



РЕГЕНЕРАЦИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ



Различают физиологическую и репаративную регенерацию.

Физиологическая регенерация – регенерация в процессе нормальной жизнедеятельности организма, обычно не связанная с повреждением или утратой части органа.

Репаративная регенерация – регенерация происходящая в случаях повреждения или утраты какого либо органа или части организма.



Физиологическая регенерация кости.

- Сложное строение кости позволяет ей выполнять многообразие функций, тем самым ставя ее в разряд важнейших органов организма.
- Физиологическая регенерация кости заключается в постоянном обновлении клеточных, внеклеточных, органических и неорганических элементов, за счет собственных и поступающих извне ресурсов.
- Это необходимо ввиду того, что в процессе жизнедеятельности в различных частях костей накапливаются микроповреждения, происходит старение и «износ» кости.



В губчатых отделах кости и в области периоста и эндоста, упрощенный механизм физиологической регенерации заключается в следующем:

- Сначала место в кости, которое должно быть замещено новой костью, подготавливается к резорбции. Ее поверхность освобождается от остеогенных клеток.
- В эту область мигрируют остеокласты, которые должны осуществить сам процесс резорбции кости.
- Остеокласты при помощи ферментов, как бы растворяют костный минерал, поглощая при этом продукты распада.
- Вблизи места резорбции, в эндосте начинается пролиферация (размножение) и дальнейшая дифференцировка остеогенных клеток – предшественников в преостеобласты и далее в остеобласты. Эти клетки мигрируют в резорбируемую лауну и фиксируются там.
- Синтез коллагенного белка и его формирование в коллагенные микрофибриллы, фибриллы, волокна и волокна создает новую костную структуру.



В плотной, компактной кости механизм физиологической регенерации несколько отличается.

- **В эти отделы кости доступ остеокластов для резорбции затруднен или даже невозможен.**
- **Резко затруднен туда и доступ клеток – предшественников для их дальнейшей дифференцировки в остеобласты.**
- **Предполагается, что в этих местах регенерация кости осуществляется остеоцитами, которые способны как к растворению костного матрикса, так и его синтезу.**



Репаративная регенерация кости.

- При нанесении кости различных травм, которые приводят к нарушению ее целостности, запускается процесс репаративной регенерации .
- Процесс репаративной (восстановительной) регенерации кости также сформировался в процессе эволюции и представляет из себя сложный, запрограммированный процесс, который, пройдя через определенные стадии, приводит к самовосстановлению нарушенной функции.
- Это происходит путем образования новой костной ткани в месте ее повреждения при переломе, с восстановлением целостности сегмента кости путем сращения – консолидации.
- С практической точки зрения механизм образования костной мозоли, представляет из себя сложный процесс местных и общих изменений.
- Процесс репаративной регенерации кости с образованием костной мозоли можно изучать по данным патоморфологических, биохимических, рентгенологических, клинических и других исследований.



- **Процесс репаративной регенерации костной ткани при ее повреждениях является многоэтапным процессом.**
- **Каждый следующий этап является продолжением предыдущего.**
- **Существуют различные деления этого процесса на этапы (стадии или фазы).**
 - **А.В. Каплан различает 5 стадий,**
 - **Ю.Г. Шапошников различает – 4 стадии,**
 - **Г.П. Котельников и С.П. Миронов различают– 5 стадий,**
 - **Р. Уотсон -Джонс различает - 3 стадии и т.д..**



Репаративная регенерация кости по Шапошникову Ю.Г..

- Процесс репаративной регенерации кости, как и в любой другой ткани, проходит четыре основные фазы или стадии:

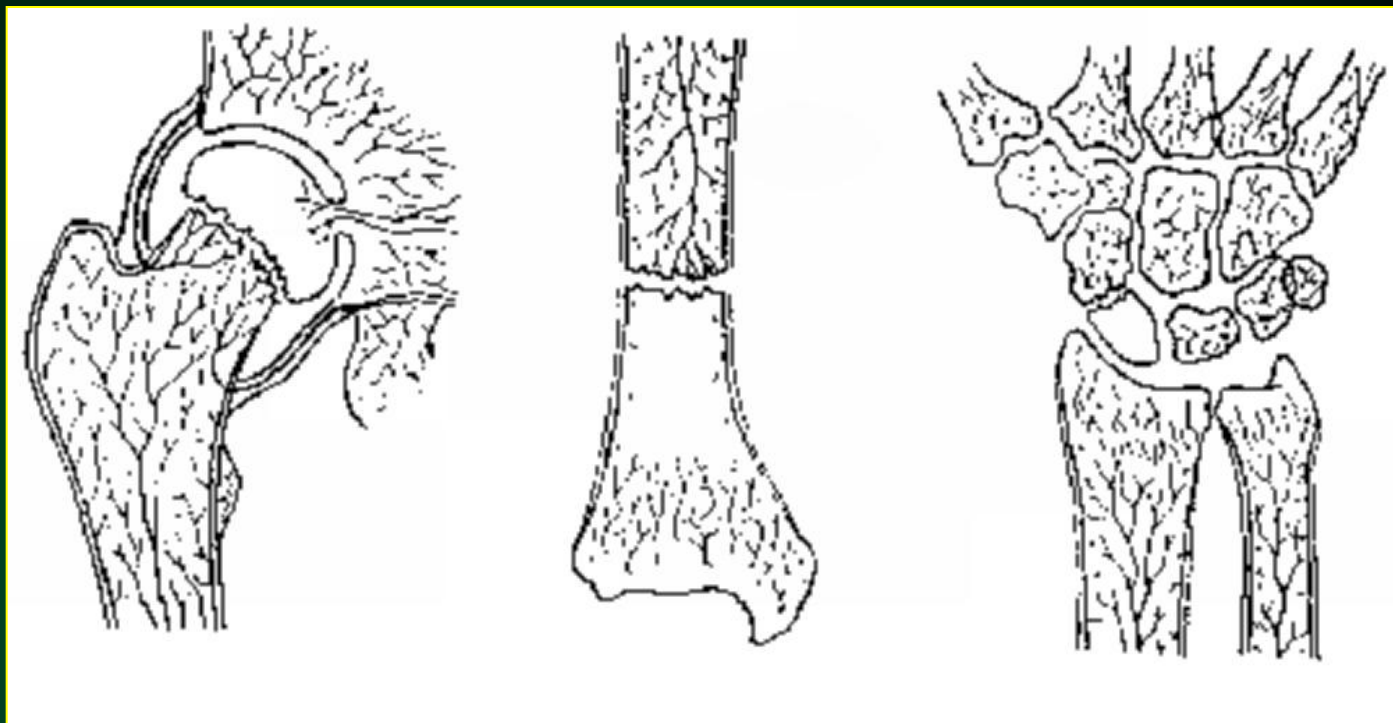
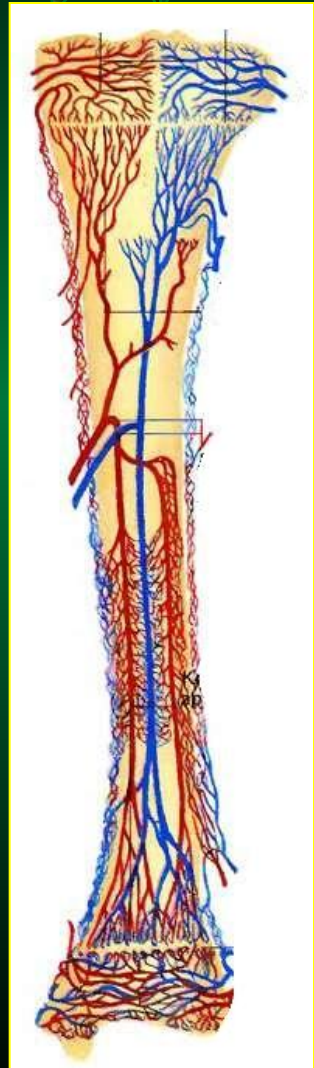
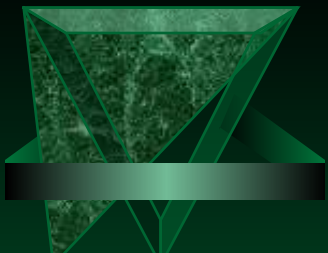
1. фаза острых нарушений кровообращения;
2. фаза дезорганизации клеточных и тканевых структур;
3. фаза пролиферации;
4. фаза дифференциации.



Репаративная регенерация кости по Шапошникову Ю.Г..

Первая фаза – фаза острых нарушений кровотока.

- При переломах нарушается нормальный ток артериальной и венозной крови в кости.
- Проксимальный и дистальный отломки не соединяются единой внутрикостной системой циркуляции.
- Происходит компенсаторное перераспределение тока крови, и возникают два отдельных бассейна внутрикостного кровотока (проксимальный и дистальный).
- Излившаяся при переломе кровь формирует вокруг концов кости гематому.
- Эта фаза сопровождается гипоксией тканей в области перелома, расширением и повышением проницаемости капилляров, возникновением отека.



**Схематическое изображение нарушений
внутрикостного кровотока при переломах
различных костей.**



Репаративная регенерация кости по

Шапошникову Ю.Г..

Вторая фаза – фаза дезорганизации клеточных и тканевых структур.

- Эта фаза сопровождается гибелью и разрушением дифференцированных клеток, с дальнейшим накоплением продуктов распада.
- Как результат этого процесса происходит расширение микроциркулярного русла и возникновение новых, концевых артерио-венозных связей.
- Возникает грануляционная ткань, которая способствует постепенному возобновлению микроциркуляции в зоне повреждения.



Репаративная регенерация кости по Шапошникову Ю.Г..

Третья фаза - фаза пролиферации.

- Сразу после фазы дезорганизации клеточных и тканевых структур начинается фаза пролиферации.
- Иногда эти процессы в разных отделах кости идут параллельно.
- Через грануляционную ткань в область перелома доставляются «строительные материалы» – белки, коллаген, микроэлементы, незрелые камбиальные клетки, которые в условиях улучшения микроциркуляции, заполняют область перелома незрелой скелетогенной тканью и формируют межотломковый фиброзно-хрящевой регенерат.



Репаративная регенерация кости по Шапошникову Ю.Г..

Четвертая фаза - фаза дифференциации.

- Эта фаза репаративной регенерации заключается в восстановлении микроциркуляции в области перелома.
- Незрелые клеточные элементы замещаются остеобластами (или трансформируются в остеобласты), которые формируют вокруг себя сеть костных балок.
- Фиброзно-хрящевой регенерат замещается на костный, происходит так называемая «оссификация» костной мозоли, и перелом срастается.
- В дальнейшем, в результате различных функциональных нагрузок и в результате генетических программ, костная мозоль перестраивается и направление костных балок из «хаотического» переходит в правильно организованное.
- Постепенно процесс репаративной регенерации затухает с формированием сращения между отломками.



Репаративная регенерация кости по Котельникову Г.П и С.П. Миронову С.П.

Состоит из пяти стадий:

- 1. Стадия повреждения или альтернации.**
- 2. Стадия вторичной деструкции.**
- 3. Стадия очищения костной раны.**
- 4. Стадия первичного ретикуло - фиброзного костного регенерата.**
- 5. Репаративное ремоделирование ретикуло - фиброзного костного регенерата.**



Репаративная регенерация кости по Котельникову Г.П и С.П. Миронову С.П.

Первая стадия – стадия повреждения или альтернации.

- Первая стадия течения репаративной регенерации кости зависит от травмирующего фактора – его силы, длительности, сопутствующего перелому повреждения мягких тканей, величины смещения и т.д..
- В этой стадии при переломах костей имеет место повреждение в виде разрыва всех слоев кости.
- В процесс вовлечена надкостница, подлежащая кость, эндост и все составляющие их элементы: коллагеновые волокна, клеточные элементы, костный мозг, кровеносные и лимфатические сосуды, нервные ткани как снаружи, так и изнутри кости.



- **Вышеизложенные повреждения вызывают деструкцию тканевых элементов в области перелома, и нарушение взаимосвязи и структуры сохранившихся элементов.**
- **Это, в свою очередь, вызывает физико-химические изменения среды в зоне повреждения и запускает процесс воспаления, как защитную реакцию организма на травму.**



Репаративная регенерация кости по Котельникову Г.П и С.П. Миронову С.П.

Вторая стадия – стадия вторичной деструкции.

- Воспалительная реакция в области перелома, возникшая как ответ на повреждение, вызывает, в первую очередь, еще большее расстройство кровотока и лимфообращения (вазодилатация, повышение проницаемости сосудистой стенки, отек и т.д.).
- Из сосудистого русла происходит выход жидкости, белков, солей и клеток крови, что приводит к отеку тканей. Сюда мигрируют лейкоциты, которые инфильтрируют ткани, окружающие область перелома.



- Возникают стаз крови, тромбоз мелких сосудов и небольшие кровоизлияния, появляется фибринозный налет.
- В очаге воспаления возникает ацидоз, гипоксия и гиперосмия. Между костными отломками формируется кровяной сгусток.
- В результате повреждения сосудов прекращается центральный кровоток.
- На концах отломков появляются зоны, где кровоток отсутствует. Здесь происходит гибель остеоцитов, запустевание лакун и омертвление костной ткани.
- По линии перелома на обоих концах отломков происходит отмирание части кости, надкостницы, эндоста и костного мозга.



- Благодаря сложной разветвленной системе кровеносных сосудов в кости, кровоснабжение обеспечивает жизнеспособность всех отломков, а зоны некроза не распространяются далеко от области перелома.
- Процесс вторичных некрозов кости и их резорбция являются длительными и идут параллельно с образованием костного регенерата.



Репаративная регенерация кости по Котельникову Г.П и С.П. Миронову С.П.

Третья стадия – стадия очищения костной раны.

- Распад и омертвение тканей в области перелома требуют утилизации тканевого детрита. Этот процесс происходит путем фагоцитоза остеоцитами, макрофагами (остеокластами) и гранулоцитами или путем лизиса ферментами, появляющимися при гибели гранулоцитов.
- В конце концов, макрофаги очищают поле деятельности, а факторы роста определяют дифференцировку фибробластов.
- Фибробласты образуют рыхлую неоформленную соединительную ткань, которая легко адаптируется в условиях гипоксии.
- Вслед за этим в очаге начинают формироваться сосуды и появляется грануляционная ткань.



Репаративная регенерация кости по Котельникову Г.П и С.П. Миронову С.П.

Четвертая стадия - стадия первичного ретикуло- фиброзного костного регенерата.

- В этой стадии происходит восстановление целостности кости.
- В надкостнице, эндосте и костном мозге вблизи области перелома начинается пролиферация клеток-предшественников и остеогенных клеток, остеогенные клетки вместе с сохранившимися остеобластами начинают продуцировать на поверхности надкостницы и эндоста костные балки – коллагеновые волокна, основу которых составляет белок III типа.



- С развитием сосудистой сети между отломками происходит также процесс дальнейшего развития и построения костных балок, которые формируются на концах отломков и идут навстречу друг к другу.
- При недостаточном кровообращении дифференцировка клеток- предшественников идет в сторону формирования хондробластов и хондроцитов.
- Постепенно формируется трехслойный регенерат, состоящий:
 - из ретикуло - фиброзной костной (где хорошее кровоснабжение),
 - гиалиново - волокнистой хрящевой (где кровоснабжение хуже),
 - волокнистой соединительной ткани.



- По мере прорастания капилляров, хрящевая ткань замещается ретикуло - фиброзной костной тканью.
- Периостальные и эндостальные регенераты обоих костных отломков продвигаются навстречу друг к другу и соединяются.
- Постепенно все омертвевшие ткани, оказавшиеся на пути регенерата, утилизируются. Все пространство между отломками занимает новая ретикуло - фиброзная костная ткань.



Репаративная регенерация кости по Котельникову Г.П и С.П. Миронову С.П.

Пятая стадия – стадия репаративного
ремоделирования ретикуло - фиброзного
костного регенерата.

- Ретикуло - фиброзный костный регенерат в виде муфты окружает область перелома, соединяя отломки и фиксируя их друг к другу.
- Несмотря на его относительную прочность, он не может сравниться по прочности со зрелой костью и не может считаться органотипическим.
- Начинается процесс ремоделирования. Постепенно ретикуло - фиброзная кость резорбируется и замещается компактной костью. При этом происходит постепенное восстановление целостности костномозгового канала и костного мозга.



- Несмотря на полное единство структуры вновь сформированного костного регенерата с материнской костью отломков, между ними всегда прослеживается граница. Это связано с различной ориентацией остеонов с их центральными (гаверсовыми) каналами. На этом этапе репаративной регенерации кости при переломах завершается.
- Дальнейшая перестройка регенерата происходит под влиянием возрастающих нагрузок и называется адаптационной. Она завершается полным тканевым единством и однородностью новообразованной кости и костной ткани неповрежденных областей костных отломков.



Упрощенный механизм репаративной регенерации костной ткани.

- С практической точки зрения можно различать пять стадий репаративной регенерации костной ткани.

1-ая стадия-стадия гематомы

2-ая стадия-стадия воспаления

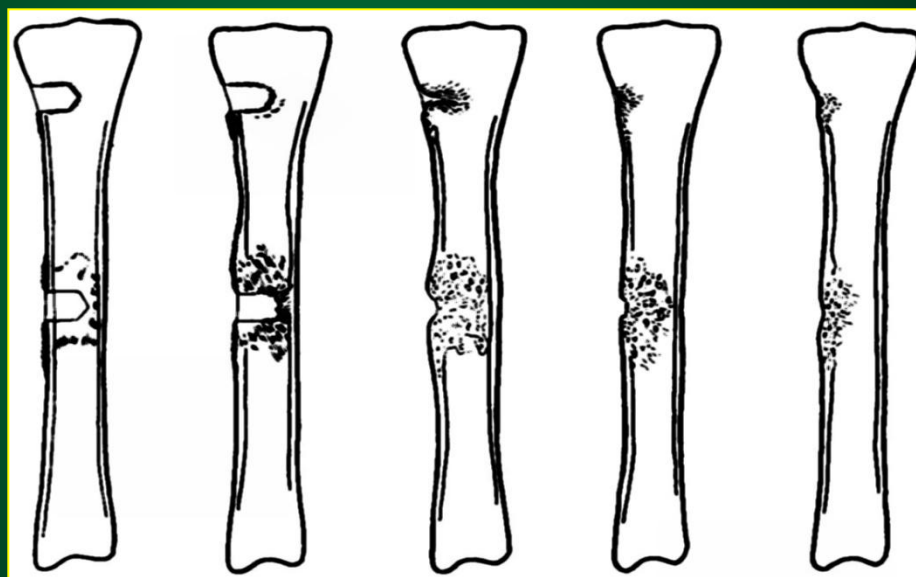
3-ая стадия-стадия мягкой мазоли

4-ая стадия-стадия плотной мазоли

5-ая стадия-стадия ремоделирования



- Репаративная регенерация костной ткани является запрограммированным процессом, доставшимся нам результате эволюции. Схематическое изображение динамики репаративного костеобразования при локальном повреждении метафизарных и диафизарных отделов кости отображена на рисунке.



ДНИ : 7-ой 14-ый 21-ый 30-ый 60-ый



Нарушения репаративной регенерации кости.

- При менее благоприятных условиях, когда имеется недостаточность кровоснабжения области перелома или постоянное нарушение кровоснабжения в результате подвижности между отломками, процесс репаративной регенерации кости может несколько искажаться.
- В периоде образования трехслойного регенерата, когда в нем параллельно идут образование ретикуло - фиброзной костной, хрящевой гиалиновой и волокнистой соединительной ткани, последние две в условиях плохого кровоснабжения не будут замещаться на ретикуло - фиброзную костную ткань.
- Эти ткани останутся в виде хрящевой и фиброзной прокладки между костными отломками и будут мешать созреванию полноценного костного регенерата и морфо-функциональному восстановлению поврежденной кости.



- Это может привести к замедленной консолидации, несращению перелома или формированию ложного сустава.
- После соответствующего вмешательства, процесс репаративной регенерации может запущен вновь и в конце концов произойдет сращение отломков.



Нарушения процесса консолидации.

- К этим состояниям относятся замедленная консолидация, несросшийся перелом, ложный сустав.
- Необходимо помнить, что сроки консолидации для разных костей различные.
- Процесс консолидации зависит от условий, в которых он проходит, от общего состояния организма и многих других внешних и внутренних факторов.



Факторы приводящие к нарушению процесса консолидации:

- Отсутствие репозиции и контакта между отломками.
- Недостаточная иммобилизация, особенно в первую половину срока, необходимого для консолидации.
- Частые попытки устранения остаточных смещений, особенно при консервативном лечении. На ранних стадиях они приводят к повреждению сосудов регенерата.
- Раннее снятие фиксации и ранняя мобилизация пациента. Если в период раннего неокрепшего костного регенерата (период ретикуло - фиброзной кости) начать нагрузку на конечность, может произойти разрушение и рассасывание регенерата.
- Большая скелетизация костных отломков при оперативном лечении приводит к нарушению кровоснабжения концов кости и увеличивает зону некроза кости.
- Для оптимального течения репаративной регенерации и сращения отломков при переломах, необходимо, чтобы между отломками имелся хороший контакт.



Факторы приводящие к нарушению процесса консолидации:

- Отказ от реабилитации и чрезмерное щажение конечности и неверие в лечение. В этом случае отсутствуют сигналы в центральную нервную систему, и процесс репаративной регенерации затягивается.
- Присоединение раневой инфекции.
- Повреждение магистральных сосудов и периферических нервных стволов, приводящих к нарушению трофики.
- Интерпозиция мягких тканей между отломками.
- Особенности кровоснабжения некоторых костей, при переломе которых может резко нарушиться питание одного из отломков (ладьевидная кость, таранная кость, шейка бедренной кости).
- Интоксикация организма и т.д..
- В начале лечения должна быть обеспечена умеренная компрессия между отломками и их максимальная обездвиженность. Важное значение имеет хорошее кровоснабжение и микрокровооток конечности.



Патогенез нарушения репаративной регенерации кости, приводящий к развитию несращения и ложного сустава.

- При нестабильности в области перелома происходит постоянное повреждение межотломкового регенерата и нарушается возможность восстановления кровотока между отломками.
- Вокруг каждого или одного из концов кости формируется регенерат, однако он не скрепляет отломки.
- Между отломками происходит краевая резорбция, при прогрессировании которой формируется не ретикуло-фиброзное костное, а фиброзное или фиброзно-хрящевое сращение.
- Костные отломки, хотя и фиксируются между собой, однако окончательного сращения не происходит.
- Хрящевая гиалиновая ткань регенерата, в условиях плохого кровоснабжения не может далее дифференцироваться в ретикуло-фиброзную костную ткань.

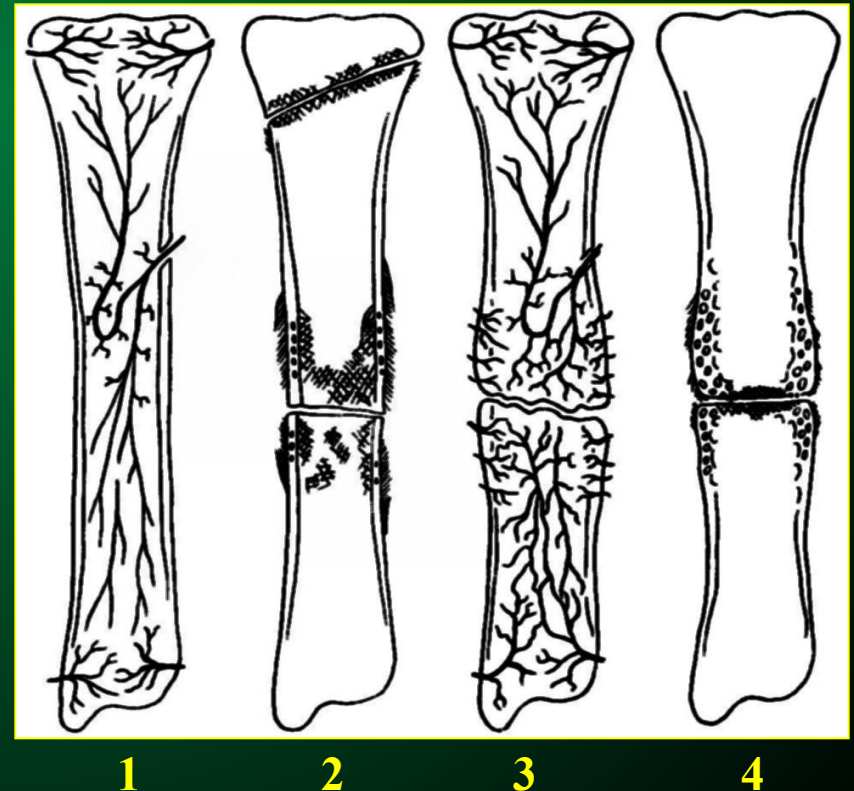


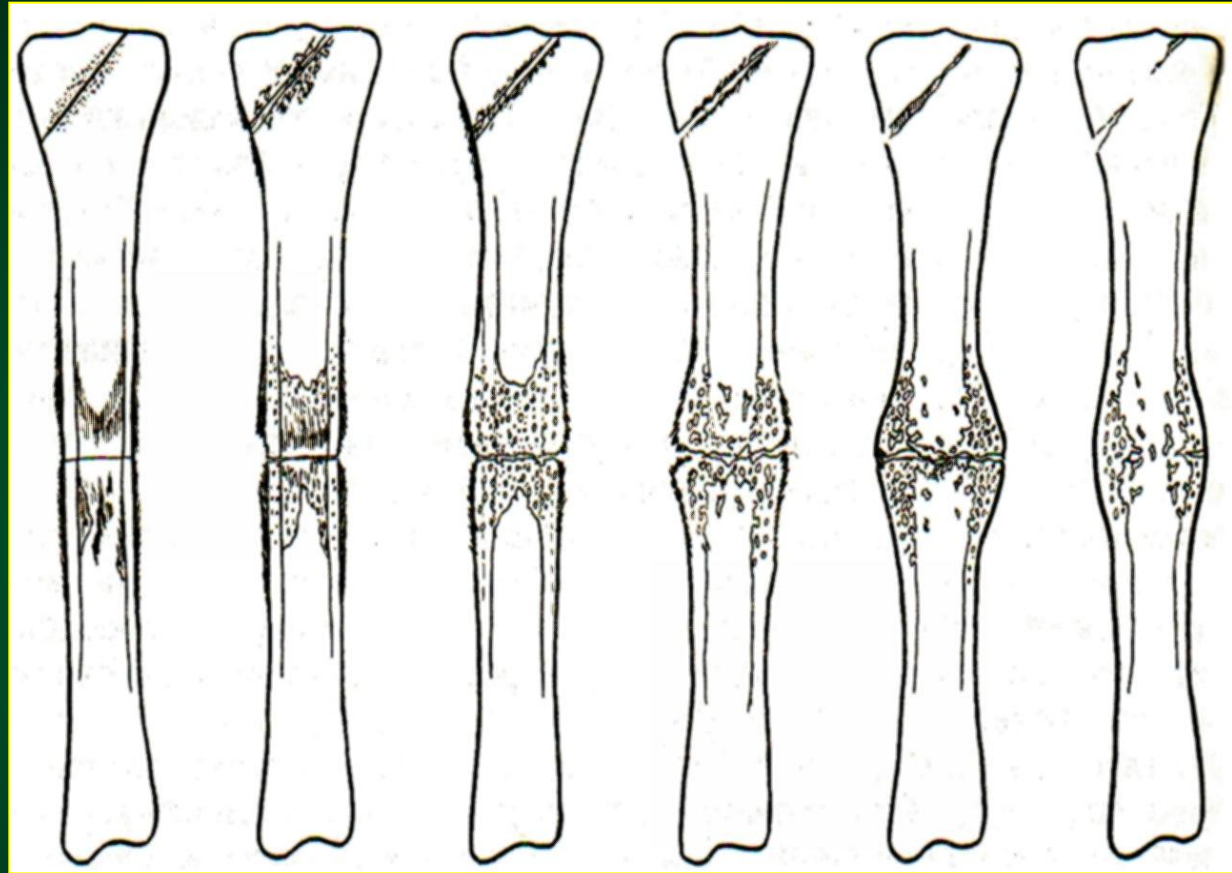
С течением времени процесс может продвигаться в двух направлениях.

- Либо в сторону разрастания вокруг отломков хрящевой – гиалиновой ткани с формированием гипертрофического ложного сустава.
- Либо, при обеспечении неподвижности и улучшении микрокровотока, со временем может наступить сращение перелома.

Схематическое изображение процесса завершившегося образованием ложного сустава.

1. Нормальный внутрикостный кровоток
2. Перелом - кровоток нарушен
3. Возникновение двух отдельных кровотоков в отломках не связанных между собой
4. Сформированный костный сустав





Схематическое изображение процесса консолидации, завершившегося сращением кости.



Замедленная консолидация.

- Замедленной консолидацией называются случаи, когда процесс сращения отломков затягивается дольше средних сроков. В этих случаях костная мозоль бывает слабо выраженной, а линия перелома долго прослеживается.

Несросшийся перелом.

- Несросшимися переломами называются те случаи, когда сроки, необходимые для сращения перелома удвоены и больше. Костная мозоль отсутствует, и линия перелома прослеживается на всем протяжении.

Ложный сустав.



- Ложный сустав отличается от несросшегося перелома тем, что на рентгенограммах костномозговой канал обеих отломков закрыт (замыкательные пластинки), щель между отломками прослеживается на всем протяжении.
- Различают гипертрофический и атрофический суставы.

Гипертрофический ложный сустав.

- Костная мозоль может быть пышной, но на всем протяжении не иметь контакта с костной мозолью противоположного отломка (гипертрофический ложный сустав).
- Чем больше и обширнее образована костная мозоль, тем
нестабильнее была фиксация между отломками.



Гипертрофические ложные суставы бедра и большеберцовой кости

Атрофический ложный сустав.



**Атрофический
ложный сустав**

- Атрофический ложный сустав наступает в случаях, когда проксимальный и дистальный сосудистые русла не соединяются в результате серьезных нарушений внутрикостного кровообращения. Нарушено поступление из костного мозга в область между отломками клеточных, белковых и неорганических строительных материалов.
- Межотломковый регенерат формируется слабо, он не развивается и не подвергается оссификации.
- Костная ткань между отломками не формируется.
- В результате процессов резорбции между отломками концы костей истончаются, заостряются и между ними формируется фиброзное и фиброзно-хрящевое сращение (атрофический ложный сустав). При интерпозиции между отломками мягких тканей (мышц, сухожилий и фасций) костное сращение также не наступает, ввиду отсутствия контакта между отломками, невозможности восстановления единого внутрикостного кровотока и формирования межотломкового регенерата.

Ложные суставы.

- Клинически может определяться безболезненная патологическая подвижность.
- Если патологическая подвижность выражена, то такой ложный сустав называется болтающимся. Если патологическая подвижность незначительная, то такой ложный сустав называется тугим ложным суставом.





Основные принципы лечения нарушений консолидации между отломками.

- Первым долгом необходимо выяснить причины замедленной консолидации или несращения отломков.
- Если причиной является подвижность между отломками,
то обеспечивается адекватная иммобилизация.
- Если имеет место смещение отломков или интерпозиция мягких тканей, прибегают к оперативному устранению этих причин.
- Если нестабильность после операции вызвана неправильным выбором металлоконструкции, ее расшатыванием или ее переломом, то производится замена металлоконструкции.
- Если причиной нарушения сращения является присоединившаяся раневая инфекция, то с ней начинается адекватная борьба.



- **Необходимо знать, что в условиях раневой инфекции, процесс консолидации между отломками продолжается, хотя и в несколько замедленном темпе. Если металлоконструкция в условиях инфицирования выполняет свою фиксирующую роль, то на некоторое время (до укрепления костного регенерата) можно воздержаться от ее удаления.**
- **Если причиной замедленной консолидации является истощение организма и неусвояемость некоторых питательных веществ, необходимых для консолидации (белки, микроэлементы и т.д.), необходимо ликвидировать эту причину (например дисбактериоз).**
- **Бытовавшее мнение, что чем больше компрессия между отломками и чем стабильнее фиксация, тем лучше идет процесс консолидации, ошибочно.**
- **Между отломками всегда должна быть небольшая щель, в которой может формироваться межотломковый регенерат.**



- Если в результате компрессии такая щель отсутствует, то организм создает ее путем межотломковой резорбции.
- Чрезмерно стабильная фиксация приводит к консолидации отломков, однако этот процесс протекает более длительно, ввиду отсутствия дополнительных стимулов для репаративной регенерации.
- Функционально- стабильный остеосинтез, когда между отломками сохраняется микроподвижность, приводит к более быстрому сращению, ввиду того, что в результате микротравм процесс репаративной регенерации систематически запускается вновь и вновь до полного обездвижения отломков.
- Функциональные нагрузки и ранняя реабилитация стимулируют процесс репаративной регенерации кости и сращение отломков, путем улучшения внутрикостного кровотока, и как следствие улучшения кровообращения в целом.



- Местное лечение заключается в дозированной нагрузке на иммобилизированную конечность и в адекватной реабилитации.
- Могут быть полезны некоторые виды физиотерапии (лазерное обучение, магнитотерапия).
- Цель физиотерапевтического лечения - стимуляция регенерации кости.
- Противопоказанием является рассасывающая физиотерапия.
- Из медикаментозных препаратов можно назначить витамины, анаболические гормоны (ретаболил - одна инъекция в неделю), препараты кальция (кальций ДЗ-Никомед), бисфосфанаты (Бон Вива), ренелат стронция (Бивалос) и т.д..
- Препараты кальция косвенно влияют на процесс регенерации кости. Организм направляет в область консолидации отломков кальций, взяв его из других отделов костной ткани.



- Консервативное лечение может быть полезным при замедленной консолидации, но никак не при несросшихся переломах и ложных суставах.
- Применение местного и консервативного лечения при ложном суставе является неоправданным, и только откладывает сроки начала адекватного оперативного лечения и выздоровления.
- Лечение ложного сустава только оперативное.
- Целью операции является:
 - удаление фиброзной ткани между отломками и замыкательных пластинок,
 - вскрытие костномозговых каналов,
 - освежение концов отломков до «кровоавой росы», особенно в местах их будущего контакта,
 - обеспечение стабильного контакта между отломками, и контакта области перелома со здоровой мышечной тканью для формирования периоста и прорастания сосудов из мышц в область костной мозоли.



- **Вышеперечисленные элементы операции являются обязательными для выполнения.**
- **При атрофических ложных суставах целесообразно выполнение костной пластики.**
- **В процессе освежения концов отломков и удаления нежизнеспособной склерозированной кости могут возникать костные дефекты, которые могут нуждаться или не нуждаться в костной пластике.**
- **Существует множество методов оперативного лечения несросшихся переломов и ложных суставов, многие из которых представляют лишь исторический интерес.**
- **Условно все операции можно разделить на два вида: открытые и закрытые.**

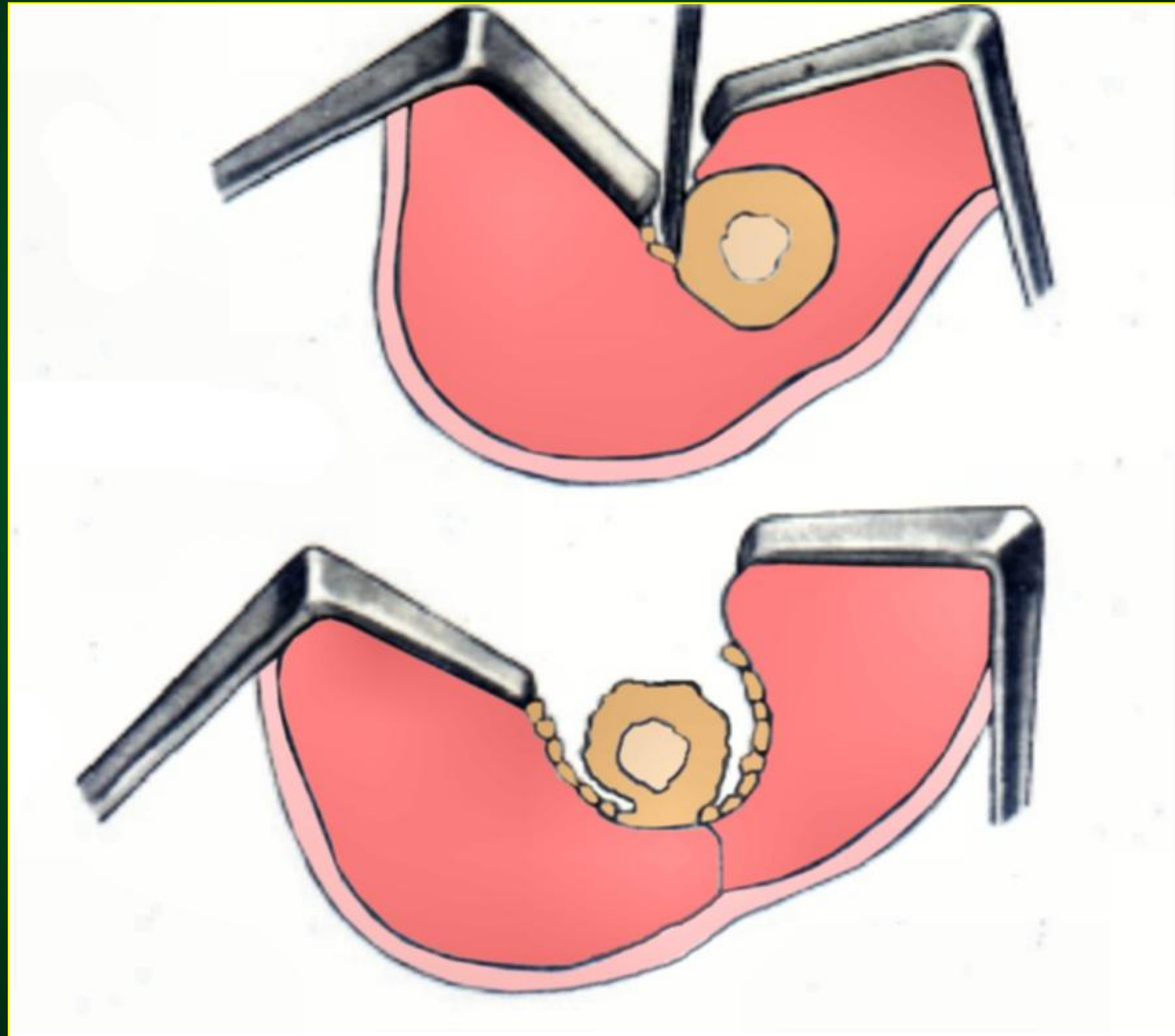


Лечение гипертрофических ложных суставов.

Декортикация по Жюде.

- Операция декортикации по Жюде является эффективной при гипертрофических ложных суставах.
- Особенностью операции является то, что при доступе к области ложного сустава надкостница не отделяется от кости при помощи распатора. Она отсекается долотом вместе с тонким слоем кости. Если при этом образуются крупные отщепы, связанные с мягкими тканями, то это даже полезно.
- Декортикация производится по возможности циркулярно.
- Декортикация способствует обнажению кровоточащей здоровой кости на концах отломков.
- После декортикации удаляется фиброзная рубцовая ткань между отломками, вскрывается костномозговой канал обоих отломков, и создаются площадки для хорошего контакта на обоих концах. Декортикация При наличии небольших костных дефектов можно использовать костную ауто- или алло-пластику.

Лечение ложных суставов. Схематическое изображение декортикации по Жюде.



Костная пластика при лечении ложных суставов.

- Из аутопластических материалов наиболее эффективным является аутологическая губчатая кость, взятая из крыла подвздошной кости.
- Из аллогенных материалов - деминерализованная кость —
(аллогенный костный матрикс), которая обладает

индуктивными свойствами.
**Деминерализованные
костные трансплантаты
(костный матрикс):**

- полуцилиндры,
- стружки,
- губчатая кость





Операция по Беку.

- При тугих гипертрофических ложных суставах может применяться малотравматичная операция по Беку.
- Суть ее заключается в нанесении нескольких сквозных перфорационных отверстий, проходящих через замыкательные пластинки и межотломковую щель.
- Таким образом, создаются условия для улучшения кровотока в области костного регенерата.
- Дополнительная внешняя фиксация либо в гипсовой повязке, либо в аппарате внешней фиксации позволяет создать благоприятные условия для сращения отломков.



● Остеосинтез при лечении ложных суставов.

Для окончательной фиксации отломков при лечении ложных суставов может быть использован любой метод – накостный, внутрикостный, чрескостный, гипсовая повязка.



а



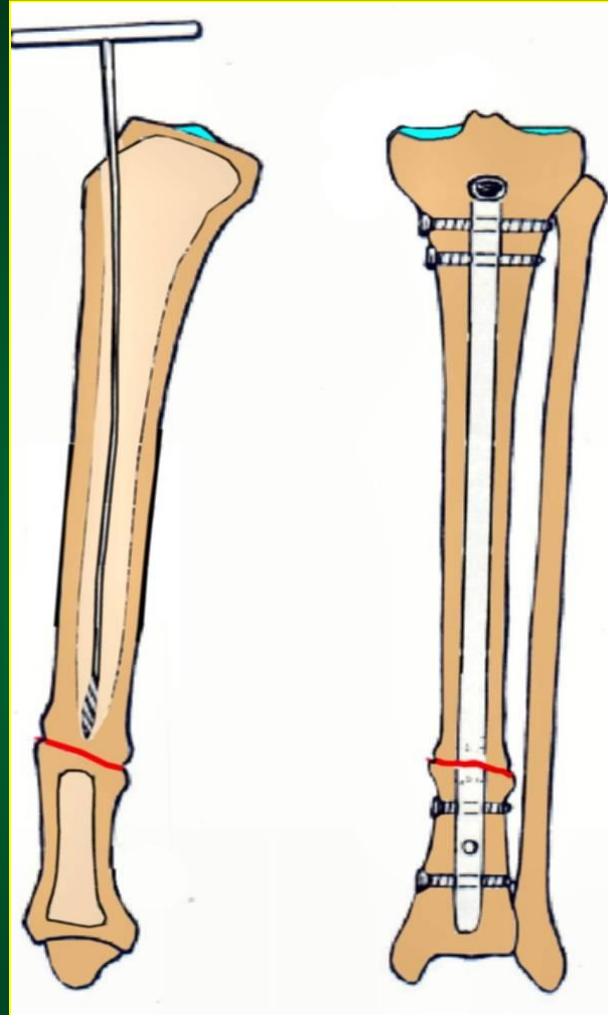
б

**Ложный сустав
большеберцовой кости.**

**а. Остеосинтез
интрамедулярным
гвоздем**

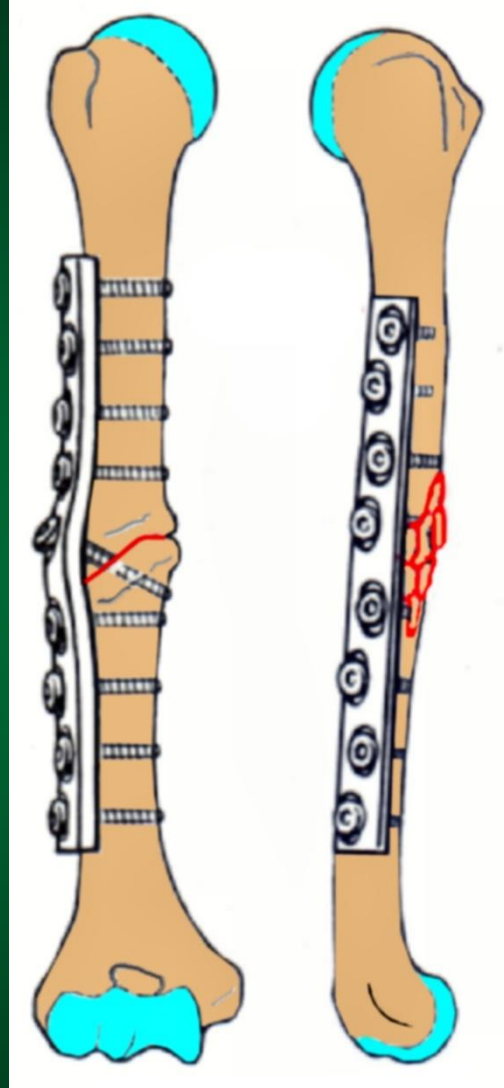
**б. Наступила
консолидация.**

● Остеосинтез при лечении ложных суставов.



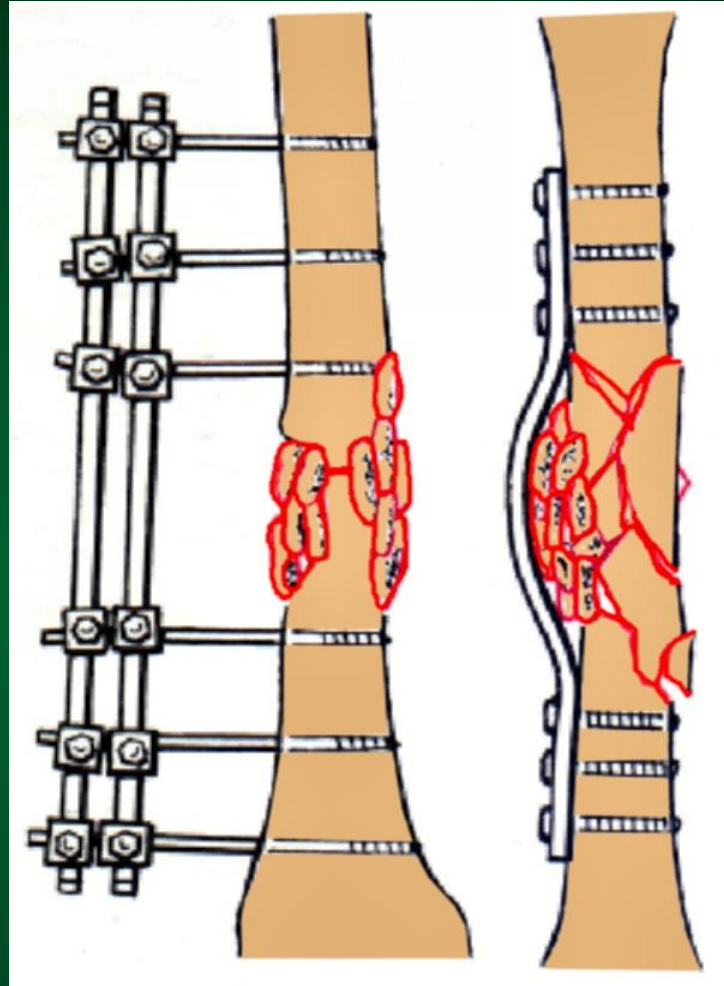
Схематическое изображение. Ложный сустав фиксирован интрамедулярным гвоздем.

● Остеосинтез при лечении ложных суставов.



Схематическое изображение. Ложный сустав фиксирован пластинкой с применением костной пластики.

● Остеосинтез при лечении ложных суставов.



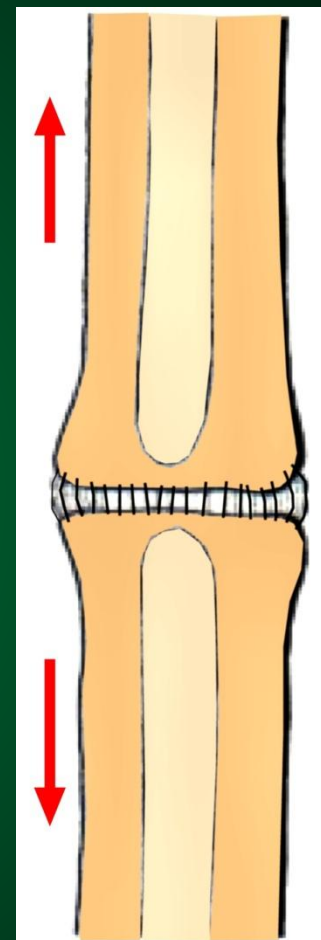
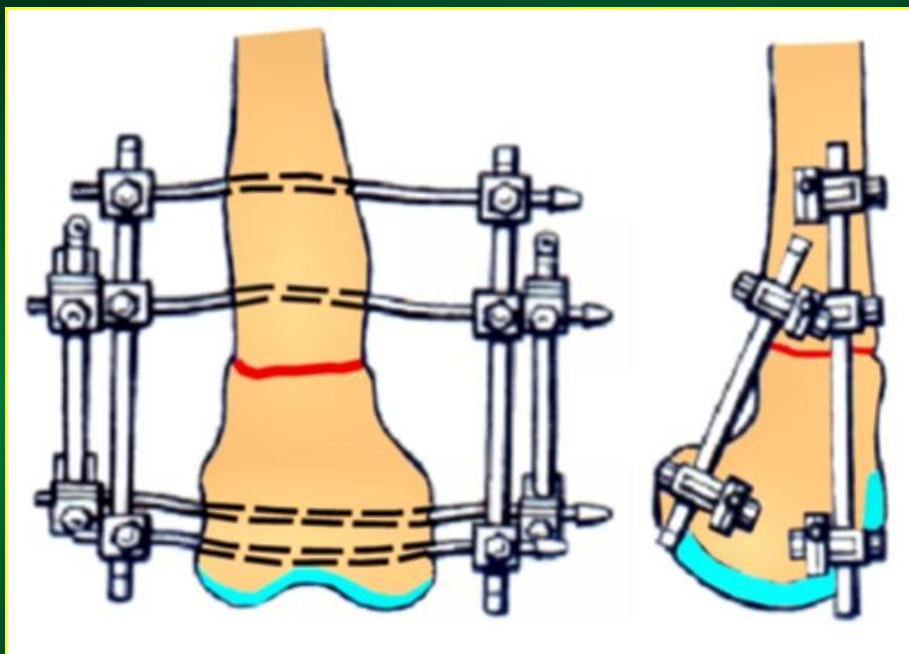
Схематическое изображение. Ложный сустав фиксирован в аппарате внешней фиксации с применением костной пластики.



Лечение ложных суставов закрытым методом в аппарате внешней фиксации.

- **Закрытый метод лечения ложных суставов осуществляется в компрессионно- дистракционных аппаратах внешней фиксации.**
- **На первом этапе производится закрытое наложение аппарата внешней фиксации (желательно из четырех колец и четырех пар перекрещивающихся спиц).**
- **Производится компрессия между отломками, приводящая к разрушению и резорбции склерозированных концов отломков и замыкательных пластинок.**
- **После исчезновения межотломковой щели и рассасывания замыкательных пластинок начинается дозированная дистракция между отломками – 1 мм в сутки за 3-4 приема. В процессе дистракции формируется межотломковый регенерат.**

Схематическое изображение лечения ложного сустава закрытым методом в аппарате внешней фиксации.



Формирование межотломкового
регенерата



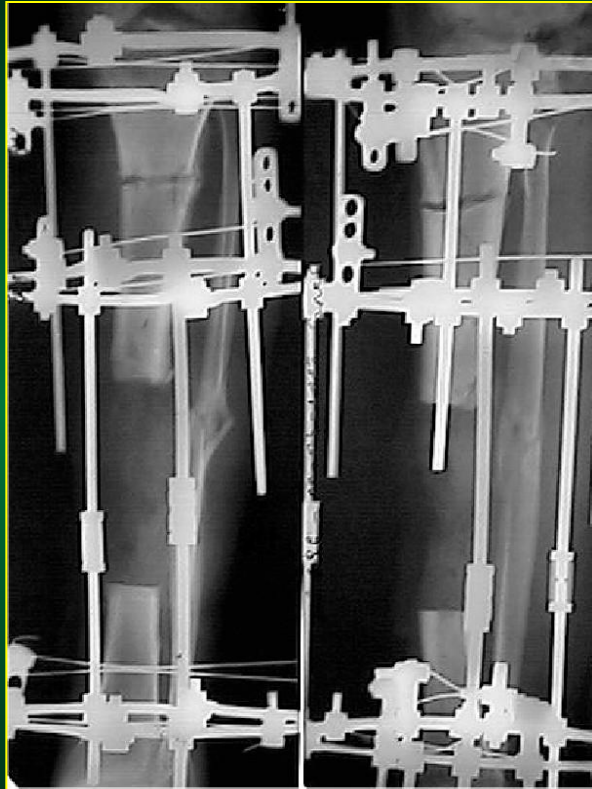
- После устранения деформации и восстановления необходимой длины сегмента, выжидают время для созревания регенерата (костной мозоли). В этот период больной может использовать конечность с несколько расслабленными гайками между средними кольцами аппарата.
- После окончательного сращения отломков аппарат демонтируется и продолжается реабилитационное лечение.
- При больших циркулярных костных дефектах и при атрофичных ложных суставах может использоваться метод бифокального остеосинтеза по Илизарову с постепенным перемещением остеотомированного отломка в область дефекта кости (по 1 мм в сутки) и его сращение с основным отломком. Место distraction заполняется distractionным регенератом.



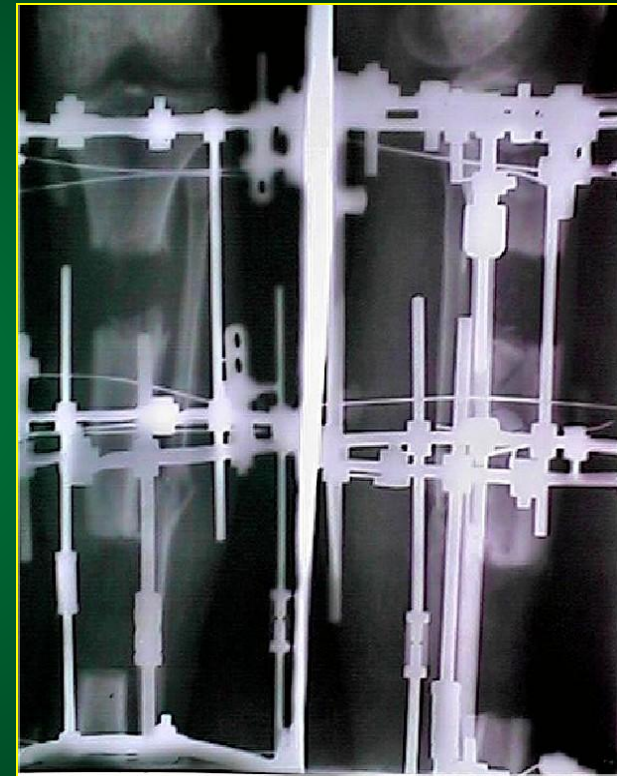
Лечение ложного сустава путем резекции очага и замещением дефекта в аппарате.

- В ряде случаев целесообразно произвести циркулярную резекцию области ложного сустава с созданием ятрогенного костного дефекта.
- Если созданный костный дефект меньше 3 см. то можно создать одномоментный контакт между отломками и произвести внешнюю фиксацию в аппарате.
- Если созданный костный дефект больше 3 см. то целесообразно произвести остеотомию проксимального или дистального отломков и дозированно перемещать остеотомированный отломок в область дефекта в аппарате внешней фиксации. Темп перемещения 1 мм в сутки, в три – четыре приема.
- Иногда можно производить остеотомию на обоих отломках и перемещать остеотомированные отломки навстречу друг к другу.

Лечение ложного сустава. Замещение циркулярного костного дефекта после резекции ложного сустава.

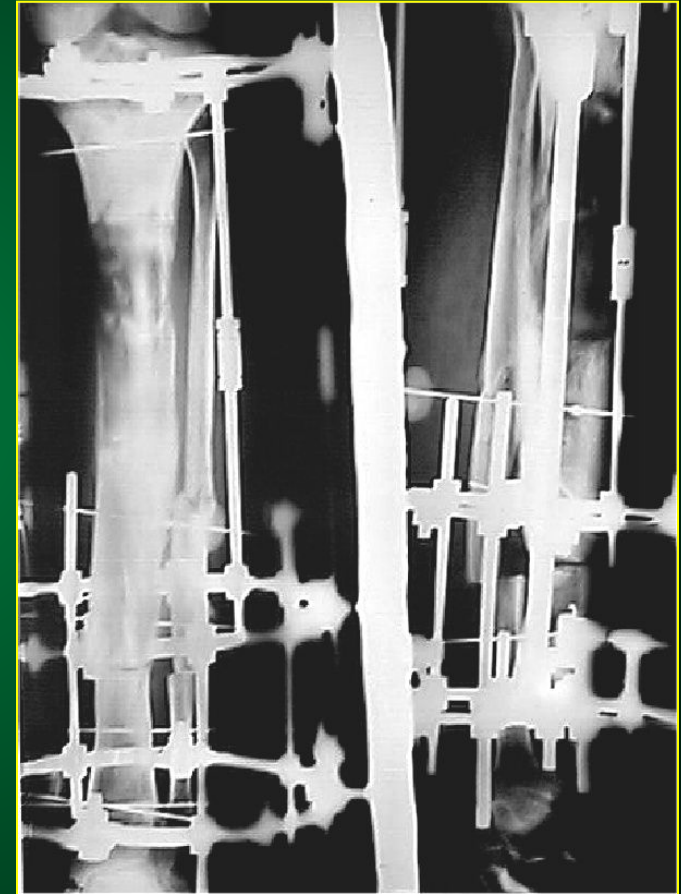


**Циркулярный дефект и
проксимальная остеотомия
большеберцовой кости**



**Этап низведения остеотомированного
отломка в костный дефект**

Лечение ложного сустава. Замещение
циркулярного костного дефекта после резекции
ложного сустава. (тот же пациент)



Этапы низведения остеотомированного отломка в костный дефект. Достигнут контакт между отломками. Костный дефект замещен. В зоне distraction формируется костный регенерат.

Лечение ложного сустава. Замещение
циркулярного костного дефекта после резекции
ложного сустава. (тот же пациент)



Циркулярный костный дефект замещен, аппарат внешней фиксации снят. Форма и функция кости восстановлены.



- Таким образом физиологическая и репаративная регенерация костной ткани являются генетически запрограммированным процессом.
- Неправильный выбор метода и ошибки в процессе лечения могут привести к нарушению репаративной регенерации
- Нарушение репаративной регенерации может привести к несращению отломков при переломах и возникновению несросшихся переломов и ложных суставов.
- Лечение нарушений консолидации отломков при переломах должно быть комплексным.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ