в его верхних отделах. Нарушение целостности тазового кольца спереди может произойти по хрящу лобкового симфиза или, что наблюдается чаще, по границе лобковых костей с хрящевой тканью с одной или двух сторон.

В конечном итоге таз разделяется на три части — две тазовые кости и одну крестцовую, которые удерживаются друг около друга сохра-

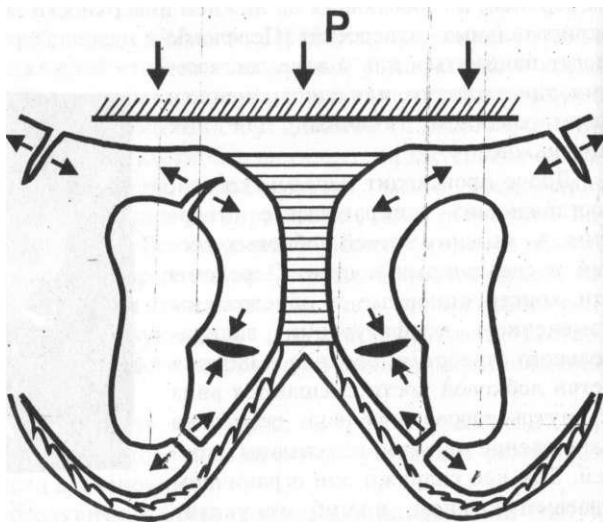


Рис. 4.13. Схема образования повреждений в переднем полукольце таза при ударе спереди сверху в область лобка под углом к плоскости тазового кольца.

нившимися связками и мышцами. При этом механизме травмы повреждения локализируются обычно в области крестцово-подвздошных суставов во в и хряща лобкового симфиза (рис. 4.14; 4.15). Характер этих повреждений сказывается на трудности их рентгенологической и клинической диагностики.

Удар с компрессией спереди в области лобка. В клинической и судебно-медицинской литературе мы не встретили описания повреждений, в частности, таза, возникающих при ударе массивным предметом с последующей компрессией, например, падение и прижатие обрушившейся стеной, железобетонной плитой, переезде автотранспорта и т.д. Возникающая при этом травма должна отличаться по характеру как от ударной нагрузки, так и от компрессии, так как вначале происходит удар травмирующим предметом, а затем сдавливание таза массой этого предмета в том же направлении.

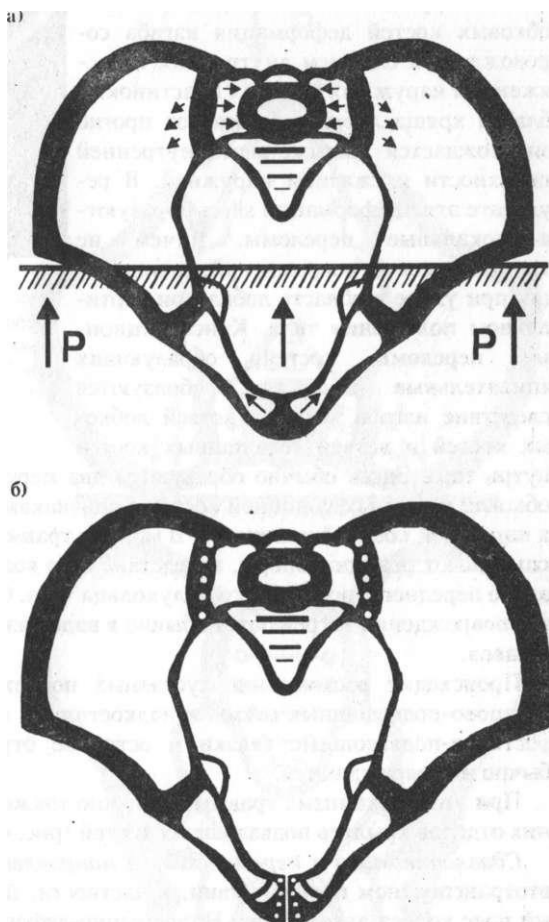
Отличие такого вида травмы от удара, на наш взгляд, заключается в том, что воздействие падающего предмета происходит в тот момент, когда тело потерпевшего находится на твердом основании и в механизме образования повреждений будет иметь значение сопротивление и противодействие сил опоры. Отличие этого вида травмы от сдавливания между двумя массивными предметами заключается в том, что травмирующий предмет оказывает действие в более короткий промежуток времени, т.е. действует с большей скоростью, чем при компрессии.

При ударе спереди в область лобка твердым массивным предметом в положении тела на твердом основании образуются локальные и конструкционные по-

Рис. 4.14. Повреждения таза при ударе спереди предметом с широкой поверхностью по передним осям подвздошных костей:

а) схема механизма образования;

б) локализация повреждений.



вреждения переднего полукольца таза от действующего предмета и в области заднего полукольца таза от противодействия опоры. В переднем полукольце таза образуется изгиб лобка кзади, внутрь полости таза. У наружных концов верхних ветвей лобковых костей деформация изгиба сопровождается сжатием внутренних и растяжением наружных костных пластинок. В области хряща лобкового симфиза прогиб сопровождается растяжением внутренней поверхности и сжатием наружной. В результате этих деформаций здесь образуются локальные переломы, ничем не отличающиеся от повреждений, возникающих при ударе в область лобка при вертикальном положении тела. Конструкционные переломы костей, образующих запирающие отверстия, образуются вследствие изгиба верхних ветвей лобковых костей и ветвей седалищных костей

внутрь таза. Здесь обычно образуются два перелома в области нижней ветви лобковой и ветви седалищной костей с признаками растягивающих напряжений на наружной костной пластинке. В момент травмы крестец и седалищные бугры испытывают реакцию опоры, вследствие чего возникают разрушения костей не только переднего, но и заднего полукольца таза. Со стороны заднего полукольца таза повреждения встречаются обычно в виде разрывов крестцово-подвздошных суставов.

Происходит расхождение суставных поверхностей, натяжение передних крестцово-подвздошных связок и надкостницы, отслоение и разрыв их. Задние крестцово-подвздошные связки и остистые отростки крестцовых позвонков обычно не повреждаются.

При этом механизме травмы возможно также образование повреждений задних отделов крыльев подвздошных костей (рис. 4.16; 4.17).

Сдавление таза в передне-заднем направлении возникает чаще всего при автотранспортном происшествии, в частности, при перекатывании через тазовый пояс колеса автомобиля. Напряженно-деформированные изменения в биомеханической модели тазового кольца ребёнка, возникающие при сдавлении его в передне-заднем направлении, аналогичны таковым, возникающим при ударной нагрузке спереди (рис. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6). Сходными могут быть как локализация, так и морфологическая характеристика образовавшихся переломов. В определенной степени дифференцировать компрессионное воздействие от ударного можно по повреждениям кожи и мягких тканей.

При этом виде сдавлен и я происходит уменьшение прямого и увеличение поперечного размеров таза. Передний и задний сегменты таза испытывают дефор-

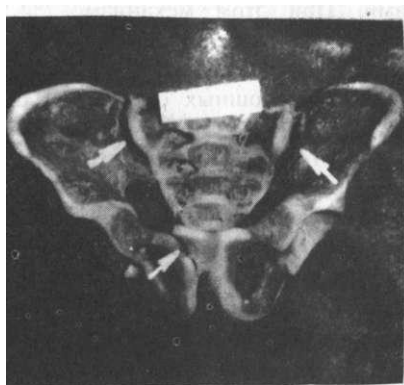


Рис. 4.15. Повреждения таза при ударе спереди предметом с широкой поверхностью по передним осям подвздошных костей. Экспертное наблюдение N 27, м., 7 лет.

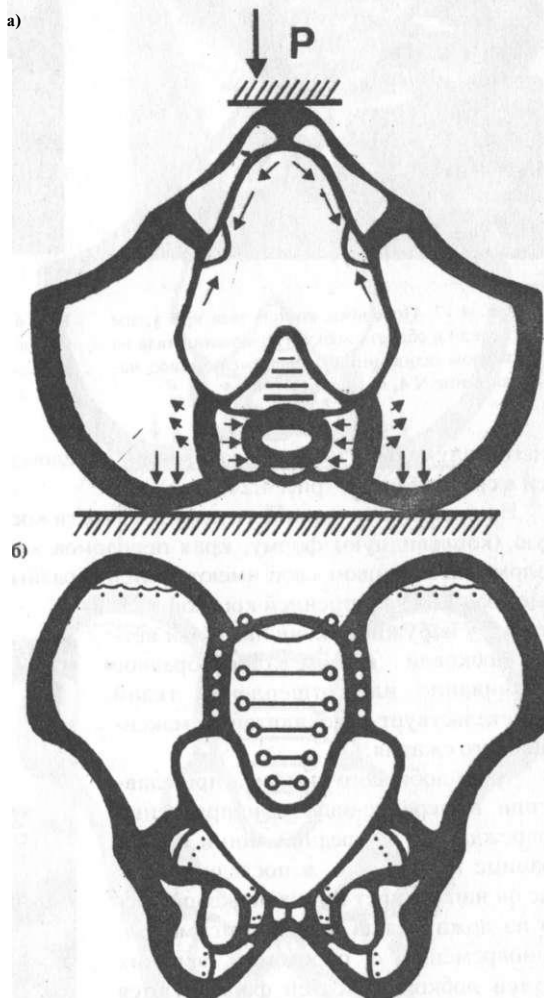
внешнем воздействии в передне-заднем и задне-переднем направлениях

мацию изгиба. Задние отделы Ригид. №1 11 Переломы костей таза при ударе спереди в б-
подвздошных костей фиксиру- лобка, в области таза на твердом основании;

ваны к твердой основе. Вследствие увеличения поперечного размера таза подвздошные кости расходятся в стороны, а крестец движется кпереди. Кости переднего полукольца таза испытывают деформацию изгиба и кручения и прогибаются внутрь таза. В конечном итоге, образуются повреждения, аналогичные повреждениям таза у детей, возникающим при действии ударной нагрузки с компрессией в область лобка. При этом возникают локальные переломы у внутренних и конструкционные у наружных концов верхних ветвей лобковых костей и на нижних ветвях лобковых и ветвях седалищных костей (рис. 4.18 — см. стр. 85; 4.19).

Все перечисленные переломы имеют признаки разрушения от растягивающих деформаций на наружной костной пластинке, а локальные повреждения в области хряща лобкового симфиза — на внутренней поверхности его. При этом же механизме компрессии возможно образование иных переломов в переднем полукольце таза. Так, у детей в 10—12 лет перелом начинается по типу сдвига на наружной и внутренней костных пластинках верхних ветвей лобковых костей в средней части, которые испытывают напряжение изгиба с кручением. Одновременно образуется валикообразное вспучивание у наружных концов верхних ветвей лобковых костей со стороны внутренней костной пластинки за счет деформации изгиба со сжатием. Дальнейшее действие силы приводит к увеличению деформации изгиба пере-

а) схема механизма образования;
а) схема механизма образования;
б) локализация повреждений,
б) локализация повреждений,



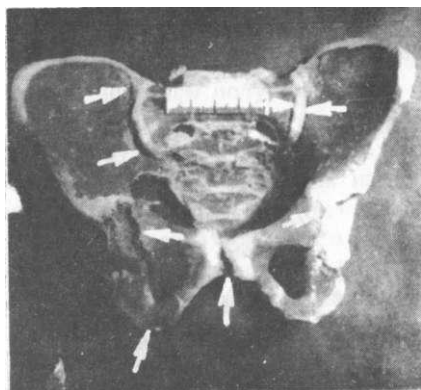


Рис. 4.17. Переломы костей таза при ударе спереди в область лобка в положении таза на твердом основании. Экспериментальное наблюдение N 4, м., 4 лет.

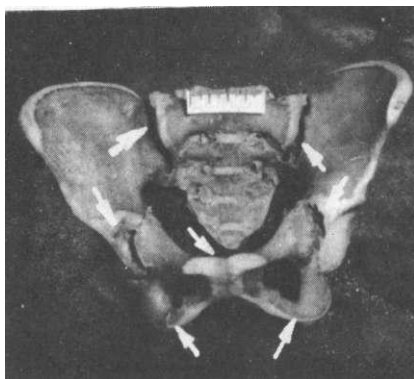


Рис. 4.19Г. Переломы костей таза при сдавлении в передне-заднем направлении (первый вариант). Экспериментальное наблюдение N 150, д., 9 лет.

дного полукольца таза и образованию перелома верхних ветвей лобковых костей в средней части (рис. 4.20).

На передней поверхности лобковой кости костный фрагмент имеет заостренную (копьевидную) форму, края переломов хорошо сопоставляются. По краю излома на корковом слое имеются пилообразные мелкие выступы, направленные кзади. На внутренней костной пластинке у наружного конца верхней ветви лобковой кости валикообразное* вспучивание или отщепление ткани свидетельствует о локализации максимального сжатия.

Хрящ лобкового симфиза при сдавлении в передне-заднем направлении повреждается по средней линии или на границе кость-хрящ, в последнем случае он напоминает вывих лобковой кости из ложа хряща лобкового симфиза. Одновременно с переломом верхних ветвей лобковых костей формируются переломы от сжатия в области передних стенок вертлужных впадин.

При фиксированных сиделищных буграх (например, к дорожному покрытию) воздействие травмирующей силы направлено сверху вниз под углом око-

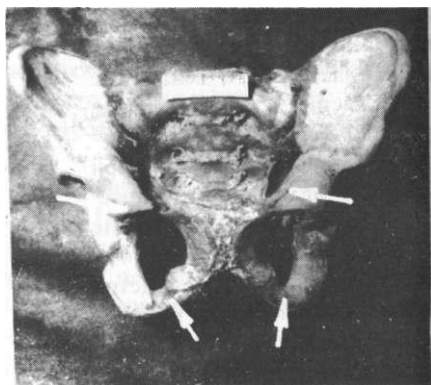


Рис. 4.20. Переломы костей таза при сдавлении в передне-заднем направлении (второй вариант). Экспериментальное наблюдение N 123, м., 9 лет.

ло 45° к плоскости таза. При этом происходит изгиб переднего полукольца книзу и расхождение подлобкового угла.

В дальнейшем деформация переходит на кости, составляющие запирающие отверстия, которые испытывают сжимающие напряжения. Механизм перелома в области нижней ветви лобковой и ветви седалищной костей обусловлен направлением действия силы и особенностями их анатомического строения. Этот участок испытывает деформацию двойного изгиба и в профиль напоминает букву "S". При продолжающемся давлении формируются переломы с признаками растяжения на наружной костной пластинке в области ветви седалищной кости и с признаками сжатия на наружной костной пластинке в области нижней ветви лобковой кости. Нижние ветви лобковых и ветви седалищных костей покрыты мощным подковообразной формы краевым хрящом, который отрывается от деформируемых костей (рис. 4.21).

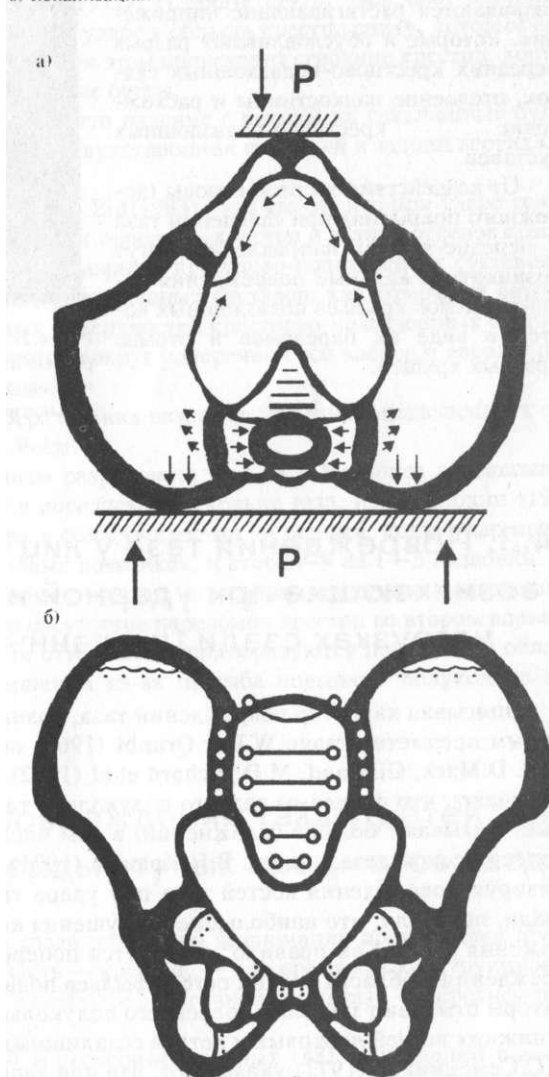
При воздействии силы спереди на симфиз происходит вращение тазовых костей относительно крестца вокруг оси, проходящей перпендикулярно через крестцово-подвздошные суставы.

Тазовые кости вращаются относительно крестца вниз и назад, при этом плоскость входа в малый таз приближается к плоскости передней поверхности крестца. Кроме того, происходит расхождение подвздош-

Рис. 4.18. Переломы костей таза при компрессии в передне-заднем направлении:

а) схема механизма образования;

б) локализация.



ных костей в стороны. В результате таких перемещений на передней поверхности крестцово-подвздошных суставов развиваются растягивающие напряжения, которые и обуславливают разрыв передних крестцово-подвздошных связок, отслоение надкостницы и расхождение крестцово-подвздошных суставов.

От воздействия твердой основы (дорожного покрытия) при сдавлении таза в передне-заднем направлении могут возникать локальные повреждения задних отделов крыльев подвздошных костей в виде их переломов и отрыва краевых хрящей.

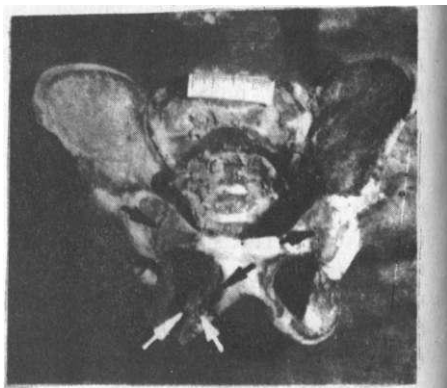


Рис. 4.21. Переломы костей таза в области переднего полукольца таза при компрессии его в передне-заднем направлении. Экспериментальное наблюдение N 88, м., 8 лет,

4.3. Повреждения таза у лиц зрелого возраста, возникающие при ударной и компрессионной нагрузках сзади (по данным литературы)

Описывая характер повреждений таза, возникающих при ударах твердым тупым предметом сзади W.L.Ir.Qrunbi (1966) описывает несколько механизмов. D.Mark, Gillilaud, M.D.Richard et al (1982); P.Mucha, M.B.Farnell (1984) отмечают, что переломы заднего полукольца таза чаще бывают множественные, вызывают больше осложнений, в том числе кровопотерю и приводят к более высокой летальности. В.Н.Крюков (1971), R.Watson-Iones (1972), анализируя повреждения костей таза при ударе твердыми тупыми предметами сзади, показали, что наибольшие разрушения костей возникают в месте приложения силы. Как правило, образуется поперечный перелом крестца и повреждения в области задних остей крыльев подвздошных костей. Кроме того, авторы отмечают переломы переднего полукольца таза, в частности, верхних и нижних ветвей лобковых и ветвей седалишных костей. Е.Я.Соколов (1968); В.С.Семенников (1972) указывают, что при ударе в область крестца происходит вколачивание крестцовой кости в полость таза и последующее разворачивание подвздошных костей в стороны, что ведет к выступанию впереди лобковых и седалишных костей. При этом наблюдаются переломы крестца в месте приложения силы, обычно на уровне 2—3 позвонков; двухсторонним

разрыв -крестцово-подвздошных суставов; переломы задних отделов крыльев и тела подвздошной кости; разрыв лобкового сращения.

Кроме того, В.С.Семенников (1972), Н.Eberle (1973) выделяют механизм образования повреждений таза при ударе в область крестца снизу, который возникает при падении на ягодицы. При этом происходит сгибание крестца, копчика и воздействие силы на седалищные бугры.

Каплан А.В. (1967) отмечает, что падение с высоты на седалищные бугры обуславливает односторонний или двухсторонний передний и задний вертикальный переломы.

Матышев А.А. (1969,1975); А.V.Eid(1983) указывают, что при ударе транспортным средством сзади возникают переломы крестца и задних отделов крыльев подвздошных костей, а также разрывы крестцово-подвздошных суставов. В механизме разрывов крестцово-подвздошных суставов, как отмечают авторы, помимо расхождения суставных поверхностей крестцово-подвздошных суставов имеет значение вращение крестца вокруг поперечной оси вперед и вверх и подвздошных костей вверх и назад.

На подобный механизм образования разрывов крестцово-подвздошных суставов указывал в 1965 г. G.E.Voigt.

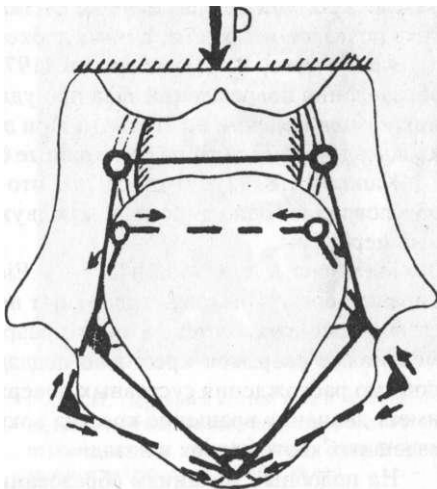
Описывая данный механизм разрушения таза, А.А.Матышев не описывает повреждений, возникающих в переднем полукольце таза. Ю.А.Солохин (1985) различает два варианта удара в область крестца — первый, когда удар приходится на область 3—4 крестцовых позвонков, и второй — на 1—3 позвонки. Автор отмечает наличие переломов крестца и разрывы крестцово-подвздошных суставов в первом варианте и отсутствие переломов крестца во втором варианте травмы. В обоих случаях, как отмечает автор, образуются переломы в области подвздошно-лобковых возвышений из-за прогиба переднего полукольца таза внутрь.

4.4. Характер повреждений таза у детей при воздействии твердых тупых предметов сзади

При ударных нагрузках сзади локальной деформации подвергается прежде всего наиболее устойчивая часть — крестец, — в то время как конструкционные деформации сосредоточены в наиболее эластичной части таза — переднем полукольце (рис. 4.22).

Анализ экспертных (18) и экспериментальных (48) наблюдений позволил* нам выделить следующие варианты воздействия ударной силы сзади в область крестца:

- удар сзади в область крестца предметом с ограниченной поверхностью, меньшей ширины крестца;
- удар сзади в область крестца и задних отделов подвздошных костей;
- удар сзади снизу при падении на крестец и седалищные бугры;
- удар с компрессией сзади в область крестца;
- компрессия в задне-переднем направлении.



Сравнительная характеристика повреждений, зарегистрированных нами при ЭТИХ механизмах травмы представлена в табл. 4.2.

Рис. 4.22. Распределение деформаций в тазовом кольце при ударной нагрузке сзади.

Таблица 4.2

Локализация и частота повреждений таза у детей при воздействии твердых тупых предметов сзади.

Локализация повреждений		Количество повреждений			
		экспериментальные наблюдения		экспертные наблюдения	
		абсол. число	в %	абсол. число	в %
Перелом на границе хряща лобкового симфиза с костью	справа	5	2,2	6	4,8
	слева	6	2,6	5	4,0
Перелом верхней ветви лобковой кости	справа	13	5,6	4	3,2
	слева	16	6,9	5	4,0
Перелом У-образного хряща на границе с лобковой костью	справа	17	7,3	4	3,2
	слева	16	6,9	2	1,6
Перелом нижней ветви лобковой кости	справа	7	3,0	—	—
	слева	9	3,9	1	0,8
Перелом седалищной кости	справа	16	6,9	3	2,4
	слева	14	6,0	5	4,0
Отрыв краевого хряща ветвей лобковой и седалищной костей	справа	1	0,4	2	1,6
	слева	2	0,9	3	2,4
Перелом вертлужной впадины	справа	6	2,6	1	0,8
	слева	—	—	1	0,8
Вертикальный перелом подвздошной кости	справа	—	—	2	• М
	слева	—	—	1	

Продолжение таблицы 4.2

Локализация повреждений		Количество повреждений			
		экспериментальные наблюдения		экспертные наблюдения	
		абсол. число	в %	абсол. число	
Горизонтальный перелом крыла подвздошной кости	справа	—	—	—	—
	слева	—	—	—	—
Отрыв краевого хряща крыла подвздошной кости	справа	—	—	2	1,6
	слева	—	—	1	0,8
Перелом бокового отдела крестца	справа	5	2,2	8	6,5
	слева	4	1,7	2	1,6
Разрывы крестцово-подвздошных суставов	справа	27	11,6	19	15,3
	слева	26	11,2	25	20,2
Всего повреждений	справа	97	41,8	51	41,1
	слева	93	40,1	51	41,1
Перелом крестца на границе с межпозвоночными дисками		28	12,1	17	13,7
Разрыв хряща лобкового симфиза		14	6,0	5	4,0
ИТОГО:		232	100,0	124	100,0

Удар сзади в область крестца предметом с ограниченной поверхностью (менее ширины крестца). На рис. 4.23 изображена схема нагружения расчетной модели при ударе сзади в крестец предметом с ограниченной поверхностью. Особенностью данной схемы является тот факт, что внешняя нагрузка приложена в узел, который для других вариантов нагружения является опорой биомеханической модели. В рассматриваемом варианте нагружения принимается, что часть внешней нагрузки P , приходящаяся на тазовое кольцо, уравновешивается в зоне лобковой кости ответными нагрузками, имитирующими инерционные силы и прочее. Все размеры модели соответствуют рис. 4.1. На рис. 4.23 видно, что модель и внешние нагрузки симметричны относительно оси Y , поэтому для силового расчета модели достаточно рассмотреть равновесие участка 1—4, приложив к нему половину внешних нагрузок. СИЛОВОЙ* расчет в ЭТОМ случае аналогичен варианту нагружения - удар спереди. На рис. 4.24 показана расчетная схема участка 1—4 биомеханической модели тазового

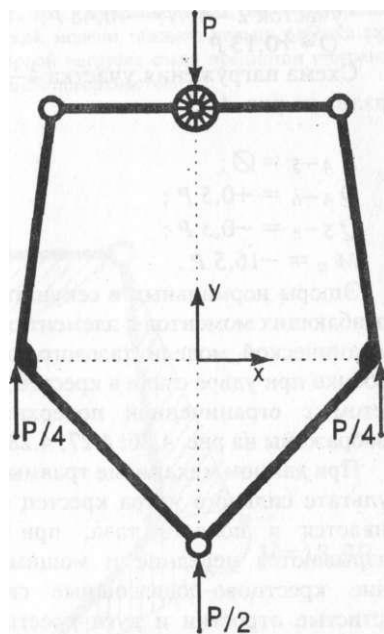


Рис. 4.23. Схема нагружения расчетной модели при ударной нагрузке сзади предметом с ограниченной поверхностью.

кольца при ударе сзади в крестец и приведены системы уравнений равновесия и усилия в шарнирах R_x^1, R_x^4 ;

$$\begin{cases} \sum y = 0; \\ \sum x = 0; \\ \sum M = 0; \end{cases} \begin{cases} 0,25 P + 0,25 P - R_y^4 = 0; \\ R_x^1 + R_x^4 = 0; \\ R_y^4 l_3 + R_x^4 h - 0,25 P b = 0; \end{cases}$$

Из системы уравнений равновесия

$$\begin{aligned} R_y^4 &= 0,5 P; \\ R_x^1 &= +0,02 P \approx 0 \\ R_x^4 &= -0,02 P \approx 0 \end{aligned}$$

Вычисление значений внутренних силовых факторов аналогично варианту нагружения — "удар спереди", поэтому приводим окончательные результаты:

• участок 1—2: $N = -0,15 P$;

$Q = -0,2 P$; $M_2 = 13,6 P$

• участок 2—4: $N = -0,48 P$;

$Q = +0,13 P$

Схема нагружения участка 4—5 показана на рис. 4.25

$N_{4-5} = 0$;

$Q_{4-n} = +0,5 P$;

$Q_{5-n} = -0,5 P$;

$M_n = -16,5 P$.

Эпюры нормальных и секущих сил, изгибающих моментов в элементах биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударе сзади в крестец предметом с ограниченной поверхностью изображены на рис. 4.26; 4.27; 4.28.

При данном механизме травмы в результате сильного удара крестец вклинивается в полость таза, при этом разрываются передние и мощные задние крестцово-подвздошные связки. Остистые отростки и дуги крестцовых позвонков в детском возрасте имеют большое количество хрящевой ткани расположены под острым углом к телам позвонков, поэтому повреждения этих

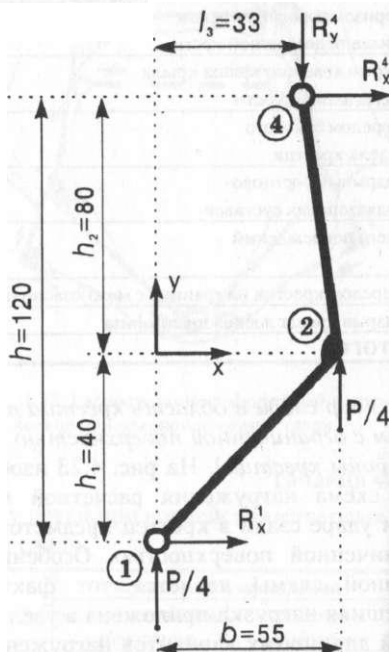


Рис. 4.24. Расчетная схема биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке сзади предметом с ограниченной поверхностью.

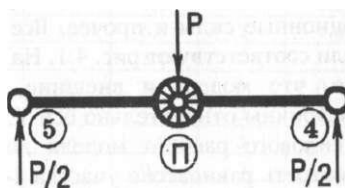


Рис. 4.25. Схема нагружения участка 4—5 при ударной нагрузке сзади в крестец предметом с ограниченной поверхностью.

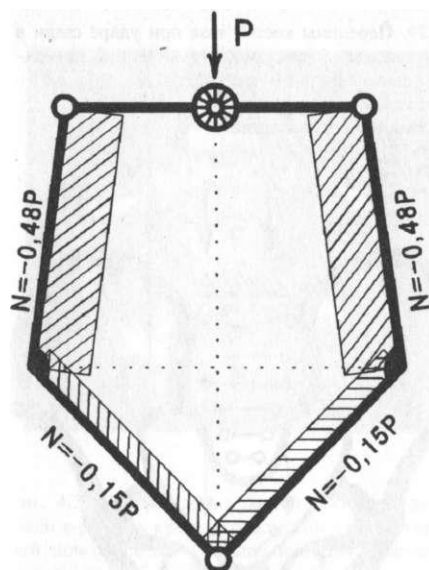


Рис. 4.26. Эпюры нормальных сил в элементах биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке сзади предметом с ограниченной поверхностью.

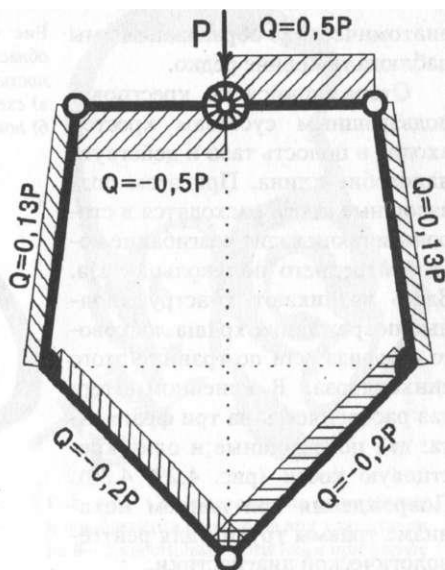


Рис. 4.27. Эпюры сдвигающих сил в биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке сзади предметом с ограниченной поверхностью.

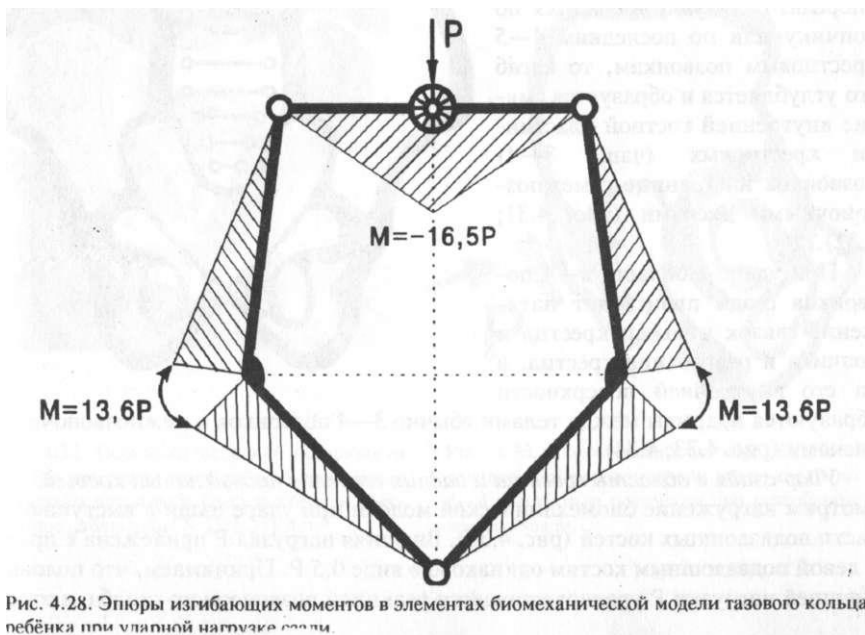


Рис. 4.28. Эпюры изгибающих моментов в элементах биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке сзади.

анатомических образований мы наблюдали крайне редко.

Оторвавшийся по крестцово-подвздошным суставам крестец входит в полость таза и действует наподобие клина. При этом подвздошные кости расходятся в стороны и происходит разгибание костей переднего полукольца таза. Здесь возникают конструкционные повреждения хряща лобкового симфиза или по границе этого синхондроза. В конечном итоге таз расчленяется на три фрагмента: две подвздошные и одну крестцовую кости (рис 4.29; 4.30). Повреждения при данном механизме травмы трудны для рентгенологической диагностики.

При действии травмирующей силы сзади крестцовая кость может разрушаться по двум вариантам: по типу разгибания крестца сзади и по типу изгиба крестца кпереди. Если удар наносится по копчику или по последним 4—5 крестцовым позвонкам, то изгиб его углубляется и образуется смятие внутренней костной пластинки крестцовых (чаще 3—4) позвонков на границе с межпозвоночными дисками (рис. 4.31; 4.32).

При ударе в область 3—4 позвонков сзади происходит натяжение связок и мышц крестца и копчика и разгибание крестца, а на его внутренней поверхности образуются надрывы между телами обычно 3—4 позвонков и межпозвоночными дисками (рис 4.33; 4.34).

Удар сзади в область крестца и задних отделов подвздошных костей. Рассмотрим нагружение биомеханической модели при ударе сзади в выступающие части подвздошных костей (рис. 4.35). Внешняя нагрузка P приложена к правой и левой подвздошным костям одинаково в виде $0,5 P$. Принимаем, что половина внешней нагрузки P уравнивается реакцией позвоночного столба, а вторая

Рис. 4.29. Переломы костей таза при ударе сзади в область крестца предметом с ограниченной поверхностью (меньше ширины крестца):

а) схема механизма образования;
б) локализация повреждений.

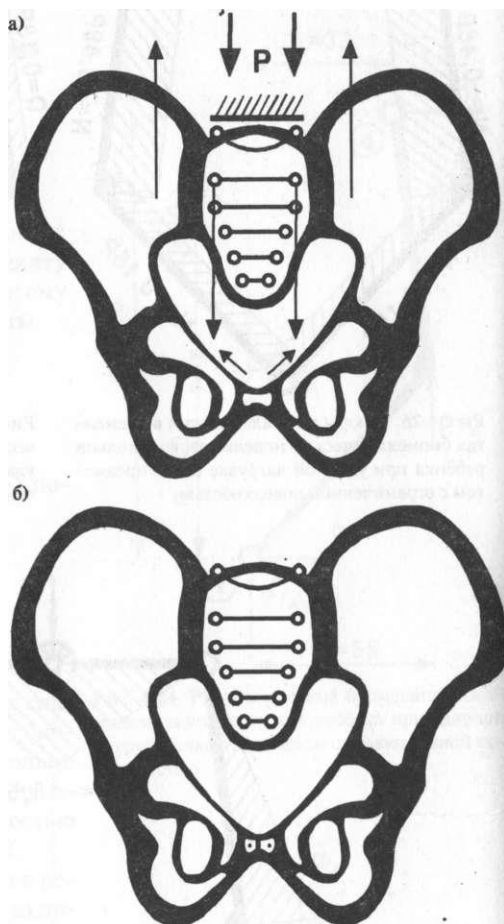




Рис. 4.30. Повреждения костей таза при ударе сзади в область крестца предметом с ограниченной поверхностью (меньше ширины крестца). Экспертное наблюдение N 77, д., 7 лет.



Рис. 4.31. Схема механизма образования и локализации переломов при ударе сзади по 4—5 крестцовым позвонкам при изгибе крестца кпереди.

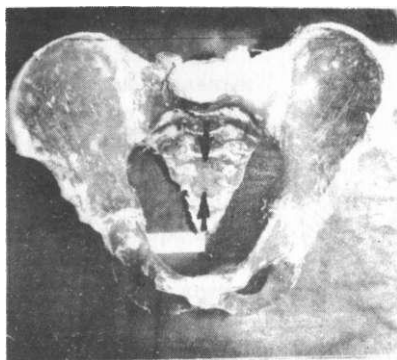


Рис. 4.32. Переломы передней поверхности крестца при ударе сзади по 4—5 крестцовым позвонкам при изгибе крестца кпереди. Экспертное наблюдение N 32, д., 11 лет.

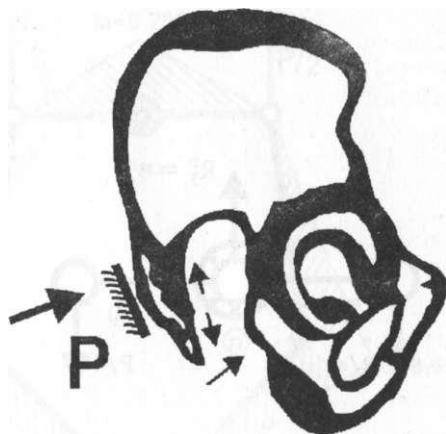


Рис. 4.33. Схема механизма образования и локализации переломов при ударе сзади по 3—4 крестцовым позвонкам при разгибании крестца кзади.

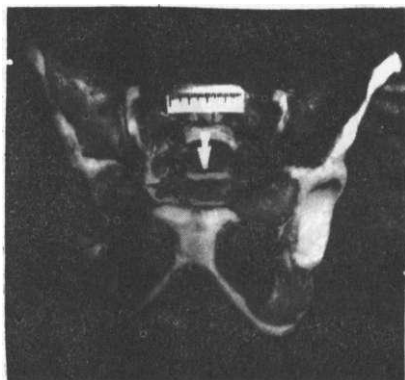


Рис. 4.34. Переломы крестцовой кости при ударе сзади по 3-4 крестцовым позвонкам при разгибании крестца назад. Экспертное наблюдение N 75, м., 13 лет.

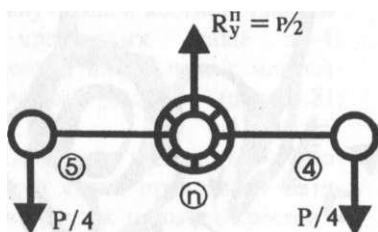
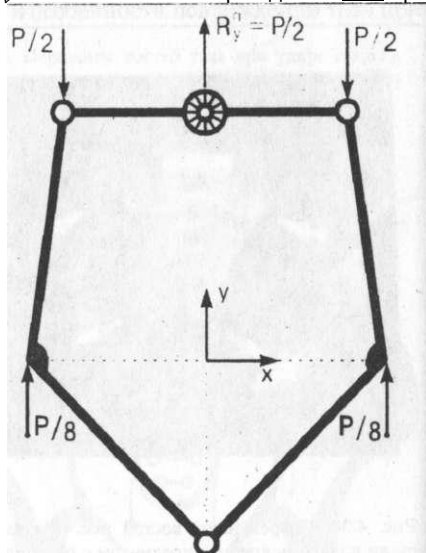


Рис. 4.36. Схема нагружения участка 4—5 при ударной нагрузке сзади в область крестца и задних отделов подвздошных костей.

с) и особенности повреждений таза при



IP/4

Рис. 4.35. Схема нагружения расчетной модели при ударной нагрузке сзади в область крестца и задних отделов подвздошных костей.

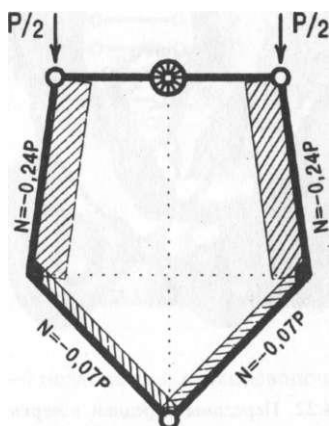


Рис. 4.37. Эпюры нормальных сил в элементах биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке сзади в область крестца и задних отделов подвздошных костей.

половина уравновешивается в зоне лобковой кости так же, как в варианте "удар сзади в крестец".

Силовой расчет этого варианта полностью аналогичен предыдущему, поэтому опускаем промежуточные вычисления и приводим значения внутренних силовых факторов по участкам:

- участок 1—2:
 $N = -0,07 P$;
 $Q = -0,1 P$;
 $M_2 = 6,8 P$;
- участок 2—4:
 $N = -0,24 P$;
 $Q = +0,07 P$;
- участок 4—5 (рис. 4.36): $N = \emptyset$;
 $Q_{4-5} = -0,25 P$;
 $Q_{5-6} = -0,25 P$;
 $M_6 = +8,25 P$;

Эпо́ры нормальных и секущих сил, изгибающих моментов в элементах биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударе сзади в выступающие части подвздошных костей изображены на рис. 4.37; 4.38; 4.39.

При этом механизме травмы образуются локальные и конструкционные повреждения таза. К локальным переломам следует отнести отрывы краевых хрящей

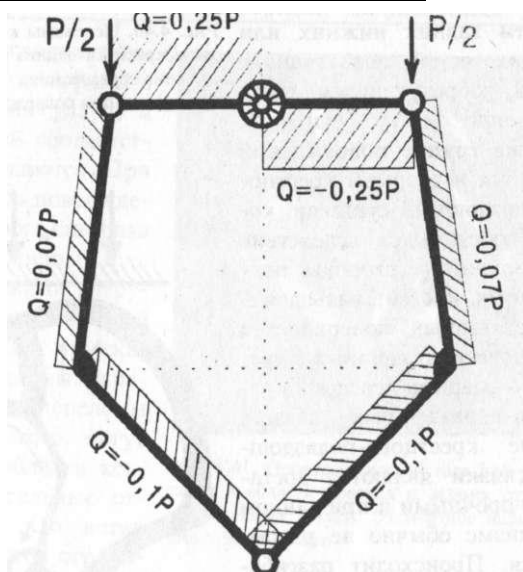


Рис. 4.38. Эпо́ры секущих сил в биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке сзади в область крестца и задних отделов подвздошных костей.

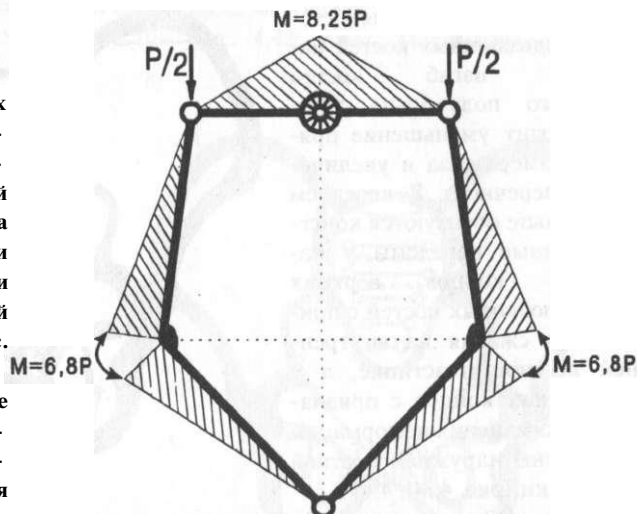
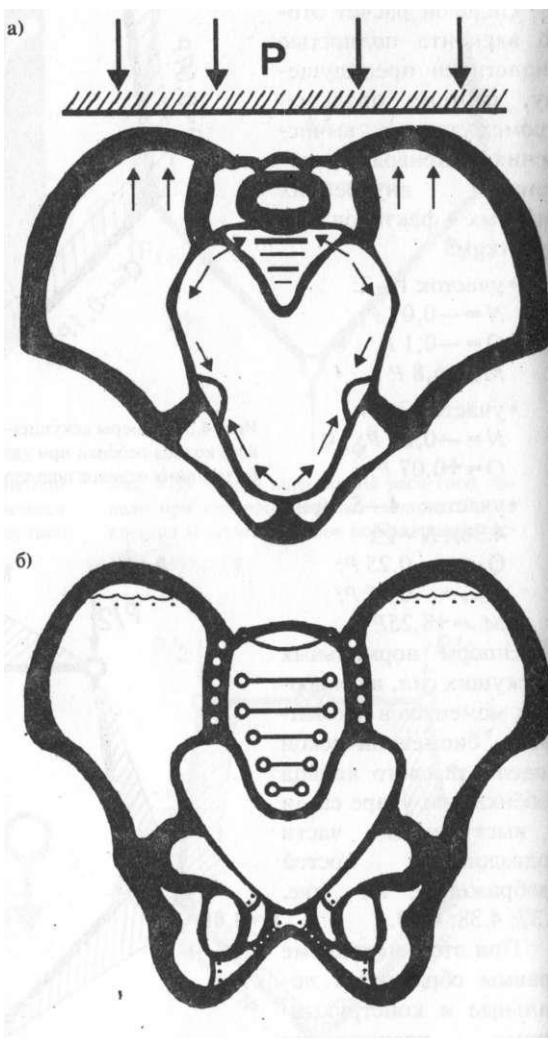


Рис. 4.39. Эпо́ры изгибающих моментов в элементах биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке сзади в область крестца и задних отделов подвздошных костей.

области задних нижних или верхних остей подвздошных костей, образующихся соответственно месту удара. К этой же группе повреждений относятся и разрывы крестцово-подвздошных суставов, которые образуются вследствие расхождения в стороны подвздошных костей, разведения суставных поверхностей крестцово-подвздошных суставов и разрыва передних крестцово-подвздошных связок. Задние крестцово-подвздошные связки являются достаточно прочными и при данном механизме обычно не разрываются. Происходит разгибание крестца и, возможно образование разрывов между межпозвоночными дисками и телами 3—4 позвонков на передней поверхности крестца. Вследствие расхождения в стороны подвздошных костей наступает изгиб костей переднего полукольца таза. Происходит уменьшение прямого размера таза и увеличение поперечного. В переднем полукольце образуются конструкционные переломы у наружных концов верхних ветвей лобковых костей с признаками сжатия на внутренней костной пластинке, а у внутренних концов с признаками сжимающих деформаций со стороны наружной костной пластинки (рис. 4.40; 4.41).

Рис. 4.40. Переломы костей таза при ударе сзади в область крестца и задних отделов подвздошных костей:

а) схема образования;
б) локализация повреждений.



Удар сзади снизу при падении с высоты на крестец и сидалищные бугры в положении сидя. При падении с высоты и соударении с плоскостью ягодичными областями и областью крестца образуются локальные и конструкционные переломы костей переднего и заднего полукольца таза. При соударении с плоскостью

седалищными буграми происходит сближение их или расхождение в стороны в зависимости от направления удара, а крылья подвздошных костей соответственно расходятся или сближаются. При таком механизме образуются повреждения в области хряща лобкового симфиза и разрывы крестцово-подвздошных суставов с начальными признаками разрушения на нижней поверхности тазового кольца. В месте соударения с плоскостью могут быть отрывы краевых хрящей седалищных бугров и переломы седалищных костей. Кроме того, могут возникать повреждения в области костей, составляющих запирающее отверстие. В связи с тем, что ветви лобковых и седалищных костей ограничены краевым хрящом, то прогиб их

происходит внутрь запирающего отверстия или внутрь полости таза. При этом образуются по 2—3 перелома нижних ветвей лобковых и ветви седалищной костей с признаками растяжения обычно на наружных костных пластинках. В момент соударения крестцовой кости с плоскостью происходит сгибание крестца, углубление крестцового изгиба и формирование повреждений с признаками сжатия на передней поверхности крестца (рис. 4.42; 4.43). Подобный механизм



Рис. 4.41. Переломы костей таза при ударе сзади в область крестца и задних отделов подвздошных костей. Экспертное наблюдение N 91, м., 7 лет.

а)



б)

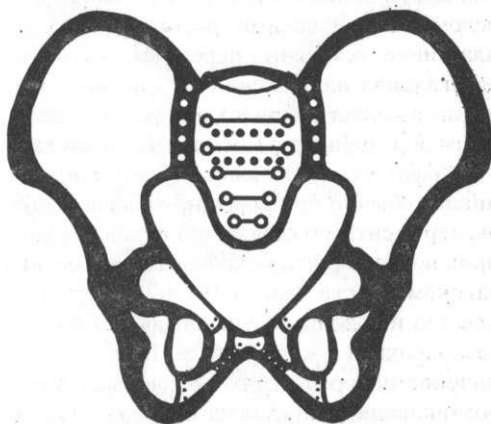


Рис. 4.42. Переломы костей таза при падении с высоты на крестец и седалищные бугры: а) схема механизма образования; б) локализация повреждений.

ообразования переломов крестца у взрослых описан в работах А.А.Матышева (1975); А.И.Коновалова, Б.А.Саркисяна (1985).

Удар с компрессией сзади в область крестца и подвздошных костей. Этот механизм травмы заключается в том, что при ударе сзади в область крестца и подвздошных костей лобок находится на твердом основании (рис. 4.44; 4.45). В заднем полукольце таза возникают локальные повреждения, типичные для ударной нагрузки. В первую очередь разрываются крестцово-подвздошные суставы, затем образуются переломы крестца с признаками растяжения на внутренней костной пластинке обычно в области 3—4 позвонков на границе костно-хрящевой ткани. Могут быть также отрывы краевых хрящей задних отделов подвздошных костей.

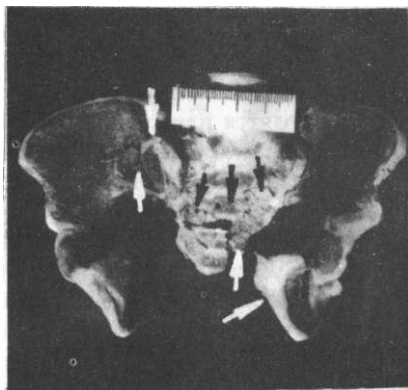


Рис. 4.43. Переломы костей таза при падении с высоты на крестец и седалищные бугры. Экспертное наблюдение N 60, д., 1 год.

Значительные конструкционные разрушения обнаруживаются в костях переднего полукольца таза. Вследствие расхождения подвздошных костей увеличивается поперечный и уменьшается прямой размеры таза. В результате действия опоры кости переднего полукольца таза прогибаются внутрь его. В типичных случаях это приводит к образованию восьми переломов: по 4 перелома с каждой стороны. Симметричные переломы у наружных и внутренних концов верхних ветвей лобковых костей и переломы на нижних ветвях лобковых и ветвях седалищных костей. У внутренних концов лобковых костей возникают переломы с признаками растягивающих деформаций на внутренней костной пластинке, остальные переломы — сгибательного характера с признаками растягивающих напряжений на наружной костной пластинке. Сравнение повреждений в области заднего и переднего полуколец таза показывают, что сзади и спереди разрушения имеют массивный характер.

Компрессия в задне-переднем направлении. Этот вид компрессии таза возникает обычно при дорожно-транспортных происшествиях. Проведенные нами эксперименты по сдавлению таза в передне-заднем и задне-переднем направлениях показали, что механизмы образования повреждений при них имеют общие закономерности (рис. 4.19; 4.20). Травмирующий предмет действует сзади на крестец и задние отделы крыльев подвздошных костей, а переднее полукольцо таза находится на плоскости. При этом происходит уменьшение прямого и увеличение поперечного размеров таза. Характер и локализация переломов таза, возникающих при сдавлении таза в задне-переднем направлении сходны с таковыми при компрессии в передне-заднем направлении и описаны нами выше. Провести дифференциальную диагностику между этими механизмами травмы в определенной степени может помочь исследование повреждений мягких тканей

в области тазового кольца. При этом на стороне действующего предмета обычно образуются карманы между кожей и подкожно-жировой клетчаткой или между подкожно-жировой клетчаткой и мышечными апоневрозами.

Таким образом, нами рассмотрены механизмы травмы таза при действии травмирующего предмета спереди и сзади. Механизм образования локальных повреждений костей переднего полукольца таза зависит от направления действующей силы, при этом возможны следующие варианты:

- удар спереди сверху * в область лобка под углом к плоскости тазового кольца;
- удар спереди в область лобка в горизонтальном направлении.

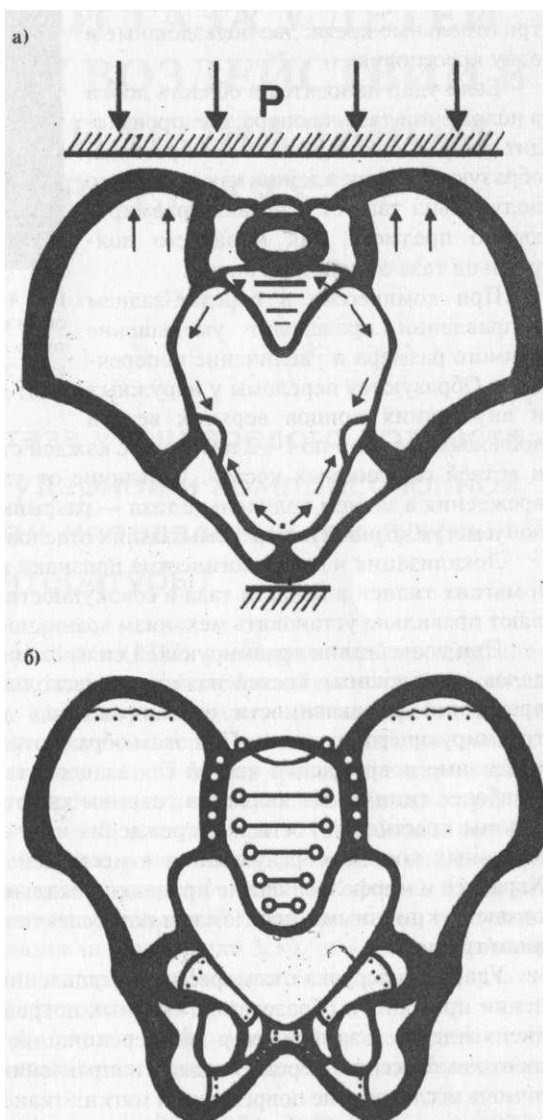
В зависимости от направления действующей силы максимальные напряжения будут возникать у наружных или внутренних концов верхних, ветвей лобковых костей или в области костей, составляющих запирательные отверстия.

При травматическом воздействии в область лобка у детей в отличие от взрослых бывают обычно только локальные и конструкционные повреждения костей, составляющих переднее полукольцо таза.

При ударе твердым тупым предметом с широкой ударяющей поверхностью спереди по

Рис 4.44. Переломы костей таза при ударе⁴ сзади в область крестца и подвздошных костей в положении лобка на твердом основании:

- а) схема механизма образования;
б) локализация повреждений.



передним остиям подвздошных костей происходят разрывы связок крестцово-подвздошных суставов и хряща лобкового симфиза. В результате этого механизма травмы таз разделяется на три отдельные кости: две подвздошные и одну крестцовую.

Если удар наносится в область лобка в положении таза на опоре, т.е. происходит удар с последующей компрессией, образуются повреждения как переднего полукольца таза от действия травмирующего предмета, так и заднего полукольца таза от действия опоры.

При компрессии в передне-заднем направлении происходит уменьшение прямого размера и увеличение поперечного. Образуются переломы у наружных и внутренних концов верхних ветвей лобковых костей и по 1—2 перелома с каждой стороны нижних ветвей лобковых и ветвей седалишных костей. В отличие от ударной нагрузки возникают повреждения в заднем полукольце таза — разрывы крестцово-подвздошных суставов и могут возникать переломы задних отделов крыльев подвздошных костей.

Локализация и морфологические признаки имеющихся повреждений костей и мягких тканей в области таза в совокупности с обстоятельствами дела позволяют правильно установить механизм возникновения травмы.

При воздействии травмирующей силы сзади в область крестца и задних отделов подвздошных костей возможны несколько механизмов образования повреждений в зависимости от направления действующей силы и площади травмирующего предмета. При этом образуются локальные и конструкционные массивные повреждения костей как заднего, так и переднего полукольца таза. Наиболее типичными являются разрывы крестцово-подвздошных суставов, переломы крестцовой кости и повреждения краевых хрящей задних отделов подвздошных костей, образующиеся в месте действия травмирующего предмета. Характер и морфологические признаки локальных повреждений в совокупности с конструкционными переломами ретроспективно позволяют установить механизм травмы;

Ударная нагрузка с компрессией и сдавливание таза в задне-переднем направлении приводит к образованию сходных повреждений как заднего, так и переднего отделов таза. Провести дифференциацию между ними, а также отличить их от компрессии в передне-заднем направлении может в определенной степени помочь исследование повреждений мягких тканей в области таза.

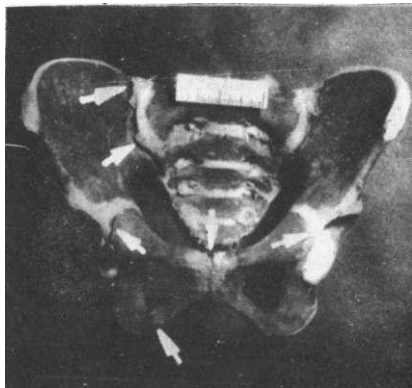


Рис. 4.45. Переломы костей таза при ударе сзади в область крестца и подвздошных костей в положении лобка на твердом основании. Экспериментальное наблюдение N 41, м., 11 лет.

Глава 5

ХАРАКТЕР И ОСОБЕННОСТИ ПОВРЕЖДЕНИЙ ТАЗА У ДЕТЕЙ ПРИ ВНЕШНЕМ ВОЗДЕЙСТВИИ В БОКОВОМ И ДИАГОНАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИЯХ

5.1. Повреждения таза у лиц зрелого возраста, возникающие при ударной и компрессионной нагрузках в боковом направлении (по данным литературы)

Матышев А.А. (1969; 1975); H.Eberle (1973) указывают, что при дорожно-транспортных происшествиях удар автомобилем по области таза наносится обычно сбоку, что соответствует наиболее частой ситуации автотранспортного происшествия — столкновение автомашины с пешеходом, переходящим дорогу.

Dilipk, G.K.Chatterill (1970) исследовали 52 случая травматических повреждений таза. Установлено, что изолированные повреждения вследствие прямого удара встретились: седалищная кость — 2, подвздошная — 15, лобковая кость — 10, крестец —* 2. Авторами не выявлено различий между повреждениями при боковом и передне-заднем направлениях удара. К подобным выводам приходит и А.М.Еид (1983), который располагал данными 5713 потерпевших, поступивших с травмой в больницу. Переломы таза составили 3,3% от всех травм. Автор акцентирует внимание на тяжести потерпевших с переломами таза и результатах рентгенологической и томографической диагностики.

Семенников В.С. (1972), Ю.А.Солохин (1985) удар сбоку подразделяют на два механизма — удар в область гребня подвздошной кости и удар в область вертела бедренной кости.

Семенников В.С.(1972), А.А.Матышев (1969, 1973), R.Watson-Iones (1972), Letannnel, Emile, Iudet, Rohert (1981), А.М.Еид (1983) отмечают, что при этом виде травмы могут повреждаться вертлужные впадины. Ю.А.Солохин на по-

вреждения вертлужной впадины не указывает. В отношении повреждения костей переднего и заднего полукольца таза авторы сходятся в механизме описания. Они отмечают, что происходит прогибание в полость таза участков вертлужных впадин в большей степени на стороне удара. При этом образуются локальные и конструкционные переломы: перелом подвздошной кости, двухсторонние переломы лобковых и седалищных костей, переломы боковых отделов крестца, разрывы крестцово-подвздошных суставов с противоположной от удара стороны. В.С.Семенников отмечает, что количество переломов со стороны удара всегда больше, а Ю.А.Солохин указывает, что количество переломов на стороне удара оказалось почти вдвое меньше, чем на противоположной стороне.

По мнению Malgaine (1847) сдавление таза сбоку приводит к перелому переднего полукольца и заднего края подвздошной кости.

Semba R.T., K.Yasukawa and R.B.Gustilo (1983) дают критический анализ 53 случаев переломов Мальгенья, которые они наблюдали за 1968—1978 гг. Авторы приводят сведения о результатах лечения, не касаясь вопросов механогенеза переломов таза.

Messerer O. (1880) установил, что сдавление с боков на уровне гребешков подвздошных костей сопровождалось разрывом крестцово-подвздошного сочленения. Поперечное давление на уровне вертлужных впадин причиняло одно- или двусторонние переломы верхних и нижних ветвей лобковых костей и крестца по его отверстиям.

Каплан А. В. (1979) пишет, что под влиянием сдавления таза с боков обе половины его сближаются. В переднем отделе тазового кольца происходит разрыв симфиза или перелом лобковых и седалищных костей, а сзади разрыв подвздошно-крестцового сочленения или задний вертикальный перелом подвздошной кости.

Компрессионные повреждения таза, по данным А.А.Матышева (1969), К.Мohan (1973), Р.Муча, М.В.Фархелл (1984) наиболее часто встречаются при дорожно-транспортных и, в частности, автодорожных происшествиях.

Школьников Л.Г., В.П.Селиванов, В.М.Цодыкс (1966) указывают, что компрессионные повреждения встретились им в 55,5%. Они отмечают, что сдавление таза в боковом направлении встречается при травме на производстве или от городского транспорта. В большинстве случаев результатом сдавления явились переломы с нарушением непрерывности тазового кольца по типу вертикальных переломов. Е.Я.Соколов (1966) отмечает, что при сдавлении таза в боковом направлении широкой поверхностью с приложением большой силы возникают обширные переломы таза как переднего, так и заднего полукольца. При описанном механизме травмы возникают переломы в наиболее типичных слабых местах тазового кольца: в переднем отделе и сзади вертикальные переломы подвздошных костей. Иногда в заднем отделе тазового пояса линия перелома проходит не по подвздошной кости, а по крестцу.

Наиболее четко описан характер повреждений таза при компрессии в боковом направлении в работах В.Н.Крюкова (1971), В.С.Семенникова (1972), А.А.Матышева (1975).

Сдавнение таза в боковом направлении заключается в уменьшении поперечного размера таза и увеличении прямого, сопровождающихся выступанием переднего отдела таза кпереди с одновременным изгибом лобковых и седалищных костей наружу, кручением книзу, сжатием компактного слоя внутренней поверхностью крыльев подвздошных костей, сжатием боковых отделов первого и растяжение второго крестцовых позвонков, медиальным изгибом нижних ветвей лобковых костей и кручением наружу ветвей седалищных костей; При этом механизме травмы образуются следующие переломы таза: двусторонние переломы вертлужных впадин, двусторонние переломы крыльев подвздошных костей, двусторонние разрывы задних крестцово-подвздошных связок, двусторонние вертикальные переломы крестца, переломы верхних ветвей лобковых костей на границе с наружным краем запирающего отверстия, двойные или одиночные переломы нижних ветвей лобковых и ветвей седалищных костей. Соглашаясь с описанным механизмом травмы, следует заметить, что при компрессии в боковом направлении далеко не всегда бывают двусторонние переломы вертлужных впадин, крестца и крыльев подвздошных костей. Эти повреждения могут располагаться только с одной стороны.

Семенников В.С. (1963) описал образование валикообразного вспучивания на лобковых костях у подростков вследствие сдавления таза в боковом направлении при автомобильной травме.

Солохин Ю.А. (1985), оценивая компрессию в боковом направлении, описывает симметричные повреждения в области переднего и заднего полукольца.

5.2. Характер повреждений таза у детей при воздействии твердых тупых предметов в боковом направлении

Ударная нагрузка в боковом направлении в зависимости от места приложения травмы (крыло подвздошной кости или большой вертел бедренной кости) вызывает локальные напряжения в области контакта. Конструкционные напряжения развиваются в переднем и заднем полукольце таза преимущественно на стороне удара (рис. 5.1).

Анализ случаев повреждений таза в боковом направлении составил 92, из них 61 экспериментальное, 31 экспертное наблюдение.

Таблица 5.1

Локализация и частота повреждений таза у детей при воздействии травмирующей силы в боковом направлении.

Локализация повреждений		Количество повреждений			
		экспериментальные наблюдения		экспертные наблюдения	
		абсол. число	в %	абсол. число	
Перелом на границе хряща лобкового симфиза с костью	справа	9	3,0	1	—
	слева	8	2,7		
Перелом верхней ветви лобковой кости	справа	58	19,5	30	11,0
	слева	41	13,8	26	11,6
Перелом У-образного хряща на границе с лобковой костью	справа	2	0,7	1	0,5
	слева	3	1,0	—	
Перелом нижней ветви лобковой кости	справа	14	4,7	8	4,0
	слева	18	6,0	7	3,5
Перелом седалищной кости	справа		1,0	6	3,0
	слева	4	1,3		3,5
Отрыв краевого хряща ветвей лобковой и седалищной костей	справа	2	0,7	2	1,0
	слева	1	0,3	3	2,5
Перелом вертлужной впадины	справа	5	1,7	5	4,5
	слева	4	1,3	5	2,5
Вертикальный перелом подвздошной кости	справа	12	4,0	7	3,5
	слева	3	1,0	10	5,0
Горизонтальный перелом крыла подвздошной кости	справа	21	7,0	12	6,0
	слева	1	0,3	15	7,5
Отрыв краевого хряща крыла подвздошной кости	справа	7	2,3	6	3,0
	слева	3	1,0	9	4,5
Перелом бокового отдела крестца	справа	29	9,7	26	13,1
	слева	35	11,7	17	8,5
Разрывы крестцово-подвздошных суставов	справа	6	2,0	—	—
	слева	8	2,7		—
Всего повреждений	справа	168	56,4	99	49,7
	слева	129	43,3	98	49,2
Перелом крестца на границе с межпозвоночными дисками			—	2	1,0
Разрыв хряща лобкового симфиза		1	0,3	—	
ИТОГО:		298	100,0	199	100,0

Удар сбоку в область крыла поовздошной кости и большого вертела бедренной кости. На рис. 5.1 изображена схема нагружения расчетной модели при ударной нагрузке сбоку. Все размеры модели соответствуют рис. 4.1. Опорные реакции на позвоночном столбе определяются из уравнений равновесия:

$$R_x^n = -P; R_y^n = 0; M^n = -Ph_2 = -80P.$$

$$R_x^n = -P; R_y^n = 0; M^n = -Ph_2 = -80P.$$

Усилие в шарнирах 4 и 5 определяется из рассмотрения совместного равновесия участков 1—4 и 1—5. На рис. 5.2 показана расчетная схема и приведены

системы уравнений равновесия и величины шарнирных реакций $R_x^4, R_x^5, R_y^4, R_y^5$.

Усилия в шарнире 1 легко определить, исходя из равновесия участка 1—4 или участка 1—5.

Изобразим все силы, действующие на правую и левую половины тазового кольца (рис. 5.2).

Построение эпюр внутренних силовых факторов аналогично предыдущим вариантам нагружения, поэтому опускаем вычисления и приводим окончательные результаты:

Участок 1—2: $N = 0,44 P$;

$Q = 1,17 P$; $M_2 = -79,6 P$;

Участок 2—4: $N = 0,98 P$;

$Q = -0,97 P$;

Участок 1—3: $N = -0,98 P$;

$Q = -0,77 P$; $M_3 = 52,5 P$;

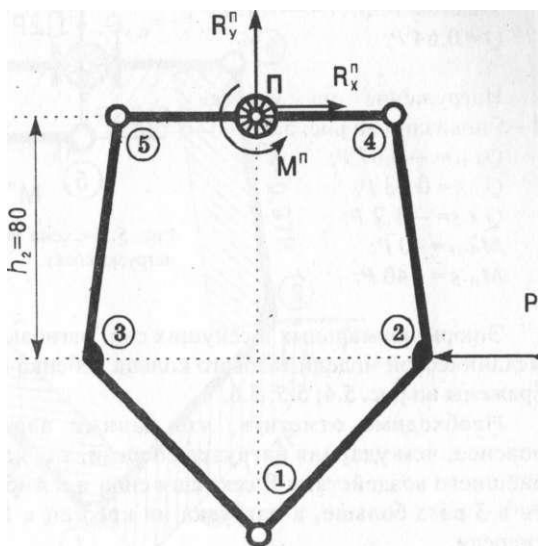


Рис. 5.1. Расчетная схема биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке сбоку в область большого вертела бедренной кости.

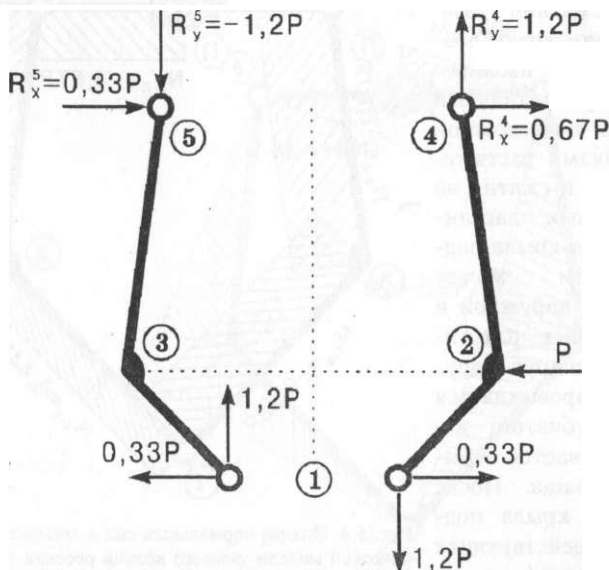


Рис. 5.2. Усилия в шарнирах расчетной модели при ударной нагрузке сбоку в область большого вертела бедренной кости.

Участок 3—5: $N = -1,07 P$;
 $Q = 0,64 P$;

Нагружение на участке
 4—5 показано на рис. 5.3.

$Q_{4-11} = -0,67 P$;

$Q_{11-5} = 0,33 P$;

$Q_{4-5} = -1,2 P$;

$M_{4-11} = 40 P$;

$M_{11-5} = -40 P$;

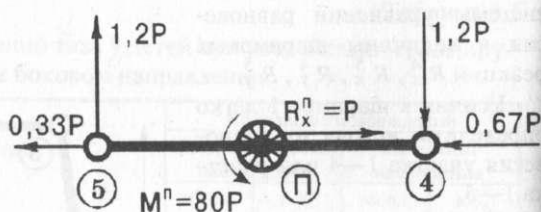


Рис. 5.3. Схема нагружения участка 4—5 при ударной нагрузке сбоку.

Эпюры нормальных и сечущих сил, изгибающих моментов в элементах биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке сбоку изображены на рис. 5.4; 5.5; 5.6.

Необходимо отметить, что данный вариант нагружения значительно опаснее, чем ударная нагрузка спереди, так как при одной и той же величии внешнего воздействия P сечущая сила и изгибающий момент в лобковой кости в 3 раза больше, а нагрузка на крестец в 1,4 раза больше, чем при ударе спереди.

При ударе сбоку в область крыла подвздошной кости могут быть одиночные и множественные повреждения таза. После деформации изгиба возникает локальный изолированный горизонтальный перелом крыла подвздошной кости с признаками растяжения на наружной и сжатия на внутренней костных пластинках. При сгибании крыла подвздошной кости может возникнуть сдвиг наружной и внутренней костных пластинок по отношению друг к другу, который сопровождается повреждением губчатого вещества и заканчивается отрывом краевого хряща. После удара в область крыла подвздошной кости действующая сила через тазовое кольцо передается на переднее и заднее

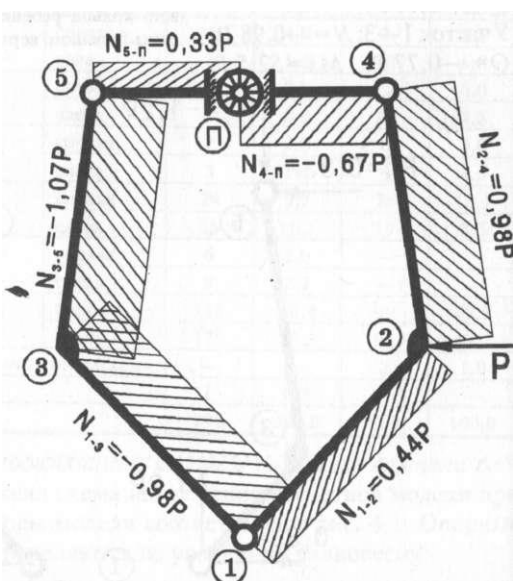


Рис. 5.4. Эпюры нормальных сил в элементах биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке сбоку в область большого вертела бедренной кости.

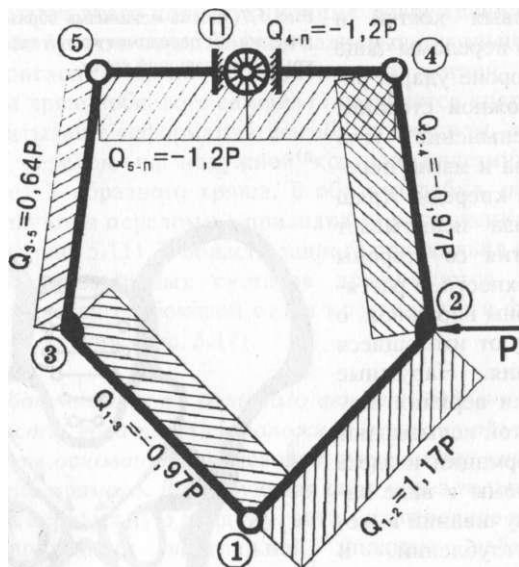


Рис. 5.5. Эпюры сдвигающих сил в биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке сбоку в область большого вертела бедренной кости.

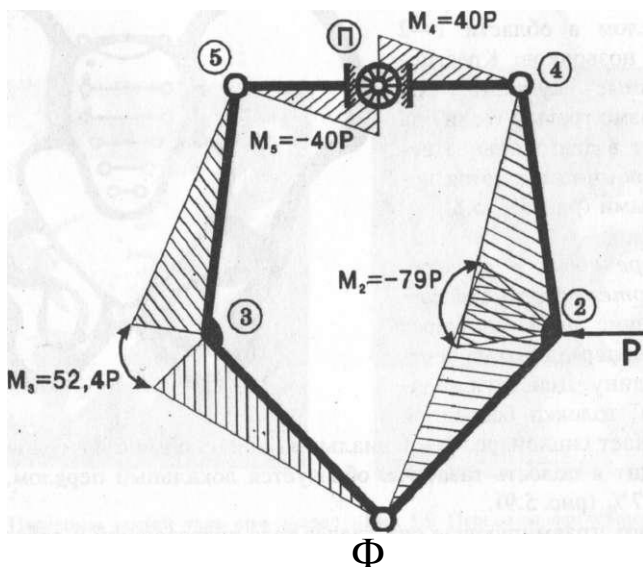


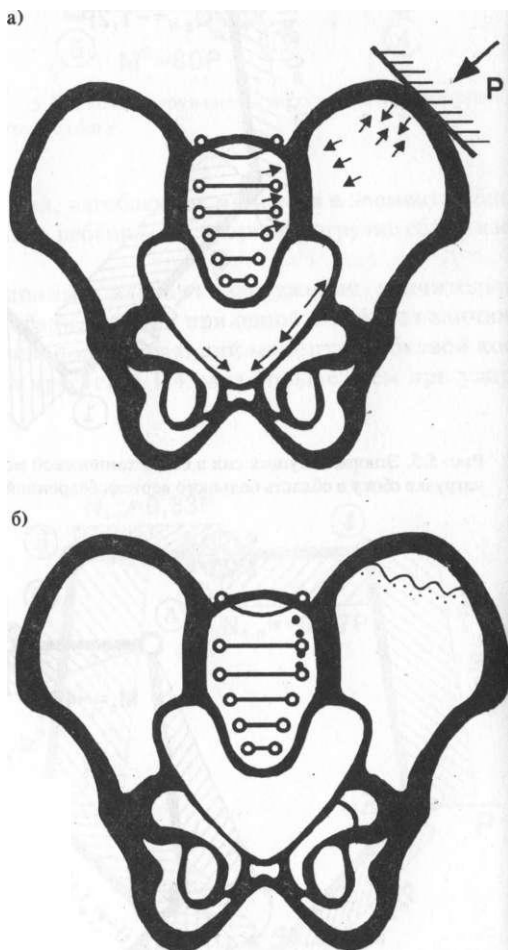
Рис. 5.6. Эпюры изгибающих моментов в элементах биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке сбоку в область большого вертела бедренной кости.

переломов лобковых костей и крестца; при этом переломы чаще образуются на стороне удара, реже с противоположной стороны. Происходит уменьшение угла лобкового симфиза и изгиб переднего полукольца кпереди. Хрящ лобкового симфиза испытывает напряжение сжатия со стороны внутренней поверхности, а растяжения — со стороны наружной, о чем свидетельствуют имеющиеся здесь повреждения. Наружные костные пластинки верхних ветвей лобковых костей испытывают сжимающие деформации и здесь образуются переломы в виде валикообразных вспучиваний и желобообразных углублений. В заднем полукольце действующая сила передается через суставные поверхности крестцово-подвздошных суставов на боковую поверхность крестца, где формируется перелом в области 1—2 крестцовых позвонков. Крестцово-подвздошные суставы при этом механизме травмы (если она не переходит в диагональное направление) обычно остаются неповрежденными (рис. 5.7; 5.8).

При ударе сбоку в область большого вертела бедренной кости напряжение давления через головку бедра передается на вертлужную впадину. Действуя наподобие клина, головка бедренной кости разрывает синхондроз трирадиального хряща обычно на границе с костями и проходит в полость таза, т.е. образуется локальный перелом, по нашим данным, в 4,7% (рис. 5.9).

Кроме того, травмирующая сила через тела подвздошной и лобковой костей передается на переднее и заднее полукольцо таза пропорционально углу направления действовавшего предмета (рис 5.10).

Рис. 5.7. Схема механизма образования (а) и локализации (б) переломов костей таза при ударе сбоку в крыло подвздошной кости.



В зависимости от этого конструкционные повреждения могут образовываться преимущественно в переднем или заднем полукольце таза. В переднем полукольце происходит изгиб горизонтальных ветвей лобковых костей внутрь, при этом хрящ лобкового симфиза прогибается кпереди. Ветви лобковых костей испытывают деформацию изгиба со сжатием, в результате которых возникает перелом на наружной костной пластинке с признаками сжатия вблизи от У-образного хряща. В области лобка, обычно на границе кость-хрящ образуются переломы с признаками растяжения на наружной костной пластинке (рис. 5.11). В области заднего полукольца суставные поверхности крестцово-подвздошных суставов прижимаются друг к другу, и напряжение передается на боковой отдел крестца, где и формируется перелом с признаками сжатия (рис. 5.12).

При ударе сбоку в область большого вертела бедренной кости и крыла подвздошной кости, если противоположная сторона тазового пояса находится на твердом основании, происходит уменьшение поперечного размера таза и увеличение прямого. Действующая сила через головку бедренной кости передается на вертлужную впадину, затем на переднее и заднее полукольцо таза. Повреждения вертлужной впадины наблюдаются редко, локализуются по границе У-образного хряща и возникают от действия предмета с большой силой, обычно со стороны удара. Двусторонних повреждений вертлужных впадин при этом виде травмы мы не наблюдали. В переднем и заднем полукольце таза возникают конструкционные переломы. Спереди происходит изгиб верхних ветвей лобковых костей, при этом хрящ лобкового



Рис..5.8. Переломы костей таза при ударе сбоку в крыло подвздошной кости. Экспертное наблюдение N 100, д., 12 лет.

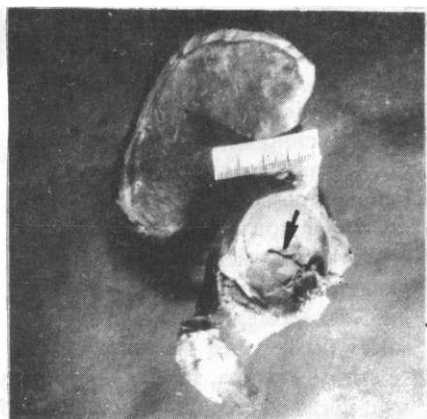


Рис. 5.9. Переломы вертлужной впадины при ударе в область большого вертела бедренной кости. Экспертное наблюдение N 100, д., 12 лет.

Глава 5. Характер и особенности повреждений таза у детей

ПО

симфиза прогибается вперед. Верхние ветви испытывают сжатие со стороны наружной костной пластинки, где обычно и формируются переломы в виде валикообразных вспучиваний и желобообразных углублений. Внутренние костные пластинки верхних ветвей обычно не повреждаются. В области лобка формируются переломы на границе костей с хрящом лобкового симфиза с признаками растяжения на наружной костной пластинке. Эти повреждения напоминают "вывихи" ветвей лобковой кости из ложа хряща лобкового симфиза.

В заднем полукольце подвздошные кости прижимаются к крестцу, поэтому разрывы крестцово-подвздошных суставов обычно не наблюдаются. Кости заднего полукольца таза испытывают деформацию изгиба вследствие сближения подвздошных костей, который сопровождается сжатием передних поверхностей боковых отделов крестца, где и образуются переломы, обычно соответственно 1—2 крестцовым позвонкам. Сравнение повреждений на стороне удара и с противоположной от удара стороны в области переднего и заднего полуколец таза не выявило каких-либо закономерностей. Переломы могут быть более выражены как

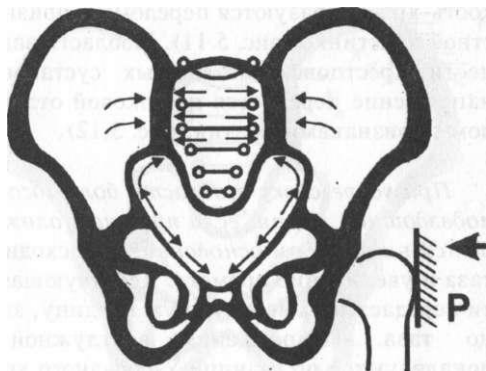
со стороны удара, так и с противоположной стороны. Мы наблюдали такие случаи, когда со стороны удара не было повреждений бокового отдела крестца, а со стороны противоудара они были четко выраженными. Характер образования повреждений таза при ударе твердым тупым предметом сбоку в положении таза на опоре показан на рис. 5.13; 5.14.

Рис. 5.10. Переломы костей таза при ударе сбоку в область большого вертела бедренной кости:

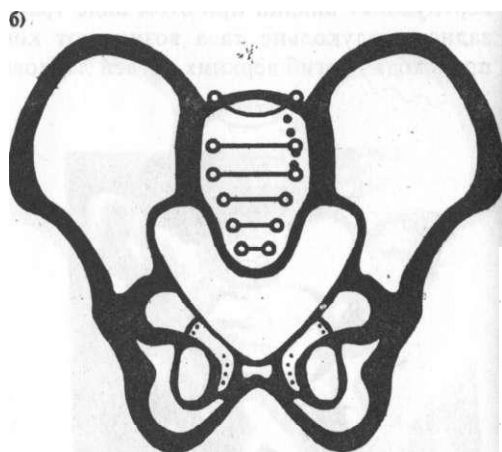
а) схема механизма образования;

б) локализация повреждений.

а)



б)



при внешнем воздействии в боковом и диагональном направлении

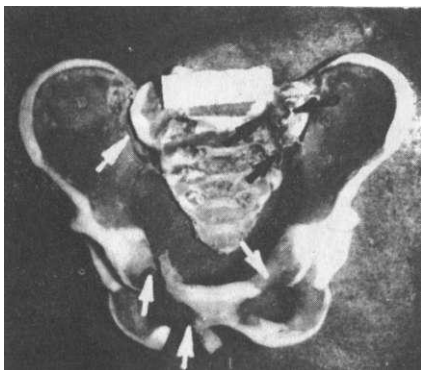


Рис. 5.11. Переломы переднего полукольца таза при ударе сбоку в область большого вертела бедренной кости. Экспертное наблюдение N 81, д., 3 года.

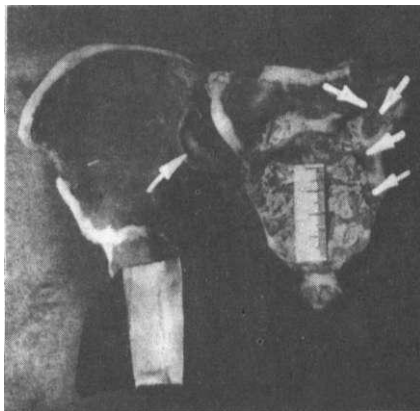


Рис. 5.12. Переломы заднего полукольца таза при ударе сбоку в область большого вертела бедренной кости. Экспертное наблюдение N 81, д., 3 года.

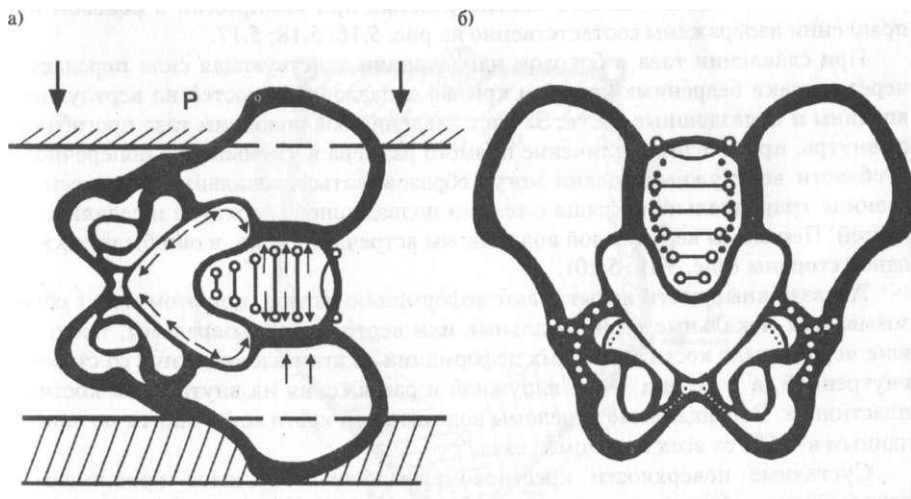


Рис. 5.13. Переломы костей таза при ударе сбоку в положении таза на опоре:
а) схема механизма образования; б) локализация повреждений.

Давление таза в боковом направлении. На рис. 5.15 изображена схема нагружения расчетной модели при компрессии в боковом направлении.

Схема нагружения симметрична относительно оси Y. Опорные реакции в позвоночном столбе равны нулю. Усилие в шарнирах 1, 4, 5 определяется из равновесия участков 1—4 или 1—5. Не составляет труда определить, что $R_X^1 = 0,67P$; $R_X^4 = R_X^5 = 0,33P$; значение силовых факторов:

Участки 1—2 и 1—3 —

$N = -0,54P$; $Q = 0,4P$;

$M_{2,3} = -27,2P$;

Участки 2—4 и 3—5 —

$N = -0,09P$; $Q = -0,32P$;

Участок 4—5 — $N = -0,33P$;

$Q = 0$; $M^* = 0$;

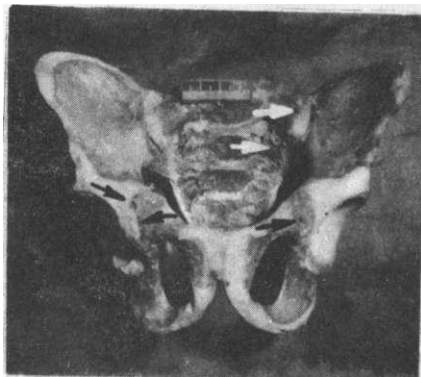
Эпюры нормальных и сдвигающих сил, изгибающих моментов в элементах биомеханической модели тазового кольца ребёнка при компрессии в боковом направлении изображены соответственно на рис. 5.16; 5.18; 5.17.

При сдавлении таза в боковом направлении действующая сила передается через головки бедренных костей и крылья подвздошных костей на вертлужные впадины и подвздошные кости. За счет давления обе половины таза прогибаются внутрь, происходит увеличение прямого размера и уменьшение поперечного. В области вертлужных впадин могут образовываться локальные переломы по границе трирадиального хряща с телами подвздошной, лобковой и седалищной костей. Переломы вертлужной впадины мы встречали редко, и они были также с одной стороны (рис. 5.19; 5.20).

Подвздошные кости испытывают деформацию изгиба, при этом могут образовываться локальные горизонтальные или вертикальные переломы, проходящие через крыло кости. У первых деформации сжатия наблюдаются со стороны внутренней, а у вторых — на наружной и растяжения на внутренней костных пластинках. Вертикальные переломы подвздошной кости встречаются по нашим данным в 4,5% от всех переломов таза.

Суставные поверхности крестцово-подвздошных суставов прижимаются друг к другу, действующая статическая нагрузка передается на боковые отделы крестца, а сами суставы обычно остаются неповрежденными. Вследствие деформации сжатия, переходящей в растяжение, нечасто мы наблюдали повреждения боковых отделов крестца. Сближение между собой подвздошных костей приводит к наибольшему напряжению в области передних отделов крестца, где и формируются одно- или двусторонние конструкционные переломы по линии

Рис. 5.14. Переломы костей таза при ударе сбоку в положении таза на опоре. Экспертное наблюдение N 77, д., Згода.



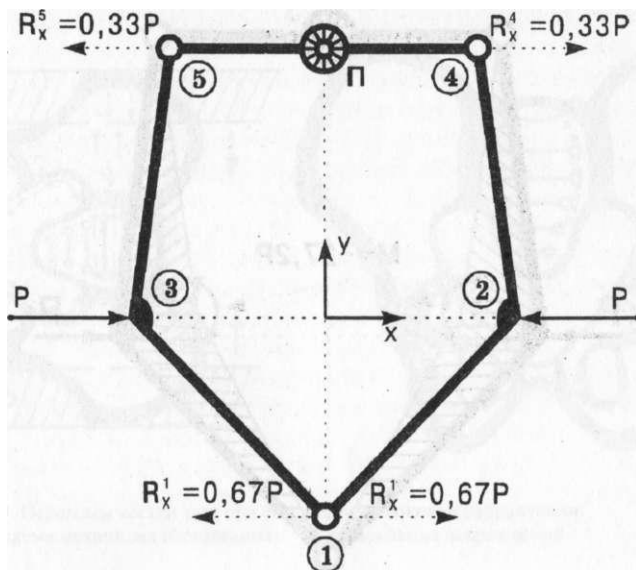


Рис. 5.15. Расчетная схема биомеханической модели тазового кольца ребёнка при компрессионной нагрузке в боковом направлении.

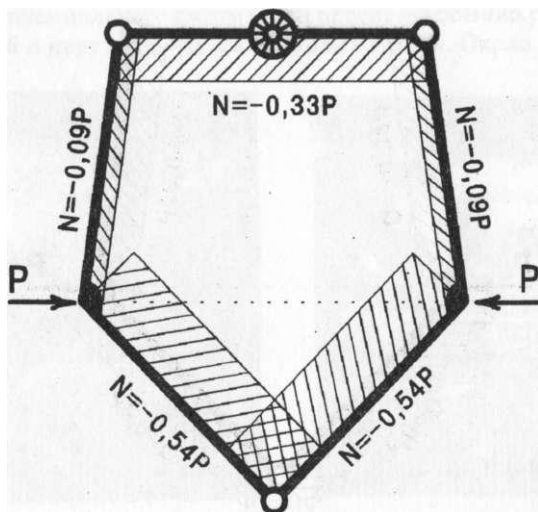


Рис. 5.16. Эпюры нормальных сил в элементах биомеханической модели тазового кольца ребёнка при компрессионной нагрузке в боковом направлении. .

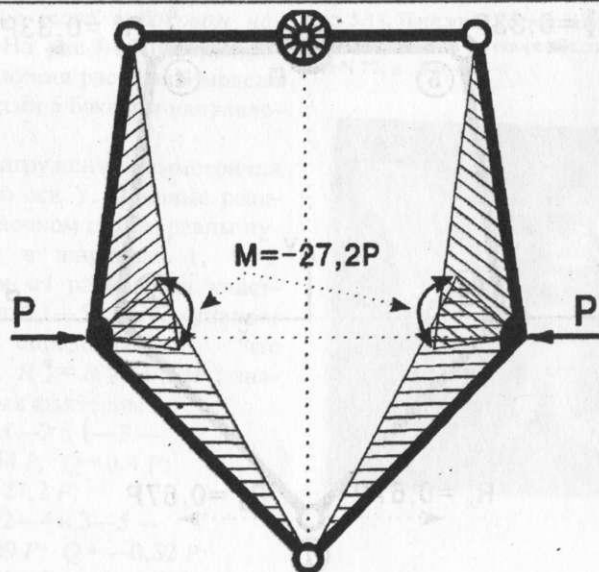


Рис. 5.17. Эпюры изгибающих моментов в элементах биомеханической модели тазового кольца ребёнка при компрессионной нагрузке в боковом направлении.

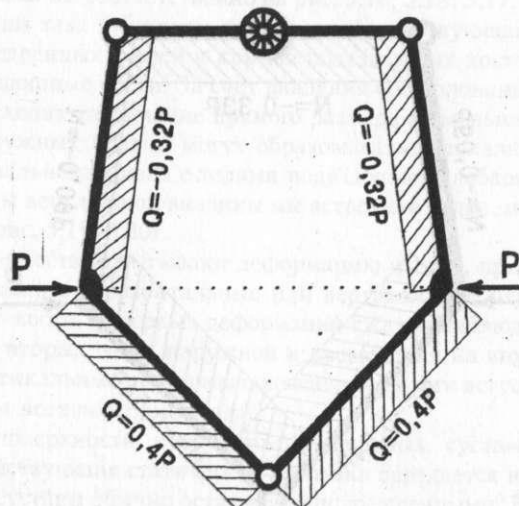


Рис. 5.18. Эпюры сдвигающих сил в биомеханической модели тазового кольца ребёнка при компрессионной нагрузке в боковом направлении.

а)

б)

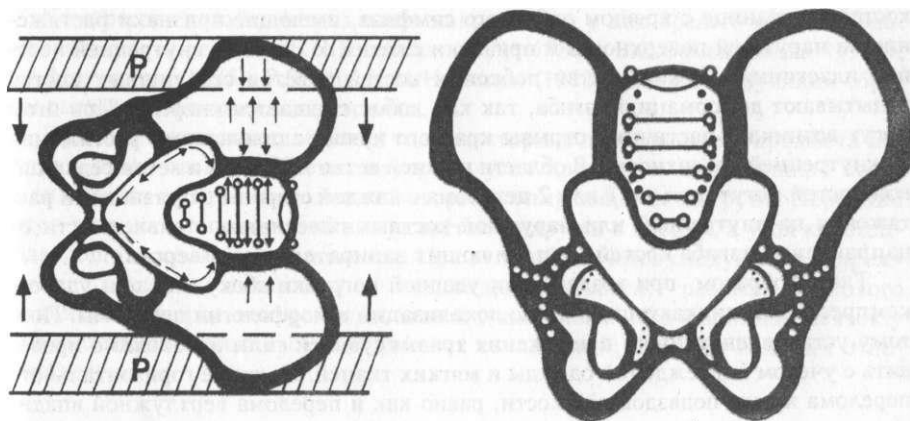


Рис. 5.19. Переломы костей таза при компрессии в боковом направлении:

- а) схема механизма образования; б) локализация повреждений.

крестцовых отверстий после деформации сжатия с вклиниванием костных отломков друг в друга (рис. 5.21).

Верхние ветви лобковых костей испытывают деформацию изгиба, при этом образуются обычно симметричные переломы наружных костных пластинок в зоне максимального сжатия, эти переломы обычно располагаются на границе средней и наружной частей лобковых костей. Около внутренних кон-

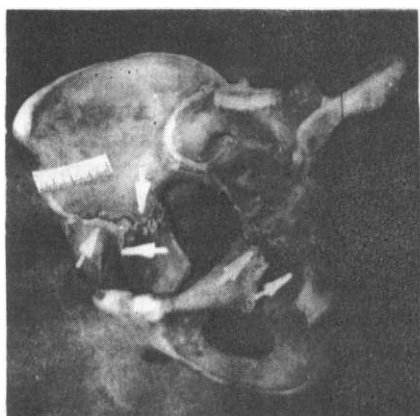


Рис. 5.20. Переломы вертлужных впадин при компрессии таза в боковом направлении. Экспертное наблюдение N31.М., 8 лет.

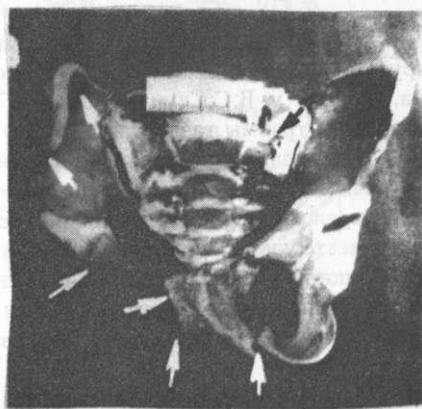


Рис. 5.21. Переломы костей таза при компрессии в боковом направлении. Экспертное наблюдение N 87, д., 7 лет.

цов верхних ветвей лобковых костей происходят надломы или вывихи лобковых костей по границе с хрящом лобкового симфиза, имеющие признаки растяжения на наружной поверхности и признаки сжатия со стороны внутренней костной пластинки. Нижние ветви лобковых костей и ветви седалищных костей испытывают деформацию изгиба, так как лобок смещается кпереди. При этом могут возникать частичные отрывы краевого хряща с признаками растяжения на внутренней поверхности. В области нижней ветви лобковой и ветви седалищной костей могут быть по 1 или 2 перелома с каждой стороны с признаками растяжения на внутренней или наружной костных пластинках в зависимости от направления изгиба костей, составляющих запирательные отверстия.

Таким образом, при воздействии ударной нагрузки сбоку или при ударе с компрессией возникают сходные по локализации и морфологии переломы. Поэтому установление точки приложения травмирующей силы необходимо проводить с учетом повреждений одежды и мягких тканей. Наличие горизонтального перелома крыла подвздошной кости, равно как и перелома вертлужной впадины, свидетельствуют о том, что травмирующая сила действовала с этой стороны. Ударная нагрузка приводит обычно к образованию переломов только с одной стороны, в то время как удар с компрессией или сдавление таза вызывают двусторонние повреждения таза.

5.3. Повреждения таза у лиц зрелого возраста, возникающие при ударной и компрессионной нагрузках в диагональном направлении (по данным литературы)

Знакомство с литературой, посвященной изучению механизма ударной нагрузки в диагональном направлении спереди показало, что она немногочисленна. Только у В.С.Семенникова (1972) и В.Н.Крюкова (1986) описан такой механизм травмы таза у лиц зрелого возраста. При этом, как указывают авторы, происходит прогибание верхней ветви лобковой кости в полость таза, уменьшение косого диаметра таза по направлению удара. Образуются локальные переломы верхней или нижней ветви лобковой кости, ветви седалищной кости в месте удара. Конструкционные переломы образуются в области лобковой и седалищной костей на противоположной от удара стороне. Кроме того, возможны разрывы лобкового сращения или отрыв межлобкового диска от кости: разрыв крестцово-подвздошного сустава, расположенного на другой от удара стороне.

Описания механизма травмы таза при ударной нагрузке в диагональном направлении сзади в доступной литературе мы не нашли.

Каплан А.В. (1967) пишет, что сжатие таза по диагонали вызывает перелом тазового кольца на одной половине в переднем отделе, перелом лобковой и седа-

лишней кости, а на другой половине сзади, вертикальный перелом подвздошной кости.

Компрессия таза в диагональном направлении у лиц зрелого возраста рассматривается в работах В.Н.Крюкова (1971; 1986), В.С.Семенникова (1972), А.А.Матышева (1975), P.Slatts, V.M.Huittinen (1972). Авторы следующим образом рассматривают механизм травмы.

При диагональном сдавлении таза на стороне действующего предмета передний отдел таза изгибается внутрь, а угол крестец — подвздошная кость уменьшается на противоположной стороне, опирающейся на грунт. Передний отдел таза испытывает изгиб выпуклостью кнаружи и кверху, а угол крестец-подвздошная кость увеличивается. При этом образуются следующие повреждения: перелом лобковых* и седалищных костей, разрыв лобкового соединения, разрыв вентральных связок у вышележащего и спинных связок у нижележащего крестцово-подвздошных сочленений; перелом боковых отделов крестца.

5.4. Характер повреждений таза у детей при воздействии твердых тупых предметов в диагональном направлении

Воздействие травмирующего предмета на таз в диагональном направлении соответствует одному из косых диаметров и подразделяется в зависимости от точки приложения силы на два механизма: спереди-сбоку или сзади-сбоку. При ударной нагрузке в диагональном направлении спереди (рис 5.22) локальной нагрузке подвергается одна из лобковых костей, а конструкционные деформации сосредоточены в лобковой кости с противоположной от удара стороны и в заднем полукольце таза. При ударе в диагональном направлении сзади локальные напряжения возникают в заднем отделе крыла подвздошной кости и в крестцово-подвздошном суставе на стороне удара; конструкцион-

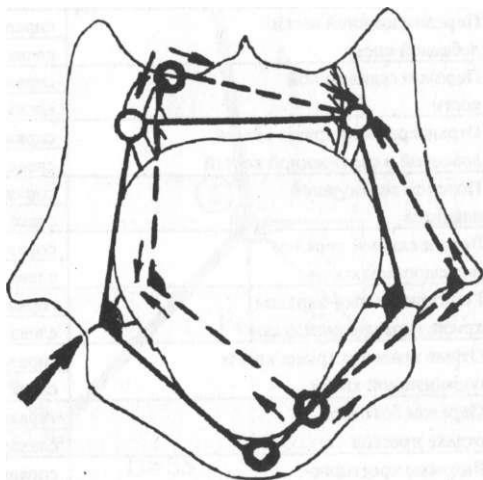


Рис. 5.22. Распределение деформаций в тазовом кольце при ударной нагрузке в диагональном направлении спереди.

ные повреждения формируются в крестцово-подвздошном суставе с противоположной от удара стороне и в переднем полукольце таза.

Несмотря на различные точки приложения, происходящие деформационные изменения в биомеханической модели достаточно сходны. Происходит уменьшение одного диагонального размера в направлении действия силы и увеличение диагонального размера с противоположной стороны.

Случаи травмы таза в диагональном направлении составили 101, из них 62 экспериментальных и 39 экспертных наблюдений. Характеристика выявленных при этом повреждений представлена в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Локализация и частота повреждений таза у детей при воздействии травмирующей силы в диагональном направлении.

Локализация повреждений		Количество повреждений			
		экспериментальные наблюдения		экспертные наблюдения	
		абсол. число	в %	абсол. число	в %
Перелом на границе хряща лобкового симфиза с костью	справа	6	1,9	4	1,3
	слева	7	2,3	5	1,6
Перелом верхней ветви лобковой кости	справа	47	15,3	29	9,2
	слева	23	7,5	28	8,9
Перелом У-образного хряща на границе с лобковой костью	справа	17	5,5	1	0,3
	слева	7	2,3	1	0,3
Перелом нижней ветви лобковой кости	справа	19	6,2	18	5,7
	слева	14	4,5	19	6,1
Перелом седалищной кости	справа	19	6,2	17	5,4
	слева	13	4,2	15	4,8
Отрыв краевого хряща ветвей лобковой и седалищной костей	справа	1	0,3	8	2,5
	слева	4	1,3	10	3,2
Перелом вертлужной впадины	справа	11	3,6	7	2,2
	слева	3	1,0	4	1,3
Вертикальный перелом подвздошной кости	справа	1	0,3	11	3,5
	слева	2	0,6	3	0,9
Горизонтальный перелом крыла подвздошной кости	справа	1	0,3	10	3,2
	слева	2	0,6	11	3,5
Отрыв краевого хряща крыла подвздошной кости	справа	3	1,0	9	2,9
	слева	—	—	7	2,2
Перелом бокового отдела крестца	справа	23	7,5	37	11,8
	слева	15	4,9	15	4,8
Разрывы крестцово-подвздошных суставов	справа	27	8,8	17	5,4
	слева	22	7,1	24	7,6
Всего повреждений	справа	175	56,8	168	53,5
	слева	112	36,4	142	45,2
Перелом крестца на границе с межпозвоночными дисками		11	3,6	3	0,9
Разрыв хряща лобкового симфиза		10	3,2	1	0,3
ИТОГО:		308	100,0	314	100,0

Удар в диагональном направлении спереди. Рассмотрим напряженное состояние биомеханической модели тазового кольца ребёнка при диагональной ударной нагрузке спереди. На рис. 5.23 изображена схема нагружения расчетной модели. Все размеры модели соответствуют рис. 4.1.

Опорные реакции на позвоночном столбе:

$$\begin{aligned} R_x^n &= 0,7P; \\ R_y^n &= 0,7P; \\ M^n &= -0,7P(80-55) = -17,5P; \\ P_x &= P_y = P \cos 45 = 0,7P \end{aligned}$$

Усилия в шарнирах 4 и 5 определяются из рассмотрения совместного равновесия участков 1—4 и 1—5. На рис. 5.24 показана расчетная схема и приведены система уравнений равновесия и величины шарнирных реакций R , R_x , R_y ,

Усилие в шарнире 1 при этом легко определяется, исходя из равновесия участка 1—4 или участка 1—5.

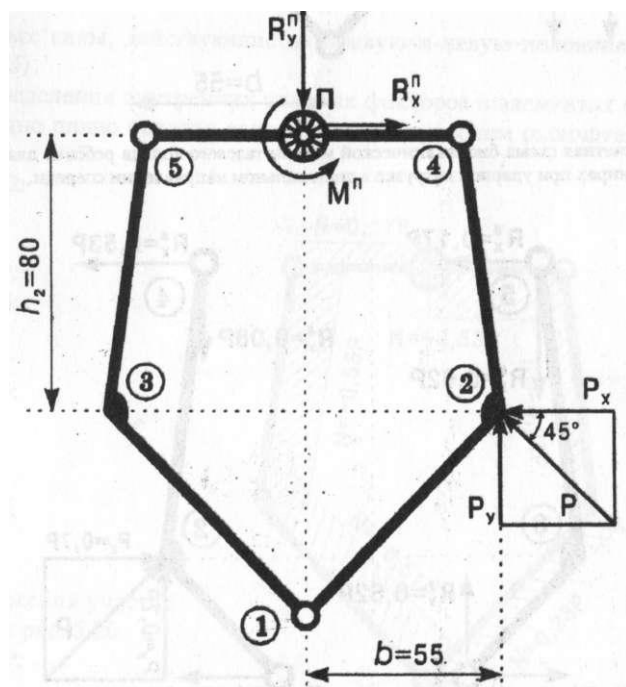


Рис. 5.23. Схема нагружения расчетной модели при ударной нагрузке в диагональном направлении спереди.

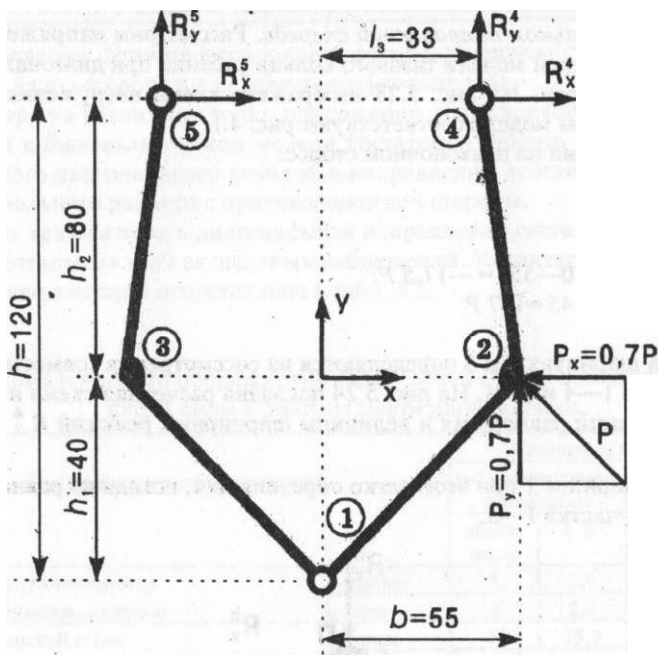


Рис. 5.24. Расчетная схема биомеханической модели тазового кольца ребенка для определения усилий в шарнирах при ударной нагрузке в диагональном направлении спереди.

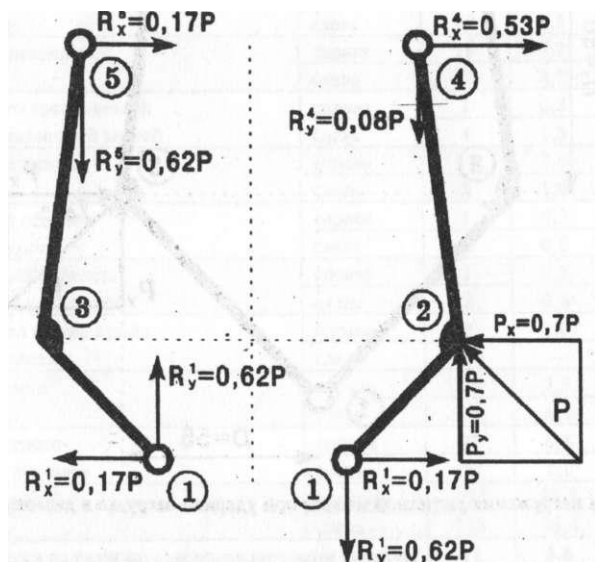


Рис. 5.25. Усилия в шарнирах расчетной модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке в диагональном направлении спереди.

$$\begin{cases} \Sigma x = 0 \\ \Sigma y = 0 \\ \Sigma M_1' = 0 \\ \Sigma M_1'' = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} R_x^4 + R_x^5 - 0,7P = 0 \\ R_y^4 + R_y^5 + 0,7P = 0 \\ R_x^5 h + R_y^5 l_3 = 0 \\ R_x^4 h + R_y^4 l_3 - 0,7P(h_1 + b) = 0 \end{cases}$$

Из решения системы уравнения равновесия

$$R_x^4 = 0,53P; R_y^4 = -0,08P; R_x^5 = 0,17P; R_y^5 = -0,62P;$$

Изобразим все силы, действующие на правую и левую половины тазового кольца (рис. 5.25).

Процесс определения внутренних силовых факторов в элементах расчетной модели достаточно полно показан выше, поэтому приводим окончательные результаты:

Участок 1—2:

$$N = 0,23P;$$

$$Q = 0,6P;$$

$$M = -40,8P;$$

Участок 2—4:

$$N = -0,22P;$$

$$Q = -0,49P;$$

Участок 1—3:

$$N = -0,51P;$$

$$Q = -0,4P;$$

$$M = 27,2P;$$

Участок 3—5:

$$N = -0,55P;$$

$$Q = 0,33P;$$

Схема нагружения участка 4—5 показана на рис. 5.26.

$$N_{4-n} = -0,53P;$$

$$Q_{4-n} = 0,08P;$$

$$M_{4-n} = -2,5P;$$

$$N_{5-n} = 0,17P;$$

$$Q_{5-n} = -0,62P;$$

$$M_{5-n} = -20P;$$

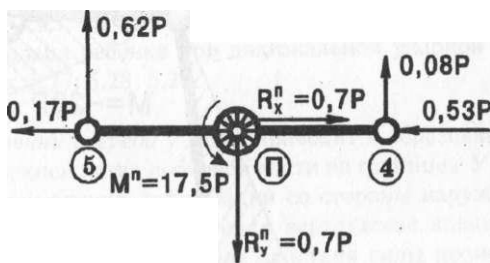


Рис. 5.26. Схема нагружения участка 4—5 при ударной нагрузке в диагональном направлении спереди.

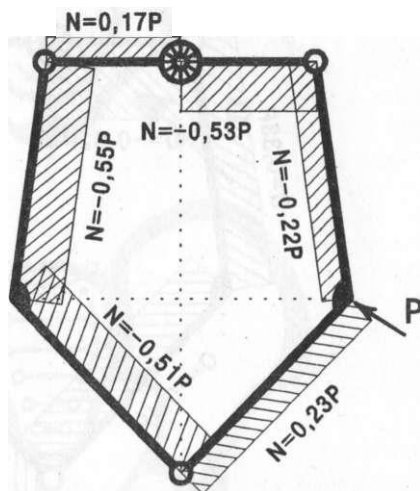


Рис 5.27. Эпюры нормальных сил в элементах биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке в диагональном направлении спереди.

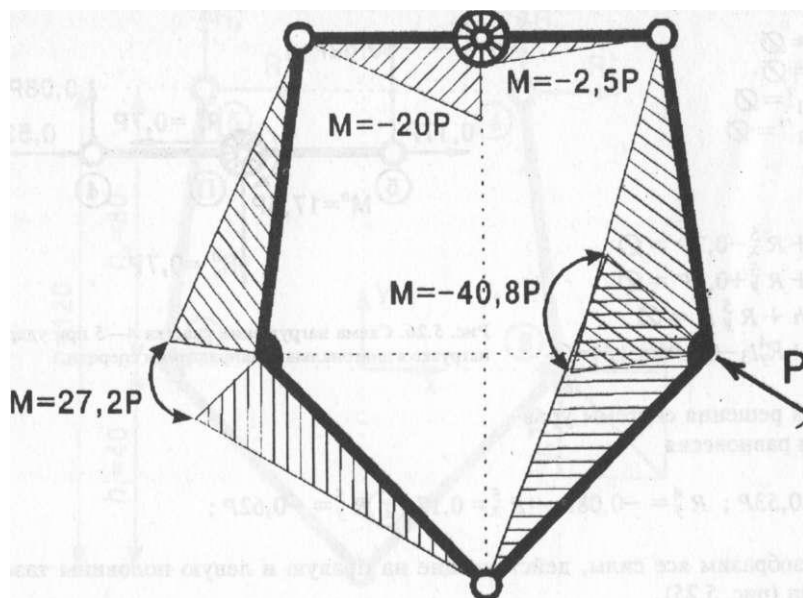


Рис. 5.28. Эпюры изгибающих моментов в элементах биомеханической модели тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке в диагональном направлении спереди.

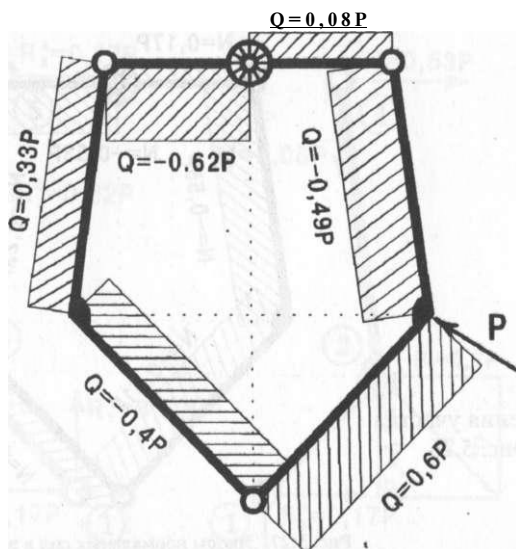


Рис. 5.29. Эпюры сдвигающих сил в биомеханической модели Тазового кольца ребёнка при ударной нагрузке в диагональном направлении спереди.

Эпюры нормальных и секущих сил, изгибающих моментов в элементах биомеханической модели тазового кольца ребёнка при диагональной ударной нагрузке спереди изображены на рис. 5.27; 5.28; 5.29.

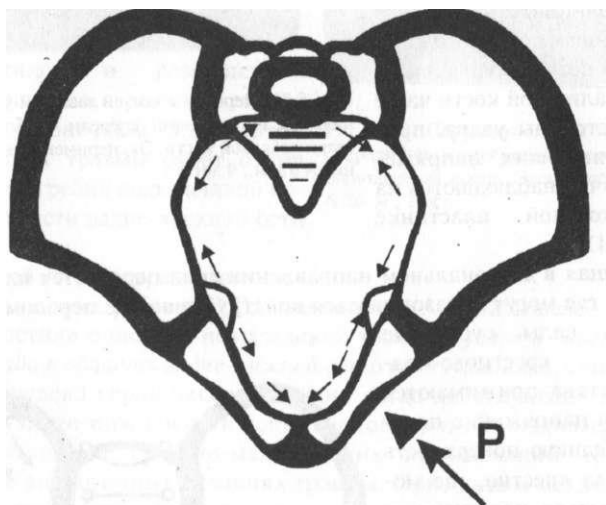
Удар в диагональном направлении спереди у детей приводит к образованию прямых, локальных переломов верхней ветви лобковой кости на границе с У-образным хрящом с признаками сжимающих деформаций со стороны наружной костной пластинки и перелома передне-верхней стенки вертлужной впадины. Остальные переломы конструкционные. Направление действия силы происхо-

Рис. 5.30. Переломы костей таза при ударе в диагональном направлении спереди в область ветви лобковой кости:

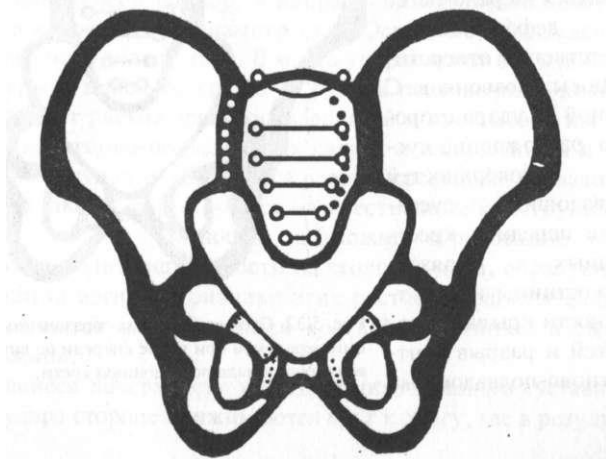
а) схема механизма образования;

б) локализация повреждений.

а)



б)



дит вдоль одного косога размера таза. Поэтому, вследствие деформации тазового кольца, один косой диаметр уменьшается, а второй увеличивается. Верхняя ветвь лобковой кости в месте удара прогибается внутрь, а область хряща лобкового симфиза изгибается кпереди вследствие сближения лобковых костей. Здесь обычно формируются переломы горизонтальных ветвей лобковых костей одно- или двусторонние, которые располагаются обычно по границе с хрящом лобкового симфиза. Нижняя ветвь лобковой кости и ветвь седалищной кости чаще ломаются со стороны удара, признаки растягивающих напряжений у них обычно наблюдаются на наружной костной пластинке (рис. 5.30; 5.31).

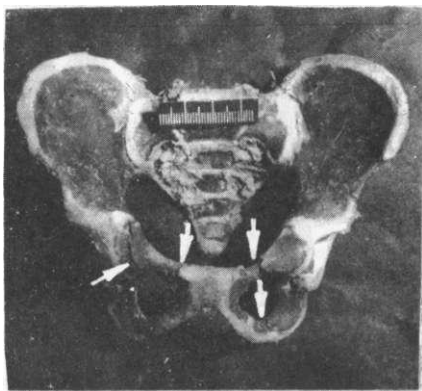


Рис. 5.31. Переломы костей таза при ударе в диагональном направлении спереди в область верхней ветви лобковой кости. Экспериментальное наблюдение N 52, м., 9 лет.

Действующая в диагональном направлении сила передается на заднее полукольцо таза, где могут образовываться конструкционные переломы. Со стороны действия силы суставные поверхности крестцово-подвздошного сустава прижимаются друг к другу и напряжение передается на переднюю поверхность бокового отдела крестца, где могут образовываться переломы со сжимающими деформациями, обычно соответственно отверстиям 1—2 крестцовых позвонков. С противоположной от удара стороны происходит расхождение суставных поверхностей крестцово-подвздошных суставов, натяжение передних крестцово-подвздошных связок, отслоение надкостницы на внутренней поверхности крыльев подвздошных костей и разрыв ventральных крестцово-подвздошных связок.

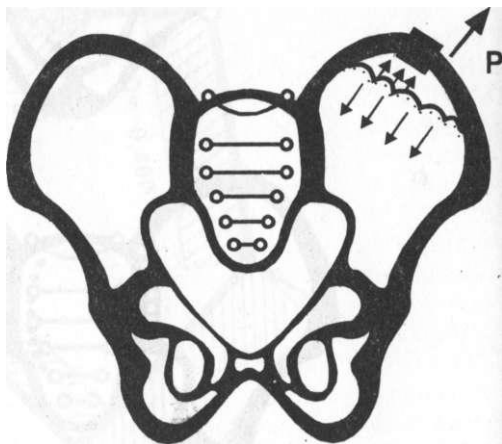


Рис. 5.32. Схема механизма образования и локализации переломов при ударе спереди по внутренней поверхности крыла подвздошной кости.

Удар в диагональном направлении по внутренней поверхности крыла подвздошной кости спереди. Такой вариант травмы встречается при действии травмирующего предмета спереди через переднюю брюшную стенку на край крыла подвздошной кости. Воздействие ударной нагрузки спереди с внутренней поверхности крыла подвздошной кости приводит к изгибу крыла и часто к изолированному перелому его (рис. 5.32; 5.33).

Изгиб крыла нередко сопровождается сдвигом наружной и внутренней костных пластинок и разрушением губчатого вещества, расположенного между ними. Конечным результатом этого механизма травмы будет отрыв краевого хряща гребня подвздошной кости, чаще в области задне-верхней ости подвздошной кости.

В доступной литературе, в том числе в диссертационных работах В.С.Семенникова, А.А.Матышева, Ю.А.Солохина мы не встретили описания повреждений таза при ударе *в диагональном направлении сзади в область задне-нижней ости подвздошной кости..*

Нами проведена серия экспериментов, когда действующий предмет ударял в область задне-нижней ости подвздошной кости. Эксперименты подтверждены результатами судебно-медицинских исследований трупов детей, погибших при аналогичных условиях травмы. При данном механизме травмы уменьшается один косой размер, в направлении которого действует сила, и увеличивается второй косой диаметр таза. Основные повреждения бывают в области заднего полукольца таза. В месте удара может быть локальный перелом в виде отрыва краевого хряща от гребня подвздошной кости. В момент травмы происходит расхождение подвздошной и крестцовой костей, натяжение передних крестцово-подвздошных связок и надкостницы и отслоение ее от подвздошной кости, т.е. образуется разрыв крестцово-подвздошного сустава. Помимо локальных формируются множественные конструкционные переломы костей таза. В частности, возможно образование вертикальных переломов крыла подвздошной кости на стороне удара, образующихся вследствие деформации изгиба. Признаки этих растягивающих деформаций переломов располагаются на внутренней костной пластинке, а сжимающих со стороны наружной.

Сочленяющиеся поверхности крестцово-подвздошного сустава на противоположной от удара стороне прижимаются друг к другу, где в результате продол-

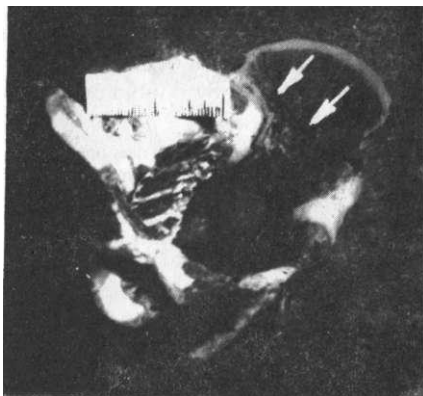


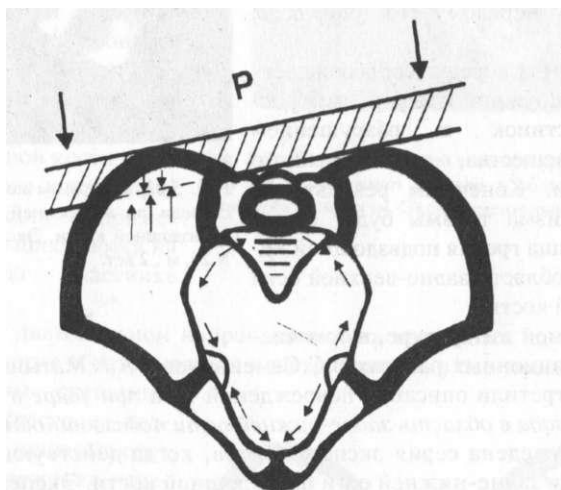
Рис. 5.33. Переломы костей таза при ударе спереди по внутренней поверхности крыла подвздошной кости. Экспертное наблюдение N26, м., 2 лет.

жлющегося сжатия образуются переломы передней пластинки бокового отдела крестца в области 3—5 позвонков.

При ударах в диагональном направлении сзади в процесс деформации вовлекаются и кости переднего полукольца таза, где образуются конструкционные переломы. Верхняя ветвь лобковой кости на стороне удара прогибается

Рис. 5.34. Переломы костей таза при ударе в диагональном направлении сзади в область задне-нижней ости подвздошной кости:
а) схема механизма образования;
б) локализация повреждений.

а)



б)

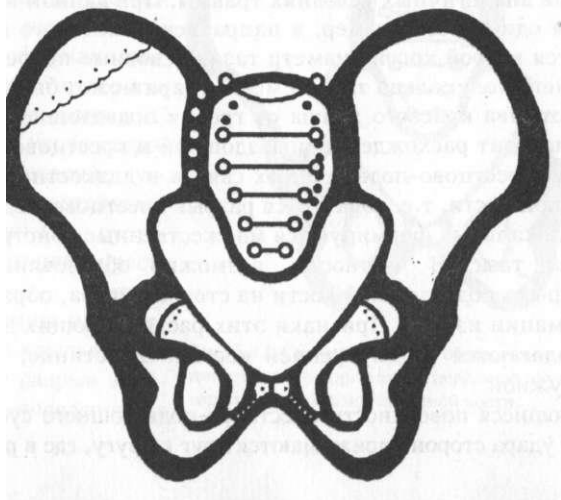




Рис. 5.35. Переломы заднего полукольца таза при ударе в диагональном направлении сзади в область задне-нижней ости подвздошной кости. Экспертное наблюдение N 29, д., 5 лет.

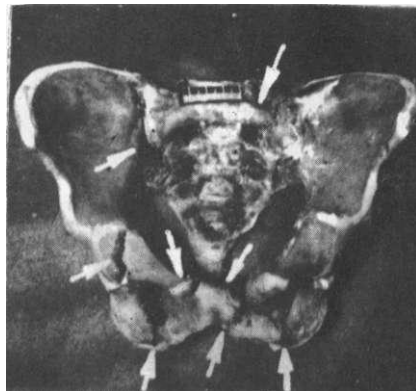


Рис. 5.36. Переломы переднего полукольца таза при ударе в диагональном направлении сзади в область задне-нижней ости подвздошной кости. Экспертное наблюдение N 105, м., 10 лет.

внутри тазового кольца, при этом внутренняя костная пластинка ее испытывает напряжение сжатия, и перелом образуется обычно у наружного конца лобковой кости. Верхняя ветвь лобковой кости с противоположной от удара стороны также испытывает деформацию изгиба, но у нее преобладают растягивающие напряжения со стороны внутренней костной пластинки, а перелом формируется обычно у внутреннего конца ее около хряща лобкового симфиза. Нижние ветви лобковых костей и ветви седалищных костей испытывают деформацию изгиба с кручением, здесь также могут образовываться повреждения (рис. 5.34; 5.35; 5.36).

Воздействие травмирующего предмета при ударе с компрессией в диагональном направлении спереди или сзади приводит, в общем-то, к почти идентичным повреждениям, так как действие предмета и опоры направлены друг к другу. При воздействии тупого предмета в область задних остей подвздошных костей в положении лобка на твердом основании в месте удара возникает кровоподтек, кровоизлияние в подкожную жировую клетчатку или мышцы и отрыв краевого хряща подвздошной кости.

При травме таза у детей в диагональном направлении происходит деформация изгиба переднего и заднего полуколец. В момент травмы уменьшается косой размер таза, в направлении которого действует сила, и увеличивается противоположный косой диаметр таза, т.е. тазовые кости как бы совершают вращательное движение относительно крестца. Крестцово-подвздошные суставы испытывают различное напряжение. Крестцово-подвздошный сустав в направлении действия силы разрывается за счет

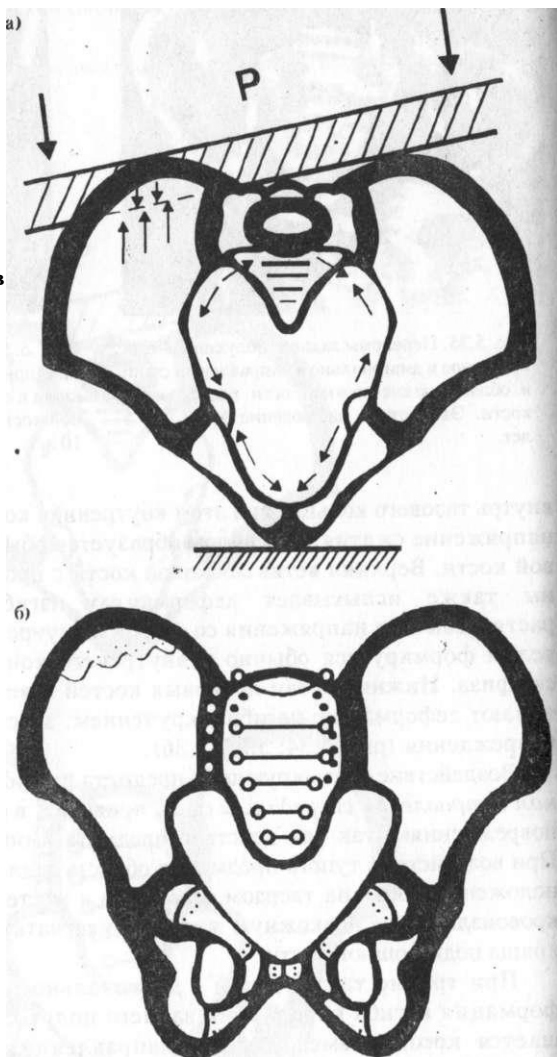
того, что подвздошная кость отходит от крестца. При этом расходятся суставные поверхности сустава, натягивается передняя крестцово-подвздошная связка и происходит отслоение надкостницы. Задняя крестцово-подвздошная связка обычно остается неповрежденной. С противоположной от удара стороны подвздошная кость движется по направлению к крестцу, за счет этого суставные поверхности крестцово-подвздошного сустава прижимаются друг к другу. Задние крестцово-подвздошные связки испытывают напряжение растяжения, а передняя поверхность бокового отдела крестца — сжатие, где обычно и формируются переломы. В области этого крестцово-подвздошного сустава могут быть частичные или полные разрывы задней крестцово-подвздошной связки.

Верхние ветки лобковых костей при данном механизме травмы испытывают различное напряжение. Лобковая кость уменьшающегося диаметра таза прогибается внутрь, при этом у наружного конца ее могут образовываться переломы с признаками растягивающих деформаций на внутренней и сжимающих на наружных костных пластинках. Противоположная лобковая кость сгибается в противоположном направлении, при этом формируются переломы обычно у наружного конца ее с признаками сжатия на внутренней и признаками растяжения на наружной костной пластинках.

Рис. 5.37. Переломы костей таза при ударе в диагональном направлении сзади в область задне-нижней ости подвздошной кости в положении переднего полукольца таза на твердом основании:

а) схема механизма образования;

б) локализация повреждений.



Внутренние концы верхних ветвей лобковых костей и хрящ лобкового симфиза изгибается кпереди, при этом сжатие наблюдается со стороны внутренней поверхности, а растяжение с наружной. При массивных повреждениях отмечается полный или частичный "вывих" ветвей лобковых костей из ложа хряща лобкового симфиза. Повреждения могут быть с одной или с двух сторон от хряща.

В процесс деформации вовлекаются и нижние ветви лобковых и ветви седалищных костей, где могут образовываться по 1—2 перелома с каждой стороны с признаками растяжения на наружной костной пластинке (рис. 5.37; 5.38).



Рис. 5.38. Переломы костей таза при ударе в диагональном направлении сзади и положении таза на опоре. Экспериментальное наблюдение N 57, т., 6 лет.

Сдавление таза в диагональном направлении. На рис. 5.39 изображена схема нагружения расчетной модели при компрессии в диагональном направлении. Размеры модели соответствуют рис. 4.1.

$$\begin{aligned}\sin \gamma &= 80/119 = 0,672; \\ \cos \gamma &= 88/119 = 0,740; \\ P_x &= P \cos \gamma = 0,74 P; \\ P_y &= P \sin \gamma = 0,672 P;\end{aligned}$$

$$\text{Опорные реакции на позвоночном столбе } R_x'' = R_y'' = M'' = 0.$$

Усилия в шарнирах 4 и 5 определяются из рассмотрения совместного равновесия участков 1—4 и 1—5 от внешней нагрузки в узле 3. На рис. 5.40 показана расчетная схема и приведены система уравнений равновесия и величины реакций. Усилие в шарнире I легко определить, исходя из равновесия участка 1—4 или участка 1—5.

$$\begin{aligned}\Sigma x &= 0 \\ \Sigma y &= 0 \\ \Sigma M_1' &= 0 \\ \Sigma M_1'' &= 0\end{aligned} \quad \left\{ \begin{aligned}R_x^4 + R_x^5 - 0,7P &= 0 \\ R_y^4 + R_y^5 + 0,7P &= 0 \\ R_x^5 h + R_y^5 l_3 &= 0 \\ R_x^4 h + R_y^4 l_3 - 0,7P(h_1 + b) &= 0\end{aligned} \right.$$

Из решения системы уравнений равновесия

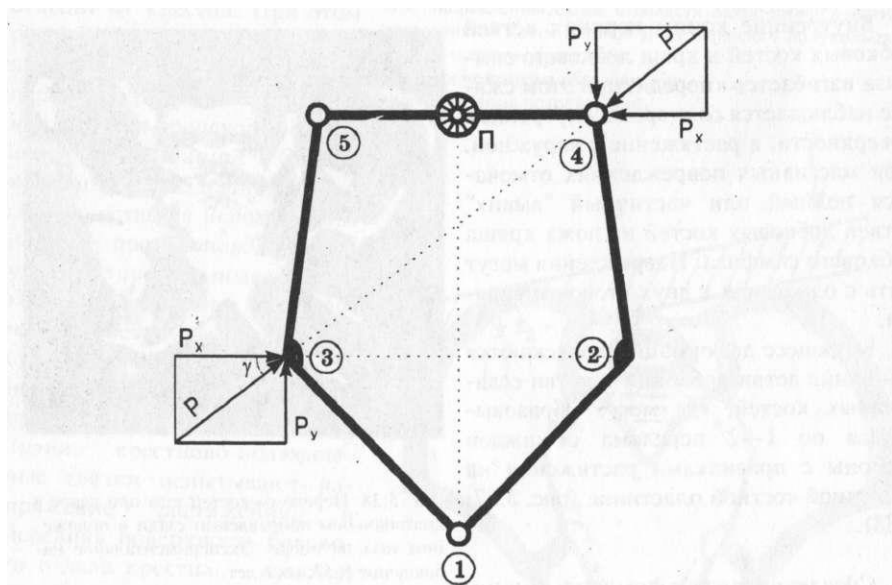


Рис. 5.39. Схема нагружения расчетной модели при компрессионной нагрузке в диагональном направлении.

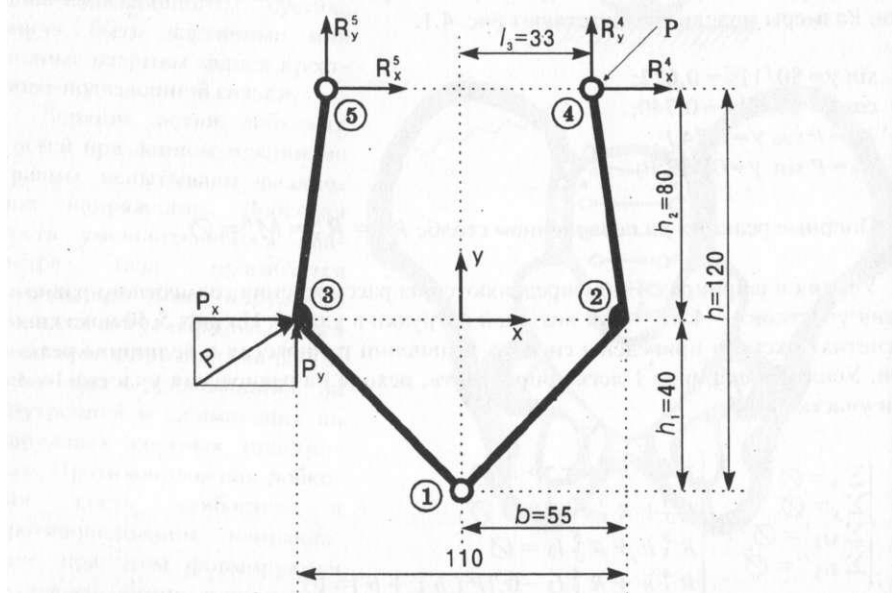


Рис. 5.40. Расчетная схема биомеханической модели тазового кольца ребёнка для определения усилий в шарнирах при компрессионной нагрузке в диагональном направлении.

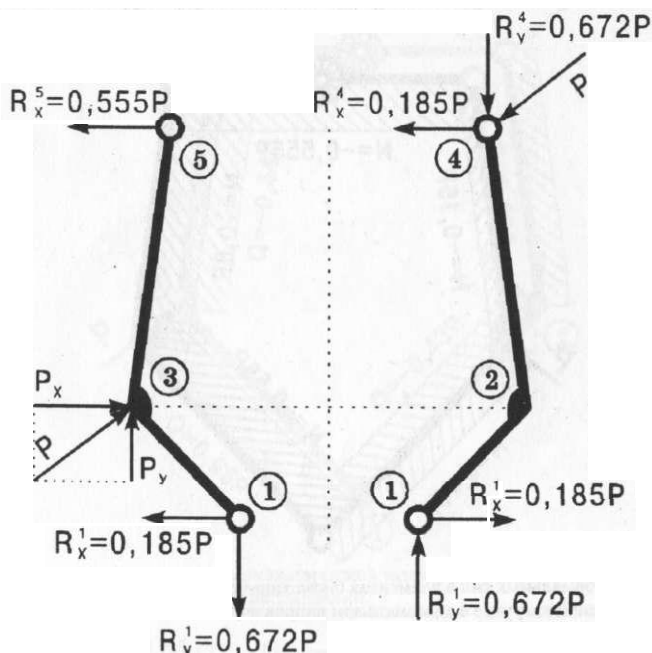


Рис. 5.41. Усилия в шарнирах расчетной модели тазового кольца ребёнка при компрессионной нагрузке в диагональном направлении.



Рис. 5.42. Схема нагружения участка 4—5 при сдавлении таза в диагональном направлении.

$$\begin{aligned} R_x^4 &= -0,185 P; \\ R_x^5 &= -0,555 P; \\ R_y^4 &= -0,672 P; \\ R_y^5 &= \emptyset; \end{aligned}$$

Изобразим все силы, действующие на правую и левую половины тазового кольца (рис. 5.41).

Процесс вычисления внутренних силовых факторов в элементах расчетной модели опускаем ввиду его аналогичности предыдущим вариантам нагружения и приводим окончательные результаты:

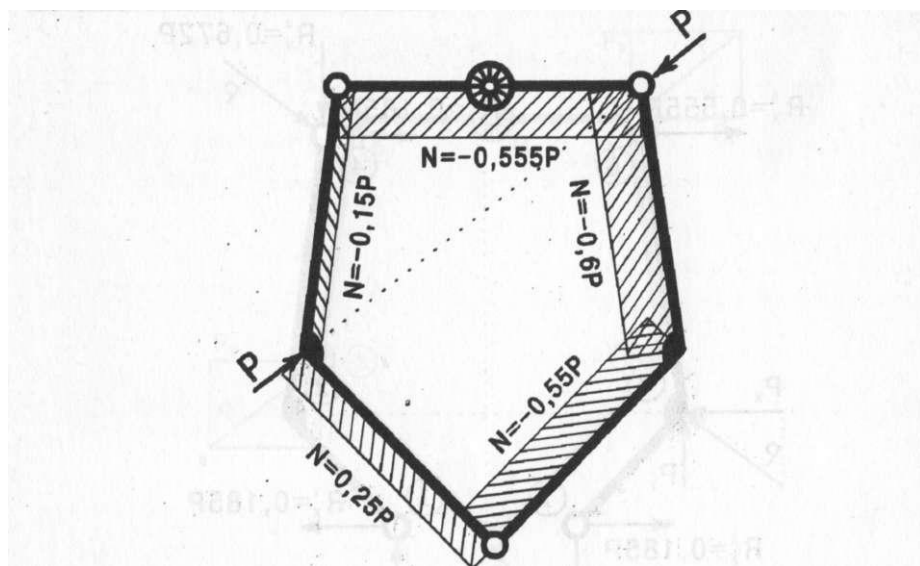


Рис. 5.43. Эпюры нормальных сил в элементах биомеханической модели тазового кольца ребенка при компрессионной нагрузке в диагональном направлении.

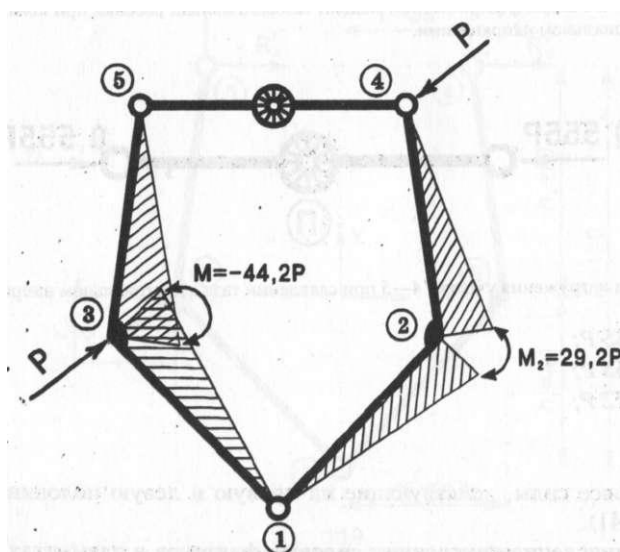


Рис. 5.44. Эпюры изгибающих моментов в элементах биомеханической модели тазового кольца ребенка при компрессионной нагрузке в диагональном направлении.

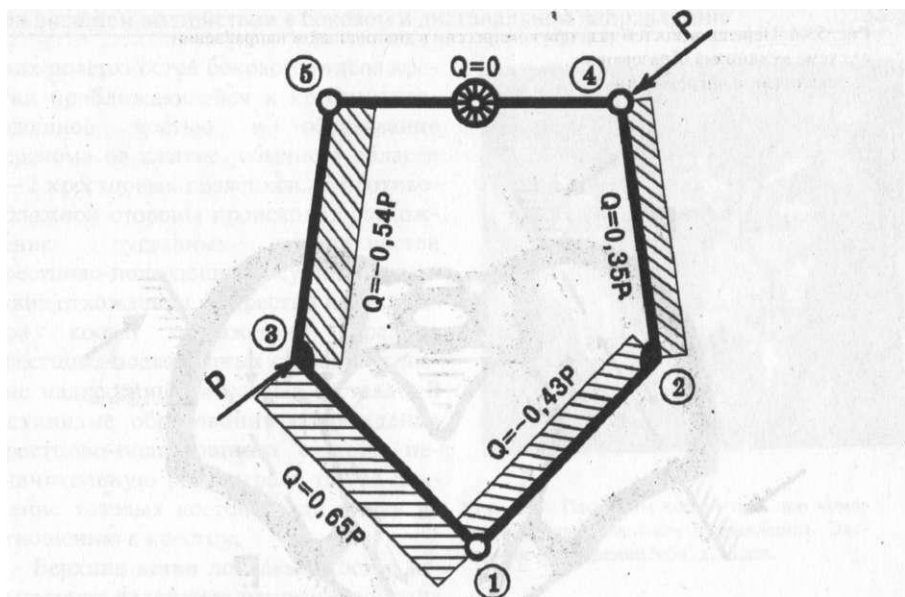


Рис. 5.45. Эпюры сечущих сил в биомеханической модели тазового кольца ребёнка при компрессионной нагрузке в диагональном направлении.

Участок 1—2: $N = 0,55 P$; $Q = -0,43 P$; $M_2 = 29,2 P$;

Участок 2—4: $N = -0,6 P$; $Q = 0,35 P$;

Участок 1—3: $N = 0,25 P$; $Q = 0,65 P$; $M_3 = 44,2 P$;

Участок 3—5: $N = -0,15 P$; $Q = -0,54 P$;

При рассмотрении участка 4—5 (рис. 5.42) необходимо сложить усилия в шарнире 4 и внешнюю нагрузку $P \{P_x, P_y\}$, приложенную в этом узле.

На участке 4—5: $N = -0,555 P$; $Q = \emptyset$; $M_5 = \emptyset$.

Эпюры нормальных и сечущих сил, изгибающих моментов в элементах биомеханической модели тазового кольца ребёнка при компрессии в диагональном направлении изображены на рис. 5.43; 5.44; 5.45.

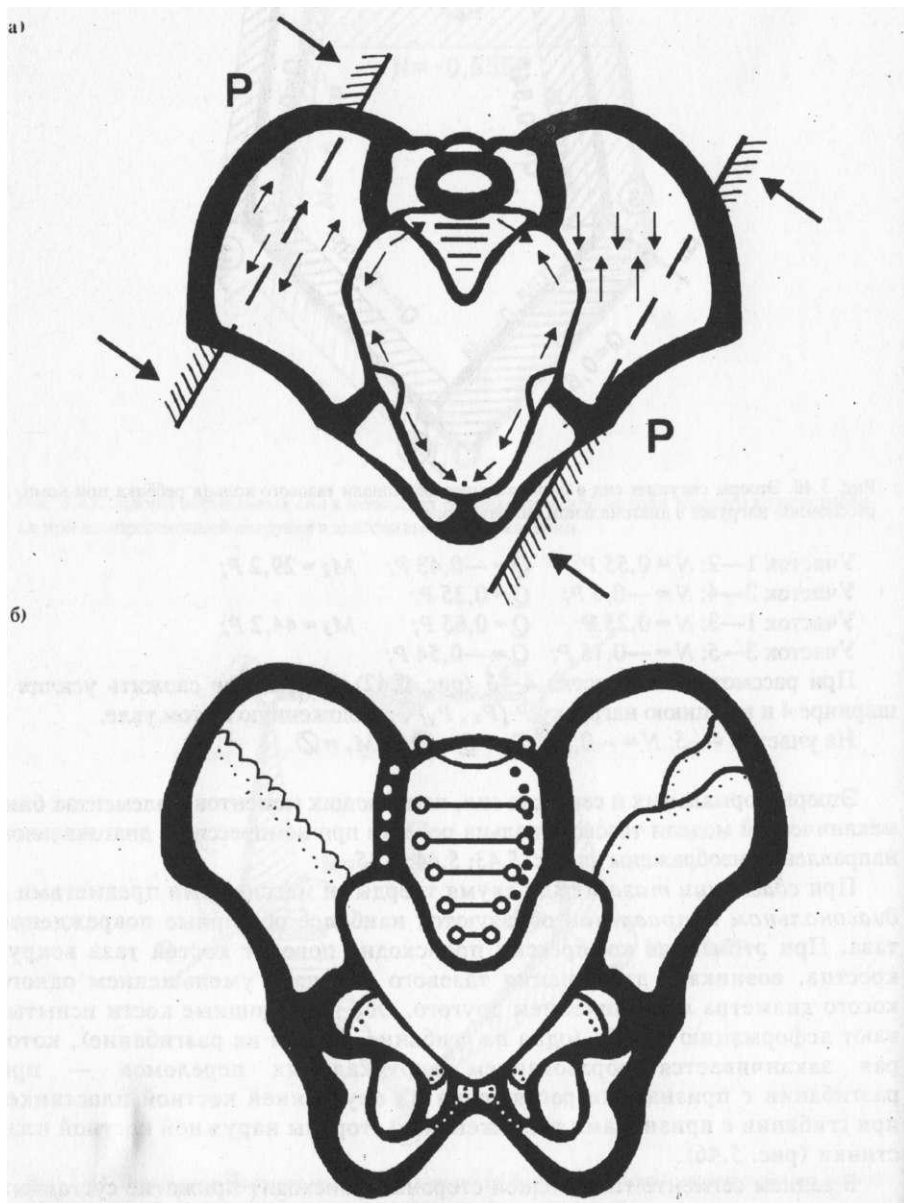
При сдавлении таза между двумя твердыми массивными предметами в диагональном направлении образуются наиболее обширные повреждения таза. При этом виде компрессии происходит поворот костей таза вокруг крестца, возникает деформация тазового кольца с уменьшением одного косого диаметра и увеличением другого. Обе подвздошные кости испытывают деформацию изгиба (одна на сгибание, вторая на разгибание), которая заканчивается образованием вертикальных переломов — при разгибании с признаками растяжения на внутренней костной пластинке, при сгибании с признаками растяжения со стороны наружной костной пластинки (рис. 5.46).

В заднем сегменте таза с одной стороны происходит прижатие суставных поверхностей крестцово-подвздошных суставов друг к другу, сжатие ^пере-

Рис. 5.46. Переломы костей таза при компрессии в диагональном направлении:

а) схема механизма образования;

б) локализация повреждений.



дних поверхностей бокового отдела крестца приближающейся к крестцу подвздошной костью и образование перелома на сжатие, обычно в области 1—2 крестцовых позвонков. С противоположной стороны происходит расхождение суставных поверхностей крестцово-подвздошного сустава вследствие отхождения от крестца подвздошной кости, натяжение передних крестцово-подвздошных связок, отслоение надкостницы и разрыв сустава¹. В механизме образования повреждения крестцово-подвздошного сустава незначительную роль играет также движение тазовых костей кзади книзу по отношению к крестцу.

Верхние ветви лобковых костей испытывают различное напряжение: одна из них деформируется по типу разгибания, а вторая по типу сгибания. Надломы и переломы могут образовываться как в области концов верхних ветвей лобковых костей, так и в центре их (рис. 5.47).

При этом виде компрессии нередки повреждения типа "вывихов" внутренних концов верхних ветвей лобковых костей из ложа лобкового симфиза с признаками растяжения со стороны наружной поверхности.

При компрессии в этом направлении в процесс деформации вовлекаются кости, составляющие запирающие отверстия. На стороне, где верхняя ветвь лобковой кости испытывает сжатия наружной костной пластинки, в области ветви седалищной кости образуется перелом с признаками сжатия также на наружной костной пластинке, а характер переломов нижней ветви лобковой и ветви седалищной костей будет зависеть от направления прогибания этой ветви в сторону полости таза или кнаружи.

При компрессии диагонального направления могут быть отрывы краевых хрящей подвздошной, седалищной и лобковой костей.

Таким образом, действие травмирующего предмета в диагональном направлении (удар или удар с компрессией) вызывают довольно типичные повреждения. Эти механизмы образования повреждений таза сходны между собой и заключаются в том, что происходит уменьшение одного диагонального размера и увеличение другого. Однако при ударе с компрессией возникает большее количество повреждений и они более массивны, чем при ударной нагрузке, так как в механизме образования переломов помимо воздействия травмирующего

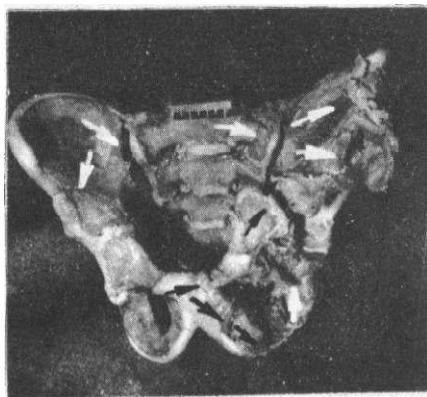


Рис. 5.47. Переломы костей таза при компрессии в диагональном направлении. Экспертное наблюдение N 54, д., 8 лет.

¹ Такие закономерности деформаций в костях заднего полукольца таза при действии травмирующей силы в диагональном направлении легли в основу рентгенологического метода диагностики повреждений крестца и крестцово-подвздошных суставов.

предмета играет роль действие опоры. Наличие локальных переломов позволяет точно установить механизм образования повреждений.

Уточнить место удара травмирующего предмета позволяет также изучение повреждений кожи, подкожной жировой клетчатки и мышц тазового пояса.

Сдавление таза в диагональном направлении приводит к образованию наиболее обширных повреждений таза и по механизму образования сходно с повреждениями, возникающими при ударной нагрузке. Отличие повреждений таза, возникающих при сдавлении, заключается в наличии значительного количества конструктивных повреждений.

Глава 6

РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ КОСТЕЙ ТАЗА У ДЕТЕЙ

6.1. Рентгенологический и томографический методы исследования повреждений таза у детей (по данным литературы)

В клинической травматологии ведущим методом в диагностике переломов в настоящее время считается рентгенологический. Диагноз перелома костей таза в клинике обычно выставляется на основании соответствующей рентгенологической картины и не выносится, если на рентгенограммах повреждений не имеется.

Анализ литературы по этому вопросу показывает, что она немногочисленна и противоречива. Так, Н.А.Любошиц (1968) считает, что отсутствие смещения отломков костей таза значительно затрудняет рентгенологический диагноз. Автор отмечает, что в таких случаях особое значение приобретают клинические данные.

Зедгенидзе Г.А., Т.А.Осипова (1980) предлагают рентгенологическое исследование начинать с обзорного снимка, производимого в горизонтальном положении на спине. Авторы считают, что такие снимки обычно содержат информацию, достаточную для распознавания переломов таза.

При переломах лобковых и седалищных костей Г.А.Зедгенидзе, Т.А.Осипова (1980) рекомендуют проводить дополнительный снимок в положении больного лежа на животе. Н.А.Любошиц (1968), Г.А.Зедгенидзе, Т.А.Осипова (1980) предлагают проводить рентгенологическое исследование вертлужной впадины в положении больного на боку. Но в связи с тем, что повреждения таза осложняются развитием травматического шока, тяжелое состояние больного не позволяет подвергать его сложным травматичным манипуляциям, поэтому приходится ограничиваться обзорными рентгенограммами.

Dunn E.L., P.H.Berry, I.D.Connolly (1983); K.Gill, R.M.Bucholz (1984); S.T.Scott, J.Watt (1984) изучали переломы таза у лиц зрелого возраста и детей с помощью рентгенологического и томографического методов исследования. Все

авторы отмечают неточность рентгенологического метода и указывают, как на метод выбора, на компьютерную томографию. Так, E.L.Dunn, P.H.Berry, I.Q.Connelly (1983) наблюдали 20 больных с переломами таза. Всем больным вначале была сделана рентгенография в передне-задней проекции. В течение 4-х дней всем больным была сделана томография тазовой области. В 7 случаях томография подтвердила данные рентгенографии, у 13 больных были найдены переломы таза, не диагностированные рентгенологическим методом. У них преимущественно не диагностировались повреждения крестца и крестцово-подвздошных суставов. M.Rafil, H.Firooznia, H.Golimbu et al. (1983), сравнивая рентгенографический и томографический методы, приходят к выводу, что наиболее приемлемой следует считать аксиальную проекцию таза, при которой томография позволяет выявить смещения и внутрисуставные переломы. D.L.Burk, D.C.Mears, D.L.Herbert et al. (1984) предлагают новую методику компьютерной томографии — под прямым углом к плоскости тазового кольца. При этом в плоскость, томограммы попадают одновременно и тазовое кольцо и вертлужные впадины. S.T.Scott, I.Watt (1984) считают, что наличие вакуума в области хряща лобкового симфиза свидетельствует о повреждении его.

До настоящего времени спорным остается также вопрос о частоте встречаемости повреждений таза у детей. По данным И.И.Юриковского (1945), Н.Г.Дамье (1960), Н.А.Любошица (1968), частота переломов таза у детей, получивших несмертельную травму, составляет от 3 до 7%.

Проведенный нами анализ секционного материала показал, что процент повреждений таза у детей составляет 5-7%. При целенаправленном изучении этой патологии мы установили, что переломы костей таза у детей встречаются значительно чаще — до 29,4% всех случаев смертельного травматизма в этом возрасте.

В связи с изложенным, мы провели сравнительное морфологическое и рентгенологическое исследования повреждений таза у детей с целью установления достоверности рентгенологического метода.

6.2. Сравнительное морфологическое и рентгенологическое исследование повреждений таза у детей

Нами было предпринято сравнение результатов в диагностике повреждений таза 36 детей, находившихся после травмы в стационаре, с данными аутопсии. В 15 случаях рентгенологические данные о повреждениях таза совпадали с результатами секций; в 21 случае на секции было обнаружено больше повреждений, чем по описаниям рентгенологов; в двух случаях массивные множественные повреждения таза на рентгенограммах не были диагностированы.

В качестве примера приводим три случая. Экспертное наблюдение N 30. Девочка Е., 9 лет, пострадала в автомобильной катастрофе 16 апреля 1981 года, поступила в стационар с диагнозом — сочетанная травма живота, груди, головы. На рентгенограмме переломы левых лобковой и седалищной костей. Умерла 9 июня 1981 года от послеоперационных осложнений — сепсиса, перитонита. На секции помимо вышеперечисленной патологии обнаружено дополнительно 8 переломов костей таза (рис. 6.1).

Экспертное наблюдение N 51. Мальчик Р., 10 лет, был сбит автобусом 14 ноября 1981 года и через час доставлен в клинику, где находился в реанимационном отделении четверо суток с диагнозом — закрытая тупая травма живота с повреждением печени, селезенки, кишечника. На рентгенограмме таз цел, на секции обнаружены повреждения внутренних органов, выраженный перитонит, массивные забрюшинные гематомы и гематомы в околопузырной клетчатке. После изъятия и очистки таза от мягких тканей и надкостницы оказалось, что имеются полные разрывы обоих крестцово-подвздошных суставов и разрывы хряща лобкового симфиза; т.е. таз состоял из трех отдельных костей — двух тазовых и крестца (рис. 6.2).

В обоих случаях переломы таза сопровождались массивной кровопотерей, которая и усугубляла тяжесть состояния больных.

Экспертное наблюдение N 111. Девочка Г., 9 лет, после автомобильной травмы была доставлена в клинику, где был поставлен диагноз — сочетанная травма, сотрясение головного мозга нетяжелой степени, правосторонний травматический напряженный пневмоторакс, левосторонний гемоторакс, разрыв левого легкого. Ушиб левой почки. Рентгенологически кости таза целы. Через 15 часов пребывания в клинике девочка умерла. При судебно-медицинском исследовании трупа были обнаружены множественные переломы таза (рис. 6.3) и обширные (более 2000 мл) забрюшинные гематомы, которые имели доминирующее значение в генезе наступления смерти.

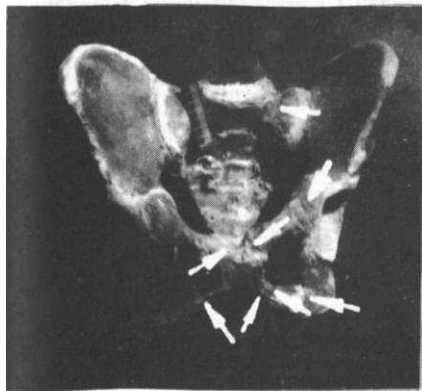


Рис. 6.1. Переломы таза у девочки Е., 9 лет. Экспертное наблюдение N 30.

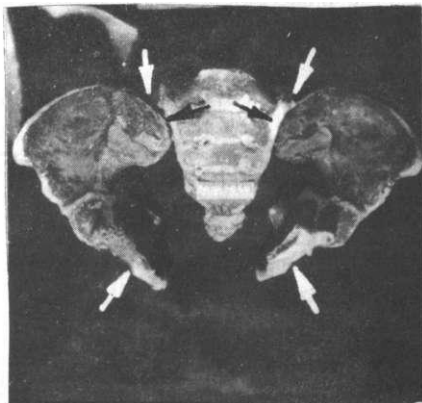


Рис. 6.2. Переломы таза у мальчика Р., 10 лет. Экспертное наблюдение N 51.

Эти экспертные наблюдения навели нас на мысль провести сравнение частоты встречаемости повреждений таза, диагностируемых в клинике, с повреждениями таза, обнаруживаемыми на секции. Объектом нашего исследования были 40 историй болезней детей в возрасте от 2 до 13 лет, прошедших через отдел сочетанной травмы НИИ педиатрии и детской хирургии МЗ РФ, у которых в общей сложности было диагностировано 100 переломов костей таза. В 17 случаях повреждения образовались в результате падения с высоты, 28 — дорожно-транспортного происшествия. Сравнением послужили материалы судебно-медицинского исследования 110 трупов детей, погибших в результате смертельной травмы, в основном полученной при падении с высоты или в результате тодорожных происшествий, у которых было обнаружено 830 переломов таза.

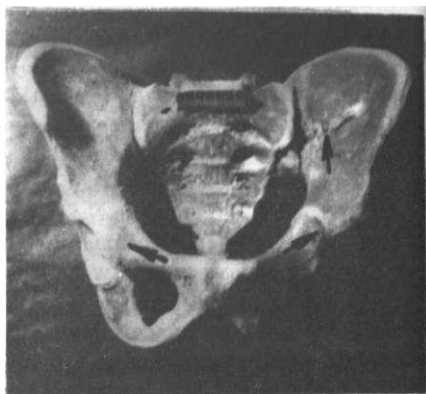


Рис 6.3. Переломы таза у девочки Г., 9 лет. 1
Экспертное наблюдение N 111.

Полученные при этом результаты представлены в таблице 6.1.

Их анализ показывает, что в условиях клиники, как правило, не диагностируются повреждения в области синхондрозов, боковых отделов крестца, разрывы крестцово-подвздошных сочленений.

Для подтверждения этого факта и установления разрешающей способности рентгенологического метода мы провели следующий эксперимент. На 10 трупах детей обоего пола в возрасте от 2 до 13 лет при ударном воздействии и компрессиях в различных направлениях были причинены различные по объему и локализации повреждения таза. Затем были сделаны рентгенограммы выделенных из трупов тазов.

Таблица 6 Л

Частота встречаемости повреждений таза у детей, получивших несмертельную и смертельную травму (в % ко всем переломам таза).

Локализация повреждений	Количество повреждений в %	
	несмертельная травма	смертельная травма
Разрыв хряща лобкового симфиза	10	1,7
Перелом на границе хряща лобкового симфиза с костью		6,8
Перелом верхней ветви лобковой кости	43	16,9
Перелом У-образного хряща на границе с лобковой костью	2	4,2
Перелом нижней ветви лобковой кости	5	8,5

Продолжение таблицы 6 Л

Локализация повреждений	Количество повреждений в %	
	несмертельная травма	смертельная травма
Перелом седалищной кости	23	8,7
Отрыв краевого хряща ветвей лобковой и седалищной костей		4,2
Перелом вертлужной впадины	3	4,7
Вертикальный перелом подвздошной кости		4,5
Горизонтальный перелом крыла подвздошной кости	12	5,9
Отрыв краевого хряща крыла подвздошной кости		4,7
Перелом бокового отдела крестца		13,5
I Переломы крестца на границе с межпозвоночными дисками		2,7
Разрывы крестцово-подвздошного сустава	2	12,9
ВСЕГО ПОВРЕЖДЕНИЙ:	100	100,0

Тщательное сравнение полученных рентгенограмм с очищенными от мягких тканей и надкостницы тазами показало, что рентгенологически не выявляется значительное количество повреждений.

Как было установлено ранее, характерной особенностью повреждений таза у детей являются надломы костей и надрывы хрящей, которые не сопровождаются повреждением надкостницы и находятся внутри нее, как в футляре. Нередко кости таза у детей повреждаются со стороны сжатия. В указанных случаях не происходит расхождения костных отломков, так как в силу эластичности надкостницы и связок и упругости костной ткани фрагменты кости принимают исходное или близкое к нему положение, и как-бы сохраняют анатомическую целостность. Проведенное сравнительное морфологическое и рентгенологическое исследования показали, что поднадкостничные повреждения таза у детей, неполные переломы и переломы без смещения костных отломков на рентгенограммах бывают не видны (рис 6.4; 6.5).

На рентгенограммах таза у детей старших возрастных групп в области переломов могут выявляться вспучивание ткани или желобообразные углубления, наличие щели между компактным и губчатым веществом и при смятии последнего его затемнение (рис. 6.8; 6.9).

Рентгенографически у детей выявляются только грубые повреждения таза с разрывом надкостницы и расхождением костных или хрящевых фрагментов.

Таким образом, обзорная рентгенография, применяемая в настоящее время в условиях клиники, не является надежным способом диагностики повреждений таза у детей и выявляет только грубые повреждения с расхождением костных отломков. Проведенное нами сравнительное исследование повреждений костей таза на секционном материале и рентгенологической картиной этих же тазов показал, что рентгенологически не выявляются наиболее типичные повреждения таза у детей —

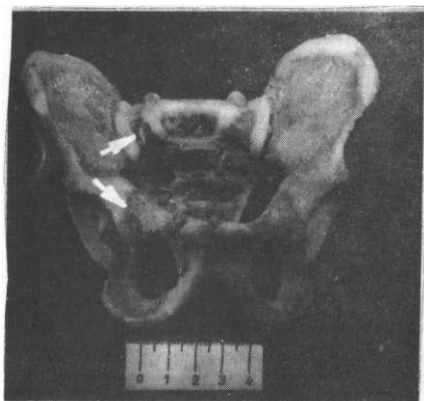


Рис. 6.4. Переломы костей таза. Экспериментальные наблюдения N 82, д., 3-х лет.

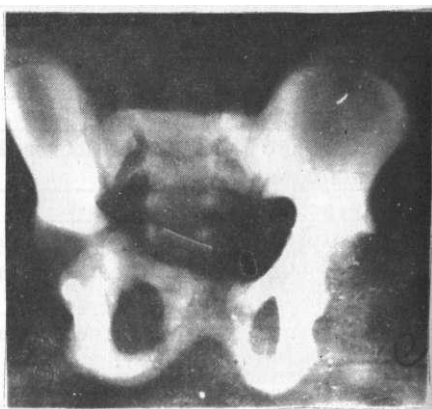


Рис. 6.5. Рентгенограмма этого же таза,

поднадкостничные переломы, надломы, переломы без смещения и повреждения в области синхондрозов. Рентгенологический метод выявляет только значительные повреждения таза с расхождением костных и хрящевых фрагментов.

В условиях клиники из-за сложной рентгенологической картины не диагностируются повреждения заднего полукольца таза. Нами разработан простой, надежный способ диагностики повреждений заднего полукольца таза при наличии остаточной деформации тазового кольца по сравнению косых диаметров таза.

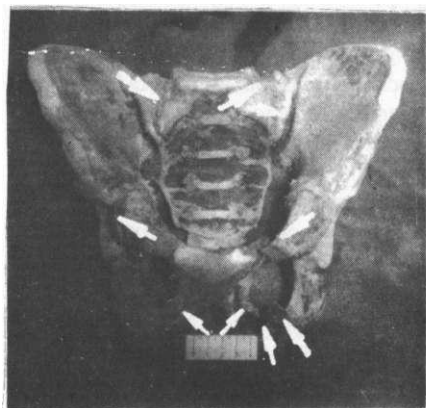


Рис 6.6. Повреждения переднего полукольца таза и боковых отделов крестца. Экспериментальное наблюдение N 99, м., 7 лет.

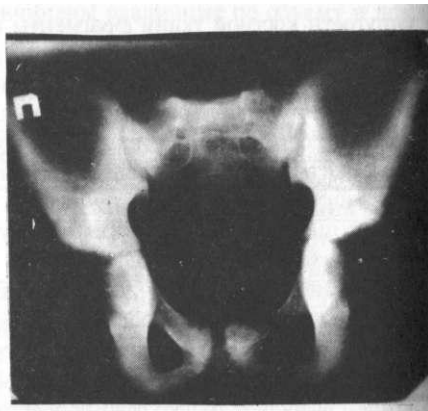


Рис. 6.7. Рентгенограмма этого же таза,

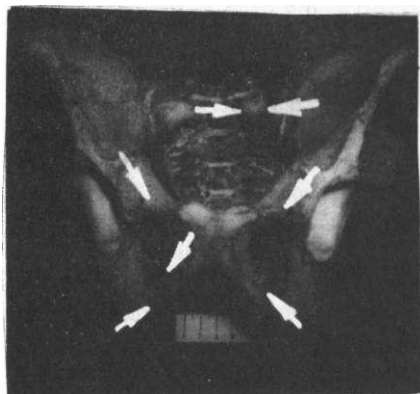


Рис. 6.8. Валикообразное выпучивание в области лобковых костей. Экспериментальное наблюдение N 126, м., 11 лет.

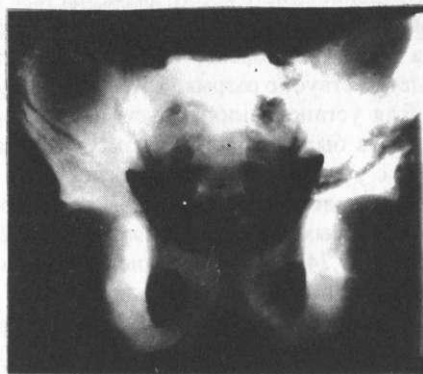


Рис. 6.9. Рентгенограмма этого же таза,

6.3. Рентгенологический способ диагностики переломов заднего полукольца таза

Для доказательства наличия повреждений тазовых костей у детей мы предприняли попытки устанавливать наличие остаточной деформации таза. Для этого проверяли симметричность различных отделов таза на рентгенограммах с помощью горизонтальных и вертикальных полос. Метод основывается на том, что в норме определенные точки тазовых костей должны располагаться симметрично, а проведенные через них линии должны быть параллельны и находится на одинаковом расстоянии друг от друга. При повреждении тазовых костей должно происходить нарушение симметричности тазового кольца. Горизонтальные линии проводили через верхние точки крыльев подвздошных костей, через симметричные участки У-образных хрящей и через седалищные бугры; вертикальные линии проводили через центр крестцового позвонка и центр хряща лобкового симфиза; через крестцово-подвздошные суставы и запирательные отверстия. Проведенное рентгенометрическое исследование, однако, не выявило устойчивых результатов, так как асимметрия таза начинала выявляться при неправильной укладке больного или при малейшем отклонении пучка рентгеновских лучей.

Устойчивые результаты мы получили при сравнении косых размеров таза (при наличии остаточной деформации тазового кольца), соотношение которых резко меняется при травме таза в диагональном направлении. Методика исследования заключается в измерении на обзорной рентгенограмме косых размеров таза от крестцово-подвздошного сустава до дна вертлужной впадины противоположной стороны. Во всех случаях наблюдений при одностороннем переломе бо-

ковых масс крестца на рентгенограмме указанная асимметрия тазового кольца характеризовалась значительной разницей диагональных размеров (от 4 до 14 мм). Уменьшение одного косого диаметра таза более чем на 0,3 см свидетельствует о повреждении заднего полукольца таза, в частности, о переломе бокового отдела крестца на этой стороне, а увеличение противоположного косого размера таза свидетельствует о разрыве крестцово-подвздошного сустава (рис. 6.10; 6.11).

Для установления допустимых в норме колебаний разности диагональных размеров были проведены измерения на 45 рентгенограммах, выполненных у детей с урологической патологией (без травмы тазового пояса). В 33 (73,3%) случаях диагональные размеры тазового кольца полностью совпадали. Разница диагональных размеров, выявленная в 26,7% наблюдений составила в среднем $1,8 \text{ мм} \pm 0,24 \text{ мм}$, но ни в одном случае не превышала 3-х мм.

Выявленная зависимость позволила предложить способ рентгенодиагностики переломов заднего полукольца таза, основанный на выявлении разницы диагональных размеров (свыше 3 мм) на рентгенограммах таза, выполненных в стандартной проекции. Одновременно установлено, что недиагностированными остаются двусторонние повреждения крестцово-подвздошных суставов и боковых масс крестца, т.е. переломы, не сопровождающиеся возникновением остаточной деформации тазового кольца.

Указанные изменения соотношения косых размеров таза типично для ударной или компрессионной травмы в одном из диагональных направлений. Данный способ диагностики повреждений костей заднего полукольца таза прост, надежен, не требует дополнительных материальных затрат и успешно внедрен в работу отдела сочетанной травмы НИИ педиатрии и детской хирургии МЗ РФ и ряда клиник г.Москвы. Имеется авторское свидетельство на изобретение за N 3974434 (150072) от 30 января 1987 года.

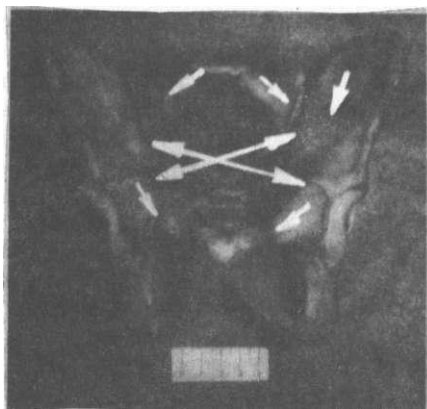


Рис. 6.10. Перелом бокового отдела крестца и разрыв крестцово-подвздошного сустава с противоположной стороны. Экспертное наблюдение.

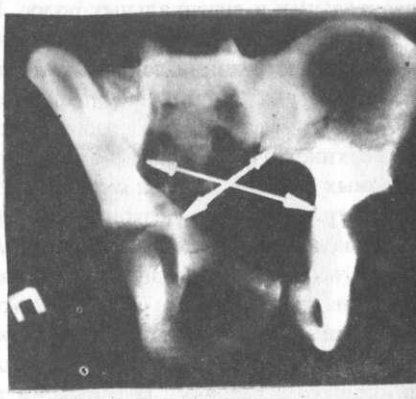


Рис. 6.11. Рентгенограмма того же таза. Соотношение косых диаметров таза при повреждении заднего полукольца. Экспертное наблюдение.

Глава 7

ДИАГНОСТИКА ЗАБРЮШИННЫХ ГЕМАТОМ

7.1. Забрюшинные кровоизлияния при переломах костей таза (по данным литературы)

Литературные данные свидетельствуют, что изучение "гематом" при закрытых переломах таза осуществлялось главным образом путем клинических наблюдений и носило описательный характер. В то же время, частота обнаружения массивных внутритканевых кровоизлияний при секционном исследовании погибших с закрытыми переломами таза, а так же выраженная анемизация пострадавших указывала на важность объема кровопотери при данной патологии.

Карпенко Е.С. (1953) сообщает, что из 35 погибших больных с переломами таза у 25 смерть наступила в первые сутки с момента травмы, а при судебно-медицинском исследовании во всех случаях были выявлены ретроперитонеальные "гематомы", достигающие уровня почек. Сопоставляя результаты клинических наблюдений и секционных исследований, автор приходит к важному выводу — имеется прямая зависимость между объемом "гематомы", тяжестью шока и временем наступления смерти пострадавших.

В последующем сформулированные положения были подтверждены рядом исследователей (В.С.Трешев, А.А.Матышев, 1964; В.С.Гостев, 1973; Е.А.Вагнер, А.С.Денисов, А.А.Храмцов, 1982).

Дискутабельным до настоящего времени является вопрос об источниках кровотечения при повреждениях костей таза. Так, Г.А.Гомзяков (1955) указывает на повреждение подчревной артерии, неоднократно описывались повреждения запирательной и внутренней срамной артерии при переломах переднего отдела тазового кольца (В.С.Гостев, 1973; М.И.Попов, 1985).

В то же время, большинство авторов признают, что источником массивной кровопотери при переломах являются отломки костей таза (А.А.Матышев, 1972; В.С.Гостев, 1973; С.З.Горшков, В.С.Волков, Е.В.Виноградов, 1981; В.П.Киселев, Э.Ф.Самойлович, 1985), исследования W.G. Quinby (1971) сыграли важную роль в существующем представлении об источниках и особенностях формирования "гематом" при повреждениях таза. Патогенез кровопотери у пострадавших с

повреждениями указанной локализации связан с характером кровоснабжения и строения сосудистой сети костей таза. В экспериментальной работе Г.И.Мгалоблишвили (1963) показано, что рентгеноконтрастное вещество, введенное в костный мозг, через 1 сек. появляется во внутритазовом сегменте магистральных вен. Венозные синусы губчатого вещества плоских костей таза соединяются узкими перешейками, образуя венозные сплетения ("озерца"), не спадающиеся при переломах. Учитывая указанные особенности ангиоархитектоники костей таза, многие клиницисты считают кровотечения, возникающие при переломах данной локализации, длительно продолжающимся и трудноостанавливаемыми (В.С.Трешев, А.А.Матышев, 1964; В.С.Гостев, 1974; В.М.Цодыкс, 1984; L.Hawkins, H.Pomerats, B.Eiseman, 1970; W.G.Quinby, 1971; L.L.Kadish, I.M.Stein, 1973; M.Murtey, 1980).

Детально изученным к настоящему времени представляется вопрос о возможных путях распространения крови, излившейся при переломах костей таза. Анатомо-топографическое обоснование формирования "гематом" при повреждениях таза базируются на связи клетчаточных пространств таза и забрюшинного пространства (П.П.Кисилев, 1950; В.С.Трешев, 1967; А.А.Матышев, 1975).

Однако наиболее принципиальным вопросом, имеющим первостепенное клиническое значение, является определение и прогнозирование объема кровопотери, возникающей у пострадавших с переломами таза (В.С.Трешев, А.А.Матышев, 1964; В.С.Гостев, 1974; А.А.Матышев, 1975; В.М.Цодыкс, 1984).

С целью определения объема крови, излившейся при переломах костей таза, рядом исследователей выполнены в разное время экспериментальные работы. Началом исследований в этом направлении явилась работа П.П.Киселева (1950). Моделируя на трупах кровотечения, возникающие при повреждениях венозных сплетений и мельчайших артерий при переломах таза, автор нагнетал из аппарата Боброва жидкость, окрашенную генциан-фиолетом, под давлением 10 мм рт. ст., соответствующим давлению в указанных сосудах. В результате автор пришел к выводу, что в забрюшинной клетчатке может скапливаться до 3—4 литров жидкости, а пути ее распространения определяются направлением фасции. Было отмечено значительное постоянство границ распространения жидкости в забрюшинном пространстве во всех опытах, что позволило говорить об объеме излившейся крови в зависимости от локализации инфильтрата. Эмпирически был установлен объем кровоизлияния в зависимости от распространенности с указанием в качестве границ анатомических ориентиров (паравезикальная клетчатка, полюса почек, Диафрагма). Сопоставляя границы распространения красящего вещества и забрюшинных кровоизлияний, обнаруживаемых при операциях или патологоанатомическом исследовании, можно, по мнению автора, определить и объем излившейся крови.

Более корректные эксперименты на трупах с воспроизведением переломов тазового кольца различной локализации были выполнены В.С.Трешевым (1967). Рентгеноконтрастная масса (10% коллоидная взвесь желатины в соотношении 20:1 со свинцовым суриком) вводилась шприцем под давлением 60 мм рт. ст. непосредственно к линии перелома. Сопоставляя границы распространения инъекционных масс в опытах и кровоизлияний у погибших людей, автор уста-

новил, что при переломах переднего отдела тазового кольца количество излившейся крови достигает 700—800 куб.мл; при вертикальных переломах типа Мальгенья — 1200—1600 куб.мл; при поперечных переломах Дювернея — 800—1000 куб.мл; при разрывах крестцово-подвздошных сочленений (КПС) — 1500—2000 куб. мл. Была выявлена также зависимость границ распространения инъекционной массы от локализации перелома и степени смещения костных отломков.

Комплексным клинико-экспериментальным подходом характеризуется исследование А.А.Матышева (1975). На основании сравнительного анализа историй болезни и протоколов судебно-медицинских вскрытий трупов с закрытыми повреждениями таза, автор установил, что объем излившейся крови при множественных переломах таза находится в прямой зависимости от локализации и числа переломов, степени смещения костных фрагментов. Было показано, что наибольшая кровопотеря возникает при вертикальных переломах крестца, достигающая у взрослых, даже при одностороннем повреждении 1500—2000 куб. мл. Массивная кровопотеря (2500—3000 куб.мл) наблюдалась автором при часто встречающемся сочетании перелома боковых масс крестца (БМК) и подвздошной кости на контралатеральной стороне. Иллюстрацией значения степени смещения костных отломков является цифра 2000—2500 куб.мл, характеризующая кровопотерю при одностороннем вертикальном переломе таза типа Мальгенья.

Важным диагностическим аспектом является вывод автора относительно обязательной локализации забрюшинного кровоизлияния на стороне перелома.

Нерешенными до настоящего времени являются вопросы продолжительности и интенсивности кровотечения, возникающих при переломах таза.

Характерной особенностью кровотечения данного генеза является, по мнению ряда авторов, длительность, составляющая 3—8 суток (П.П.Кисилев, 1950; В.С.Грстев, 1973; Б.А.Вагнер, А.С.Денисов, А.А.Храмцов, 1982; В.М.Цодыкс, 1984, М.И.Попов, 1985; L.I.Kadish, I.M.Stein (1973)).

В то же время результаты секционных наблюдений свидетельствуют о возможности формирования забрюшинных "гематом" в сжатые сроки после травмы, не более одного часа (Е.С.Карпенко, 1953; В.С.Трещев, А.А.Матышев, 1964; Р.Х.Закаридзе, 1974; А.А.Матышев, 1975).

Существующие противоречивые точки зрения обусловлены, по-видимому, различной локализацией перелома, а возможно, и источником кровотечения.

Интенсивность кровотечения также является не постоянной величиной, определяемой рядом факторов, в том числе массой поврежденной костной ткани. По мнению В.С.Трещева и А.А.Матышева (1964), в ряде случаев объемная скорость кровопотери достигает 800—1000 мл/час

Значение интенсивности кровотечения в возникновении жизнеугрожающих гемодинамических расстройств у пострадавших показано рядом авторов (В.Ф.Пожарский, 1963; В.С.Гостев, 1973; А.А.Матышев, 1975; Е.А.Вагнер, А.С.Денисов, А.А.Храмцов, 1982; В.П.Киселев, Э.Ф.Самойлович, 1986; D.A.Rothemberger, R.P.Fisher, R.G.Strate, 1978; M.Murtey, 1980). Установлено, что наибольшей величины она достигает у пострадавших с переломами заднего отдела тазового кольца (Е.С.Карпенко, 1982; В.С.Трещев, А.А.Матышев, 1964; ,

Р.М.Долгова, 1965; А.Н.Каралин, 1968; Е.Г.Колпашиков, 1968; А.А.Матышев, 1975, Г.П.Драчук, 1983; М.Murtcy, 1980). В то же время необходимо указать, что прижизненная диагностика переломов указанной локализации представляет наибольшие трудности (Н.В.Мичурин, 1962; Н.А.Любошиц, 1964; Д.И.Черкес-Заде, 1979; Г.П.Драчук, 1983; G.Froman, A.Stein, 1967; N.Langlosh, E.WJonhson, B.Jacson, 1972; M.D.Reed, 1976; J.W.R.Young, A.R.Burgess, R.J.BmmbaeketaL, 1986)

Симптоматология повреждения костей и соединений таза складывается из общих проявлений, присущих тяжелой травме (шок, кровопотеря), и местных (боль, кровоподтек, деформация) признаков, непосредственно связанных с переломами (Н.В.Мичурин, 1964; Н.Г.Дамье, Н.А.Любошиц, 1964; Р.Х.Закариадзе, 1977; С.З.Горшков, В.С.Волков, Е.В.Виноградов, 1981; В.П.Киселев, Э.Ф.Самойлович, 1985; M.D.Reed, 1976).

Локальные проявления, позволяющие в ряде случаев устанавливать зону наибольшей травматического поражения тазового кольца, весьма многочисленны и разнообразны (Г.П.Драчук, 1983; M.D.Reed, 1976). В то же время они не являются патогномоничными и не имеют решающего значения при установлении локализации, характера и степени смещения костных фрагментов таза (Н.А.Любошиц, 1964; Д.И.Черкес-Заде, 1981; J.W.R.Young, A.R.Burgess, R.J.Brumbaeketal., 1986).

Определение объема забрюшинных гематом вызывает затруднения не только у клиницистов, но и судебных медиков. Судебно-медицинские эксперты часто вообще не диагностируют такие гематомы, так как выделяющий органокомплекс санитар, рассекает их на две части. Забрюшинные гематомы следует искать до выделения органокомплекса за петлями кишечника. Однако определить объем забрюшинной гематомы практически невозможно, так как на разрезе она представляет желеобразную массу, у которой невозможно определить толщину.

7.2. Диагностика объема забрюшинных гематом при переломах костей таза у детей

В настоящем разделе работы мы приводим разработанную нами методику эксперимента и результаты исследования, проведенного методом моделирования забрюшинных кровоизлияний при переломах костей таза у детей.

Цель и задачи экспериментального исследования — разработать методику определения объема кровопотери, возникающей у детей различных возрастных групп в результате перелома костей таза, в зависимости от распространенности забрюшинных кровоизлияний.

Исследование выполнено на 36 трупах детей в возрасте от 2 до 15 лет, не имевших повреждений опорно-двигательного аппарата (25 мальчиков, 11 девочек).

Во всех случаях экспериментальное исследование проводили до начала судебно-медицинского вскрытия трупа погибшего ребёнка.

В соответствии с поставленными задачами исследования, методика эксперимента включала следующие этапы: антропометрическое исследование трупа; воспроизведение перелома костей таза; моделирование забрюшинного кровоизлияния и регистрация результатов исследования.

Искусственные повреждения тазового кольца на трупе ребёнка воспроизводились ударной (24 случая) или компрессионной (12 случаев) нагрузкой.

Для моделирования забрюшинных кровоизлияний на трупе производили секционный разрез передней стенки брюшной полости от мечевидного отростка до лобкового сочленения. Затем с помощью иглы, введенной через париетальную брюшину и мягкие ткани, выстилающие полость таза, в проекции боковых масс крестца, подвздошных и лобковых костей, нащупывали линию перелома. Установив таким образом повреждение костной ткани, иглу внедряли в губчатое вещество одной из указанных костей, в непосредственной близости от линии перелома.

В качестве инъекционной массы использовали трупную кровь, очищенную от жировых включений и прогепаринизированную. Нагнетание трупной крови осуществляли с помощью прибора (рац.предложение N 372 от 3 ноября 1983 года), состоявшего из блока питания, пульта управления, вибрационного компрессора, датчика давления (в мм рт. ст.), ресивера, герметичного резервуара для жидкости (банка от аппарата Боброва) и соединительных шлангов. Принцип действия прибора состоит в подаче жидкости из банки Боброва под заданным давлением, фиксируемым манометром.

В период испытания прибора и в предварительных опытах, произведенных на 5 изолированных препаратах таза, имевших повреждения различных отделов таза, было установлено, что при нагнетании трупной крови через иглу, внедренную в костную ткань на расстоянии 5—10 мм от перелома, выход крови происходил равномерно по всему длиннику линии повреждения. Теоретически наблюдаемое явление можно объяснить строением губчатого вещества и сосудистой сети костей таза (Г.И.Мгалоблишвили, 1963).

В эксперименте нагнетание трупной крови производили под давлением, равным артериальному давлению детей данного возраста. По мере поступления через поврежденную костную ткань таза инъекционной массы, отмечались границы распространения забрюшинного инфильтрата и количество введенной крови. Распространенность "гематомы" регистрировали после введения фиксированного (через каждые 100 мл) объема трупной крови, а также учитывали затраченное количество жидкости на достижение верхней границы инфильтрата заданных анатомических ориентиров, которыми служили тела поясничных позвонков.

Экспериментальное исследование на каждом отдельном трупe заканчивали определением^распространенности инфильтрата препаровкой мягких тканей забрюшинного пространства.

В результате экспериментального исследования были сняты и зарегистрированы показатели 221 наливки забрюшинного пространства, которые были получены нагнетением трупной крови через боковые массы крестца (121 наблюдение на 18 трупах), подвздошные (84 наблюдения на 14 трупах) и лобковые (16 наблюдений на 4 трупах) кости.

При воспроизведении "кровоизлияния" через лобковые кости отмечалось поступление инъекционной массы в паравезикальное пространство и клетчатку, выстилающие боковые отделы полости малого таза. Переход инъекционной массы на заднюю стенку полости таза, а также в забрюшинное пространство ни в одном случае отмечено нами не было. Произведенные расчеты показали, что ни в одном случае величина введенной крови через передний отдел тазового кольца не превышала 6,2% от должествующего ОЦК ребёнка данного возраста. Указанное обстоятельство позволило ограничить число исследований в данном направлении.

При нагнетании трупной крови через поврежденные структуры, формирующие задний отдел тазового кольца, обращало на себя внимание значительное постоянство направления и распространенности "кровоизлияния" по клетчаточным пространствам таза и забрюшинного пространства в зависимости от уровня верхней границы инфильтрата.

Во всех случаях, когда верхняя граница "гематомы" соответствовала уровню тела 5 поясничного позвонка (п.п.), отмечалось прокрашивание клетчатки, выстилающей задний отдел полости таза, достигая дна малого таза на стороне введения, но не распространяясь на ее противоположную сторону.

Забрюшинные "кровоизлияния", достигавшие уровня середины тела 4 п.п., занимали на стороне введения трупной крови клетчатку, выстилающую переднюю поверхность крестца, боковой отдел, дно малого таза и половину мочевого пузыря на стороне эксперимента. Распространение инфильтрата по паравезикальной клетчатке начиналось от шейки мочевого пузыря.

Большими размерами и распространенностью характеризовались "гематомы", верхняя граница которых достигала уровня 3 п.п. В этом случае они занимали всю клетчатку, выстилающую полость таза на стороне нагнетания трупной крови, а также переходили на противоположную половину дна малого таза и частично паравезикальную клетчатку. Свободной от инфильтрата с контрлатеральной стороны оставались клетчатка, выстилающая крестец и боковой отдел таза. В ряде случаев мочевой пузырь смещался от средней продольной оси таза в свободную от гематомы сторону.

Во всех наблюдениях, когда верхняя граница "кровоизлияния" достигала уровня 2 п.п., инъекционная масса проникала в толщу клетчатки, выстилающей боковой отдел латерального канала, оттесняя париетальную брюшину в просвет брюшной полости. Кроме того, трупная кровь занимала клетчаточные пространства дна малого таза, а также паравезикальное пространство, по окружности обхватывая мочевой пузырь. В заднем отделе таза по предкрестцовой

клетчатке "кровоизлияние" достигало зоны крестцово-подвздошного сустава, не распространяясь на боковой отдел с противоположной стороны.

Наиболее массивными забрюшинные "гематомы" были в наблюдениях, когда ее верхняя граница достигала уровня тела 1 п.п. Инфильтрат в этом случае занимал клетчатку, выстилающую забрюшинное пространство вдоль позвоночника, бокового отдела латерального канала, надлобковой области и всю полость малого таза, поднимаясь с контрлатеральной стороны до уровня терминальной линии таза. Усиливался эффект пролабирования париетальной брюшины в просвет брюшной полости.

Учитывая, что при нагнетении трупной крови в эксперименте, через одну (правую или левую) половину тазового кольца, прокрашивание забрюшинного пространства определялось только с одноименной стороны, то на 13 трупах исследование проводилось с Двух сторон. Причем, к эксперименту со второй стороны приступали во всех случаях, закончив исследование с одной стороны. Таким образом, из 205 наливок забрюшинного пространства, выполненных через подвздошную кость или боковые массы крестца, в 47 случаях показатели эксперимента снимались и регистрировались с трупа, на котором уже было выполнено исследование с одной стороны.

Результаты экспериментального исследования были проанализированы и подготовлены для математической обработки на ЭВМ. Для этого была разработана специальная карта (таблица), включавшая в свой массив 11 отличительных признаков. Кодировка экспериментальных данных осуществлялась с помощью цифровых символов.

Полученные результаты были разделены на 2 группы по условию экспериментального исследования. В первую группу включены показатели 158 наливок, выполненных на одной (или первой) стороне трупа. Во вторую группу были отнесены результаты, зарегистрированные при выполнении эксперимента со второй стороны тела (47 наблюдений)

При сравнительном анализе результатов исследования в двух группах было установлено, что в 1 группе для достижения "гематомой" уровня заданного анатомического ориентира, требовалось большее количество трупной крови. Указанная величина, при перерасчете на долженствующий ОЦК составила $3,9\% \pm 0,6\%$. Однако выявленные различия объема использованной крови в группах статистически были недостоверными ($p > 0,05$), что позволило нам объединить данные всех экспериментальных исследований в единую сводную таблицу без деления их по условию воспроизведения забрюшинной "гематомы".

Обработка данных произведена на ЕС ЭВМ. Работа была начата с исследования признакового поля, собранного в эксперименте с целью выделения главных компонент. Проведенные исследования показали, что наиболее значимыми для установления объема введенной крови являлись уровень верхней границы "гематомы", рост, масса и возраст ребёнка.

Для определения корреляции между указанными признаками был использован пакет научных программ по документу ПРО.309.008 ДЗ (программа ПЛ/1 CORR). Корреляция составила между объемом крови, распространенность

кровоизлияния, возрастом ($0,61$; $p < 0,05$), массой тела ($0,86$; $p < 0,05$) и ростом ($0,93$; $p < 0,05$).

Восстановление функции величины "кровопотери" от распространенности кровоизлияния и ростом и массой тела проводили по программе POLREG.

Были сформулированы математические выражения для определения величины "кровопотери" в зависимости от распространенности "кровоизлияния", роста (7.2.1) и массы тела (7.2.2):

$$V = K_1 P + K_2$$

где V — величина кровопотери (мл);

P — рост ребёнка (см);

K_1, K_2 — поправочные коэффициенты.

$$V = K_1 M + K_2$$

где V — величина кровопотери (мл);

M — масса тела ребёнка (кг);

K_1, K_2 — поправочные коэффициенты.

Значения поправочных коэффициентов для каждого отдельного поясничного позвонка представлены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Значения поправочных коэффициентов для тел поясничных позвонков при расчете величины кровопотери у детей.

Номер поясничного позвонка	Значения коэффициентов			
	по росту		по массе	
	$K_1 \frac{\text{мл}}{\text{см}}$	$K_2 \text{ мл}$	$K_1 \frac{\text{мл}}{\text{кг}}$	$K_2 \text{ мл}$
1	5,1	90	8,5	500
2	4,0	90	6,0	450
3	3,1	75	4,5	350
4	2,0	65	4,0	220
5	1,0	35	2,0	105

Ошибка метода при оценке кровопотери по росту составила $2,9 \pm 0,6\%$, а по массе тела — $6,1 \pm 1,7\%$, что послужило основанием величину кровопотери в забрюшинное пространство при переломах костей таза в клинических наблюдениях и экспертной практике оценивать по формуле 1, т.е. в зависимости от длины тела пострадавшего.

Для установления объема забрюшинной гематомы необходимо знать длину тела ребёнка и определить уровень верхнего края кровоизлияния относительно порядкового номера поясничного позвонка. Затем, подставляя в формулу значения поправочных коэффициентов и длину тела ребёнка, определить величину кровопотери с одной стороны. Если забрюшинная гематома двусторонняя, вначале определить величину каждой из них, а затем объем кровопотери суммарно.

Согласно нашим расчетам, у ребёнка с длиной тела 150 см максимальный объем забрюшинной гематомы с одной стороны может составить: $5,1 \times 150 + 90 = 765$ мл. На основании вышеуказанной формулы мы построили номограмму (рис. 7.1), по которой также возможно определение объема забрюшинной гематомы. Определив длину тела ребёнка и уровень расположения забрюшинной гематомы, устанавливаем объем ее по номограмме. Для этого вначале на горизонтальной оси находим точку соответственно длине тела ребёнка. Затем, проведя к этой оси перпендикуляр, доводим его до пересечения с графиком установленного нами поясничного позвонка. От точки пересечения на ось ординат необходимо провести 2-ой перпендикуляр, который и покажет объем забрюшинной гематомы.

В экспертных наблюдениях кровоизлияния в забрюшинное пространство мы наблюдали у 30 детей, из них в 7 случаях они были двусторонними. Источником кровотечения в подавляющем большинстве случаев (25) были повреждения костей заднего полукольца таза. Смерть детей наступила в первый час после травмы от различных причин, в том числе от кровопотери в забрюшинную клетчатку (5 случаев).

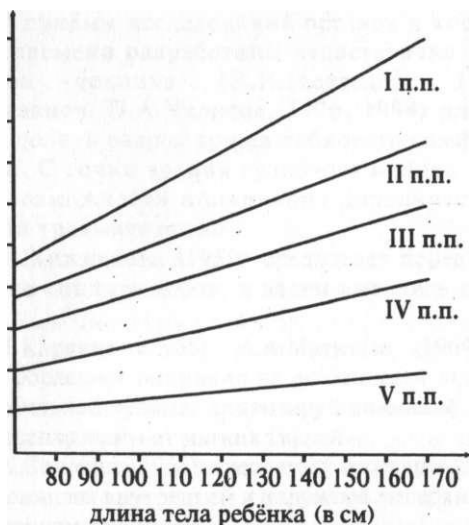
По указанным формуле и номограмме были определены расчеты объема. Вид забрюшинных гематом в экспертных случаях соответствовал гематомам, полученным в эксперименте, а объем их не противоречил таковому полученному в эксперименте. I

$$V = K1P + K2$$

V — объём гематомы (в мл)

P — длина тела ребёнка

K1, K2 — поправочные коэффициенты



№ поясничного позвонка	K1	K2
1	5,1	90
2	4,0	90
3	3,1	75
4	2,0	65
5	1,0	35

Рис.. 7.1, Способ определения объёма забрюшинных гематом у детей

Разработанный нами способ определения объема забрюшинных гематом у |
детей пррст и может применяться как в судебно-медицинской, так и в клиниче-
ской практике, например, при лапароскопии.

Глава 8

СЕКЦИОННЫЕ ПРИЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОСТЕЙ И ОРГАНОВ ТАЗОВОГО ПОЯСА

Д судебно-медицинской и патологоанатомической литературе в настоящее время достаточно подробно описаны методы секционных приёмов при исследовании трупов лиц, погибших от различных заболеваний.

Техника судебно-медицинского исследования трупов лиц, погибших в результате травм, требует своеобразных нестандартных приёмов и последовательности выявления морфологических особенностей переломов костей.

В настоящее время существует достаточно обширная литература по секционной технике вскрытия некоторых областей человеческого тела, однако приёмы исследований органов и костей тазового пояса до настоящего времени разработаны недостаточно. Так, в руководствах по секционной технике (И.И.Медведев, 1969; В.С.Житков, 1969; А.Т.Хазанров, П.А.Чалисов, 1976, 1984) для исследований таза предлагается делать разрез хряща лобкового симфиза и руками разводить кости таза. С точки зрения судебного медика такие действия недопустимы из-за возможности причинения дополнительных повреждений или повторной травматизации.

К.И.Хижнякова (1959) предлагает перед выделением половых органов из трупа спилить лобок, а затем выделить половые органы и исследовать их.

В.Я.Карякин (1965), А.А.Матышев (1969), А.В.Маслов, В.В.Дербоглав (1977) обращают внимание на особенности исследования тазового кольца при автомобильной травме, акцентируя внимание на том, что кости таза должны быть отсепарованы от мягких тканей.

А.А.Солохин (1968) предлагает отсепаровывать мышцы и связочный аппарат со стороны внутренней и наружной поверхностей тазовых костей и осматривать переломы на месте.

Таким образом, до настоящего времени не существует чёткой методики исследования костей и органов таза, не отмечены особенности изучения таза у детей. Описание повреждений костей таза, а также исследование тазовых органов судебные медики обычно проводят на невскрытом тазе.

Переломы костей скелета у детей имеют определённое своеобразие, обнаружение которых требует специальных способов секционной техники.

Анатомическое строение костной и хрящевой ткани у детей обуславливают следующие особенности повреждений: а) возникновение поднадкостничных надломов или надрывов хрящей с отслоением надкостницы; б) повреждения костей в области синхондрозов, т.е. на границе костной и хрящевой тканей; в) формирование повреждений на стороне сжатия с разрушением губчатого вещества при относительной целостности компактной пластинки.

Поскольку кости таза в детском возрасте (лобковые, подвздошные, седалищные, каждый позвонок крестца) покрыты толстой и эластичной надкостницей, в которую в области синхондрозов вплетаются элементы надхрящницы и связок, то они оказываются как бы "замурованными" в своеобразный футляр.

В нашей практике мы применяли следующий приём, который, с нашей точки зрения, является рациональным.

При исследовании трупа диагностику повреждений таза и установление механизма их образования проводят с учётом повреждений одежды, кожи, подкожной жировой клетчатки, мышц, связочного аппарата. При внутреннем исследовании трупа в момент осмотра брюшной полости следует обратить внимание на забрюшинное пространство, где могут локализоваться забрюшинные гематомы объёмом до нескольких литров. Источником кровотечения могут быть повреждённые кости заднего полукольца таза, поясничный и крестцовый отделы позвоночника, травмированные сосуды, почки. Локализацию и объём забрюшинной гематомы нужно определять до выделения брюшного органокомплекса, а источник кровотечения — в процессе исследования сосудов, внутренних органов и указанных костей.

Исследование состояния костей таза следует проводить после вскрытия грудного и брюшного органокомплекса и начинать с определения состояния крестьцово-подвздошных суставов. Для этого пересекают подвздошно-поясничные мышцы на уровне лобковых костей, освобождают внутреннюю поверхность крыльев подвздошных костей и тазового кольца от мягких тканей. В области крестца и подвздошных костей по пограничной линии рассекают надкостницу и осматривают полость крестьцово-подвздошных суставов. Признаком разрыва крестьцово-подвздошного сустава является наличие крови в его полости и отслоение надкостницы по краю сустава.

Затем устанавливают наличие остаточной деформации таза. Одним из признаков повреждения таза является его асимметрия, которую можно установить визуально или путём измерения и сопоставления косых размеров таза.

Для определения патологической подвижности костей таза необходимо производить пробные движения их в прямом, поперечном и диагональном направлениях.

Наличие повреждения кости диагностируется только после рассечения и удаления надкостницы; рассечение надкостницы нужно проводить по пограничной линии тазового кольца, а затем снаружи тазовых костей (после отсепаровки их от мышц и связок), обходя сверху вертлужные впадины.

Признаком повреждения кости или синхондроза является отслоение надкостницы и наличие крови в образовавшемся кармане.

Для изучения локализации и морфологических признаков переломов с целью установления механогенеза повреждений наиболее предпочтительным является извлечение таза из трупа и очистка его от мягких тканей и надкостницы. Вычленение таза из трупа лучше проводить после исследования и выделения органов малого таза. Для этого срединный секционный разрез продолжают на переднюю поверхность одного или обоих бёдер, по возможности ниже отсекают мягкие ткани по наружной поверхности лобковой и подвздошной костей. Затем необходимо выделить головки бедренных костей после пересечения передней и боковых частей капсулы тазобедренного сустава, круглой связки и задних отделов капсулы тазобедренного сустава. Затем пересекают позвоночный столб по межпозвоночному диску между 4 и 5 поясничными позвонками, при этом наиболее сложным моментом является разъединение поперечных отростков позвонков, которое можно перепилить. После разделения позвоночника отсекают мягкие ткани от задней поверхности крестца, таз приподнимают в правом диагональном направлении и освобождают от мягких тканей вначале правый седалищный бугор, затем левый. Изъятие таза можно начинать и спереди, с выделения лобковых и седалищных костей, седалищных бугров и заканчивать разъединением позвоночника. Выделение таза удобнее проводить при нахождении тазовой области трупа на валике.

Если таз не будет извлекаться из трупа по каким-либо причинам, необходимо выделить кости переднего полукольца таза. Для этого срединный секционный разрез продолжают на переднюю поверхность бедра, отсекают мягкие ткани по наружной поверхности лобковых и подвздошных костей по возможности ниже. Затем выпиливают и выделяют кости переднего полукольца таза (рис. 8.1).

Распил должен проходить у наружных концов верхних ветвей лобковых костей по передним стенкам вертлужных впадин и ветвям седалищных костей. Выделение костей переднего полукольца таза, по нашему мнению, нужно проводить всегда при подозрении переломов костей таза, подобно тому, как исследуются рёбра после выделения грудины.

Такой приём позволяет на месте, без выделения органов малого таза исследовать мочеиспускательный канал, предстательную железу, мочевой пузырь, влагалище, матку и прямую кишку.

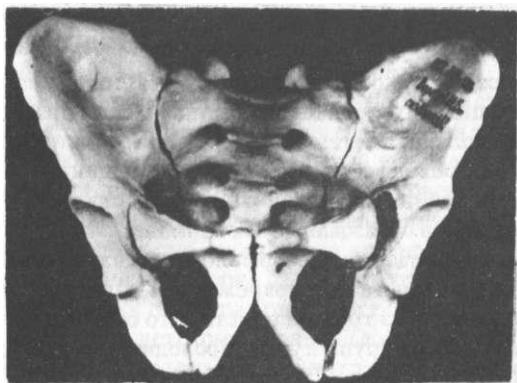


Рис. 8.1 Техника исследования таза с распилом костей переднего полукольца.

На месте очищают подвздошные кости и крестец от мягких тканей и надкостницы с внутренней и наружной поверхности и описывают характер повреждений.

Выделенные кости переднего полукольца таза также следует очистить. Повреждения крестца устанавливают путём выявления патологической подвижности при пальпации крестцовой кости между пальцами, расположенными с задней и передней поверхности её.

Костные препараты из детских костей содержат большое количество хрящевой ткани, быстро высыхают на воздухе и деформируются, в связи с чем их следует хранить в 5—7% растворе формалина.

У детей первых лет жизни при переломах таза встречаются повреждения губчатого вещества, которое может травмироваться изолированно, т.е. при неповреждённом компактном слое. Для диагностики этого повреждения необходимо в зоне патологической подвижности сделать распил кости и очистить поверхность распила от костных опилок щёткой под проточной водой. В зоне повреждения губчатого вещества имеется патологическая подвижность, травмированный очаг будет значительно светлее окружающих тканей. Если налить на поверхность распила зелёную тушь, последняя заполнит ячейки отсутствующего костного мозга и придаст повреждённому участку зелёный цвет. Повреждённую зону можно сфотографировать. Для гистологического исследования выпиливается кусочек кости с надкостницей и прилежащей хрящевой тканью толщиной 0,3—0,5 см. Проводка и окраска гистопрепаратов проводится по общепринятым в гистологии методикам. Микроскопическое исследование позволяет обнаружить повреждения отдельных трабекул, костного мозга, а также хрящевой ткани.

Изъятые кости таза у детей следует очищать от мягких тканей механически, так как термическая обработка приводит к развариванию хрящей и разъединению костей (рис. 1.2 а,б).

Исследование внутренних органов малого таза можно проводить на не вскрытом трупе рентгенологическим путём после введения в исследуемый орган (уретру, мочевого пузыря, влагалище или прямую кишку) контрастного вещества.

Выделение органов малого таза проводится после извлечения брюшного органоконплекса, которое можно провести двумя способами. *Первый* — половые органы, прямая кишка и мочевого пузыря с уретрой, как у мужчин, так и у женщин выделяют вместе с кожей промежности. Для этого тазовую область трупа целесообразно уложить на валик, развести ноги в стороны, затем большим секционным ножом сделать прокол кожи сбоку от половых органов и пересечь кожу и мягкие ткани по внутренней поверхности малого таза. *Второй* способ заключается в извлечении моче-половых органов и прямой кишки со стороны брюшной полости и большого таза (кожа промежности при этом не повреждается). Выделение органов малого таза проводят большим секционным ножом при положении таза на валике путём отделения мягких тканей по внутренней поверхности тазового кольца и пересечения уретры, влагалища и прямой кишки. Выделенные органы малого таза исследуют на секционном столике в строго определённом порядке — уретра, мочевого пузыря, влагалище, матка, маточные трубы, яичники, прямая кишка. Извлечение органов малого таза проводится до выделения костей таза.

Предпочтительным является разработанный нами способ исследования органов малого таза на месте без извлечения их из полости таза.

Для этого срединный разрез продолжают на переднюю поверхность одного или обоих бёдер, максимально отсепааровывают кости переднего полукольца таза. Затем листовой пилой, расположенной вертикально с наклоном около 45° к сагиттальной плоскости поочерёдно перепиливают горизонтальные ветви лобковых костей около вертлужных впадин. После этого концом пилы пересекают ветви седалищных костей с обеих сторон и выделяют кости переднего полукольца таза. Этот приём не является трудоёмким и занимает не более 5—6 минут. После этого прозектор получает широкий доступ для исследования органов малого таза. Вначале одна бранша ножниц вводится в наружное отверстие мочеиспускательного канала и вскрывается уретра и мочевого пузыря. Исследование влагалища удобнее проводить большими ножницами. Исследование семенных пузырьков у мужчин и маточных труб у женщин проводится малыми секционными ножницами и требует тщательности и знания их анатомического расположения. Для исследования прямой кишки бранша больших ножниц вводится в анальное отверстие и по прямой кишке делается восходящий разрез. Данный способ прост, удобен и не требует специальных приёмов реконструкции таза на трупе.

По извлечении таза необходимо провести его моделирование. Наиболее простой-способ — на место изъятых костей таза положить плотно скатанный валик ветоши (приём приемлем для трупов детей). Недостатком этого метода является неестественное положение стоп вследствие отклонения их в стороны. Второй приём заключается в фиксации головок бедренных костей и позвоночника к деревянной доске, имеющей толщину 20—30 мм, ширину не более 20 см и длину 20—25 см. Доска укладывается сзади позвоночника и головок бедренных костей. Перед фиксацией бедренных костей стопам придается естественное положение. Форма таза в последнем случае формируется ветошью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Переломы костей таза у детей в 93,8 % диагностируются как множественные и в большинстве случаев встречаются при смертельных повреждениях тупыми предметами, как правило, при автотранспортных происшествиях и падениях с высоты.

Констатация факта "множественные переломы" костей таза у детей имеет сложности, заключающиеся прежде всего в том, что далеко не всегда удается достаточно легко и наглядно диагностировать все возникшие переломы: в 49 % переломы таза являются "неполными", поднадкостничными, а сами кости после травмы сохраняют свою видимую анатомическую целостность. Диагностика таких переломов на секции возможна только после удаления и рассечения надкостницы.

В детском возрасте кости таза являются гибкими, эластичными, поэтому (в отличие от костной ткани в зрелом возрасте переломы их часто начинаются в зоне сжатия, а не растяжения. Этот факт дезориентирует эксперта, поскольку в настоящее время является общепринятым, что перелом кости обычно начинается в области наибольшего растяжения.

Чем меньше возраст ребёнка, а следовательно, эластичнее кости, тем чаще встречаются повреждения губчатого вещества (при сохранившейся компактной пластинке), что сопровождается разрушением костного мозга на довольно значительной площади, прилежащей к зоне деформации.

Еще более трудна диагностика множественных переломов таза у детей при несмертельных повреждениях. Слабо оссифицированное тазовое кольцо у детей при рентгеноскопии (график) дает мало контрастную тень. Естественно, что поднадкостничные переломы, переломы по "типу зеленой веточки", повреждения на границе кость-хрящ в области хрящевой зоны, которые в совокупности составляют значительный процент от всех переломов таза, рентгенологически выявляются недостаточно четко.

Сравнительное изучение морфологических признаков переломов костей таза у детей и взрослых при аналогичных видах деформаций показало их резкое различие, являющееся следствием прежде всего отсутствия монолитности названного анатомического образования у детей и свойствами костной ткани. Это положение заставило прежде всего искать физико-математические аналоги в строительной механике, которые могли бы пролить свет на особенности механизмов переломов. С нашей точки зрения, наиболее близким аналогом, отража-

ющим основные сущности деформаций тазового кольца у детей при внешних нагрузках, является пятиугольной формы равнобедренная трапеция* с относительно подвижными узлами — рама. Стороны (балки) такой рамы соответствуют костным образованиям (лобковые, подвздошные кости и крестец), а узлы рамы — эластичным и относительно подвижным синхондрозам (лобковому, трирадиальным) и крестцово-подвздошным суставам.

Следует указать, что имеющиеся в литературе биомеханические модели таза в виде монолитного кольца (В.С.Семенников, 1972; Б.А.Саркисян, 1985) никак не противоречат модели, принятой нами при условии, если раму рассматривать не как подвижную, а с жестким креплением по углам, что будет соответствовать состоянию полного окостенения синхондрозов.

Рассмотрение биомеханической модели таза в виде шарнирно подвижной в узлах пятиугольной рамы достаточно убедительно демонстрирует реакцию всего костного образования на внешнее воздействие. Оказалось, что при воздействии тупых предметов деформация тазового кольца (в отличие от взрослых) касается не только кости, испытывающей силовую нагрузку и разрушающейся по хрупко-пластическому типу. В процесс деформации вовлекаются синхондрозы этих костей, выполненные упругой хрящевой тканью. В зависимости от условий внешнего воздействия и соотношения прочностных характеристик кости и хрящевого соединения, разрушение может начаться в зоне кости, хряща или на границе кость-хрящ.

Воздействие травмирующего предмета, вызвавшее изолированный перелом таза, например перелом крыла подвздошной кости, как правило, не вызывает трудности в установлении направления действовавшей силы. Однако при травме тазового пояса обычно встречаются множественные повреждения, т.е. переломы двух и более костей, механогенез образования которых обычно достаточно сложен из-за конструктивных особенностей таза ребёнка.

Проблема диагностики множественных переломов и механизмов их происхождения традиционно сводится к решению прежде всего таких вопросов, как:

а) однократное или многократное было воздействие; б) если воздействие было неоднократным, то каково направление первого и последующих.

Следует указать, что имеющиеся в литературе критерии, позволяющие судить о том, что множественный (или многооскольчатый) перелом возник вследствие разового или неоднократного воздействия, не могут быть полностью перенесены на кости детского таза.

Практика травматологов и секционные наблюдения показывают, что множественные переломы костей таза у детей при воздействии тупыми предметами могут явиться следствием как разовой, так и неоднократной травмы. Это накладывает на эксперта обязанность дифференцировать переломы, возникшие первоначально, от переломов при последующих воздействиях.

Изучение математической модели таза в совокупности с экспертными и экспериментальными наблюдениями позволили установить закономерности, происходящие не только в тазовом кольце, но и в области переломов, образовавшихся при первичной травме.

Повторное воздействие травмирующего предмета на тазовое кольцо в том же направлении, что и первичное, приводит к еще большей, уже имеющейся деформации таза и увеличению объема возникших ранее разрушений. При этом область переломов повторно испытывает те же виды деформаций. В результате повторного удара (компрессии) возможно образование новых переломов, т.е. расширение зоны травматизации. В таких случаях судить по имеющимся повреждениям об одиночной или множественной травме практически не представляется возможным, т.к. они могут возникнуть и при однократном травматическом воздействии значительной силы. Однако экспертная практика показывает, что повторное воздействие в том же направлении, тем более с одним и тем же местом приложения силы мало вероятно. Как правило, в момент повторной травмы и положение тела оказывается другим и внешне воздействие на тело имеет иное направление.

Следует указать, что высокая вероятность образования поднадкостничных переломов таза у детей при первичной травме, трансформирует его биомеханические свойства. Схематически (в упрощенном варианте) они сводятся к следующему. Возникновение перелома, например, в переднем полукольце приводит как бы к появлению дополнительного шарнира, поскольку поднадкостничный перелом по биомеханическим свойствам весьма близок к нему.

При внешнем воздействии (повторная травма) травмированный таз обладает другими биомеханическими свойствами: он менее упруг, более эластичен и деформации подвергается (в основном) только та половина тазового кольца, которая испытывает внешнее воздействие, поскольку место перелома "работает" как шарнир.

Характер разрушения компактного вещества костей таза у детей (как и у взрослых) несет максимальную информацию о типе напряженного состояния и виде деформации кости в момент его разрушения. Переломы костей таза у детей целесообразно рассматривать в пределах двух групп: неполные и полные.

При деформации изгиба зона сжимающих напряжений при неполных переломах характеризуется образованием валикообразных вспучиваний, желобообразных углублений и продольных трещин коркового слоя, т.е. всеми морфологическими признаками потери устойчивости и смятия пластины, описанными в учении о сопротивлении материалов при исследовании трехслойных конструкций. Последующее внешнее воздействие приводит к дополнительной деформации уже поврежденных участков кости, диагностика которых не всегда проста вследствие достаточно большой variability возникающих морфологических признаков. Повторное воздействие нередко приводит к изгибу костной пластинки в обратную сторону в сравнении с первоначальной деформацией. Смятие в противоположную сторону в этом случае по локализации может совпадать по проекции с зоной первичного сжатия, а кость при этом приобретает патологическую подвижность в обе стороны. Этот признак, хотя и свидетельствует о повторной травме, но не позволяет решить вопрос об очередности деформации изгиба.

При повторном изгибе может произойти разрыв компактной пластинки в зоне первичного сжатия. Разрушение чаще проходит по желобообразному углуб-

лению или валикообразному вспучиванию, где имело место максимальное расщепление компактной пластинки. Края компакты в области этого разрыва неровные, имеют расщепленный вид, плотно не смыкаются. Около линии перелома сохраняется валикообразное вспучивание или углубление, которые вместе с расщепленным краем компактного слоя свидетельствуют о первичной и повторной травме.

Со стороны растяжения края излома в зоне образования перелома ровные, плотно сопоставляются; при микроскопическом исследовании на поверхности излома здесь может быть обнаружено выдергивание волокон и пластин компактного слоя. При повторной травме таза могут возникнуть условия для изгиба в противоположную сторону. При этом первично разошедшиеся костные отломки смыкаются, прижимаются и травмируют друг друга. Наиболее часто встречается отгибание компактной пластинки с одной или с двух сторон кнаружи или кнутри. При этом повреждается весь край перелома или его отдельные участки, ограниченные продольными трещинами. Если происходит травматизация компактной пластинки с одной стороны, на противоположном крае линия перелома ровная.

При сгибании компактной пластинки внутрь может возникнуть смятие губчатого вещества. Такое разрушение особенно характерно для области синхондрозов, где корковый слой имеет наименьшую трещину. Выкрашивание и скол костного вещества при повторной травматизации на компактной пластинке встречается нечасто, при этом объем выкрашивания обычно бывает микроскопическим, что особенно характерно для детской кости. Продольные трещины, отходящие от основной линии перелома, возникают от расклинивания компактного слоя выступающим противоположным краем отломка в результате сильного сжатия.

В случаях полных переломов со стороны растяжения поверхность излома губчатого вещества относительно ровная с единичными шипообразными мелкими выступами, которые образуются вследствие выдергивания балок губчатого вещества, поры его заполнены костным мозгом, плотно охватывающим перегородки. В области сжимающих деформаций часть пор свободна от костного мозга вследствие выдавливания его. Со стороны сжатия на поверхности излома в губчатом веществе имеются множественные выступы, щели и пустоты, характер расположения которых свидетельствует о направлении движения расходящихся фрагментов кости. Процесс долома кости при полных переломах сопровождается "отщепом", вследствие развития срезающих напряжений. "Отщеп" представляет собой истончающийся поверхностный слой компактного вещества с оборванными на различном расстоянии от плоскости излома волокнами и располагается обычно на костном участке, который имел больший объем движений. На противоположном фрагменте кости формируется площадка дефекта компактного слоя.

На формирование и выраженность морфологических признаков повторной травматизации влияют форма и степень смещения костных отломков, "отщепленный" участок может попадать между смещающимися поверхностями перелома и быть согнутым в противоположную сторону, внутрь к губчатому веществу;

на поверхности излома могут возникнуть смятие и сгибание выдернутых волокон компактного и губчатого вещества. Возможно также повреждение губчатого вещества вклинивающейся компактной пластинкой края перелома противоположной стороны, которое имеет форму ямки.

Нередко повреждения таза у детей располагаются в области синхондрозов или краевых хрящей, которые могут быть обозначены как синхондролиты. В зоне растягивающих деформаций в костной и хрящевой ткани линия перелома ровная, края повреждения сопоставляются. Траектория излома со стороны растяжения идет обычно по границе выступов костно-хрящевой ткани и напоминает вывих кости из ложа хряща. В зоне сжатия перелом переходит на губчатое вещество кости, которое разрушается с выдавливанием костного мозга и образованием бугристости, выступов, трещин и полостей. Зона долома характеризуется отщепом ткани и надкостницы.

Механизм разрушения хрящевой ткани также находит свое отображение в характере поверхности излома. В начальной зоне разрыва хряща формируется относительно ровная площадка, от которой в сторону сжатия идут поверхностные параллельные или веерообразно расходящиеся бороздки и валики, которые значительно выражены в зоне сжатия. Поверхность излома может иметь чешуйчатый или волнообразный характер. Со стороны сжатия между хрящем и надхрящницей всегда располагается циркулярная трещина — щель, обнаруживаемая при натяжении надкостницы. На поверхности излома хряща довольно часто имеются мелкие фрагменты, удерживающиеся мягкими тканями и надхрящницей. Подвижность этих фрагментов направлена в одну сторону и убедительно свидетельствует о механизме формирования повреждения.

Разрывы надкостницы образуются только вследствие растяжения при значительном смещении костных отломков. Надкостница может разорваться в зоне растяжения кости и сохранить свою целостность в области сжатия. Разрыв надкостницы в зоне сжатия всегда происходит на определенном расстоянии от траектории изгиба и всегда сочетается с наличием щели между костью и надкостницей.

Ценным диагностическим признаком сжатия является наличие мелких костных фрагментов, прикрепленных к оборванному и скрученному участку надкостницы.

Каких-либо устойчивых признаков повреждений хрящевой ткани и надкостницы, возникающих при повторной травматизации мы не обнаружили.

Таким образом, далеко не все варианты повторного воздействия способны отразиться на виде и характере первично возникших переломов. Однако, в тех случаях, когда они возникают, диагностика неоднократного воздействия оказывается весьма надежной. Следует указать, что дополнительные разрушения в области переломов, возникших от первого воздействия, возникают и тогда, когда повторная травма не вызывает новых переломов. Этот факт сам по себе для диагностики неоднократного воздействия, с нашей точки зрения, приобретает важное значение.

Сравнение частоты переломов таза, установленных в условиях клиники и в экспертных наблюдениях, показало, что наибольшую трудность для диагностики % ки представляют повреждения заднего полукольца, т.е. крестцово-подвздошных

суставов и переломы боковых отделов крестца. Изучение характера изменений математической модели тазового кольца в сравнении с остаточной деформацией таза после травмы позволило установить зависимость между изменениями косых диаметров и повреждений костей заднего полукольца таза.

Разработанный нами способ диагностики таких повреждений заключается в измерении на обзорной рентгенограмме косых размеров таза от крестцово-подвздошных суставов до дна вертлужной впадины противоположной стороны. Увеличение одного косого размера таза более чем на 0,3 см, по сравнению с другими, свидетельствует о повреждении заднего полукольца таза, в частности, о переломе бокового отдела крестца на этой стороне, а уменьшение его — о разрыве крестцово-подвздошного сустава. Наши исследования показали, что подобные изменения соотношения косых размеров таза являются типичными для ударной или компрессионной нагрузки в каком-либо диагональном направлении.

Повреждения заднего полукольца таза у детей вызывают трудности диагностики их и на секции. Поэтому исследование таза предпочтительнее начинать с осмотра крестцово-подвздошных суставов. Наличие крови в их просвете и отслоение надкостницы в области подвздошной кости около сустава свидетельствуют о разрыве его. Переломы крестца в результате деформации сжимающих напряжений располагаются обычно в боковых отделах первого—второго, реже третьего крестцовых позвонков.

Необходимо указать, что множественные переломы костей таза у детей нередко имеют осложнения, которые подлежат обязательной диагностике как в случаях смертельных, так и несмертельных повреждений. Дело в том, что множественные переломы костей таза, особенно крестца и подвздошных костей, сопровождаются повреждением большей площади губчатого вещества. Это обстоятельство обуславливает обильную кровопотерю, которая может иметь доминирующее значение в исходе травматической болезни. Кровь скапливается в забрюшинном пространстве, поднимается до уровня диафрагмы, и объём таких гематом у детей может превышать 1000 мл.

I

Разработанный нами способ определения объема забрюшинных гематом в зависимости от уровня расположения их относительно поясничного отдела позвоночника и роста ребёнка был подтвержден на достаточном количестве экспертных наблюдений и успешно применен в клинике.

Оба способа просты, доступны для экспертной и клинической практики и не требуют какого-либо дополнительного оборудования.

Механогенез образования повреждений таза у детей устанавливается путем сопоставления локализации переломов и анализа их морфологических признаков. На этой основе нами разработана дифференциально-диагностическая таблица, которая может явиться практическими рекомендациями при оценке механизмов переломов таза у детей как для экспертов, так и для клиницистов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Механизм образования, механогенез и локализация повреждений костей таза у детей и лиц зрелого возраста при воздействии твердых тупых предметов.

$\frac{VN}{\sqrt{n}}$	Локализация повреждений таза у детей	Механогенез образования переломов	Механизм травмы	Локализация повреждений таза у лиц зрелого возраста (по данным литературы)	Различия повреждений таза у детей и лиц зрелого возраста
1	2	3	4	5	6
1.	Переломы внутренних концов верхних ветвей лобковых костей на границе с хрящом лобкового симфиза. Винтообразные переломы у наружных концов верхних ветвей лобковых костей или разрывы У-образных хрящей. 1—2 перелома на нижней ветви лобковой и ветви седалищной костей с обеих сторон.	Уменьшение прямого размера таза и прогиб переднего полукольца, растяжение хряща лобкового симфиза с внутренней поверхности, сжатие синхондрозов трирадиальных хрящей с внутренней поверхности.	Удар спереди в область лобка в горизонтальной плоскости.	Разрыв лобкового сращения. Двухсторонние переломы верхних (средняя или внутренняя треть) нижних ветвей лобковых и ветвей седалищных костей. Переломы в месте перехода верхних ветвей лобковых костей в нижние. Разрывы крестцово-подвздошных суставов.	Разрыв хряща лобкового симфиза у детей встречается редко. Обычно бывают поднадкостничные неполные повреждения у внутренних концов верхних ветвей лобковых костей на границе с хрящом лобкового симфиза (синхондролиты). Надломы в области трирадиального хряща начинаются в зоне сжатия со стороны внутренней поверхности тазового кольца. Повреждений заднего полукольца таза у детей обычно не встречается.

1	2	3	4	5	6
2.	Переломы у внутренних и наружных концов верхних ветвей лобковых костей. Отрыв краевого хряща нижней ветви лобковой и ветви седалищной костей с обеих сторон. По 2—3 перелома в области нижней ветви лобковой и ветви седалищной костей с обеих сторон. Неполные разрывы крестцово-подвздошных суставов.	Тазовые кости совершают вращение вокруг оси, проходящей через крестцово-подвздошные суставы. Изгиб переднего полукольца таза книзу. Растяжение хряща лобкового симфиза в области подлобкового угла вследствие расхождения лобковых костей. Максимальная зона растяжения на верхней поверхности лобковых костей около Y-образного хряща, а сжатия — на нижней со стороны запирательных отверстий. Нижние ветви лобковых и ветви седалищных костей испытывают деформацию сжатия, переходящую в двойной изгиб.	Удар спереди сверху в область лобка под углом к плоскости тазового кольца.	Механизм травмы не изучался	
3.	Возможно образование локальных переломов в области подвздошных костей. Разрыв хряща лобкового симфиза или синхондролиты у внутренних концов лобковых костей. Разрыв крестцово-подвздошных суставов.	Вначале крылья, а затем подвздошные кости расходятся в стороны. Натяжение передних и задних связок крестцово-подвздошных суставов и растяжение в области хряща лобкового симфиза.	Удар спереди предметом с широкой ударяющей поверхностью по передним остям подвздошных костей.	Механизм травмы не изучался.	

1	2	3	4	5	6
4.	Синхондролиты у внутренних и наружных концов верхних ветвей лобковых костей с обеих сторон. По 1—2 перелома нижних ветвей лобковых и ветвей седалищных костей с обеих сторон. Разрывы крестцовоподвздошных связок. Локальные переломы задних отделов подвздошных костей.	В момент травмы таз находится на твердом основании, а травмирующий предмет действует спереди. Уменьшение прямого размера, изгиб переднего полукольца таза, растяжение хряща лобкового симфиза со стороны внутренней костной пластинки, тридиагональных хрящей — со стороны наружной. Изгиб ветвей седалищных костей с растяжением наружных костных пластинок. Расхождение суставных поверхностей, натяжение и разрыв передних связок крестцовоподвздошных суставов и отслоение надкостницы по пограничной линии подвздошных костей.	Удар с компрессионной в область лобка.	Механизм травмы не изучался.	

1	2	3	4	5	6
5.	Синхондролиты у внутренних и наружных концов верхних ветвей лобковых костей или разрыв хряща лобкового симфиза. Переломы нижних ветвей лобковых и ветвей седалищных костей с каждой стороны и отрыв от них краевого хряща. Разрывы крестцово-подвздошных суставов с обеих сторон. Локальные переломы задних отделов подвздошных костей.	Вследствие воздействия травмирующей силы спереди и сзади происходит уменьшение прямого и увеличение поперечного размеров таза. Кости переднего полукольца таза испытывают деформацию изгиба и кручения. Максимальные напряжения возникают в области хряща лобкового симфиза и у наружных концов ветвей лобковых костей. Вследствие расхождения лобковых и подвздошных костей в стороны и движения крестца кпереди и кзади передних крестцово-подвздошных связок и разрывы крестцово-подвздошных суставов.	Компрессия в передне-заднем направлении.	Разрыв лобкового сращения. Переломы верхних ветвей лобковых костей в области подвздошно-лобкового возвышения с повреждением передневерхней части вертлужной впадины. Одиночные или двойные переломы нижних ветвей лобковых и ветвей седалищных костей. Разрывы центральных крестцово-подвздошных связок. Поперечный перелом крестца, обычно в области 2—3 позвонков.	В отличие от взрослых у детей повреждение верхних ветвей лобковых костей располагается обычно по границе с хрящом или в зоне роста кости — синхондролиты; характерен отрыв краевых хрящей нижних ветвей лобковых и ветвей седалищных костей. Переломы крестца у детей встречаются редко и располагаются обычно в области 3—4 позвонков; более типично образование переломов задних отделов крыльев подвздошных костей.

1	2	3	4	5	6
	Разрыв хряща лобкового симфиза или переломы на границе его с верхними ветвями лобковых костей. Переломы у наружных концов верхних ветвей лобковых костей с признаками растяжения на верхних поверхностях. По 2—3 перелома на ниж. ветви лобковой и ветви седалищной костей с обеих сторон и отрывы краевых хрящей. Разрывы крестцово-подвздошных суставов.	Если седалищные бугры фиксированы к плоскости, а действие травмирующего предмета направлено сверху вниз, происходит изгиб переднего полукольца таза и расхождение подлобкового угла. Наибольшую деформацию испытывают верхние ветви лобковых костей с напряжением растяжения на верхней поверхности. Кости, составляющие запиральные отверстия, испытывают сжатие, переходящее в двойной изгиб. Тазовые кости вращаются относительно крестца вниз и назад, при этом плоскость входа в малый таз приближается к плоскости передней поверхности крестца.	Механизм травмы не изучался.		

1	2	3	4	5	6
6.	Разрыв передних и задних крестцово-подвздошных связок. При разгибании крестца возникают разрывы на границе 3—4 крестцовых позвонков и межпозвоночных дисков. При сгибании крестца образуются переломы с признаками сжатия на внутренней поверхности 3—4 крестцовых позвонков. Образуется разрыв хряща лобкового симфиза или синхондролиты у внутренних концов лобковых костей.	Крестец вклинивается между подвздошными костями, задние отделы которых разворачиваются и расходятся в стороны. Повреждения крестца возникают по 2-м вариантам: а) по типу разгибания крестца кзади; б) по типу изгиба крестца кпереди. Разгибание переднего полукольца таза, растяжение хряща лобкового симфиза со стороны внутренней поверхности.	Удар сзади в область крестца предметом с ограниченной поверхностью (меньше ширины крестца).	Локальные переломы крестца в месте приложения силы (обычно поперечный на уровне 2—3 позвонков). Двусторонний Разрыв крестцово-подвздошных суставов. Разрыв лобкового сращения.	Переломов остистых отростков крестцовых позвонков у детей мы не наблюдали, т.к. они представлены хрящевой тканью. Переломы крестца бывают по границам тел позвонков, межпозвоночными дисками обычно на внутренней поверхности крестца и возникают вследствие деформации сжатия или растяжения.
7.	Локальные переломы краевых хрящей задних отделов подвздошных костей. Переломы крестца. Разрывы передних крестцово-подвздошных связок. Синхондролиты у наружных и внутренних концов верхних ветвей лобковых костей.	Крестец частично вклинивается в полость таза, уменьшается прямой и увеличивается поперечный размеры. Изгиб костей переднего полукольца таза с растяжением внутренней костной пластинки.	Удар сзади в область крестца и задних отделов подвздошных костей.	Поперечные переломы на уровне 2—3 позвонков. Двусторонние разрывы крестцово-подвздошных суставов. Переломы задних отделов крыльев и тел подвздошных костей. Разрывы лобкового сращения.	У детей помимо повреждений заднего полукольца таза в виде синхондролитов у внутренних концов наружных ветвей верхних ветвей лобковых костей.

1	2	3	4	5	6
	Отрыв краевых хрящей седалищных бугров и переломы седалищных костей. По 2—3 перелома с каждой стороны нижних ветвей лобковых и ветвей седалищных костей. Переломы передней поверхности крестца, сформировавшиеся на стороне сжатия. Повреждения в области хряща лобкового симфиза и разрывы обоих крестцово-подвздошных суставов.	При соударении с плоскостью седалищными буграми происходит сближение или их расхождение в зависимости от направления удара, а крылья подвздошных костей соответственно расходятся или сближаются. Кости, составляющие запирающие отверстия испытывают деформацию сжатия. В момент соударения крестцовой кости с плоскостью происходит сгибание крестца и углубление крестцового изгиба.	Удар сзади снизу при падении на крестец и седалищные бугры.	Переломы копчика, перелом нижних позвонков крестца (4—5). Переломы ветвей седалищных костей. Перелом нижних ветвей лобковых костей.	В отличие от взрослых у детей наблюдаются переломы седалищных костей и по 2—3 перелома ветвей седалищных и нижних лобковых костей, отрывы краевых хрящей седалищных и нижних ветвей лобковых костей, повреждения в области хряща лобкового симфиза и разрывы крестцово-подвздошных суставов.
9.	Локальные повреждения в виде отрывов краевых хрящей задних отделов подвздошных костей, разрывы крестцово-подвздошных суставов, переломы крестца. Конструкционные несимметричные переломы у наружных и внутренних концов верхних ветвей лобковых и ветвей седалищных костей.	Травмирующий предмет действует в задне-переднем направлении в область крестца и задних отделов подвздошных костей, а лобок находится на твердом основании. Уменьшается прямой и увеличивается поперечный размер таза. Заднее полукольцо таза разгибается за счет локальной нагрузки, а переднее полукольцо за счет противодействия твердого основания.	Удар с компрессионной сзади в область крестца и подвздошных костей.	Механизм травмы не изучался.	

1	2	3	4	5	6
10.	Локальные переломы задних отделов крыльев подвздошных костей, крестца, разрывы крестцово-подвздошных суставов. Переломы по границе кость-хрящ у наружных и внутренних концов верхних ветвей лобковых костей, разрыв хряща лобкового симфиза. По 1—2 перелома лобковых и ветвей седалищных костей.	Механизм образования повреждений от сдавления таза в задне-переднем и передне-заднем направлениях имеют общие закономерности. Уменьшается прямой и увеличивается поперечный размеры таза. Изгиб заднего и переднего полукольца таза за счет сближения крестца и лобка.	Компрессия в задне-переднем направлении	Разрыв вентральных крестцово-подвздошных связок. Поперечный перелом крестца обычно в области 2—3 позвонков. Переломы верхних ветвей лобковых костей в области подвздошно-лобкового возвышения с повреждением передне-верхней части вертлужных впадин. Разрыв лобкового сращения. Одиночные или двойные переломы нижних ветвей лобковых и ветвей седалищных костей.	Локализация переломов у детей и лиц зрелого возраста при этом механизме травмы в целом совпадает, однако у детей переломы обычно неполные, поднадкостничные, локализируются в области синхондрозов и нередко формируются в зонах сжимающих напряжений, а не растягивающих, как у взрослых.
11.	Локальный горизонтальный перелом крыла подвздошной кости. Повреждение губчатого вещества между наружной и внутренней костными пластинками, перелом краевого хряща. Перелом бокового отдела крестца и верхней ветви лобковой кости, обычно со стороны удара.	Изгиб крыла подвздошной кости с растяжением наружной костной пластинки; сдвиг наружной и внутренней компактных пластинок относительно друг друга, отрыв краевого хряща. Действующая сила может передаваться на передний, задний отделы таза. Лобковые кости испытывают деформацию изгиба, наиболее выраженную со стороны удара с признаками сжатия на наружной костной пластинке, а боковой отдел крестца разрушается вследствие сжатия.	Удар сбоку в крыло подвздошной кости.	Горизонтальный перелом крыла, вертикальный или косой перелом тела подвздошной кости. Перелом верхней ветви лобковой кости, крестца; разрыв крестцово-подвздошного сустава.	У детей горизонтальный перелом крыла подвздошной кости обычно сопровождается сдвигом наружной и внутренней костных пластинок и частичным отрывом краевого хряща крыла. Переломы бокового отдела крестца и верхней ветви лобковой кости возникают не всегда. Разрывы крестцово-подвздошных суставов обычно не встречаются.

1	2	3	4	5	6
2.	Переломы дна вертлужной впадины по У-образному хрящу и вертикальные переломы подвздошной кости. Перелом верхней ветви лобковой кости и перелом бокового отдела крестца наиболее выражены на стороне удара, хотя могут встречаться с противоположной от удара стороны.	Действуя наподобие клина, головка бедренной кости может разорвать синхондроз У-образного хряща и проходит в полость таза. Через головку бедренной кости напряжение передается на вертлужную впадину, а затем на переднее и заднее полукольцо таза пропорционально направлению действовавшего предмета. В переднем полукольце таза происходит изгиб верхних ветвей лобковых костей внутрь, а хрящ лобкового симфиза смещается кпереди. В области заднего полукольца таза суставные поверхности крестцово-подвздошных суставов прижимаются друг к другу и напряжение сжатия передается на боковые отделы крестца, где и образуются переломы.	Удар сбоку в область большого вертела бедренной кости.	Переломы вертлужной впадины на соударяемой стороне и переломы подвздошной кости. Двусторонние переломы лобковых и седалищных костей, бокового отдела крестца. Разрывы крестцово-подвздошных суставов.	Переломы вертлужной впадины у детей встречаются редко. Образование повреждений переднего или заднего полукольца таза зависит от направления действия травмирующей силы; они могут встречаться отдельно или в сочетании друг с другом, чаще на стороне удара. Разрывы крестцово-подвздошных суставов обычно не встречаются.

1	2	3	4	5	6
13:	Переломы могут быть более выражены как на стороне удара, так и с противоположной стороны. Переломы вертлужной впадины по границе триадиального хряща. Переломы верхних ветвей лобковых костей, боковых отделов крестца. С одной или двух сторон перелом нижней ветви лобковой и седалищной костей.	В момент травмы внутрь прогибаются обе половины таза — одна вследствие действия травмирующего предмета, вторая от действия опоры, при этом уменьшается поперечный размер и увеличивается прямой. Верхние ветви лобковых костей изгибаются вследствие смещения хряща лобкового симфиза кпереди. Кости заднего полукольца испытывают деформацию изгиба вследствие подвздошных костей.	Удар с компрессией сбоку в область большого вертела бедренной кости.	Механизм травмы не изучался.	
14.	Локальные переломы вертлужных впадин по границе триадиального хряща с телами подвздошной, лобковой, седалищной костей. Локальные горизонтальные или вертикальные переломы подвздошных костей. Повреждения хрящей и боковых отделов крестца обычно с двух сторон. Повреждения наружных костных пластинок верхних ветвей лобковых костей на границе средней и наружной трети в виде валикообразных выпучиваний. Надломы и вывихи у внутренних концов верхних ветвей лобковых костей. По 1—2 перелома нижних ветвей седалищных костей, с отрывом краевого хряща.	Действующая сила через головки бедренных и крылья подвздошных костей передается на вертлужные впадины и подвздошные кости, которые прогибаются внутрь; уменьшается поперечный и увеличивается прямой размер таза. За счет сближения подвздошных костей происходит сжатие крестца с наибольшим напряжением на передней поверхности. Вследствие увеличения прямого размера лобок движется кпереди, а верхние и нижние ветви лобковых костей испытывают деформацию изгиба с максимальными сжимающими напряжениями на наружных костных пластинках.	Сдавление в боковом направлении.	Двусторонний перелом вертлужных впадин и крыльев подвздошных костей. Двусторонний разрыв спинных крестцово-подвздошных связок и вертикальный перелом крестца. Переломы верхних ветвей лобковых костей на границе с наружным краем запирающего отверстия. Двойные или одиночные переломы нижних ветвей лобковых и ветвей седалищных костей.	Переломы вертлужных впадин и подвздошных костей у детей встречаются не всегда. Типичными для данного механизма травмы следует считать переломы боковых отделов крестца и верхних ветвей лобковых костей; на наружных костных пластинках их в средней трети образуются валикообразные выпучивания, а около хряща лобкового симфиза переломы и вывихи внутренних концов верхних ветвей лобковых костей.

1	2	3	4	5	6
5.	Локальный перелом верхней ветви лобковой кости, перелом передне-верхней стенки вертлужной впадины. Одно или двухсторонние синхондролиты в области хряща лобкового симфиза. Переломы нижней ветви лобковой и ветви седалищной костей на стороне удара и разрыв крестцово-подвздошного сустава с противоположной от удара стороны.	Направление действия силы происходит вдоль одного из косых размеров таза, который при этом уменьшается, в то время как другой — увеличивается. Верхняя и нижняя ветви лобковой и ветвь седалищной кости со стороны удара прогибается в полость таза. В заднем полукольце таза со стороны действия силы суставные поверхности крестцово-подвздошного сустава прижимаются друг к другу и сжимающие напряжения передаются на боковые отделы крестца, а с противоположной стороны происходит расхождение суставных поверхностей и разрыв крестцово-подвздошного сустава.	Удар в диагональном направлении спереди в область ветви лобковой кости.	Локальные переломы верхней и нижней ветвей лобковой и ветви седалищной костей на стороне удара. Переломы лобковой и седалищной костей на противоположной от места удара стороне. Разрыв лобкового сращения или отрыв лобка от кости, подвергшейся удару. Разрыв крестцово-подвздошного сустава, расположенного на стороне, противоположной месту удара.	У детей перелом верхней ветви лобковой кости обычно сопровождается повреждением передне-верхней стенки вертлужной впадины и синхондролитами в области лобкового симфиза. В момент удара обе подвздошные кости двигаются в одном направлении, поэтому со стороны удара будет перелом бокового отдела крестца, а с противоположной стороны разрыв крестцово-подвздошного сустава.
6.	Горизонтальный перелом крыла подвздошной кости. Разрушение губчатого вещества, расположенного между компактными пластинками. Отрыв краевого хряща в области гребня.	Изгиб крыла подвздошной кости кзади, кнаружи, сдвиг наружной и внутренней костных пластинок относительно друг друга, отрыв краевого хряща гребня подвздошной кости.	Удар в диагональном направлении по внутренней поверхности крыла подвздошной кости спереди.	Механизм травмы не изучался.	

1	2	3	4	5	6
17.	Отрыв краевого хряща подвздошной кости в месте удара. Вертикальный перелом крыла подвздошной кости и разрыв крестцово-подвздошного сустава на стороне удара. Перелом бокового отдела крестца с противоположной от удара стороны. Перелом у наружного конца верхней ветви лобковой кости со стороны удара. Перелом у внутреннего конца верхней ветви лобковой кости с противоположной стороны. По 1—2 перелома нижних ветвей лобковых и ветвей седалищных костей с обеих сторон.	На стороне удара происходит расхождение подвздошной и крестцовой костей и изгиб подвздошной кости. На противоположной стороне сжатие суставных поверхностей крестцово-подвздошного сустава и внутренней костной пластинки крестца. Верхняя ветвь лобковой кости на стороне удара изгибается внутрь, а противоположная — наружу. Нижние ветви лобковых и ветви седалищных костей испытывают деформацию изгиба с кручением.	Удар в диагональном направлении создает в области задне-нижней ости подвздошной кости.	Односторонние переломы заднего отдела крыла подвздошной кости, крестцовой кости, разрыв крестцово-подвздошного сустава на той же стороне.	В месте удара у детей встречается отрыв краевого хряща, перелом крыла подвздошной кости, разрыв крестцово-подвздошного сустава. С противоположной стороны возникает перелом бокового отдела крестца. В переднем полукольце таза со стороны удара лобковая кость сгибается, а с противоположной — разгибается; в результате этих деформаций возникают типичные для этого механизма травмы повреждения лобковых и седалищных костей.

1	2	3	4	5	6
18.	Локальный перелом в месте воздействия травмирующего предмета. Переломы "вывихи" у внутренних концов верхних ветвей лобковых костей. Переломы у наружных концов верхних ветвей лобковых костей. По 1—2 перелома в области нижних ветвей лобковых и ветвей седалищных костей. Разрыв крестцово-подвздошного сустава на стороне уменьшающегося косо́го размера таза, перелом бокового отдела крестца на стороне увеличивающегося косо́го размера таза.	Воздействие травмирующего предмета в диагональном направлении спереди и сзади приводит к одинаковым повреждениям, т.к. действие предмета и опоры направлены друг к другу. В момент травмы тазовые кости совершают частичное вращательное движение относительно крестца, при этом один косо́й размер таза уменьшается, другой увеличивается. Верхние ветви лобковых костей испытывают различное напряжение; лобковая кость уменьшающегося диаметра разгибается, другая сгибается. Хрящ лобкового симфиза смещается кпереди. Происходит изгиб с кручением нижних ветвей лобковых и ветвей седалищных костей с одной стороны кпереди, с другой кзади. Крестцово-подвздошные суставы испытывают различное напряжение: с одной стороны подвздошная кость прижимается к крестцу, с противоположной происходит расхождение суставных поверхностей крестцово-подвздошного сустава.	Удар с компрессией в диагональном направлении спереди и сзади в положении таза на твердом основании.	Механизмы травмы не изучались.	

1	2	3	4	5	6
19.	Вертикальные переломы подвздошных костей. Разрыв крестцово-подвздошного сустава с одной стороны, перелом бокового отдела крестца с другой. Надломы, переломы верхних ветвей лобковых костей у наружных и внутренних концов или в средней части их. Вывих внутренних концов верхних ветвей лобковых костей или перелом хряща лобкового симфиза. Перелом нижних ветвей лобковых костей, разрыв хряща лобкового симфиза. Перелом нижних ветвей лобковых и ветвей седалищных костей. Отрывы краевых хрящей подвздошных, седалищных и лобковых костей.	При сдавлении тазовой области происходит поворот подвздошных костей вокруг крестца и возникает деформация тазового кольца с уменьшением одного косога размера и увеличением другого. Обе подвздошные кости испытывают деформацию изгиба (одна на сгибание, вторая на разгибание). В заднем сегменте таза обе подвздошные кости смещаются в одном направлении, поэтому суставные поверхности крестцово-подвздошных суставов с одной стороны расходятся, с другой прижимаются друг к другу. Верхние ветви лобковых костей смещаются также в одном направлении, поэтому одна сгибается, другая разгибается. Нижние ветви лобковых и ветви седалищных костей испытывают изгиб с кручением.	Компрессия в диагональном направлении.	Перелом лобковых и седалищных костей. Разрыв лобкового соединения. Разрыв ventральных связок у вышележащего и спинных связок у нижележащего крестцово-подвздошных суставов. Перелом боковых отделов крестца.	Для данного механизма травмы в детском возрасте характерно образование разрыва крестцово-подвздошного сустава с одной стороны и перелом бокового отдела крестца с другой. Могут возникать переломы подвздошных костей с одной стороны в результате сгибания, с другой — разгибания. Лобковая кость на стороне увеличивающегося диаметра таза сгибается, на противоположной разгибается. В результате этих напряжений возникают довольно типичные повреждения костей переднего полукольца таза.

УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Адамович КС.* Моделирование напряженно-деформированного состояния трубчатых костей человека: Автореф. дис.... д-ра техн. наук. — Рига, 1989. — 32 с.

4. *Андронеску А.* Анатомия ребёнка. /Перевод/. — Бухарест: Меридиане, 1970. — 363 с.

6. *Аникин Ю.М., Колесников Л.Л.* Построение и свойства костных структур. М., 1993. — 127 с.

9. *Бахметьев В.И.* Множественные переломы длинных трубчатых костей нижних конечностей при травме тупыми предметами (обоснование морфологических критериев механизмов и последовательности переломов): Автореф. дис ... д-ра мед. наук. — Самара, 1992. — 32 с.

10. *Беленький В.Е.* Исследование движений таза и позвоночника при ходьбе // Ортопедия, травматология и протезирование, — 1971. — N 7. — С. 37—43.

11. *Брачков Г.* Основы биомеханики. Пер. с болг. В.Джупанова. — М.: Мир, 1981. — 254 с.

12. *БрокД.* Основы механики разрушения. Пер. с англ. — М.: Высшая школа, 1980. — 368 с.

17. *Бухны АФ.* Повреждения эпифизарных зон костей у детей. — М.: Медицина, 1973. — 167 с.

19. *Вагнер Е.А., Денисов АС., Хромцов А А* Принципиальные основы хирургической тактики при массивном кровотечении в забрюшинное пространство у пострадавших с сочетанной травмой груди и таза // Труды Пермского мед. ин-та. — Пермь, 1982. — Т. 157. — С. 53—55.

20. *Валькер Ф.И.* Топографо-анатомические особенности детского возраста. — М. — Л.: Медгиз, 1938. — 311 с.

22. *Галас П.В., Дзюбан АМ., Коцевольский А.И.* Каталог выступающих частей деталей автомобилей. — РИО МВД СССР, 1978. — 144 с

25. *Гомзяков Г.А.* Закрытые переломы таза, осложненные забрюшинными гематомами // Вести, хирургии им. Грекова, — 1955. — N 5. — С. 67—74.

27. *Гориков С.З., Волков В.С., Виноградов Е.В.* Забрюшинные посттравматические гематомы // Советская медицина, — 1981. — N 12. — С 89—91.

28. *Гостев В.С.* Закрытые повреждения таза: (Диагностика и лечение в остром периоде): Автореф. дис.... канд. мед. наук. — Л., 1973. — 15 с

29. *Громов А.П.* Биомеханика травмы: (Повреждения головы, позвоночника и грудной клетки) — М.: Медицина, 1979. — 271 с

30. Гурфинкель В.С., Коц Я.М., Шик М.Л. Регуляция позы человека. — М.: 1965. — 246 с.
31. Дамской Д. Д. Биомеханика. — М.: Медицина, 1975, 154 с. 32. Дамье Н.Г. Основы травматологии детского возраста. 2-е изд. — М.: Медгиз, 1960. — 292 с.
36. Джалилов П.С. Переломы костей таза у детей // Вестн. хирургии им. Грекова, — 1985. — Т.134. — N 3. — С 86—88.
38. Драчук Г. П. Разрывы соединений костей таза: Автореф. дис.... канд. мед. наук. Харьков, 1983. — 16 с.
39. Житков В.С. Основы техники судебно-медицинского исследования трупов: Паркт. пособие. — Южно-Сахалинск, Дальневост. кн. изд-во, Сахалинское отд-ние, 1969. — 176 с.
41. Закариадзе Р.Х. К вопросу клиники, диагностики и лечения переломов костей таза у детей: Автореф. дис ... канд. мед. наук. — Тбилиси, 1974. — 36 с
43. Закариадзе Р.Х. Переломы костей таза у детей. — Тбилиси, Сабчота Сакартвело, 1977. — 178 с.
44. Зедгенидзе Г.А, Осипова Т.А Неотложная рентгенодиагностика у детей: (Руководство для врачей). — Л.: Медицина, Ленигр. отд-ние, 1980. — 375 с.
52. Каплан А.В. Закрытые повреждения костей и суставов. — Изд. 2-е. — М.: Медицина, 1967. — 512 с
55. Карпенко Е.С. Закрытые переломы таза: Автореф. дис ... канд. мед. наук. — Свердловск, 1953. — 13 с
58. Кешишян Р.А Диагностика переломов и забрюшинных кровоизлияний при повреждениях костей таза у детей: Автореф. дис ... канд. мед. наук. — М., 1988. — 23 с
59. Киселев В.П., Самойлович Э.Ф. Множественные и сочетанные травмы у детей. — Л.: Медицина, Ленигр. отд-ние, 1985. — 231 с.
60. Кисилев П.П. К вопросу о забрюшинных гематомах при повреждении таза и его органов (эксперимент) // Труды ВММА им. Кирова, — 1950. — Т. 23. — С. 117—122.
61. Кнетс И.В., Пфафрод Г.О., Саулгозис Ю.Ж.. Деформирование и разрушение твердых биологических тканей. — Рига: Зинатне, 1980. — 319 с
62. Козырев Г.С. Центр тяжести человека в норме и при некоторых заболеваниях опорно-двигательного аппарата: Автореф. дис ... д-ра мед. наук. — Харьков, 1962. — 24 с
66. Коновалов АИ., Саркисян Б.А Особенности переломов позвоночника и таза, возникающие при прямом свободном падении человека с высоты на ягодицы в эксперименте // Актуал. вопр. судеб. мед. и эксперт. практики: тез. докл. — Барнаул, 1985. — Вып. 2. — С. 52—55.
68. Крюков В.Н. Механизмы переломов плоских костей при травме. — Барнаул, /Алт. кн. изд-во/. 1969. — 79 с
69. Крюков В.Н. Механизмы переломов костей. — М.: Медицина, 1971. — 108 с.
71. Крюков В.Н. Механика и морфология переломов. — М.: Медицина, 1986.

72. Кузнецов Л.Е. Особенности переломов таза у детей как идентификационный признак условий травмы // Вопросы совершенствования судебно-медицинской науки и практики. — Минск, 1981. — С. 122—123.

73. Кузнецов Л.Е. Морфологические особенности переломов костей таза у детей // Второй Всесоюз. съезд суд. медиков: тез. докл. — М., 1982. — С. 223—225.

74. Кузнецов Л.Е. Определение направления воздействия тупого предмета по локализации переломов таза у детей // Совершенствование организации и методик лабораторных исследований в судебной медицине. — Ярославль, 1982. — С. 123—125.

75. Кузнецов Л.Е., Чурзин В.Л., Солохин Ю.А. Локализация переломов костей таза у детей при травмах тупыми твердыми предметами // Теория и практика судебно-медицинской травматологии. — Ижевск, 1982. — С. 24—26.

76. Кузнецов Л.Е., Филатов Н.С., Шуваев М.В. Морфологические особенности переломов костей таза у детей при ударе твердыми тупыми предметами // Теория и практика судебно-медицинской травматологии. — Ижевск, 1982. — С. 26—27.

77. Кузнецов Л.Е., Хохлов В.В., Солохин Ю.А., Сальников Ю.К. Особенности исследования костей у детей и подростков // Актуальные вопросы судеб. медицины и экспертной практики. — Барнаул, 1983. — С. 52—54.

78. Кузнецов Л.Е. Механизмы образования и морфологические признаки переломов костей таза у детей // Судебно-медицинское установление механизма, прижизненности, последовательности и давности механических повреждений. — М., 1983. — С. 53—57.

79. Кузнецов Л.Е., Москаленко Л.М. Повреждения синхондрозов тазовых костей у детей // Экспертные критерии механизма повреждений и диагностика давности их причинения. М., 1984. — С. 68—73.

80. Кузнецов Л.Е. Характер деформации костей таза у детей при травме тупыми предметами // Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики. Барнаул, 1985. — Вып. 2. — С. 60—62.

81. Кузнецов Л.Е., Кокорев П.Д. Повреждения хряща лобкового симфиза у детей при травме тупыми предметами // Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики: тез. докл. — Барнаул, 1985. — Вып. 2. — С. 62—64.

82. Кузнецов Л.Е., Кокорев П.Д. Структура смертельного детского травматизма за 1980—1984 гг. в г.Москве // Материалы второго Всероссийского съезда судебных медиков. — Иркутск—Москва, 1987. — С. 152—156.

83. Кузнецов Л.Е. Механизмы повреждений таза у детей, возникающие при ударных воздействиях тупыми предметами // Суд. мед. эксп. механич. повреждений. Республиканский сб. науч. трудов. — М., 1988. — С. 122—124.

84. Кузнецов Л.Е. Методика исследования костей и органов тазового пояса у детей // Механизмы и давность происхождения процессов и объектов судебно-медицинской экспертизы. — М., 1988. — С. 55—59.

85. Кузнецов Л.Е., Хохлов В.В., Андрейкин А.Б. Механизм травмы при фронтальном столкновении легковых автомобилей с ребёнком-пешеходом // Механизмы и давность происхождения процессов и объектов судебно-медицинской экспертизы. — М., 1988. — С. 76—79.

86. Кузнецов Л.Е. Повреждения губчатого вещества костей таза у детей // Актуальные вопросы экспертизы механических повреждений. — М., 1990. — С. 185–187.
87. Кузнецов Л.Е.,^У Розинов В.М., Кешишян Р.А. и др. Сравнительное морфологическое и рентгенологическое исследование переломов костей таза у детей // Проблемы теории и практики судебной медицины. — Томск, 1991. — С. 58–59.
88. Кузнецов Л.Е., Розинов В.М., Кешишян Р.А. и др. Рентгенодиагностика повреждений заднего отдела тазового кольца у детей // Вестник рентгенологии и радиологии, 1991. — № 4. — С. 59–64.
89. Кузнецов Л.Е., Кешишян Р.А. Диагностика внутреннего кровотечения при повреждениях таза у детей // Сборник научных трудов Изолированные и сочетанные механ. травмы, мед. ин-та Пермь, 1990. — С. 48–51.
90. Кузнецов Л.Е., Розинов В.М., Кешишян Р.А. и др. Определение объема забрюшинных гематом у детей при повреждении костей заднего полукольца таза // Современные вопросы суд. мед. и эксп. практ. — Ижевск, 1991. — С. 137–140.
91. Кузнецов Л.Е., Аникин Ю.М. Изменения некоторых показателей формы таза у детей // Современные вопросы суд. мед. и эксп. практ. — Ижевск, 1991. — С. 223–226.
92. Кузнецов Л.Е., Климова О.Ю., Кувашова М.И. и др. Структура насильственной смерти детей за 1980–1990 гг. в г. Москве // Материалы III Всероссийск. съезда судебных медиков. — Саратов, 1992. — С. 66–70.
93. Кузнецов Л.Е., Кильдюшов Е.М., Розинов В.М. и др. Анализ детского травматизма по г. Москве за 1980–1990 гг. // Материалы III Всероссийск. съезда судебных медиков. Саратов, 1992. — С. 70–74.
94. Кузнецов Л.Е. Морфологические особенности повреждений костной и хрящевой тканей при множественных переломах костей таза у детей // Материалы III Всероссийск. съезда судебных медиков. — Саратов, 1992. — С. 143–150.
95. Кузнецов Л.Е., Кузин С.Г. Определение объема кровопотери при забрюшинных гематомах // Материалы III Всероссийск. съезда судебных медиков. — Саратов, 1992. — С. 162–164.
96. Кузьмин В.Н. К механизму переломов детских тазов в грудном возрасте // Съезд русск. естествоиспытателей и врачей. УШ СПб. — 1880. — Т. 10, Ч. 8. — Кн. 3–4. — С. 72–78.
99. Лагунова И.Г. Рентгеноанатомия скелета. — М.: Медицина, 1981. — 368 с
102. Любошиц Н.А. Закрытые переломы костей таза у детей (без повреждения внутренних органов): Автореф. дис.... канд. мед. наук. М., 1964. — 19с.
104. Любошиц Н.А. Закрытые переломы костей таза у детей. М.: Медицина, 1968. — 127 с.
105. Малгень Ж. Учение о переломах костей. — Пер. с франц. — СПб, 1850. — 851с.
109. Матышев А.А. Распознавание основных видов автомобильной травмы. Л.: Медицина, Ленингр. отд-ние, 1969. — 128 с
113. Матышев А.А. Морфологическая характеристика и судебно-медицинская экспертиза повреждений таза при смертельной тупой травме: Автореф. дис. ... # -ра мед. наук. — Л., 1975. — 32 с.

116. Мгалоблишвили Г.И. Рентгеноанатомия венозных сплетений таза и ее диагностическое значение // Вестн. хирургии им. Грекова, — 1963. — N 9. — С. 87—94.
121. Мичурин Н.В. Закрытые переломы таза. (Механизм, диагностика и лечение): Автореф. дис.... канд. мед. наук. — Л., 1964. — 19 с.
123. Москаленко Л.М., Кузнецов Л.Е. Установление скрытых повреждений костей таза у детей по гистоструктуре костно-хрящевых тканей // Второй Всесоюз. съезд суд. медиков: тез. докл. — М., 1982. — С. 225—227.
125. Николаев Л.П. Руководство по биомеханике в применении к ортопедии, травматологии и протезированию. Часть 2. — Киев, Госмедиздат УССР, 1950. — 308 с.
132. Плaksin В.О. Морфологические признаки повторной деформации костей свода черепа при травме тупыми предметами // Второй Всесоюз. съезд суд. медиков: тез. докл. — М., — 1982. — С. 181—183.
136. Попов М.И. Остановка массивного кровотечения при переломах таза:, рукопись депон. N 9435. — 1985.
137. Привес MS. Анатомия человека: Учеб. для студентов мед. ин-тов. 9-е изд. — М.: Медицина, 1985. — 672 с.
139. Рейнберг С. А Рентгенодиагностика заболеваний костей и суставов. 4-е изд. — М.: Медицина, 1964. — 1102 с.
145. Саркисян Б.А. Судебно-медицинская оценка множественных переломов таза при травме тупыми предметами: Автореф. дис ... д-ра мед. наук. — М., 1985. — 37 с.
146. Семенников В.С. Об одном признаке сдавления таза у детей и подростков при автотранспортной травме / / Судеб.-мед. экспертиза. — 1963. — Т. 6. — N 3. — С. 22—24.
155. Семенников В.С. Судебно-медицинские критерии механизмов травмы костей таза: Автореф. дис ... д-ра мед. наук, — Ярославль, 1972. — 26 с
158. Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека. В 3-х т. — 5-е изд. — М.: Медицина, т. 1. Учение о костях, суставах, связках и мышцах. — 1978. — 471 с.
163. Соколов Е.Я. Повреждения костей и соединений таза при различных направлениях травмирующего воздействия // Актуальные вопросы судебной медицины и криминалистики. Л., 1966. — Вып. 49. — С. 92—93.
165. Соколов Е.Я. Частота и последствия повреждений таза при автотравме // Вопросы судебной медицины и криминалистики. — Тернополь, 1968. — С. 23—26.
167. Солохин А А Судебно-медицинская экспертиза в случаях автомобильной травмы. — М.: Медицина, 1968. 235 с
168. Солохин А А Вопросы судебно-медицинской экспертизы автомобильной травмы: Учеб. пособие. — М.: Центр, ин-т усовершенств. врачей, 1980. — 73 с
171. Солохин Ю.А. Судебно-медицинская диагностика механизмов переломов костей таза у подростков и юношей при действии тупых твердых предметов: Автореф. дис.... канд. мед. наук. — М., 1985. — 24 с
174. Торбенко В.П., Касавина Б.С. Функциональная биохимия костной ткани. — М.: Медицина, 1977. — 272 с.

215. *Froman S., Stein J.* Complicated crushing injuries of the pelvic.— *J. Bone It. Surg.*, 1967.— Vol. 49-B.-Г N 1.— P. 24—32.
216. *Gill K., Bucholz R. W.* The role of computerised tomographic scanning in the evalution of major pelvic fractures.*J. Bone It. Surg.*, 1984.— Vol. 66.— N 1.— P. 34—39.
217. *Gael V.K., Valliapan S., Svensson N.L.* Stresses in the normal pelvis.— *Comput. Biol. Med.*, 1978.— Vol. 8.— N 2.— P. 91 — 104.
218. *Grahan A.A.* System of Orthopaedics and Fractures. London and Boston. 1977.—477 p.
219. *Hawkins L., Pomerats Я., Eisennan B.* Laparatomy at the tinu of the pelvic fractures.— *J. Trauma*, 1970.— Vol. 10.— N 8.P. 619—623.
220. *Hayes W.C., Bobine A.Z.* Flow-independent viscoelastic properties of articular cartilage matrix — *J. Biomech.*, 1978.Vol. 11.— N 8/9.— P. 407—419.
221. *Kadish 5./., Stein J.M.* Angiographic diagnosis and treatment of the leading due to pelvic trauma.— *J. Trauma*, 1973.Vol. 134 — N 12 — P. 1083—1085.
222. *Kaiser G.* Leitfaden fur du orthopadic— Jena, 1976.— 389 p.
223. *Knese KH.* Eine Eroterung neuerer Untersuchungen uber die Bedeutung der Spongiosaarchitertur. Homo, 1959.— 10.
224. *Lunken H.* Die Statik des menschlichen Beckens.— *Z. Anat. u. Entw. gesch.*, 1935.— 104 p.
225. *Malgaigne L.F.* Traite des fractures et des lurations.T.Y Des fractures.— A. Paris, 1847.
226. *Mark £>., Gilliland, Richard M.D., et al* Factors arresting mortality in Pelvic Fractures.— *The Journal of Trauma*, 1982.— Vol. 22.— N 8.— P. 691—693.
227. *McCoy G.F., Johnstone JI.A, Kenwright J.* Biomechanical Aspects of Pelvic and Hip Injuries in Road Traffic Accidents.— *J. of Orthop. Trauma*, 1989.— Vol. #.— N 2.— P. 118—123.
228. *Messerer O.* Uber Elastizitut und Festigkeit der Knochen,— Stuttgart, 1880. P. 24-25.
229. *Miganaga V., Tateishi Y., Shirasahi Y.* The viscoelastic properties and strength of healthy and patological cancellons bones. In: proc. 19-th Jap. Congr. on Materialis Research. Nonmetallic Materialis, 1976.— P. 238—246.
230. *Mohan K.* Pelvic Fractures.— *International surgery*, 1973,— Vol. 58.— P. 123-127.
231. *Mucha P., Farnell M.B.* Analisis of pelvic fracture management.— *J. Trauma*, 1984, - Vol. 24.— N 5. - P. 379—386.
232. *Murtey M.* Pelvic Disruption in the Polytraumatized patients.— *Chir. Orthop. Rel. Res.*, 1980. - N 151. - P. 22-29.
233. *Pauwels F.* Biomechanics of the Locomotor Apparatus.— New York, 1980,-518 p.
234. *Quinbi W.C.* Fractures of the pelvis and associated injuries in children .— *Z. Pediat. Surgery*, 1966. - Vol. 1. - N 4.P. 27-40.
235. *Qunby W.G.* Pelvic fracture with hemorrhage.- *New England J. of Med.*, 1971,- Vol. 284,- N 12,- P. 668—669.

175. *Трещев В.С., Матышев А.А.* К вопросу о внутренней кровопотере при закрытых переломах таза (без повреждения внутренних органов) // Вестн. хирургии им. Грекова, — 1964. — N 10. — С. 59—64.

176. *Трещев В.С.* Локализации и распространение гематом при разрывах КПС и переломах крестца // Клиническая хирургия — 1967. Т 10.— С61—65. костей таза: Автореф. дис.... д-ра мед. наук. — Куйбышев, 1981. — 29 с

185. *Хазанов А.Т., Чалисов И.А.* Руководство по секционному курсу. — 3-е изд. — М.; Медицина, 1984. — 175 с.

186. *Хижнякова К.И.* Модификация техники секционного исследования женских половых органов по поводу абортс // Судеб.-мед. экспертиза. — 1959. — N 2. — 53 с.

189. *Хохлов В.В.* Судебно-медицинские экспертные критерии механизмов травмы грудной клетки тупыми предметами у детей: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. — Санкт-Петербург, 1992. — 23 с:

190. *Хромцов А.А.* Хирургическая тактика при сочетанной травме груди и таза: Автореф. дис.... канд. мед. наук. — Пермь, 1985. — 13 с

193. *Цодыкс В.М.* Сочетанные повреждения таза: Автореф. дис ... д-ра мед. наук. — М., 1973. — 25 с

199. *Черкесе-Заде Д.И.* Комплексное восстановительное лечение посттравматических деформаций таза: Автореф. дис ... д-ра мед. наук. — М., 1979. — 33 с

202. *Школьников Л.Г., В.П.Селиванов, В.М.Цодыкс* Повреждения таза и тазовых органов. — М.: Медицина, 1966. — 272 с.

205. *Юриковский И.И.* Переломы таза у детей. Дис. ... канд. мед. наук. — М., 1945. — 133 л.

206. *Янковский В.Э.* Материалы о биомеханических особенностях длинных трубчатых костей и крупных суставов нижних конечностей. (Обоснование судебно-медицинских критериев экспертизы повреждений): Автореф. дис ... д-ра мед. наук. — М., 1974. — 36 с.

208. *Янсон Х.А.* Биомеханика нижней конечности человека. — Рига, Зинатне, 1975. — 324 с.

209. *Burk D.L., Mears D.S., Herbert D.L. et al.* Pelvic and acetabular fractures: Examination by angled CT Scanning — Department of Radiology, University of Pittsburgh, PA 15261 USA — Radiology, 1984,— 153/2. - P. 548.

210. *Dilip K., Chalderjee G.K.* Fractures of the pelvis. An analysis of 52 cases. — Calcutta med. 9. — N 01. — Vol. 67,— N 1—1970.- P. 19—22.

{211. *Dunn E.L., Berry P.H., Connolly J.D.* Computed tomograph of the pelvis in patient with multiple injuries.—Dep.Surg. Methodist Hosp. Dallas., T.X. 75208 USA - J. Trauma, 1983.- 23/5. p. 1378-1383.

212. *Dziah A. Bole KRZYŻa.*— Warszawa, 1979.- 296 p. ,, Eberle H. Verletzungen des Beckenrings. Verh. 9. Kongress ges. f. Chirurgie der DDR.— Zbe. Chirurgie, Leipzig 98,1973.Supplementum 227—23.

213. *Eid AM.* Fractures of the pelvis.— Univ., Alexandria, Egy.— Postgrad, med. J., 1983.- 59/695. - P. 560-565.

214. *Fhurnheer W.* Epiphysen losung and epiphesen fractur am proximalen Humerel— sende.— Jher. Umsch., 1969.— N 26.— P. 129.

236. *Rapperport P.D., Carter D.R., Schurman D.J.* Contact finite element analysis of the hip joint.— *J. Orthop. Res.*, 1985,— Vol. 3.— N 4.— P. 435—446.

237. *Reed M.D.* Pelvic*Fractures in children.— *J. Canad. Ass. Radiol.*, 1976.— Vol. 27.— N 4.— P. 255—261.

238. *Rothenberger D.A.\ Fischer R.P.*Strate R.G. et al* The mortality associated with pelvic fractures.— *Surfery*, 1978.— Vol. 84.— N 3.— P. 356—361.

239. *Sharrard WJ.W.* Raidiataic orthopaedics and Fractures.Oxford, 1971.— 1126 p.

240. *Schuster J.* Epiphiscal injiriees-treatment and late resnlts.— *Munch., med. Wschr.*, 1969.— N 111.— 2218p.

241. *Scott S.T., Watt L.* Gas at the symphysis pnbis: A sigh of occult pelvic trauma.—*J.Radiol*, 1984.— 57/674.- P. 173—176.

242. *Semba R.T., Yosuhawa K.[†] Gustilo R.B.* Critical analysis of results of 53 Malgaigne fractures of the pelvis.— *J. Trauma*, 1983.— Vol. 23,— N 6.— P. 535—537.

243. *Slatis P., Huittinen V.M.* Double vertical Fractures of the pelvis.— *Acta chirurgica Scand.*, 1972.— Vol. 138.— N 8.— P. 799—807.

244. *Sullivan C.R.* Fractures of the pelvis. Fundamentals of management.— *Postgrad. Med. J.*, 1966.— N 1.— P. 45—59.

245. *Voigt G.E.* Unterfuchungen Zur Mechanih des Bechen fracturen und Luxationen.— Berlin, Springer, 1965.

246. *Watson Jones R. (Уотсон-Джонс Р.)* Переломы костей и повреждения суставов.— перю с англ.— М.: Медицина, 1972.— 666 с.

247. *Wilhelm.* Die "Schleichende" Fractur /Marschfractur/.*Deutsch Zeitsch. f. Chirurg.*, 1941.— N 6.— P. 121—122.

248. *Young J.W.R., Burgess A.R., Brumbaek R.J. et al.* Lateral compression fractures of the pelvis: the importance of plain radiographs in the diagnosis and surgical management.— *Skelet. Radiol.*, 1986.— Vol. 15.— N 2,— P. 103—109.

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Анатомо-физиологические особенности строения таза в детском возрасте	7
1.1. Анатомическое строение таза у детей	7
1.2. Соединения костей таза у детей	10
1.3. Остеогенез и процессы синостозирования костей таза у детей	11
1.4. Антропометрические показатели таза у детей	14
1.5. Некоторые данные о динамике формы таза	17
Глава 2. Биомеханические особенности строения таза	21
2.1. Изменение напряженно-деформированного состояния таза в зависимости от его функционального нагружения	21
2.2. Основы биомеханического моделирования тазового кольца ребёнка ...	26
2.3. Зависимость напряженно-деформированного состояния костей таза от остеометрических показателей	31
Глава 3. Морфологические признаки повреждений костной и хрящевой ткани таза у детей	39
3.1. Общие закономерности повреждений таза в детском возрасте	39
3.2. Повреждения в области синхондрозов	43
3.3. Повреждение компактного вещества	46
3.4. Повреждение губчатого вещества	53
3.5. Морфологические признаки, возникающие при повторной травматизации костей таза у детей	57
Глава 4. Характер и особенности повреждений таза при внешнем воздействии в передне-заднем и задне-переднем направлениях	69
4.1. Повреждения таза у лиц зрелого возраста, возникающие при ударной (спереди) и компрессионной (спереди-назад) нагрузках (по данным литературы)	69
4.2. Характер повреждений таза у детей при воздействии твердых тупых предметов спереди	72
4.3. Повреждения таза у лиц зрелого возраста, возникающие при ударной и компрессионной нагрузках сзади (по данным литературы)	86
4.4. Характер повреждений таза у детей при воздействии твердых тупых предметов сзади	87

Глава 5. Характер и особенности повреждений таза у детей при внешнем воздействии в боковом и диагональном направлениях	101
5.1. Повреждения таза у лиц зрелого возраста, возникающие при ударной и компрессионной нагрузках в боковом направлении (по данным литературы)	101
5.2. Характер повреждений таза у детей при воздействии твердых тупых предметов в боковом направлении	103
5.3. Повреждения таза у лиц зрелого возраста, возникающие при ударной и компрессионной нагрузках в диагональном направлении (по данным литературы)	116
5.4. Характер повреждений таза у детей при воздействии твердых тупых предметов в диагональном направлении	117
Глава 6. Рентгенологическая диагностика повреждений костей таза у детей (Л.Б.Кузнецов, В.М.Розинов)	137
6.1. Рентгенологический и томографический методы исследования повреждений таза у детей (по данным литературы)	137
6.2. Сравнительное морфологическое и рентгенологическое исследование повреждений таза у детей	138
6.3. Рентгенологический способ диагностики переломов заднего полукольца таза	143
Глава 7. Диагностика забрюшинных гематом (Л.Е.Кузнецов, Р.А.Кешишян)	145
7.1. Забрюшинные кровоизлияния при переломах костей таза (по данным литературы)	145
7.2. Диагностика объема забрюшинных гематом при переломах костей таза у детей	148
Глава 8. Секционные приемы исследования костей и органов тазового пояса	155
Заключение	161
Практические рекомендации	167
Указатель литературы	181

Кузнецов Леонид Ефимович

**ПЕРЕЛОМЫ ТАЗА У ДЕТЕЙ
(морфология, биомеханика, диагностика)**

Редактор А.Ю. Шикунов

Корректор Н.И. Власова

Компьютерная верстка Терентьев И.М.

Сдано в набор **01.02.94**. Подписано в печать **06.05.94**. Формат **60х84/16**. Тираж **2500**

Печать офсетная. Уч. изд. л. **25,18**. Заказ № **644** Цена договорная.

Издательство "Фолиум"

119435, Москва, а/я 860

Отпечатано в Обнинской городской типографии:

Калужская обл., г. Обнинск, ул. Комарова, 6.