



ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет  
Минздрава России» Кафедра травматологии и ортопедии г.  
Екатеринбург

# «Особенности остеосинтеза переломов костей конечностей при минно-взрывной травме

Максим Витальевич Панкратов,  
Елена Александровна Волокитина,  
Артур Альбертович Киямов

Пятый Юбилейный Евразийский Ортопедический Форум  
19-21 июня г. Москва

# Актуальность

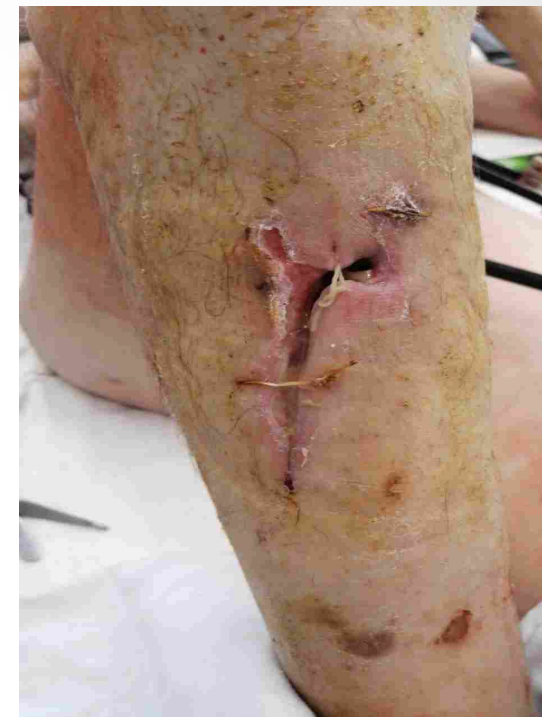
- Частота повреждений конечностей в ходе военных конфликтов последнего десятилетия превышает 60-70 % и не имеет тенденции к снижению, при этом повреждения нижних конечностей с нарушением функции опоры и передвижения встречаются в два раза выше, чем верхних (И.М. Самохвалов, 2021; Кривенко С.Н. с соавт. 2022).
- Среди сочетанных и множественных ранений особой тяжестью отличается минно-взрывная травма (МВТ), доля которой в общей структуре причин санитарных потерь достигает 25%. В общей структуре боевой огнестрельной травмы частота МВТ составила 41,7% и сопровождалась изолированными ранениями в 64% наблюдений, сочетанными — в 8%, комбинированными и множественными — в 28% (Алиев С.А., Байрамов Н.Ю. 2022).
- Сочетание компонентов взрыва мины создает разрушительную картину травм. В непосредственной близости от источника взрыва происходит полное разрушение тканей, что часто сопровождается травматической ампутацией на различном анатомическом уровне. Проксимальнее уровня ампутации часто происходят отрыв мягких тканей от подлежащей кости и разделение фасциальных плоскостей, часто сочетающиеся с высокой степенью загрязнения остатками почвы, одежды и микроорганизмами (Баркенхоева А.Б., Раевская А.И. с соавт., 2022),
- Методика индуцированной биологической мембраны (ИБМ) по Masquelet в оригинальном исполнении предполагает двухэтапное хирургическое лечение, заключающееся в формировании костного дефекта, временным его заполнением цементным спейсером с последующей свободной костной пластикой губчатым аутотрансплантатом. Формируемая вокруг цементного спейсера мембрана в силу остеоиндуктивных свойств способствует сращению и интеграции аутотрансплантата (U.K. Olesen et al., 2015; N.M. Anoumou et. al., 2016, Aho O.M., et. al., 2013).

## Цель работы

Анализ особенностей остеосинтеза переломов костей конечностей при минно-взрывной травме.

# Материалы и методы

- Изучены результаты остеосинтеза костей конечностей (бедро, голень, плечо и предплечье) у 447 пациентов (мужчин в возрасте от 20 до 65 лет, средний возраст  $48 \pm 11,7$  лет), пролеченных с января 2022 по апрель 2025 года в травматологическом отделении клинической базы кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО УГМУ МЗ РФ.
- В 353 случаях ранения были получены в срок от  $2 \pm 2,4$  месяцев до поступления в травматологическое отделение, в 94 случаях – свыше 4 месяцев.
- В 57 случаях переломы были закрытые, полученные при падении от ударной волны, в 390 случаях – открытые переломы с повреждением мягких тканей переломы были с повреждением мягких тканей и наличием инородных тел (металлических осколков).
- Повреждение мягких тканей оценивали по классификации Gustilo R.B. - Andersen J.T. (1976), выделяющей три основных типа по размеру и степени загрязнения, с детализацией третьего типа на три подгруппы.



# Классификации Gustilo R.B. - Andersen J.T. (1976)

Открытые повреждения мягких тканей систематизировали, используя классификацию, предложенную Gustilo R.B., Andersen J.T. (1976). Классификация подразумевает наличие 3 основных типов ран, с детализацией третьего типа на 3 подгруппы. Классификация полезна при описании тяжести повреждения при открытом переломе, так как позволяет определить прогноз. Имеется прямая корреляционную связь между вероятностью развития гнойно – воспалительного процесса и степенью повреждения мягких тканей.

Тяжесть повреждения мягких тканей при закрытых переломах оценивают по классификации Tscherne H.G., Gotzen L. 1984 год, где выделяют 4 степени повреждения мягких тканей. Данную классификацию в работе не использовали, так как к моменту поступления пострадавших в клинику (спустя 1-2 месяца и более с момента ранения) при закрытых переломах костей конечностей проявлений повреждения мягких тканей уже не было.

|      |                                                                                                                                                                                                                                              |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I    | Рана от воздействия низкой энергии, длина до 1 см, чаще образуется под действием кости изнутри наружу, а не от внешней травмы. При I типе ран поражение мышц минимальное или совсем отсутствует                                              |
| II   | Рана от воздействия высокой энергии, длина более 1 см, образуется от разрыва кожи. Имеются участки некроза мышц, но повреждение локализуется в пределах одного фасциального футляра. Отслоения мягких тканей от кости нет или оно минимально |
| III  | Возникает от воздействия высокой энергии, повреждение кожи – снаружи внутрь, размер раны больше 10 см с обширной зоной некроза мышц                                                                                                          |
| IIIА | Ограниченное отслоение надкостницы и мягких тканей от кости, закрытие кости мягкими тканями не создает больших проблем. Обычно покров мягких тканей в области перелома довольно хорошо сохранен                                              |
| IIIВ | Наблюдается обширное отслоение мягких тканей и надкостницы от кости; омертвление и потеря мягких тканей требует замещения местным лоскутом или свободным тканевым трансплантатом для закрытия раны                                           |
| IIIС | Повреждение крупных сосудов, требующее восстановления их целостности для сохранения конечности                                                                                                                                               |

Повреждения мягких тканей при открытых переломах (390) I типа отмечены в 52 случаях, II типа - в 46, III А типа - в 82 случаях, III В типа - в 210 случаях что являлось фактором развития гнойно-воспалительных осложнений, пострадавших с III С типом повреждений не было, так как помощь по восстановлению крупных сосудов была оказана на предыдущих этапах



# Материалы и методы



Повреждения мягких тканей при открытых переломах (390) **I типа** отмечены в 52 случаях, **II типа** - в 46, **III А типа** - в 82 случаях, **III В типа** - в 210 случаях что являлось фактором развития гнойно-воспалительных осложнений, пострадавших с **III С типом** повреждений не было, так как помощь по восстановлению крупных сосудов была оказана на предыдущих этапах.

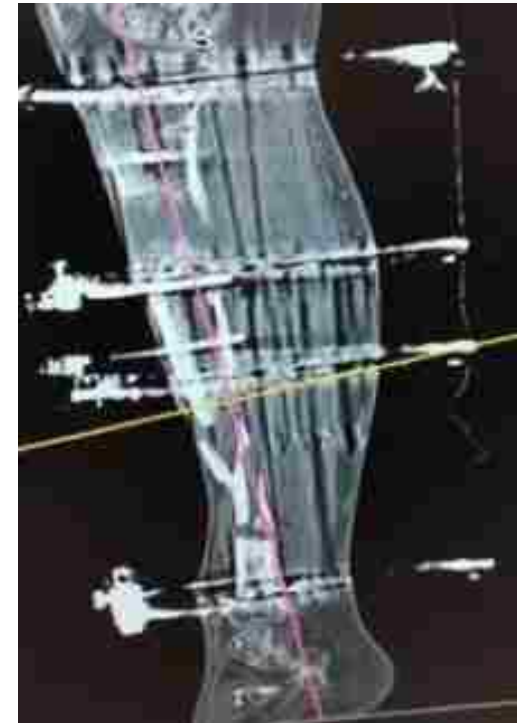
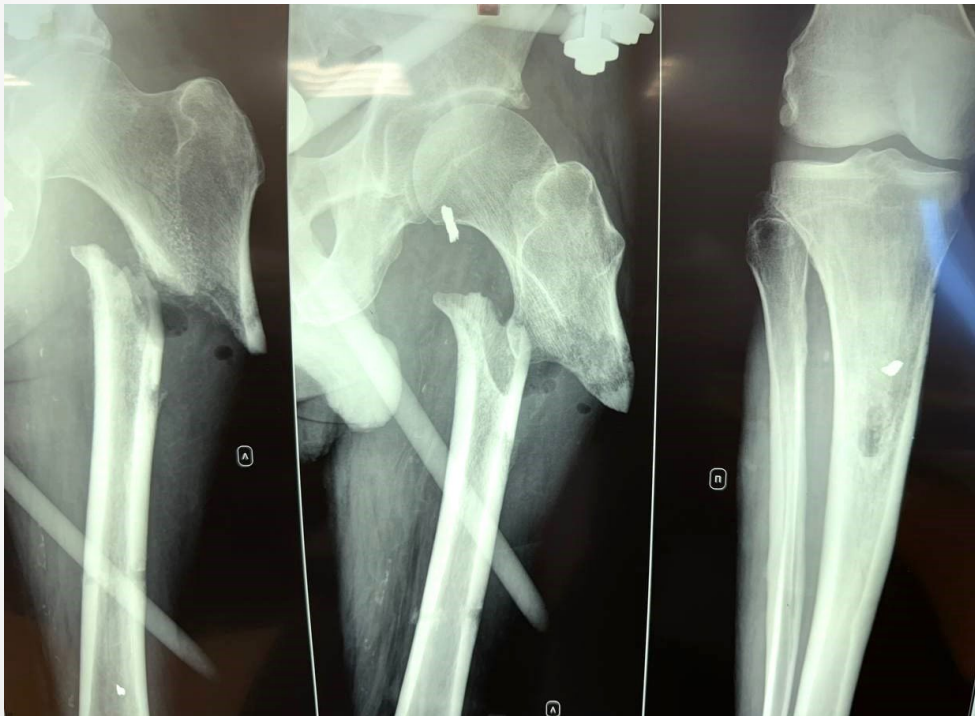


# Материалы и методы

- Ранения с переломами бедренной кости – 24,8%, костей голени - 46,3%, плечевой кости – 10,7%, костей предплечья – 18,2%.
- Переломы, осложненные гнойной инфекцией - в 74, 6 % случаев (тип III А и III В поражения мягких тканей по Gustilo R.B., Andersen J.T. (1976). )
- Костные дефекты свыше 8 - 10 см - в 39 случаях.
- Все пострадавшие поступали с аппаратом КСВП, наложение которого предполагало только фиксацию перелома и смежных суставов, без репозиции и без восстановления оси конечности.
- Все открытые переломы сопровождалось наличием инородных металлических тел (осколки снарядов) различного размера: крупные от 3,0 до 6,0 см, мелкие – менее 3,0 см.
- При переломах костей предплечья и голени в 100% случаев диагностированы повреждения периферических нервов.
- Остеосинтез сегментов (бедренной, голени, плеча и предплечья) ЗИМО выполнен в 314 случаях, накостный остеосинтез пластиной - в 72 случаях, окончательный остеосинтез в аппарате Илизарова - в 50 случаях, модифицированная технология по Masquelet - в 11 случаях.

# Материалы и методы

При госпитализации для уточнения характера поражения всем пациентам выполняли рентгенографию, компьютерную и магнитно-резонансную томографию.



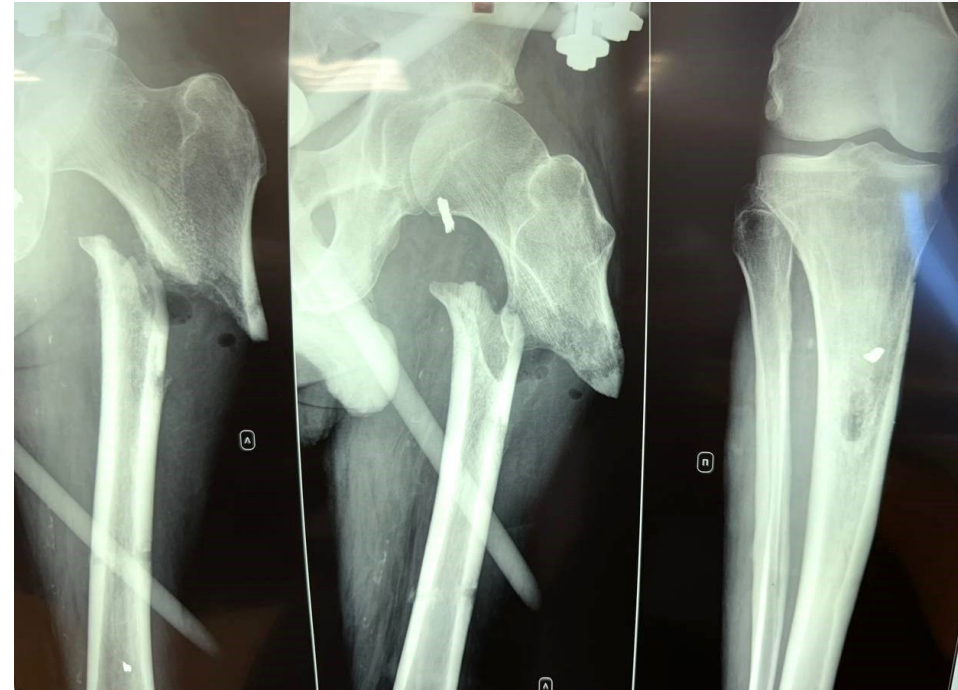
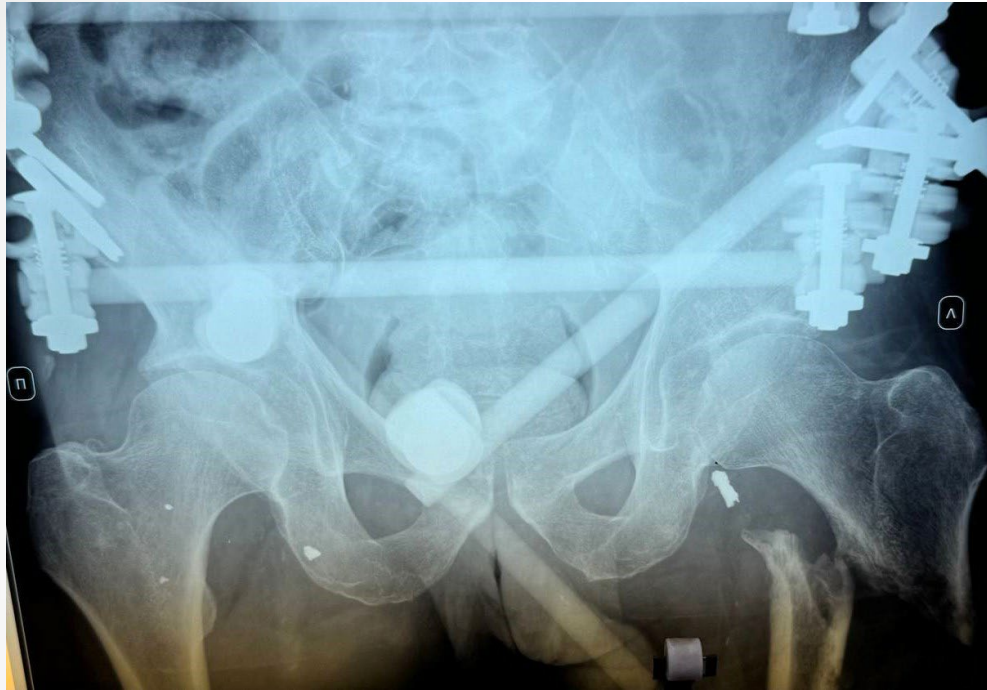
Использовали клинический, рентгенологический, лабораторный, статистический методы исследования.



# Результаты и обсуждение

- При поступлении пострадавших **со свежей травмой**, при закрытых и открытых переломах с ранами **I и II типа по Gustilo R.B., Andersen J.T. (1976)** без гнойных осложнений, с фиксацией перелома в КСВП при незначительном смещении костных фрагментов выполняли ЗИМО.
- При поступлении пострадавших **с застарелой травмой** при закрытых и открытых переломах с ранами **I и II типа по Gustilo R.B., Andersen J.T. (1976)** с фиксацией в КСВП перелома и смежных суставов без репозиции костных фрагментов, выполняли перемонтаж КСВП на упрощенный модуль аппарата Илизарова (ДРУ) для освобождения смежных суставов, восстановления длины и оси пораженного сегмента, с устранением возможных смещений; по заживлению раны выполняли ЗИМО (бедро, голень, плечо, предплечье) или на костный остеосинтез (плечо, малоберцовая, предплечье).
- При поступлении пострадавших с КСВП и ранами **III А типа и III В типа по Gustilo R.B., Andersen J.T. (1976)**, осложненными гнойной инфекцией, выполняли перемонтаж КСВП на полный модуль аппарата Илизарова с устранением всех смещений, восстановлением оси и длины сегмента, освобождали смежные суставы. Фиксацию в аппарате Илизарова продолжали до полной консолидации перелома, параллельно выполняли перевязки, кожную и кожно-мышечную пластику до заживления раны.
- При поступлении раненых с КСВП и обширными дефектами кости выполняли перемонтаж КСВП на полный модуль аппарата Илизарова с устранением всех смещений, восстановлением оси и длины сегмента, освобождали смежные суставы, выполняли кортико- или остеотомию дистракционный транспорт остеотомированного фрагмента в область дефекта.
- При поступлении пострадавших с КСВП с обширными дефектами кости и ранами **III А типа и III В типа по Gustilo R.B., Andersen J.T. (1976)**, осложненными гнойной инфекцией, применяли модифицированную технологию по Masquelet (Борзунов Д.Ю. с соавт. 2021, 2022, 2023): после обработки костной раны в зону дефекта устанавливали цементный спейсер с Гентамицином или Ванкомицином, по заживлению раны спейсер удаляли, выполняли кортико- или остеотомию и дистракционный транспорт остеотомированного фрагмента в область дефекта.

## Клинический пример



Пациент поступил в травматологическом отделении 18.10.2024 с DS: Осколочное слепое ранение области правого локтевого сустава, правой голени, левого бедра, дырчатый перелом медиального мыщелка, оскольчатый внутрисуставной перелом латерального мыщелка правой плечевой кости со смещением, оскольчатый перелом верхней трети правой большеберцовой кости, огнестрельный подвертельный перелом левой бедренной кости со смещением (17.09.2024), фиксация бедра аппаратом КСВП бедро-таз (01.10.2024). Тромбоз глубоких вен правой голени.

## Клинический пример



23.10.2024 Вторичная хирургическая обработка ран правого локтевого сустава, левого бедра, правой голени. Остеонекрэктомия.



## Клинический пример



27.11.2024 Вторичная хирургическая обработка ран правой голени, левого бедра.

## Клинический пример

23.10.2024 Вторичная хирургическая обработка ран левого бедра, правой голени, правого локтевого сустава. Остеонекрэктомия.  
29.10.2024 Вторичная хирургическая обработка ран левого бедра, правой голени, правого локтевого сустава. Перемонтаж аппарата КСВП таз-бедро, освобождение тазобедренного сустава, фиксация бедренной кости стержневым аппаратом КСВП. Пациент активизирован, вертикализирован.  
08.02.2025 VAC-система снята. Заживление раны вторичным натяжением.



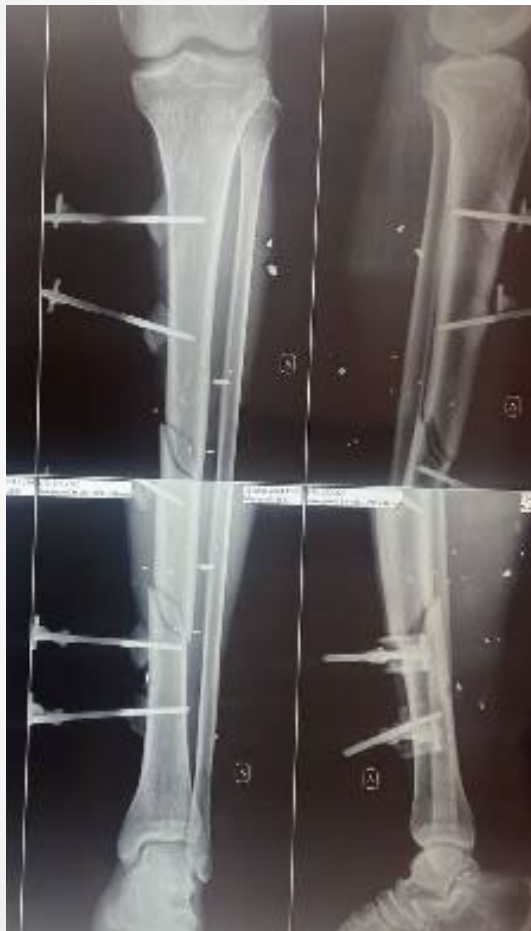


## Клинический пример

11.04.2025 демонтаж аппарата КСВП на бедренной кости. Интрамедуллярный остеосинтез левой бедренной кости штифтом с блокированием.



## Клинический пример



Пациент А. 33г.  
Минно—взрывное ранение.  
Множественные огнестрельные  
осколочные слепые ранения нижних  
конечностей с огнестрельным переломом  
большеберцовой кости левой голени.  
В отделении выполнен демонтаж КСВП и  
ЗИМО большеберцовой кости левой  
голени.



## Клинический пример



Пациент Б. 39л.

Осколочное ранение правой голени с переломами обеих костей правой голени. В отделении выполнен демонтаж КСВП и ЗИМО большеберцовой кости левой голени.

## Клинический пример



В отделении при поступлении выполнен перемонтаж КСВП на аппарат Илизарова, в котором выполнена дистракция и репозиция костных фрагментов, вторым этапом - ЗИМО бедра и голени, освобожден коленный сустав

Закрытый перелом дистального эпиметадиафиза бедра и перелом диафиза костей голени со смещением. Фиксация в стержневом аппарате КСВП бедра, голени, коленного сустава 2 месяца.





## Клинический пример



После этапной госпитализации в отделение травматологии через 1,5 месяца после ранения демонтирован КСВП, освобожден тазобедренный сустав, выполнен ЗИМО бедра с блокированием. Раны после огнестрельных ранений мягких тканей эпителизировались. Опороспособность правой нижней конечности восстановлена.

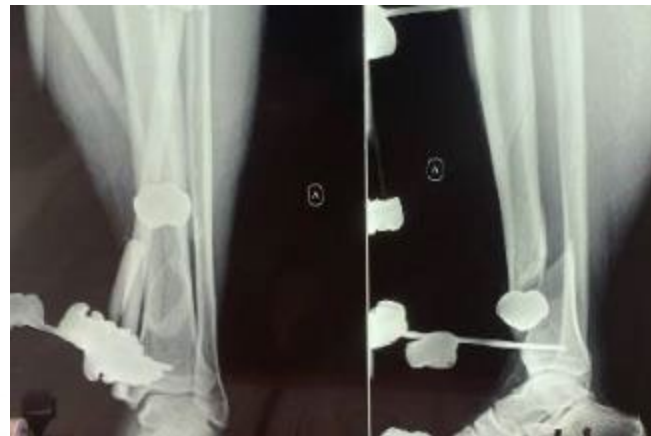
# Результаты и обсуждение



При поступлении пострадавших с застарелой травмой, с закрытыми и открытыми переломами, ранами I и II типа по Gustilo R.B., Andersen J.T. (1976) и фиксацией в КСВП без репозиции костных фрагментов выполняли перемонтаж КСВП на упрощенный модуль аппарата Илизарова из 2 опор (деротационное устройство – ДРУ) для освобождения смежных суставов, восстановления длины и оси пораженного сегмента, с устранением смещений; по заживлению раны выполняли ЗИМО (бедро, голень, плечо, предплечье или накостный остеосинтез (плечо, малоберцовая, предплечье).



Первичная фиксация перелома в деротационном устройстве (ДРУ) (А.Н.Челноков с соавт., УНИИТО)



## Клинический пример



Рентгенограммы левой голени в КСВП, в ДРУ и окончательный ЗИМО

Пациент Ч. 30 лет. Множественные осколочные ранения таза, верхних и нижних конечностей. Осколочные ранения левой голени с многооскольчатыми переломами обеих костей голени в средней трети со смещением отломков. Осколочное ранение правой голени с многооскольчатыми переломами обеих костей голени в средней трети со смещением отломков. Посттравматическая нейропатия правого локтевого нерва, обоих большеберцовых и малоберцовых нервов.

В отделении на правой и левой голени выполнен перемонтаж КСВП на дистракционный модуль аппарата Илизарова (ДРУ), освобождены коленные суставы, в ДРУ устранено смещение фрагментов; по заживлению ран выполнен ЗИМО с блокированием правой и левой большеберцовой костей.



## Клинический пример



Рентгенограммы правой голени в КСП, в ДРУ и окончательный ЗИМО в ДРУ

Пациент Ч. 30 лет. В отделении на правой и левой голени выполнен перемонтаж КСП на дистракционный модуль аппарата Илизарова (ДРУ), освобождены коленные суставы, в ДРУ устранено смещение фрагментов, по заживлению ран на голених выполнен ЗИМО с блокированием слева, справа фиксация в ДРУ на фоне ЗИМО продолжена 1 месяц, учитывая многооскольчатый характер перелома.

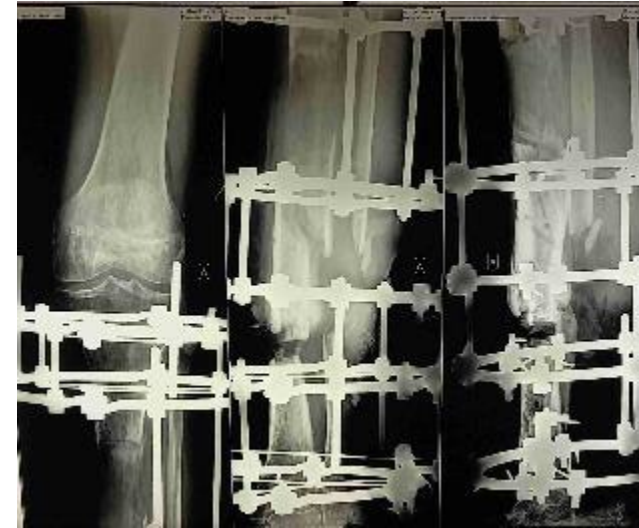
# Результаты и обсуждение

К настоящему времени на кафедре травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО УГМУ МЗ РФ имеется позитивный опыт комбинации технологий костной пластики по Илизарову и Masquelet (Д.Ю. Борзунов с соавт., 2020; 2021; 2022; 2023) и представляет собой двухэтапное хирургическое лечение.

На первом этапе лечения выполняется радикальная saniрующая обработка мягких тканей и костей в зоне дефекта и ложного сустава. В межотломковый диастаз имплантируется полиметилметакрилатный спейсер с одной дозой гентамицина или ванкомицин; сегмент, при этом, фиксируется аппаратом Илизарова, компоновка которого предполагает возможность последующей дистракции остеотомированных фрагментов.

На втором этапе, через 3-5 недель, удаляется спейсер, после чего рана зашивается и выполняется остеотомия отломка. Транспорт костного фрагмента выполняется в особых условиях, благоприятных для репаративно-восстановительных процессов: остеотомированные фрагменты перемещаются в сформированном после удаления спейсера туннеле, в области межотломкового диастаза, стенками которого явилась индуцированная аутологичная мембрана.

При необходимости замещения дефекта на величину более 4-5 см выполняется остеотомия противолежащих отломков с последующим полилокальным формированием дистракционных регенератов (Д.Ю. Борзунов, 2005; 2012).



# Особенности хирургической тактики при лечении пострадавших с переломами костей конечностей при минно-взрывной травме.

- Закрывание ран и пластика дефектов мягких тканей.
- Заживление гнойных ран, санация ран, удаление осколков, костных секвестров, установка промывных систем, рациональная антибиотикотерапия...
- Удаление крупных осколков снарядов и мелких осколков, прилежащих к сосудисто-нервным пучкам, внутрисуставных осколков.
- **Нормализация оси конечности: перемонтаж аппарата КСВП (комплект стержневой военно-полевой) на упрощенный модуль аппарата Илизарова (ДРУ), восстановление оси и длины конечности, коррекция положения костных фрагментов.**
- **Демонтаж КСПВ, ДРУ и выполнение ЗИМО или открытого остеосинтеза на костными пластинами.**
- **При длительном заживлении ран – репозиция и окончательный синтез в аппарате Илизарова.**
- **При обширных костных дефектах - комбинации технологий костной пластики по Илизарову и Masquelet.**
- **Редрессация, мануальная мобилизация и ЛФК ранее фиксированных суставов.**
- Активизация пострадавших (вертикализация, обучение ходьбе с костылями).
- **Параллельно с хирургической коррекцией - восстановительное лечение нарушений функций периферической нервной системы**



# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Следует принять организационные меры по сокращению сроков между реабилитационными этапами: фиксация перелома в аппаратах КСВП без репозиции костных фрагментов не должна превышать более 1-2 недель; фиксация смежных суставов при наложении КСВП не всегда оправдана.
- Результат лечения пострадавших с переломами костей конечностей при минно-взрывной травме определяется своевременной нормализацией биомеханической оси конечности, адекватным восстановлением дефектов костей, мышц, сухожилий и кожного покрова, восстановлением функционального объема движений в смежных суставах и силы околосуставных мышц, ранней направленной терапией поражений периферических нервов.
- Этапное лечение с переводом фиксирующего аппарата КСВП в репозиционный модуль аппарата Илизарова (ДРУ) и выполнение окончательного внутреннего остеосинтеза (ЗИМО / пластина) переломов костей конечностей позволяет в ранние сроки восстановить опорную и двигательную функцию травмированной конечности.
- Хирургическое лечение всегда дополняется ортопедическими средствами защиты - разгрузки суставов (ортезы) и комплексным консервативным лечением поражений периферических нервов.

Благодарим за внимание !