

# РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПЕРЕЛОМОВ



## СОДЕРЖАНИЕ ГЛАВЫ

### Травма — самая частая причина выполнения рентгенографии

Лучевая диагностика травм

### Что такое перелом?

Биомеханика кости

Определение перелома

### Элементы описания переломов

Анатомическая локализация и протяженность перелома

Тип перелома: полный или неполный

Расположение отломков

Направление плоскости излома

Наличие особых признаков

Сопутствующие нарушения

Переломы, вызванные чрезмерной нагрузкой или патологическими процессами

### Переломы у детей

Описание локализации перелома

Проблемы исследования незрелой кости

Элементы описания переломов

Факторы, способствующие заживлению

### Вправление и фиксация переломов

Репозиция

Фиксация

### Лечение переломов

Срастание переломов трубчатых костей

Срастание переломов губчатых костей

Срастание кости после хирургической компрессии

Рентгенологический контроль срастания перелома

### Временной период срастания перелома

Факторы, влияющие на срастание переломов

Частота рентгенологического исследования в период срастания перелома

### Осложнения при заживлении перелома

Осложнения в области перелома

Отдаленные осложнения переломов

Разница в длине костей

Сопутствующие повреждения других тканей

Жизнеугрожающие осложнения

### Плохо диагностируемые переломы

Почему можно пропустить перелом на рентгенограмме?

Какие именно переломы не диагностируются?

### Краткое изложение ключевых вопросов

### Клинический пример

### Приложение: эпонимические названия переломов

## Травма — самая частая причина выполнения рентгенографии<sup>1–3</sup>

Травма — самое частое показание к рентгенографии костно-мышечной системы. Переломы и вывихи, составляющие большую часть травматических поражений, — одни из наиболее частых состояний, встречающихся в отделениях неотложной помощи, поликлиниках и сельских больницах. Врачи-реабилитологи принимают участие в различных этапах ведения пациента с травмой, в том числе в клиническом обследовании, послеоперационном уходе, определении повседневной активности и способности к ходьбе, профилактике осложнений связанных с иммобилизацией и, наконец, в восстановлении силы, диапазона движений и функциональных возможностей после лечения.

Преимущественным методом исследования скелетно-мышечной системы является стандартная рентгено-

графия. На стандартных снимках хорошо визуализируется большинство переломов и вывихов. Кроме того, для исследования областей со сложной анатомией применяется компьютерная томография (КТ), а магнитно-резонансная томография (МРТ) используется для оценки повреждений мягких тканей. При травме рентгенолог решает три основные задачи: 1) постановка диагноза и характеристика перелома или вывиха, 2) проверка соответствия вида травмы анамнезу и описанному механизму повреждения и 3) оценка результатов лечения и контроль сращения и вероятных осложнений.

## Лучевая диагностика травм<sup>4–17</sup>

Реабилитологи, которые ведут пациента после травмы, должны знать, какой метод визуализации выполнялся первоначально в отделении неотложной помощи — он

называется *первоначальной диагностикой травмы*. В некоторых случаях лучевая диагностика проводится непосредственно перед началом восстановительного лечения. В других случаях может быть показана *вторичная* оценка последующих снимков или дальнейшее рентгенографическое обследование для продолжения диагностического процесса после стабилизации состояния пациента.

### Визуализация при первоначальной диагностике травмы

Первоначальная диагностика травмы включает серию рентгенограмм или дополнительных методов визуализации, помогающих выявить и определить приоритетность повреждений у пациента с политравмой. У пациентов с высокоскоростными повреждениями (в результате ДТП или падения с большой высоты) диагностика травмы проводится в следующих рентгенографических проекциях:

- *Боковая проекция шейного отдела позвоночника*: выявление грубой нестабильности, переломов, вывихов.
- *Переднезадняя (ПЗ) проекция грудной клетки*: выявление гемоторакса, пневмоторакса, ушиба легких.
- *Переднезадняя проекция таза*: выявление переломов, кровотечения.

Возможные дополнительные методы диагностики травмы в зависимости от клинических симптомов и доступности методов визуализации, включают:

- *FAST (фокусированное УЗИ органов брюшной полости)*: определение свободной жидкости в брюшной полости.

- *КТ головы*: выявление внутричерепного кровотечения.
- *КТ шейного отдела позвоночника*: дальнейшая оценка перелома, особенно краниовертебрального и шейно-грудного сегментов, плохо различимых в боковой проекции.
- *КТ органов груди, живота и таза с контрастированием или без него*: определение повреждений органов брюшной полости и таза.
- *Рентгенография пояснично-грудного отдела позвоночника в боковой проекции*: общая оценка нестабильности, переломов и вывихов
- *Рентгенография конечностей*: выявление переломов и вывихов.

В некоторых травматологических центрах компьютерная томография, выполняемая при повреждениях головы, грудной клетки, живота и таза, используется также и вместо рентгенографии для выявления переломов позвоночника. Исследования показывают, что подобного рода практика сокращает время обследования, затраты, а также рентгенографические «пропуски» переломов, плохо выявляемых на стандартных рентгенограммах. Современные КТ-сканеры способны реконструировать изображение позвоночника и одновременно проводить исследование внутренних органов. Таким образом, там, где это возможно, КТ служит окончательным рентгенологическим исследованием у большинства пациентов с политравмой.<sup>17</sup>

Диагностика травмы включает также выявление опасных жизнеугрожающих повреждений. Хотя ортопедические состояния не относятся к приоритетным в большинстве случаев травмы, в некоторых случаях существует ряд состояний, которые сами по себе требуют неотложных действий для предотвращения серьезных осложнений.

**ТАБЛИЦА 3-1** • Повреждения, требующие срочных действий

Повреждение	Возможное осложнение	Комментарий
<b>Переломы</b>		
Перелом таза	Кровотечение	В половине случаев переломов таза требуется переливание крови
Перелом бедренной кости	Кровотечение	Возникает при закрытых переломах
Множественные и оскольчатые переломы	Жировая эмболия	Развивается через 12–72 часа после перелома
Перелом в области локтевого сустава	Повреждение плечевой артерии	Связано с надмыщелковым переломом
Проксимальный перелом плечевой кости	Повреждение подмышечного нерва	Парестезия дельтовидной области
<b>Вывихи</b>		
Вывих плеча	Повреждение подмышечной артерии Плечевое сплетение, повреждение подмышечного нерва	Разрывы артерий вначале могут быть бессимптомными, затем развивается окклюзия артерии
Вывих предплечья	Повреждение плечевой артерии, срединного и локтевого нервов	Повреждения нервов в основном проявляются временным параличом (нейропраксией). Тем не менее, проверяйте чувствительность и активные движения дистальнее места вывиха
Вывих бедра	Повреждение бедренной артерии Повреждение бедренного нерва	
Вывих в коленном суставе	Повреждение подколенной артерии Повреждение малоберцового нерва	

Переломы, способные осложниться кровотечением, жировой эмболией или повреждением сосудисто-нервного пучка, нуждаются в срочном лечении<sup>2</sup> (табл. 3-1).

**Укладка пациента для проведения рентгенографии при травме<sup>18</sup>**

Нередко необходимо некоторое изменение стандартного рентгенографического исследования в случае травмы. Для пациентов с высокоскоростной травмой при диагностике наиболее важным для исследования отделом скелета является шейный отдел позвоночника, так как именно здесь происходит более половины травм спинного мозга. Не следует изменять стабильное положение пациента во время рентгенографии шейного отдела в боковой проекции. Для этой проекции используется горизонтальный пучок рентгеновских лучей. Центральный луч проходит в латеральном направлении через шейный отдел, параллельно столу, откуда и пошло выражение «проекция горизонтальным пучком» (англ.: *cross-table lateral view*, буквально — боковая проекция через стол, прим. ред.). Если положение позвонков неправильное, возникает подозрение на перелом, вывих и потенциальную угрозу для спинного мозга, что обычно требует дальнейшего исследования с помощью КТ.

При переломах конечностей выполняется рентгенография как минимум в двух взаимно перпендикулярных проекциях. Таким образом обеспечивается трехмерная оценка повреждения. Все попытки направлены на получение снимков в переднезадней и боковой проекциях, поскольку именно они наиболее привычны для клиницистов. Далеко не всегда удается обеспечить идеальное положение пациента, особенно при наличии таких препятствий как наложенная при первичной помощи шина, сильная боль, опасность дальнейшего повреждения при принудительном движении конечности или же отсутствии контакта с пациентом. Вполне достаточно двух косых проекций под углом 90° друг к другу. К тому же, приспособившись к нестандартным условиям, рентгенолог старается выдерживать перпендикулярное направление пучка к анатомическим структурам и приемнику изображения. При таком положении обеспечивается лучшая визуализация и уменьшается искажение на рентгенограмме. В отдельных случаях приходится допускать компромиссное расположение, при котором пучок проходит под углом, что приводит к соответствующим искажениям на снимке.

**Что такое перелом?<sup>19-24</sup>**









**Биомеханика кости**

Кость состоит из клеток, расположенных во внеклеточном матриксе из неорганических минеральных веществ и органического коллагена. Минеральные вещества в матриксе придают кости прочность и твердость, а коллаген — эластичность и упругость. Сочетание двух типов костной ткани — губчатого и кортикального вещества, придают оптимальную для ее собственной массы прочность.

По своим характеристикам кость относится к *упругоэластическим* материалам. Это подразумевает деформацию кости при физической нагрузке и возвращение к исходной форме после прекращения нагрузки. Объем нагрузки, которую может выдержать кость, зависит от многих факторов, включающих геометрическую конфигурацию кости, физиологическое состояние кости, вид и степень нагрузки. Если прилагаемая нагрузка превышает устойчивость кости — кость ломается. Переломы могут быть вызваны *прямой или непрямой травмой*, то есть, прямым воздействием нагрузки на кость или воздействием силы в другом месте и ее передачей на кость.

Неопытный рентгенолог при анализе рентгенограмм будет сильно удивлен, насколько часто встречаются одинаковые типы переломов среди пациентов. Конфигурация перелома редко бывает уникальной. Более того, модели переломов можно спрогнозировать на основе упругоэластических свойств кости в сочетании с направлением действующей силы. В таблице 3-2 кратко представлены типы

**ТАБЛИЦА 3-2 • Обзор биомеханики переломов длинных костей**

Механизм повреждения	Тип перелома	Расположение мягкотканного шарнира	Проявление
<b>Прямое воздействие</b>			
Перпендикулярное	Поперечный	Вогнутое	
Раздавливание	Оскольчатый	Разрушен	
Проникающее: Низко- скоростное	Оскольчатый	Различное	
	Высоко- скоростное	Разрушен	
<b>Непрямое воздействие</b>			
Сгибание	Поперечный	Вогнутое	
Скручивание	Винтообразный	В вертикальном сегменте	
Компрессия + сгибание	Косо-поперечный или по типу «бабочки»	Вогнутый или на стороне бабочки	
Компрессия + сгибание + скручивание	Косой	Вогнутость (часто разрушена)	
Вытяжение	Отрывной перелом	Провисающая связка	

переломов длинных костей и соответствующие им проявления, воздействующие силы и местоположения мягкотканного шарнира. Термин *мягкотканый шарнир* обозначает интактные мягкие ткани, прилежащие к диафизу, служащие вспомогательным средством для помощи при репозиции и стабилизации переломов со смещением.

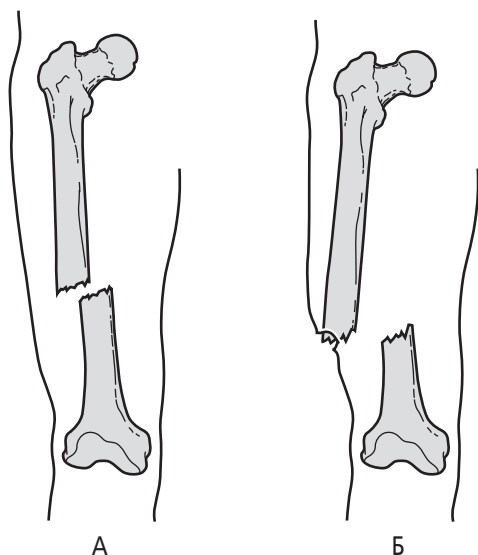
### Определение перелома

Перелом — нарушение структурной целостности кости или хряща. Для описания переломов в рентгенологическом заключении используются анатомические и стандартные термины. Такая формальность необходима для того, чтобы обеспечить доступность точной информации для всех клиницистов, участвующих в лечении пациента. *Эпонимы* (например, *перелом Коллиса*) обычно используются в устных обсуждениях, но не в рентгенологических отчетах из-за их описательного характера, неполного соответствия анатомии и частой ошибочной интерпретации.

Клинически переломы разделяются на основе их сообщения или несообщения с внешней средой. *Закрытым переломом* называют такой перелом, кожа и мягкие ткани над которым не повреждены (рис. 3-1). *Открытым* называется любой перелом, сопровождающийся разрывом кожи, вне зависимости от площади раны. В прошлом использовали определения *простой* и *сложный перелом*; однако из-за двусмысленности (например, *сложный* нередко служил эквивалентом *оскольчатому*) они уже давно не применяются в диагностической терминологии.

### Элементы описания переломов<sup>1,21–27</sup>

Описание переломов в рентгенологических отчетах не имеет единых стандартов, широко варьирует стиль, объ-



**Рисунок 3-1** (А) *Закрытый* перелом не сообщается с внешней средой. (Б) *Открытый* перелом отличается наличием дефекта кожи, и место перелома уязвимо для инфекции извне.

ем и формат. Клиническое ведение переломов начинается с тщательного его определения и описания. Green-span<sup>1</sup> установил семь пунктов, обязательно включаемых в рентгенологическое описание переломов:

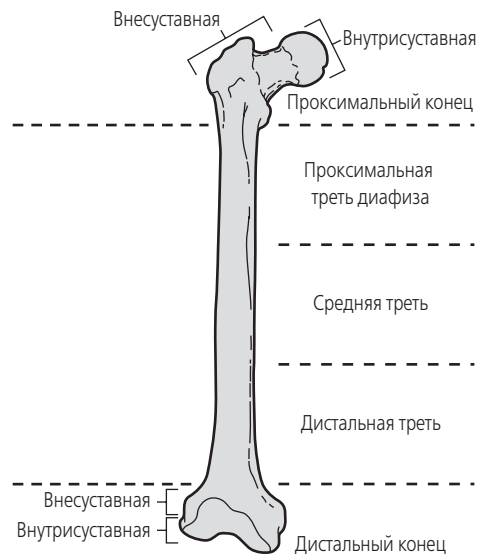
1. Анатомическая *локализация* и *протяженность* перелома.
2. *Тип* перелома — полный или неполный.
3. *Расположение отломков*.
4. *Направление* линии перелома.
5. Наличие особых признаков, таких как *вклинение* или *отрыв*.
6. Наличие сопутствующих нарушений, например, вывиха сустава.
7. *Особые* типы переломов, возникающие в результате чрезмерной нагрузки или же возникающие вторично в результате патологического процесса в кости, например, стрессовый перелом или патологические переломы.

Ниже подробно рассмотрен каждый из семи пунктов.

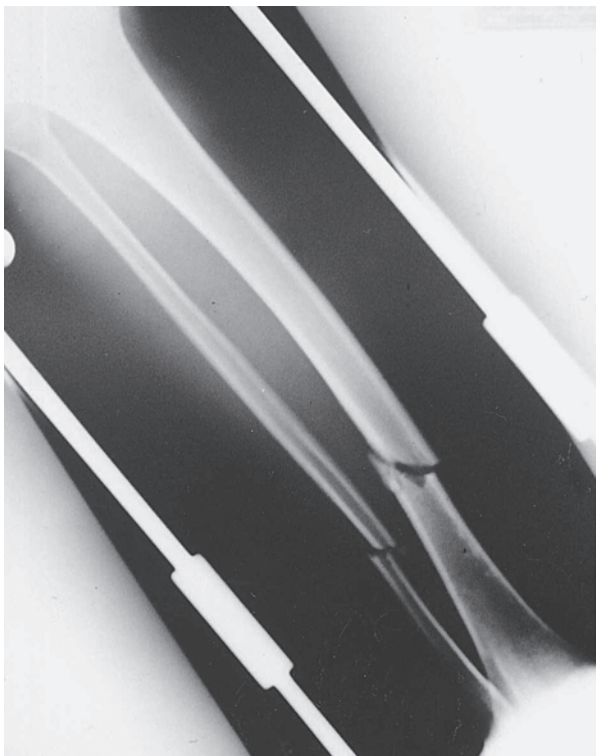
### Анатомическая локализация и протяженность перелома

Для определения местоположения перелома необходимы контрольные точки (рис. 3-2). *Диафиз* длинной кости разделен на трети. Переломы могут возникать в проксимальной, средней или дистальной трети диафиза или на их границе, например, на границе средней и проксимальной трети. Концы длинной кости обозначаются как *дистальный* и *проксимальный*, а каждый из них разделяется на *внесуставной* и *внутрисуставной* отделы (рис. 3-2). *Внутрисуставной* отдел представлен суставными поверхностями. Переломы могут переходить из *внесуставных* во *внутрисуставные* (рис. 3-4).

Контрольными точками для плоских или неправильной формы костей могут служить как *внутрисуставные*,



**Рисунок 3-2** Расположение ориентиров длинных костей.



**Рисунок 3-3** Перелом обеих костей правой голени. Эти переломы считаются полными, и возникают у границы средней и дистальной трети диафизов. Линия перелома косая на малоберцовой кости и косая на большеберцовой кости с осколком. В обоих местах переломов сохраняется определенный уровень сопоставления отломков, что позволяет обозначить их как минимально смещенные с небольшим боковым отклонением дистального фрагмента.

так и *внесуставные* отделы. Помимо этого, все кости имеют стандартные анатомические ориентиры или сегменты, такие как, *хирургическая шейка плечевой кости, межвертельная область бедренной кости, надмыщелковый сегмент дистального отдела бедренной кости или медиальная лодыжка большеберцовой кости.*

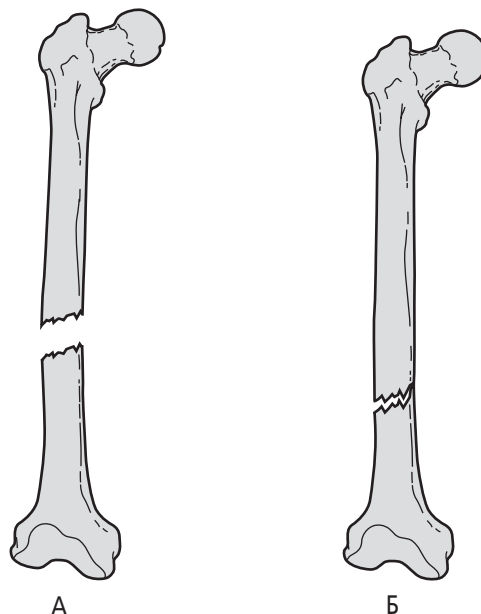
#### Тип перелома: полный или неполный

**Полный перелом** — перелом с разрывом всего кортикального вещества кости (рис. 3-5). При полном переломе цельная кость превращается в *два фрагмента* (рис. 3-6). Если перелом включает более двух фрагментов, то он классифицируется как *оскольчатый* перелом.

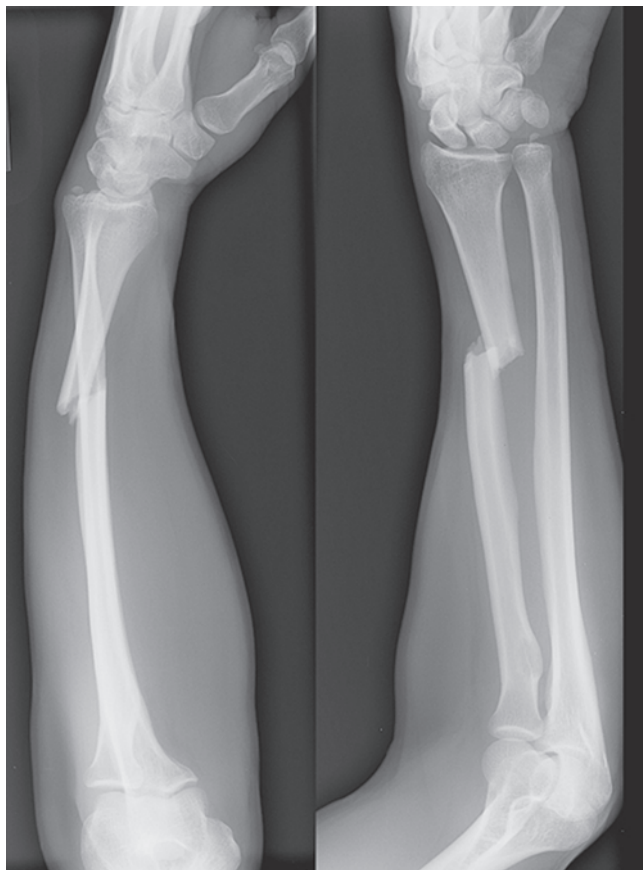
При *неполном* переломе, напротив, разрушается только одна часть кортикального вещества (рис. 3-7). В принципе неполные переломы относительно стабильны и способны сохранять свое положение неопределенно долго, *если не произойдет дополнительного воздействия силы.* Неполные переломы возникают преимущественно в коротких, плоских неправильной формы костях. Имеется несколько типов переломов, возникающих исключительно у детей; они описаны ниже, в разделе «Неполные переломы».



**Рисунок 3-4** Внутрисуставной перелом дистального отдела лучевой кости. Стрелки указывают на протяженность линии перелома. Линия перелома косая, проходит от метафиза по лучевой стороне кости к внутрисуставной поверхности. Перелом полный, с минимальным угловым смещением и минимальным смещением по оси.



**Рисунок 3-5** (А) Полный перелом. Разрыв всех кортикальных слоев с образованием *двух фрагментов.* (Б) Неполный перелом. Один из кортикальных слоев сохранен.



**Рисунок 3-6** Снимки предплечья в боковой и заднепередней (ЗП) проекции. Полный перелом на границе средней и дистальной трети лучевой кости. Линия перелома косая. Дистальный фрагмент смещен в дорзальном и латеральном направлениях. Имеется разрыв дистального лучелоктевого сустава, что лучше видно по тыльному смещению дистального сегмента локтевой кости, как показано в боковой проекции. Такое сочетание повреждений возникло в результате падения на вытянутую руку и известно под названием повреждение Галеацци (снимок предоставлен J. C. Hunter, MD, University of California, Davis School of Medicine).

### Расположение отломков

Дальнейшее описание перелома требует определения расположения одного фрагмента кости относительно другого. Обычно указывают расположение дистального фрагмента по отношению к проксимальному. Для точного описания взаимного расположения необходимы некоторые термины.

*Положение* означает положение отломков относительно их нормальной анатомической локализации. Изменение положения — *смещение*. Смещение отломков происходит при нарушении сопоставления или контакта между поверхностями фрагментов. Направление смещения (дистального фрагмента) может быть *медиальным, латеральным, передним, задним, верхним или нижним* (рис. 3-8). Степень смещения определяется такими понятиями как *одна ширина кортикального слоя, половина ширины диафиза или полная ширина диафиза*. Кроме



**Рисунок 3-7** Неполный перелом основания проксимальной фаланги четвертого пальца кисти (или безымянного пальца). Заметно неправильное положение пястно-фалангового сустава, указывающее на возможный подвывих или вывих. Обратите также внимание на значительный отек мягких тканей.

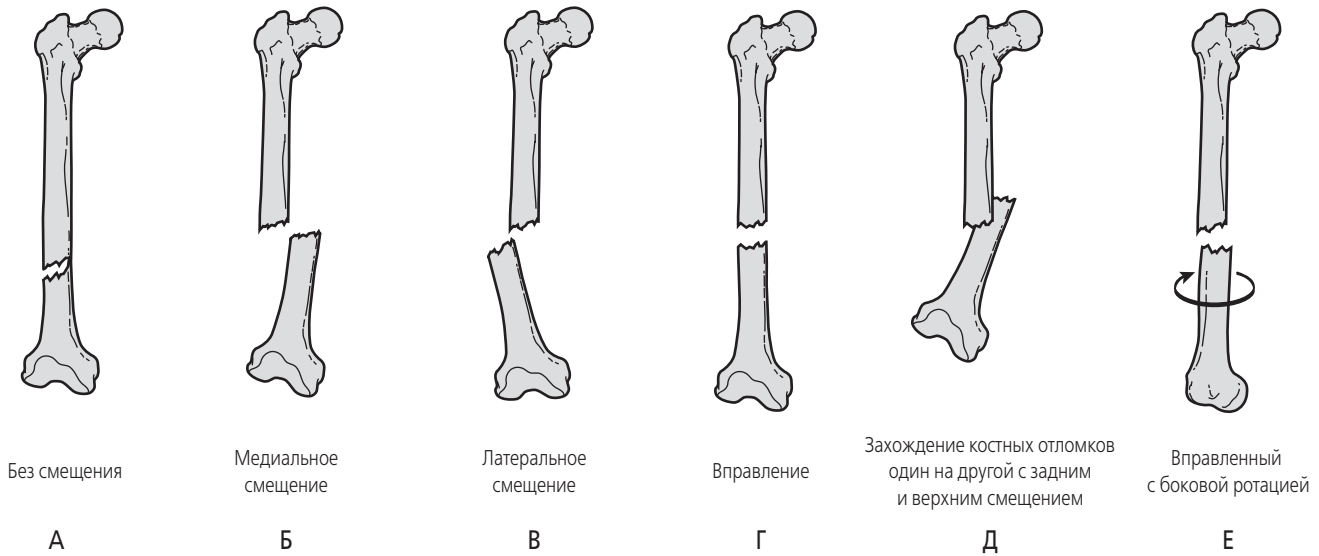
того, смещение может возникнуть в результате вытяжения, захождения костных отломков один за другой, или ротации фрагментов. Переломы без смещения, наоборот, имеют определенную степень контакта, сохраняющуюся между фрагментами кости.

*Сопоставление* — это соотношение продольной оси одного фрагмента к другому. Фрагменты перелома сопоставлены если продольные оси отломков совмещены или параллельны (рис. 3-9). Отклонения возникают в результате *углового* смещения фрагментов перелома. Угловым смещением обозначается либо направление смещения дистального фрагмента относительно проксимального (например, *медиальный поворот места перелома [медиальная вершина] с латеральным угловым смещением дистального фрагмента*), либо направление *вершины* угла, сформированного фрагментами перелома (например, *ладонный угол с дорсальным вращением дистального фрагмента кзади*).

### Направление плоскости излома

*Направление* плоскости излома или линии перелома определяется относительно продольной оси трубчатой кости. Плоскости излома для костей неправильной формы описывают относительно кортикального слоя. Линии перелома могут быть *поперечными, продольными, косыми или спиральными* (рис. 3-10).

*Поперечная* линия перелома в результате сгибающего усилия возникает под прямым углом к продольной оси кортикальной пластинки кости. *Продольная* плоскость излома проходит параллельно диафизу.



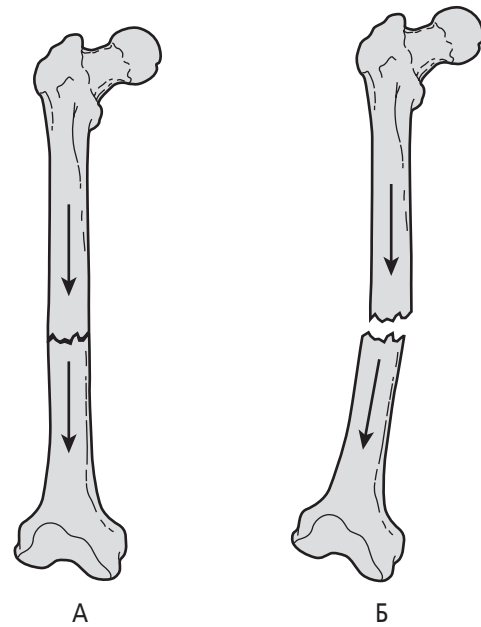
**Рисунок 3-8 (А–Е).** Положение фрагментов кости следует описывать по смещению дистального фрагмента относительно проксимального.

*Косой перелом* — перелом с диагональным направлением плоскости излома в результате сочетанного воздействия компрессии, сгибания и скручивания. *Винтообразная* плоскость излома, закрученная вдоль продольной оси представлена в переломе вследствие воздействия скручивающей силы. На первый взгляд, винтообразные и косые линии на рентгенограммах выглядят одинаково. Тем не менее, винтообразный перелом можно определить по вертикальному сегменту и острым зубчатым границам. Винтообразный перелом может сопровождаться большим разрывом поверхности, чем косой перелом, однако обычно имеет преимущества при срастании. Из-за конфигурации фрагментов кости, их сопоставление более точное, и обеспечивает быстрое заживление.

*Оскольчатый перелом* не всегда имеет четкое направление, потому что данный термин относится к любым переломам более чем с двумя фрагментами. Распространенный тип оскольчатого перелома с фрагментом в форме бабочки — клиновидным отломком основного фрагмента, вторичный относительно сочетанного воздействия компрессионных и сгибающих сил. *Сегментарные* переломы также относятся к оскольчатым. В этом случае кость разделяется на сегменты более чем одной линией перелома (рис. 3-11, 3-12).

Оскольчатые переломы обычно возникают в результате воздействия высокоэнергетических сил, например, ударной силы при ДТП. Определение *оскольчатый* используется для описания любого перелома более чем с двумя фрагментами, будь их 20 или 200. Существует множество методов определения объема оскольчатых фрагментов: проценты, данные в сантиметрах или описания с определениями *минимальный, небольшой или значительный*.

На рентгенограмме линии перелома отчетливо определяются по их рентгенонегативности. Рентгенонегативность является результатом острого кровотечения в месте перелома и наличия пространства между фрагментами. Величина пространства коррелирует со степенью смещения фрагментов перелома.



**Рисунок 3-9** Сопоставление — взаимное расположение продольных осей фрагментов кости. (А) Хорошее сопоставление отломков. (Б) Неправильное сопоставление с поворотом дистального фрагмента.

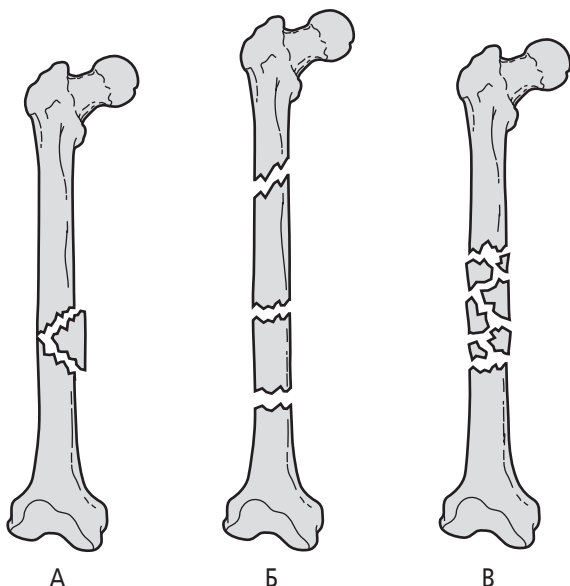
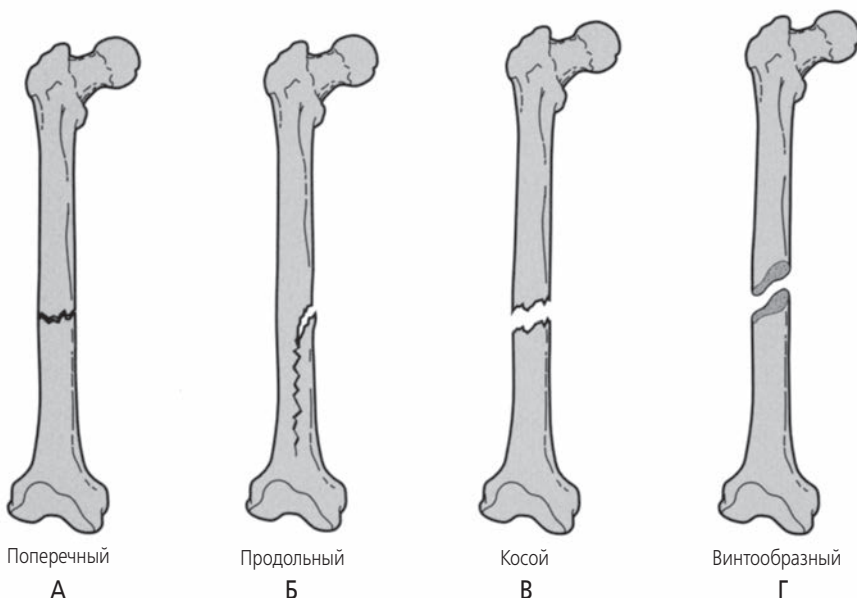
**Наличие особых признаков**

К особым типам переломов относятся *вколоченные* и *отрывные* (рис. 3-13). Переломы эпифиза и ростковой пластинки являются особым видом переломов у детей и будут рассмотрены в соответствующем разделе.

**Вколоченные переломы**

Вколоченные переломы возникают при сдавливающей силе, связанной с осевой нагрузкой. При этом повреждении

**Рисунок 3-10 (А-Г).** Направление линий перелома описывается относительно продольной оси кости.



**Рисунок 3-11** Оскольчатыми считаются любые переломы более чем с двумя отломками. Некоторые из часто встречающихся типов оскольчатых переломов: (А) клиновидный или по типу «бабочки», (Б) двух- или трехсегментарный перелом. (В) Другие переломы с множественными осколками, будь их несколько или несколько сотен, также называются оскольчатыми.

кость вколачивается сама в себя. Трабекулы сдавливаются или складываются друг в друга. Это происходит преимущественно в областях губчатого вещества кости, так как пористая структура обеспечивает возможность компрессии, необходимой для вколочения. При вколоченных переломах остается в некоторой степени естественная стабильность, что вместе с плотным контактом фрагментов создает преимущества для сращения перелома.

Существует две формы вколочения — *вдавленные переломы*, при которых одна поверхность кости входит в дру-

гую, и *компрессионные переломы*, при которых обе поверхности кости с силой стремятся друг к другу. К примеру, *вдавленный перелом плато большеберцовой кости* возникает в результате ударного воздействия более прочного по структуре свода дистального мыщелка бедренной кости относительно более слабого плоского плато большеберцовой кости. *Компрессионный перелом тела позвонка*, с другой стороны, происходит при осевой нагрузке на позвоночник, сдавливающей тело позвонка между смежными верхним и нижним позвонками (рис. 3-14).

На рентгенограмме вколоченные переломы выглядят как *рентгенопозитивные* из-за повышенной плотности сдавленных трабекул.

### Отрывные переломы

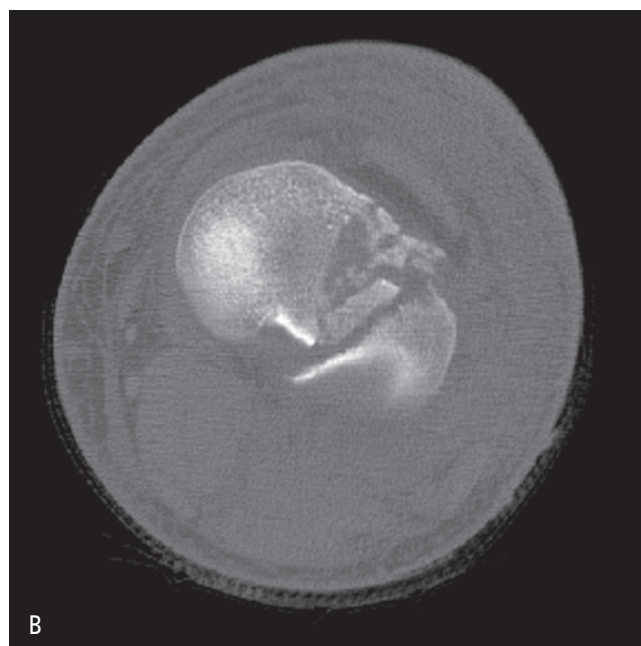
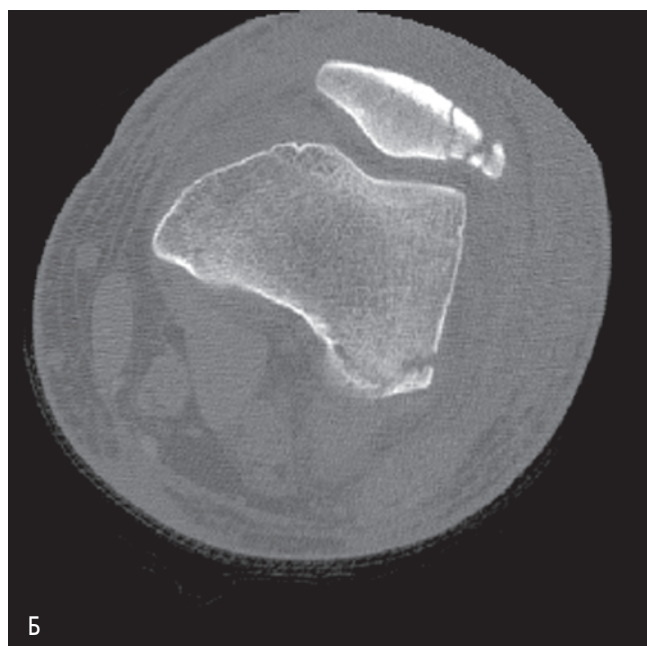
Отрывные переломы возникают при действии силы натяжения на кость. Фрагменты кости отрываются или смещаются от основного тела кости вследствие активного сокращения мышцы или пассивного сопротивления связки силе растяжения. Отрывные переломы происходят у костных выступов, служащих местами прикрепления мышц, сухожилий и связок. Отрывные переломы описывают по анатомическим ориентирам, например, *отрыв бугра пяточной кости в месте прикрепления пяточного сухожилия* (рис. 3-15).

На рентгенограмме отрывные переломы выглядят *рентгенонегативными* в результате кровотечения и наличия пространства между отломками и основным телом кости.

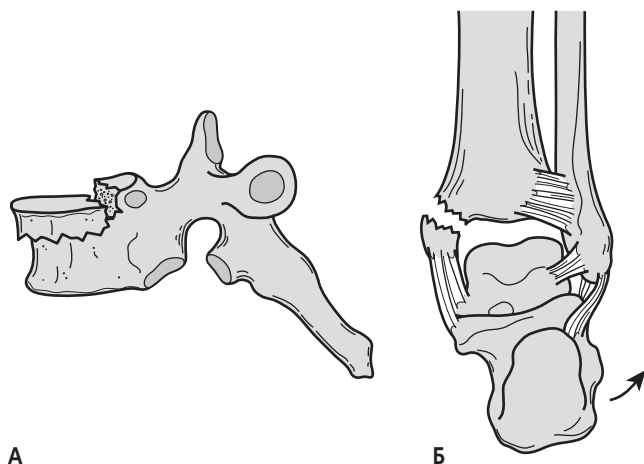
### Сопутствующие нарушения

Сопутствующие переломам нарушения многообразны. *Подвывихи* и *вывихи* смежных суставов относятся, пожалуй, к наиболее частым повреждениям, связанным с переломами (рис. 3-16). Вовлечение прилежащих мягких тканей

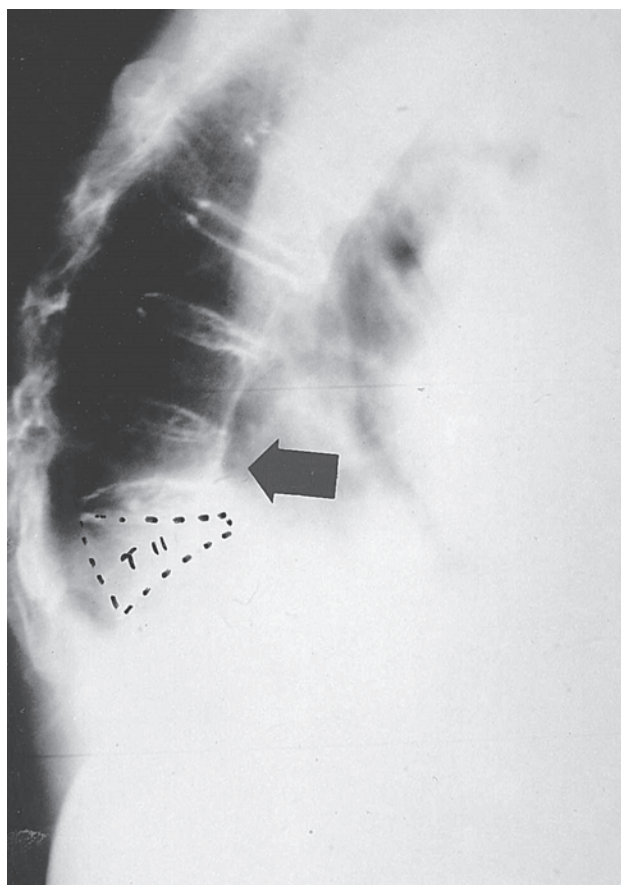




**Рисунок 3-12** (А) Рентгенограмма коленного сустава в переднезадней проекции. Видны оскольчатые переломы проксимального отдела большеберцовой кости и надколенника. (Б) Аксиальная КТ: оскольчатый перелом надколенника и заднелатерального мыщелка бедренной кости. (В) Аксиальная КТ: оскольчатый перелом проксимального отдела большеберцовой кости (снимок предоставлен J. C. Hunter, MD; University of California, Davis School of Medicine).



**Рисунок 3-13** К особым типам переломов относятся (А) вколоченные, возникающие, например, при компрессионном переломе тела позвонка, или (Б) отрывные, например отрыв медиальной лодыжки при вывороте лодыжки при фиксированной стопе.



**Рисунок 3-14** Множественные компрессионные переломы грудных позвонков. Четко выражен тяжелый остеопороз. Кортикальные пластинки многих тел позвонков давно исчезли из-за деминерализации, поэтому форма тел зависит преимущественно от сохранившихся фиброзных дисков. Крупная стрелка указывает на T10, который коллапсировался из-за множественных компрессионных переломов и приобрел клиновидную форму. T11 деформирован сходным образом, но закрыт мягкими тканями.



**Рисунок 3-15** Боковая проекция стопы с отрывным переломом бугра пяточной кости. Отломок (стрелка) сместился вверх, а не прикрепленное теперь сухожилие — кзади. Пунктирными линиями отмечены зоны нормального контакта фрагмента с основным телом кости (снимок предоставлен Laughlin Davis, MD).

возникает также часто, как и разрыв суставной капсулы, связок, межкостной мембраны между длинными костями предплечья или межберцового синдесмоза. В некоторых случаях разрывы мягких тканей можно заподозрить на стандартной рентгенограмме, однако для точного диагноза требуются дополнительные методы визуализации.

### Переломы, вызванные чрезмерной нагрузкой или патологическими процессами

#### Стрессовые переломы

Стрессовые переломы обозначаются также как микропереломы, усталостные переломы, «маршевая стопа». Существует два механизма возникновения стрессовых переломов, первый — повторяющаяся незначительная травма здоровой кости. Постоянное частое воздействие низких нагрузок не дает кости достаточного времени для сращения и ремоделирования. Подобные стрессовые переломы выявляются чаще всего на нижних конечностях; ярким примером служит перелом плюсневых костей, связанный с продолжительными прогулками, маршировкой или бегом. Вторым механизмом возникновения стрессовых переломов служит нормальная нагрузка на