ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І.Ситенка НАМН України»

Лікування вогнепальних поранень великих суглобів на заключних етапах надання медичної допомоги

Романенко К.К., Паздніков Р.В., Федотова І.Ф., Бузницький Р.І., Ватаманіца Д.Б.

Харківський Національний Медичний Університет

Медичні аспекти бойових внутрішньосуглобових ушкоджень

ПОЛІСТРУКТУРНІСТЬ УШКОДЖЕННЬ

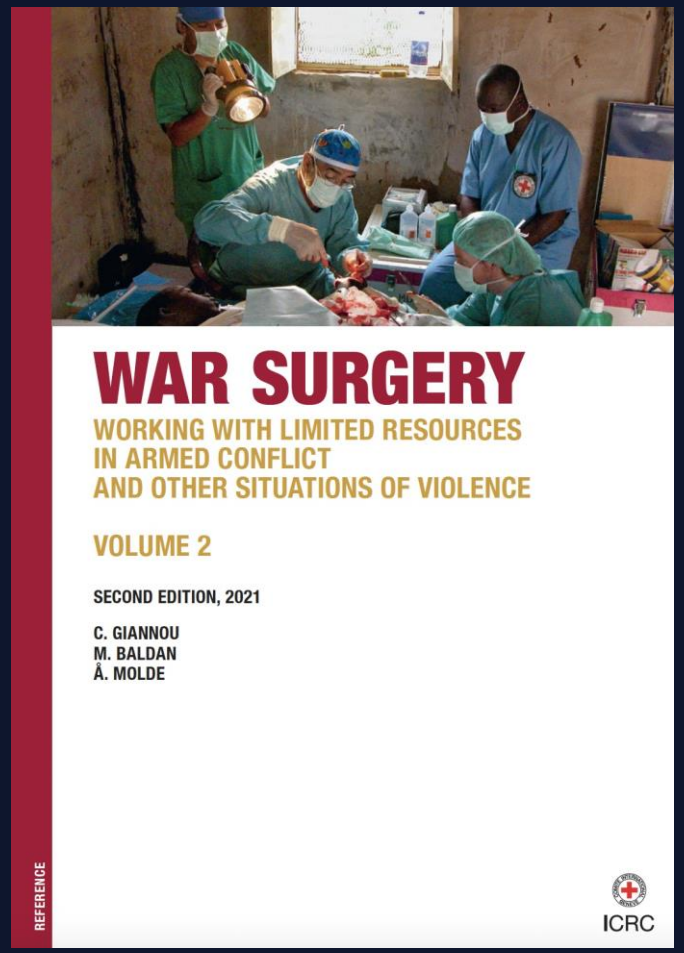
Кістка

- прості переломи (рідко)
- уламкові переломи
- значна зона ушкодження (часто епі-мета-діафіз та/або суміжні сегменти)
- дефект суглобових поверхонь
- наявність сторонніх тіл

М’якотканинні структури

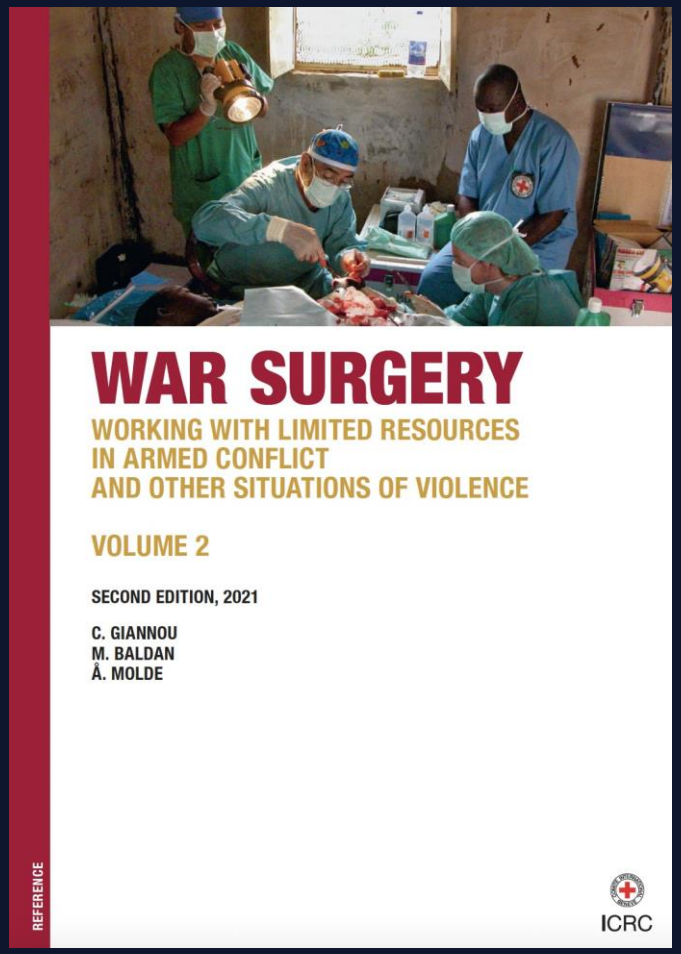
- Ушкодження зв’язок
- Ушкодження сухожилків та м'язів
- Ушкодження покривних тканин
- Ушкодження судинно-нервових структур

Поширеність внутрішньо-суглобових ушкоджень серед всіх бойових вогнепальних ушкодженнь кінцівок (літературні дані)



Частка вогнепальних проникаючих ушкоджень великих суглобів серед всіх вогнепальних поранень

Поширеність ушкоджень різних суглобів кінцівок (літературні дані)



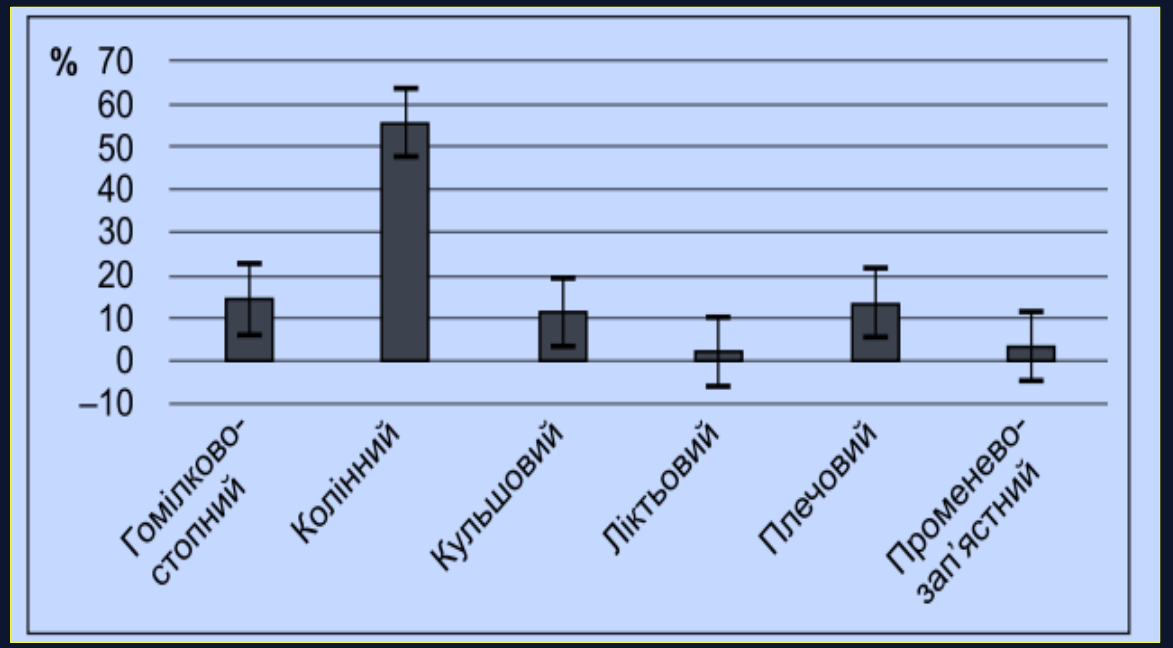
Joint injured	Percentage distribution of total joint injuries
Knee	46.6 %
Elbow	20.1 %
Hip	10.4 %
Shoulder	9.8 %
Ankle	8.9 %
Wrist	4.2 %

Поширеність внутрішньо-суглобових ушкоджень серед всіх бойових вогнепальних ушкодженнь кінцівок (власні дані)

Частка вогнепальних проникаючих поранень великих суглобів серед всіх вогнепальних пораненнях

Поширеність ушкоджень різних суглобів кінцівок (вітчизняні дані)

- **I місце** (статистично значуще, P < 0,05) – колінний суглоб (**55,6 %)**
- **II місце** – гомілковостопний суглоб (14,4%)
- **III місце** – плечовий суглоб (13,3%)

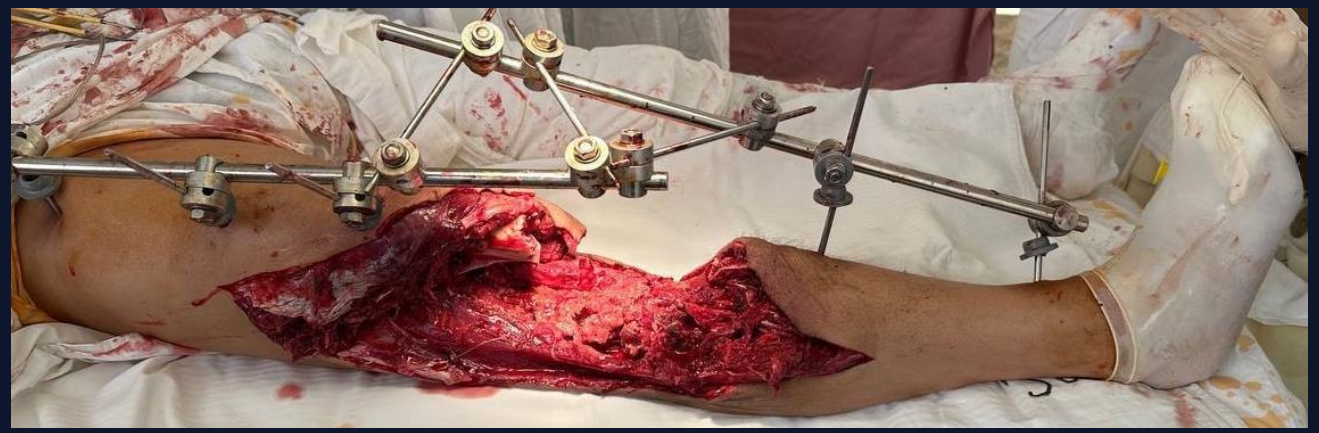


[*Клапчук, Ю.В. (2021). Санітарні втрати військовослужбовців із вогнепальними пораненнями великих суглобів. Травма, 22, 1*]

Кісткові дефекти – характерна ознака бойових поранень будь-яких локалізацій

- До 80% вогнепальних переломів кісток поєднуються з кістковим дефектом
- Первинний - внаслідок дії високоенергетичного снаряду
- Вторинний - внаслідок резекції кістки

1. Cameron KL, Owens BD. Musculoskeletal Injuries in the Military. Springer. 2016. 318 p.
2. Breeze J., Penn-Barwell JG., Keene D., O'Reilly D., Jeyanathan J., Mahoney PF. Ballistic Trauma: A Practical Guide. 4 ed. Springer. 2017. 529 p.
3. Lim RB. Surgery During Natural Disasters, Combat, Terrorist Attacks, and Crisis Situations. Springer. 2016. 234 p.
4. Lerner A., Soudry M. Armed Conflict Injuries to the Extremities: A Treatment Manual. Springer-Verlag. 2011. 433 p.
5. Owens BD., Belmont PJ. Combat orthopedic surgery: lessons learned in Iraq and Afghanistan. SLACK Incorporated. 2011. 343 p.



Комплекс етапних лікувальних заходів при вогнепальних пораненнях суглобів відповідно Role

NATO Standarts.

DCO

Second Look

1. Зупинка кровотечі, 2. Знеболення 3. Транспортна іммобілізація суглобу	**Role 1**	Поле бою
1. ПХО, діагностика компартменту, контроль турнікету – фасціотомія – ревізія м'язів **2.** Стабілізація суглобу лонгетою або АЗФ	**Role 2**	ВМГ, ПХГ, ЦРЛ (ЛСБ)
1. Повт. (ПХО) , **контроль** компартменту **або заключна** фасціотомія 2. Контроль, перемонтаж або монтаж АЗФ 3. Монтаж VAC, ультразвукова кавітація, монтаж спейсерних систем	**Role 3**	ВМКЦ та ЛПЗ із травматологічними стаціонарами
1.Повторні етапні хірургічні обробки 2. Контроль, перемонтаж (посилення) АЗФ 3. Використання VAC, спейсерних систем 4. Реконструктивні оперативні втручання на м'яких тканинах та кістках 5. Конверсії із переходом із АЗФ на занурений МОС 6. Протезування, ендопротезування та артродезування суглобів	**Role 4**	НВМКЦ«ГВКГ», Тил ГБ, Інститути та реабілітаційні центри

Алгоритм порятунку кінцівки (Limb salvage protocol)

Three-stage limb salvage in tibial fracture related infection with composite bone and soft-tissue defect

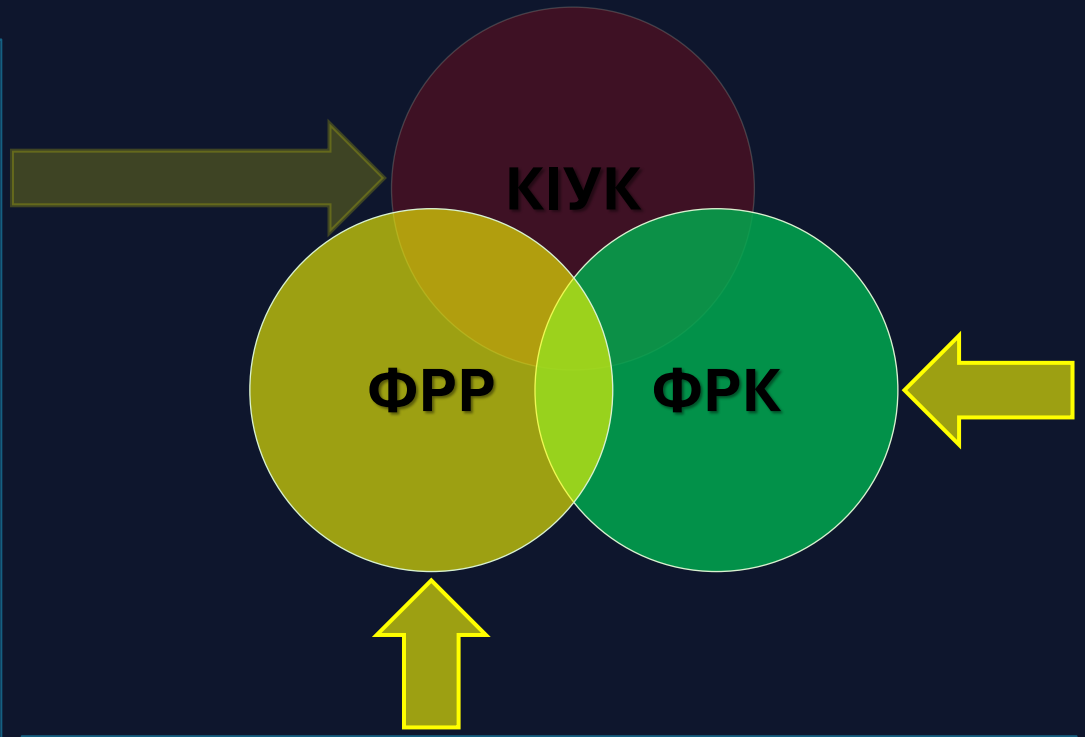
Pablo S Corona [#1,2,3], Carla Carbonell-Rosell [#4,5], Matías Vicente [1,2,3], Jordi Serracanta [6], Kevin Tetsworth [7,8], Vaida Glatt [8,9]

Affiliations + expand

PMID: 34936017 PMCID: PMC9596551 DOI: 10.1007/s00402-021-04299-9

Фаза 1. Контроль інфікованого ушкодження кінцівки

- Дебридмент
- Стабілізація уламків кінцівки (ExFix – занурена фіксація)
- Матеріал для культурального дослідження
- Антибактеріальна теріпія
  - Системна
  - Локальна



Фаза 2. Реконструкція рани

Адекватне м’якотканинне покриття

- Локальний клапоть
- Вільний клапоть

Фаза 3. Реконструкція кістки

- Кістковий трансплантат
- Техніка Masquelet
- Кістковий транспорт (bone transport)
- Васкуляризований кістковий трансплантат

Реконструкція м’яких тканин

SOFT TISSUE RECONSTRUCTION

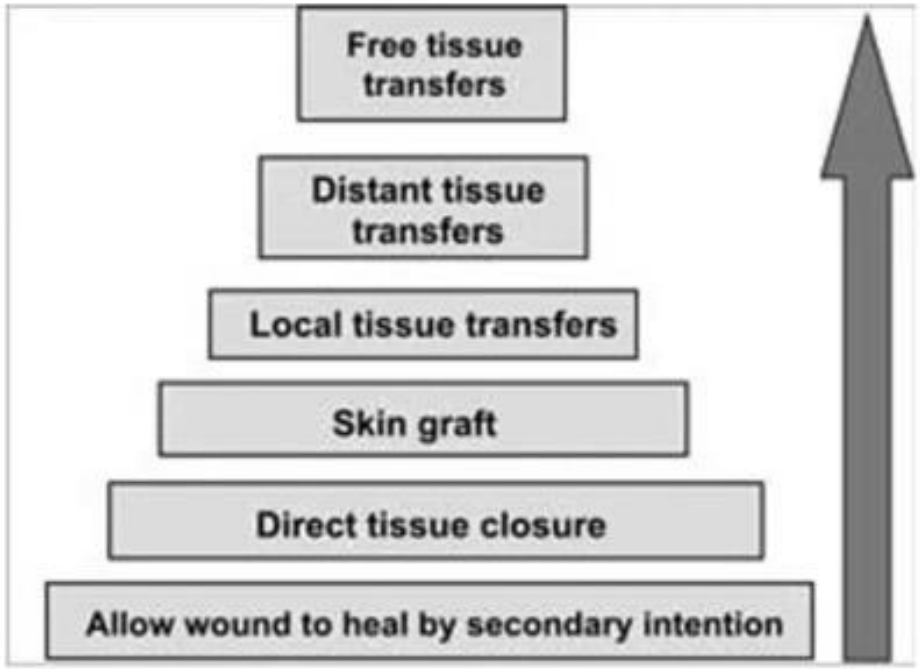
MICHAEL TERRY, MD
ASSOCIATE PROFESSOR, DIVISION OF SURGERY, DEPT OF ORTHOPEDIC SURGERY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA, SAN FRANCISCO

SAN FRANCISCO DIGITAL SMART COURSE | SESSION I

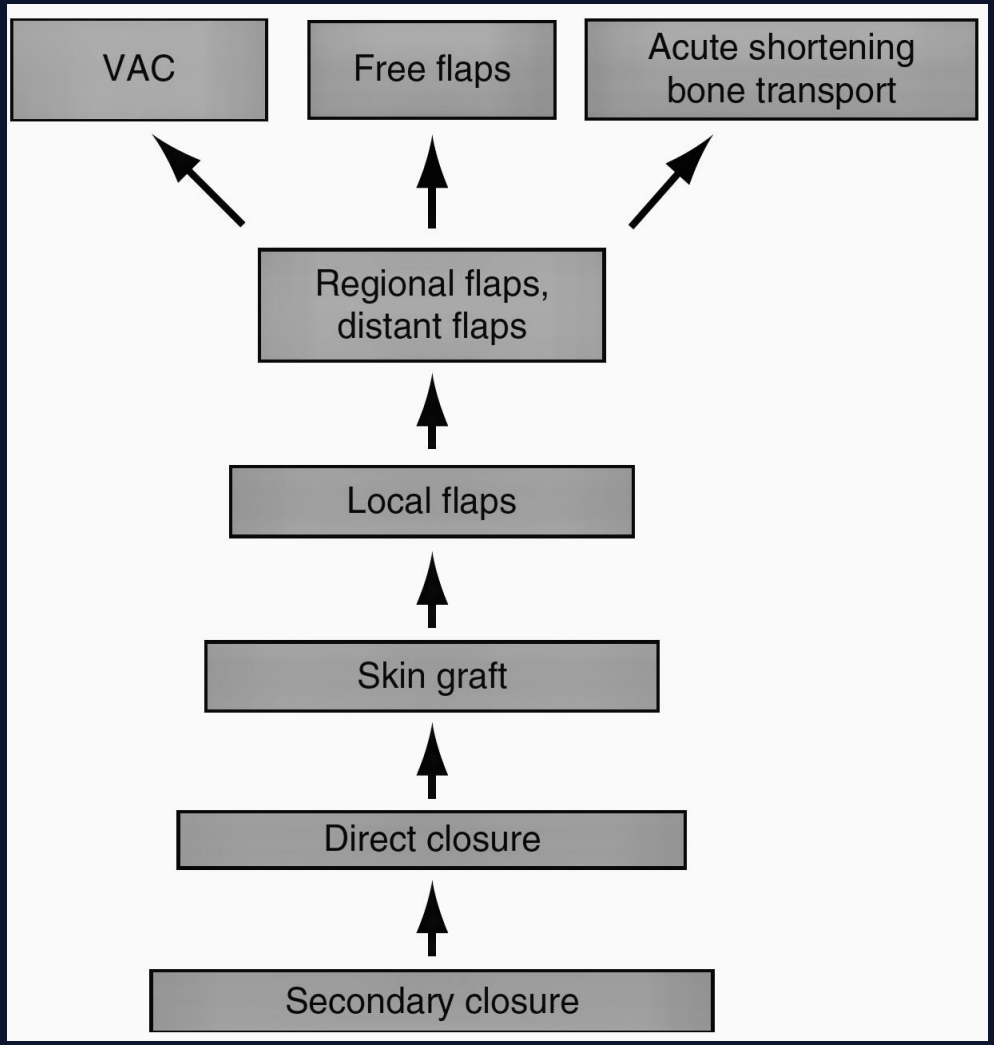
SEPTEMBER 25, 2020

Ортопедично орієнтована філософія нормалізації стану м'яких тканин:
«**Загоїти м'які тканини – загоїти кістку**»

1. Clean
2. Stabilize
3. Cover
4. **Reconstruct**



Реконструкція м’яких тканин

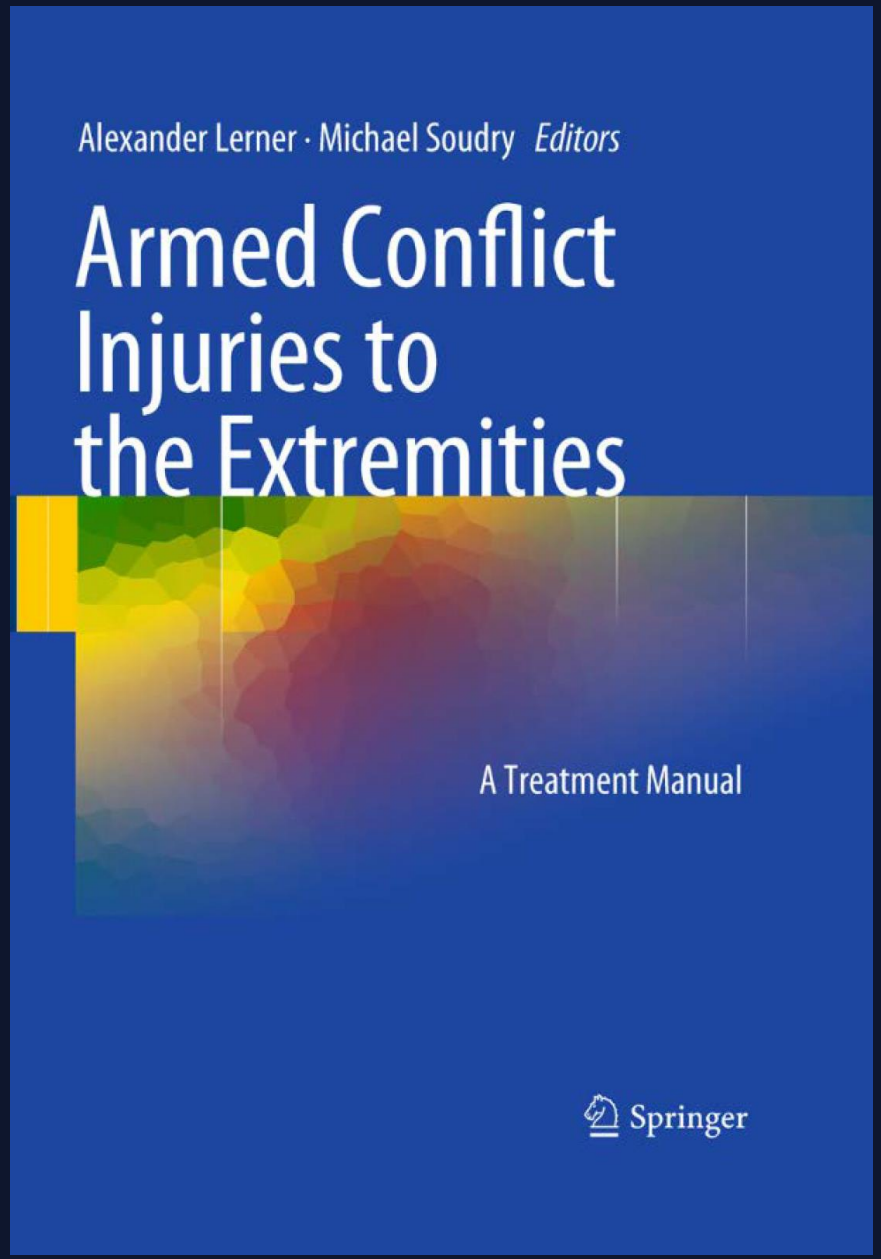


Переглянута реконструктивна драбина

- При виконанні реконструкції м'яких тканин поняття «реконструктивної драбини» слід використовувати лише як орієнтир
- Беручи до уваги досягнення у використанні клаптів та наявність сучасних складних пристроїв, таких як терапія VAC, лікування слід коригувати з метою максимально ефективного використання всіх доступних засобів
- В ідеалі, хірург, який виконує дебридмент, повинен продовжувати реконструктивну фазу

Alexander Lerner, Michael Soudry. Armed Conflict Injuries to the Extremities. © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011 ISBN 978-3-642-16154-4 e-ISBN 978-3-642-16155-1 DOI 10.1007/978-3-642-16155-1

Реконструкція кістки



Цілі реконструкції навколосуглобової ділянки:

1) анатомічне відновлення суглобової поверхні

2) під'єднання та фіксація реконструйованої суглобової поверхні до діафізу

3) відновлення рухів

4) уникнення ускладнень, таких як інфекція та проблеми з м'якими тканинами

Alexander Lerner, Michael Soudry. Armed Conflict Injuries to the Extremities. © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011 ISBN 978-3-642-16154-4 e-ISBN 978-3-642-16155-1 DOI 10.1007/978-3-642-16155-1

Реконструкція кістки

Загальні принципи лікування внутрішньосуглобових переломів

1. Іммобілізація при внутрішньосуглобових переломах призводить до контрактури

2. Іммобілізація при внутрішньосуглобових переломах після ORIF призводить до більш вираженої контрактури

3. Суглобові фрагменти, що були втиснуті та не вправилися після закритого вправлення та дистракції, поєднуються з імпакцією кістки і не можуть бути вправлені закрито

4. Великі вдавлені ділянки суглобової поверхні не заповнюються волокнистим хрящем, тому обумовлена ними нестабільність зберігається постійною

5. Анатомічне вправлення та стабільна фіксація суглобових фрагментів є обов'язковими для відновлення конгруентності суглоба

Josef Schatzker, Marvin Tile, The Rational of Operative Fracture Care, 3d Edition, 2005

Thomas P Ruedi, Richard E Buckley, Christopher G Moran, AO Principles of Fracture Management, 2nd Ed. 2007

Richard E Buckley, Christopher G Moran, Theerachai Apivatthakakul, AO Principles of Fracture Management. 3d Edition 2017

Реконструкція кістки

Загальні принципи лікування внутрішньосуглобових переломів

6. Метафізарні дефекти повинні бути заповнені кістковими трансплантатами для запобігання вторинному зміщенню

7. Метафізарне та діафізарне зміщення має бути усунене, щоб уникнути перевантаження суглоба

8. Конгруентність суглоба та корекція осьових деформацій є обов'язковими для відновлення стабільності суглоба

9. Негайне відновлення руху в суглобі є обов'язковим для запобігання розвитку контрактури та забезпечення умов для загоєння хряща та відновлення його властивостей. Це потребує стабільної внутрішньої фіксації.

Josef Schatzker, Marvin Tile, The Rational of Operative Fracture Care, 3d Edition, 2005

Thomas P Ruedi, Richard E Buckley, Christopher G Moran, AO Principles of Fracture Management, 2nd Ed. 2007

Richard E Buckley, Christopher G Moran, Theerachai Apivatthakakul, AO Principles of Fracture Management. 3d Edition 2017

Реконструкція кістки

Класифікація кісткових дефектів

Тип А -дефекти епіметафізарної області із збереженням суглобової поверхні та цілісністю кортикальних шарів:

A1. - позасуглобовий епіметафізарний дефект до 10%;

A2. - позасуглобовий епіметафізарний дефект 11-40%;

A3.- позасуглобовий епіметафізарної дефект більше 40%.

Тип В - дефекти епіметафізарної області та кортикального шару зі збереженням суглобової поверхні та без повного порушення цілісності кістки:

B1. - позасуглобовий епіметафізарний дефект до 10%;

B2. - позасуглобовий епіметафізарний дефект від 11-40%;

B3. - позасуглобовий епіметафізарний дефект більше 41%.

Тип С - дефекти епіметафізарної області та суглобової поверхні:

C1. - епіметафізарний дефект до 10% з дефектом суглобової поверхні до 25 %;

C2. - епіфізарний дефект від 11-40% з дефектом з суглобової поверхні від 26 % - 50%;

C3. - епіфізарний дефект з дефектом більше 40% і суглобової поверхні більше 50%.

Тип D - дефекти епіметафізарної області, суглобової поверхні та кортикального шару:

D1 Кортикально-губчатий дефект епіфізарно-метафізарної ділянки до 10% з дефектом суглобової поверхні до 25 %;

D2. - Кортикально-губчатий дефект епіфізарно-метафізарної ділянки від 11% до 40% з дефектом суглобової поверхні від 26% до 50%;

D3. - Кортикально-губчатий дефект епіфізарно-метафізарної ділянки більше 40% з дефектом суглобової поверхні більше 50%.

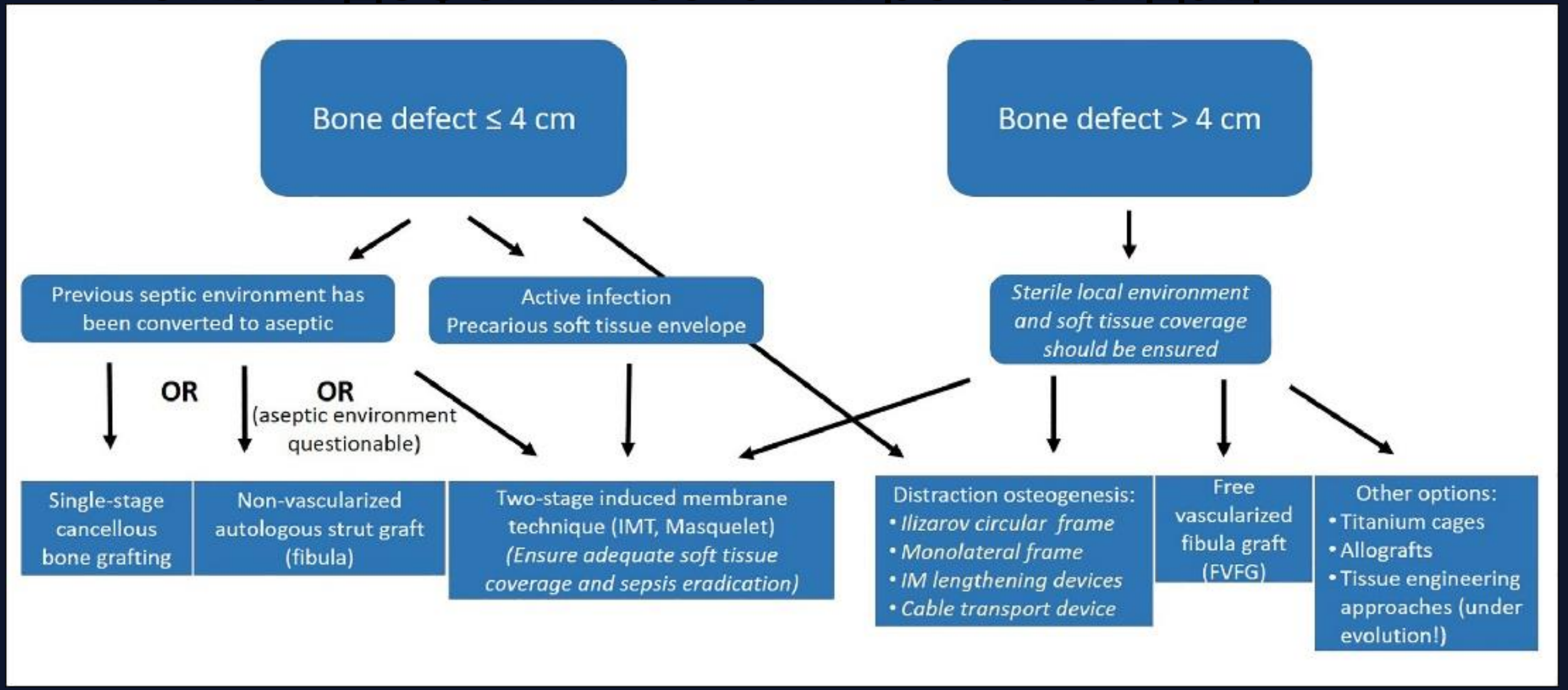
[Burianov, O., Kvasha, V., Sobolevskiy, Y., Yarmoliuk, Y.., Klapchuk, Y., Los, D., Kuprii V., & Kolov, G. 2024

Реконструкція кістки

Reconstruction of infected long bone defects: Issues and Challenges

Costas Papakostidis [a], Peter V. Giannoudis [b c]

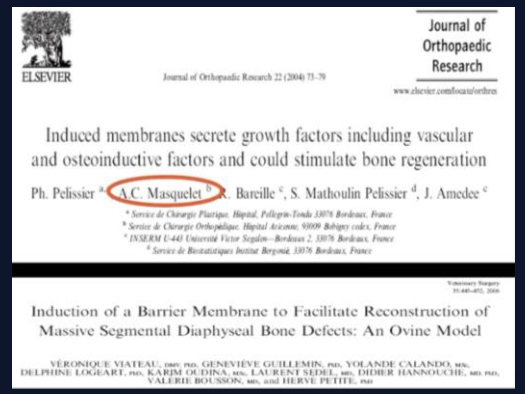
Кісткові дефекти: останні рекомендації



Реконструкція кістки

Техніка індукованих мембран (техніка Masquelet)

Двоступенева техніка використовує індуковані біологічні мембрани з відстроченим розміщенням кісткового трансплантата

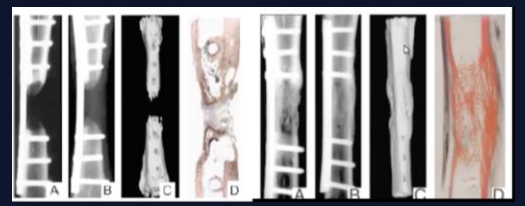

ELSEVIER

Journal of Orthopaedic Research

Induced membranes secrete growth factors including vascular and osteoinductive factors and could stimulate bone regeneration

Ph. Pelissier [a], A.C. Masquelet [b], R. Bareille [c], S. Mathoulin Pelissier [d], J. Amedee [c]

Induction of a Barrier Membrane to Facilitate Reconstruction of Massive Segmental Diaphyseal Bone Defects: An Ovine Model



The Concept of Induced Membrane for Reconstruction of Long Bone Defects

Alain C. Masquelet, MD*, Thierry Begue, MD

KEYWORDS
• Bone reconstruction • Bone defect • Membrane
• Osteoinductive factors • Bone healing

PRINCIPLES OF TECHNIQUE

Review Article

Induced Membrane Technique for Reconstruction To Manage Bone Loss

Benjamin C. Taylor, MD
Bruce G. French, MD
T. Ty Fowler, MD
Jeremy Russell, DO
Attila Poka, MD

Abstract

Multiple surgeries are often required to manage segmental bone loss because of the complex mechanics and biology involved in reconstruction. These procedures can lead to prolonged recovery times, poor patient outcomes, and even delayed amputation. A two-stage technique uses induced biologic membranes with delayed placement of bone graft to manage this clinical challenge. In the first stage, a polymethyl methacrylate spacer is placed in the defect to produce a bioactive membrane, which appears to mature biochemically and physically 4 to 8 weeks after spacer placement. In the second, cancellous autograft is placed within this membrane and, via elution of several growth factors, the membrane appears to prevent graft resorption and promote revascularization and consolidation of new bone. Excellent clinical results have been reported, with successful reconstruction of segmental bone defects >20 cm.

History and Development

142

Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons

1 етап

- Дебридмент
- Кюретаж
- PMMA спейсер (для створення біоактивної мембрани)
- Стабілізація

2 етап

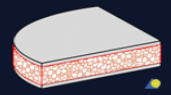
- Видалення PMMA спейсера
- Кісткова пластика (ауто/алло/кісткові замінники/RIA)
- Шкірний клапоть

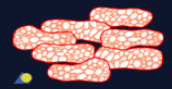
Реконструкція кістки

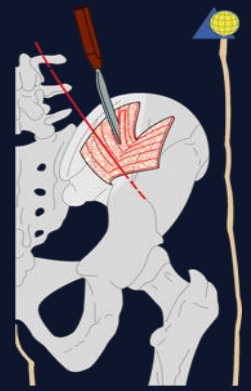
Види матеріалів для пластики кісткових дефектів

Матеріал \ Ефект	Остеокондукція	Остеоіндукція	Остеогенез (стовбурові клітини)
Губчаста аутокістка	++++	++	++
Губчаста алокістка	+++	+	--
Кістковий мозок	--	+	+++
Біосинтетичні матеріали (кераміка)	++++	--	--
Демінералізований кістковий матрикс	+	+++	--
Чинники росту, BMP	--	++++	--

RIA







Реконструкція кістки

Час виконання конверсії методу фіксації виконується з урахуванням

шкали можливості виконання конверсії.

Критерії оцінки:

- лабораторні показники (С-реактивний білок, білкові фракції, швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ) та прокальцитонін)
- стан оточуючих тканин
- системні прояви запального процесу
- мікробна контамінація

Бур'янов О.А., Ярмолюк Ю.О., Грицай М.П., Клапчук Ю.В., Лось Д.В.,Омельченко Т.М., Колов Г.Б., Деркач С.О. Вісник ортопедії, травматології та протезування, 2022, № 4: 74-77
«Об'єктивізація критеріїв до заміни методу фіксації при лікуванні переломів у пацієнтів із бойовою травмою кінцівок»

Реконструкція кістки

Після стабілізації м’яких тканин можуть бути розглянуті варіанти остаточного лікування, які включають застосування, після зняття зовнішнього фіксатора:

- відкритої репозиції уламків та внутрішньої фіксації [найчастіший варіант]
- обмеженої внутрішньої фіксації доповненою зовнішньою фіксацією
- остаточною зовнішньою фіксацією кільцевим або гібридним зовнішнім фіксатором

Carmack, D.B.: Conversion from external fixation to definitive fixation: Periarticular injuries. J. Am. Acad. Orthop. Surg. 14, S128–S130 (2006)

Реконструкція кістки

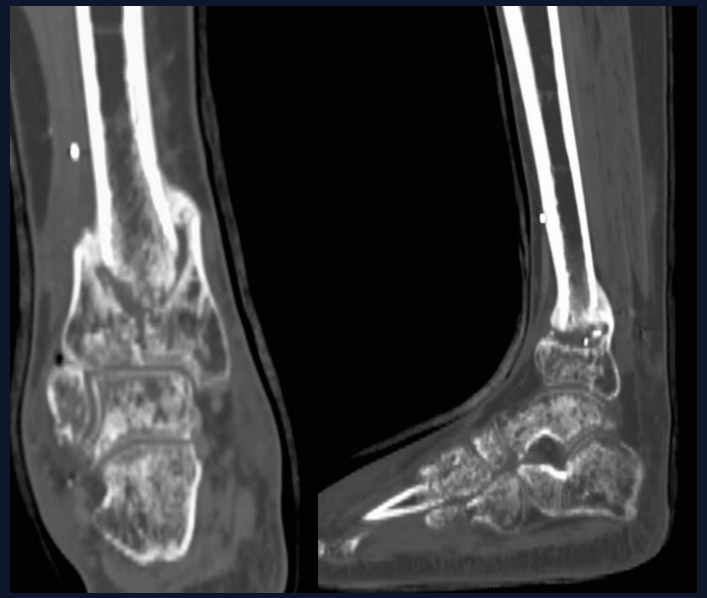
Фіксація уламків навколосуглобових переломів зазвичай виконується блокованою пластиною для забезпечення оптимального контролю фрагментів і ранньої мобілізації

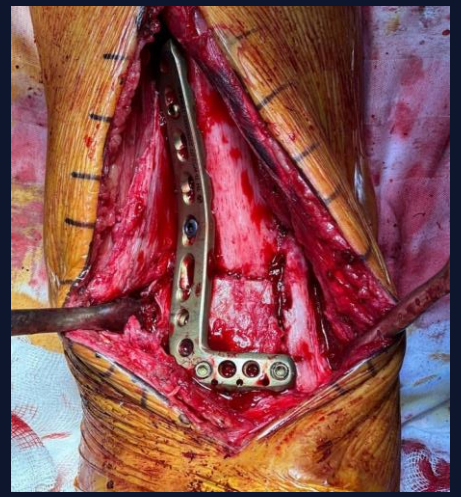
Anderson, R.C., Frisch, H.M., Farber, G.L.: Definitive treatment of combat casualties at military medical centers. J. Am. Acad. Orthop. Surg. 14, S24–S31 (2006)

Реконструкція кістки

Чинники, що зумовлюють застосування блокованих пластин при лікуванні вогнепальних поранень великих суглобів на заключних етапах надання медичної допомоги:

- Локальний остеопроз від ненавантаження
- Короткі фрагменти
- Комбінована фіксація (пластина+пластина; пластина + стрежень; ExFix+пластина)
- Склероз кінців уламків





Виклики в лікуванні бойових ушкоджень суглобів

Рання репозиція уламків для відновлення функції	⟷	Стан м'яких тканин (проникаюче поранення, дефект покривних тканин)
Анатомічна репозиція фрагментів суглобового блоку	⟷	Наявність кісткових дефектів (із суглобовою поверхнею включно)
Стабільна фіксація	⟷	Кісткові дефекти, рубцеві зміни покривних тканин

Основні етапи лікування пацієнтів з вогнепальними пораненнями великих суглобів в умовах ІПХС (переважно Role 4 відповідно до *NATO standards*)

I етап: (2-3 тижні): дебридмент ділянки ушкодження, повторні хірургічні обробки,

VAC терапія + монтаж/перемонтаж/контроль апарату зовнішньої фіксації

II етап: (6-8 тижнів): Закриття рани вторинними швами, пластика м'яких тканин + заповнення дефекту спейсером із антибіотиком (за необхідності)

III етап: (8-12 тижнів): заповнення кісткового дефекту + конверсія методу фіксації

(остаточна стабілізація кісткових фрагментів, переважно – занурений металоостеосинтез)

IV етап: реконструкція периферичних нервів, мобілізація суглобів, сухожильна транспозиція, корекція косметичних дефектів (за показаннями)

V етап: реабілітація (за індивідуальною програмою, якнайшвидше)

#1

- Поліструктурне наскрізне осколкове поранення правого передпліччя, уламкові переломи дистальних епіметадіафізів променевої та ліктьової кісток
- Критичний дефект променевої кістки
- Дефект сухожилків розгиначів пальців та кисті

#1

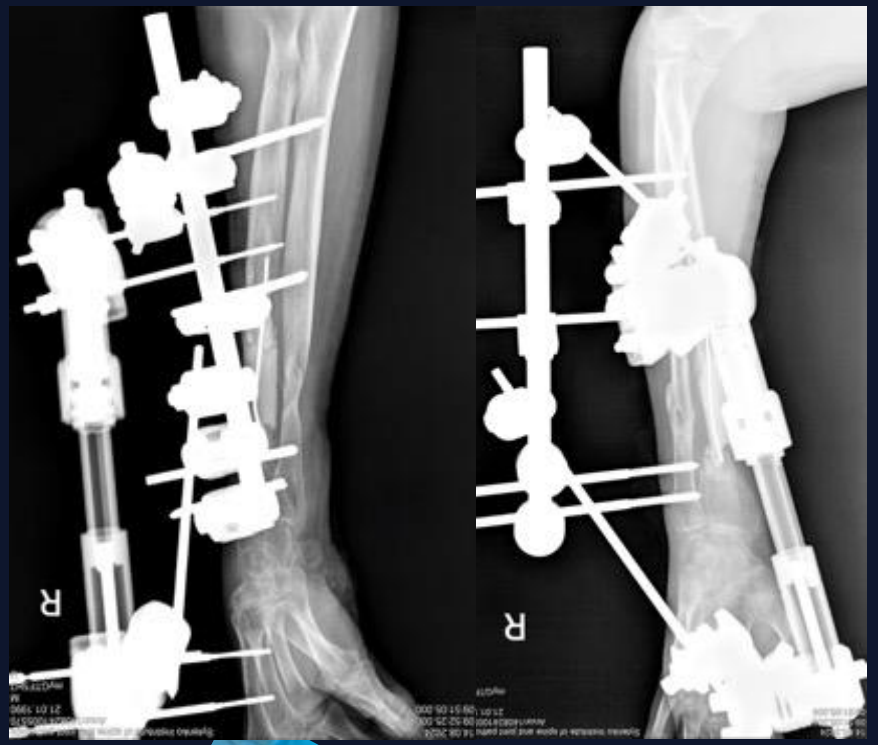
- Перемонтаж АЗФ
- Нормалізація осьових/ротаційних взаємовідносин фрагментів кісток відновлення довжини сегменту
- Дебридмент

#1

- Заміщення дефекту променевої кістки метало-цементним спейсером
- Пластика дефекту м’яких тканин клапотем на променевій артерії

#1

- Демонтаж АЗФ
- Pins holiday
- Планування реконструктивного втручання



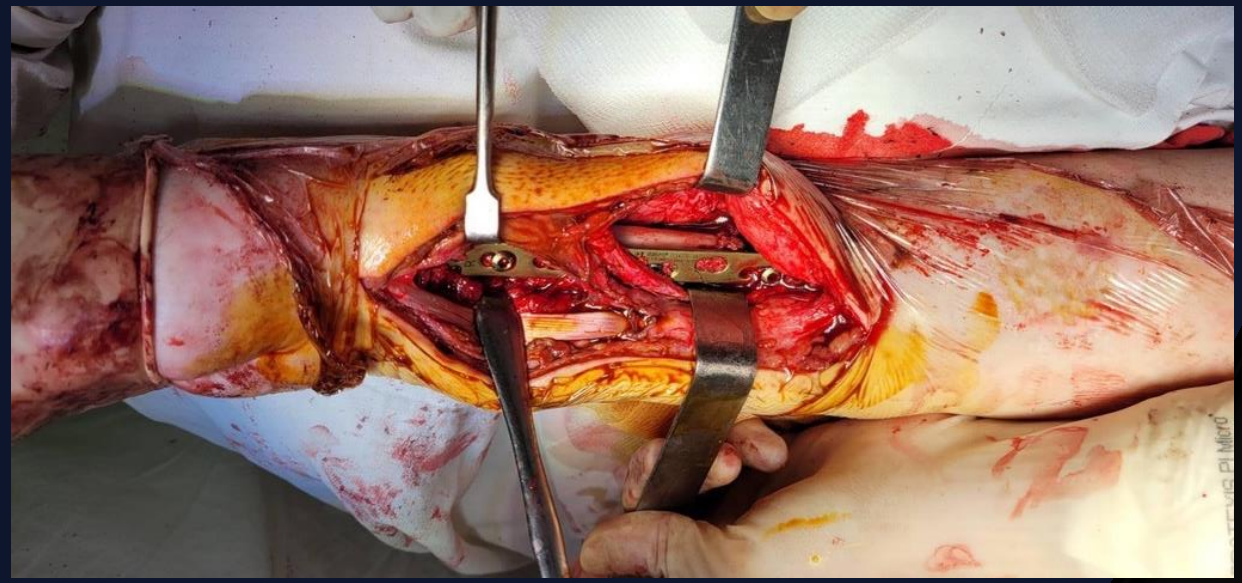
#1

Передопераційне УЗД

a.radialis

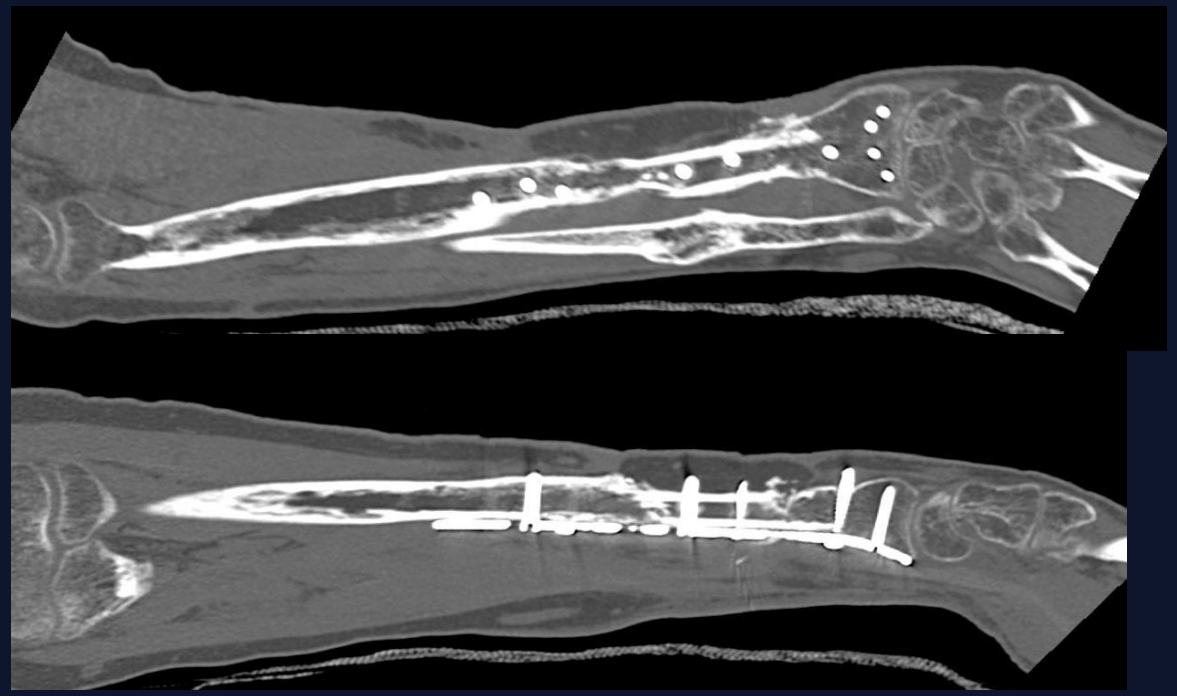
#1

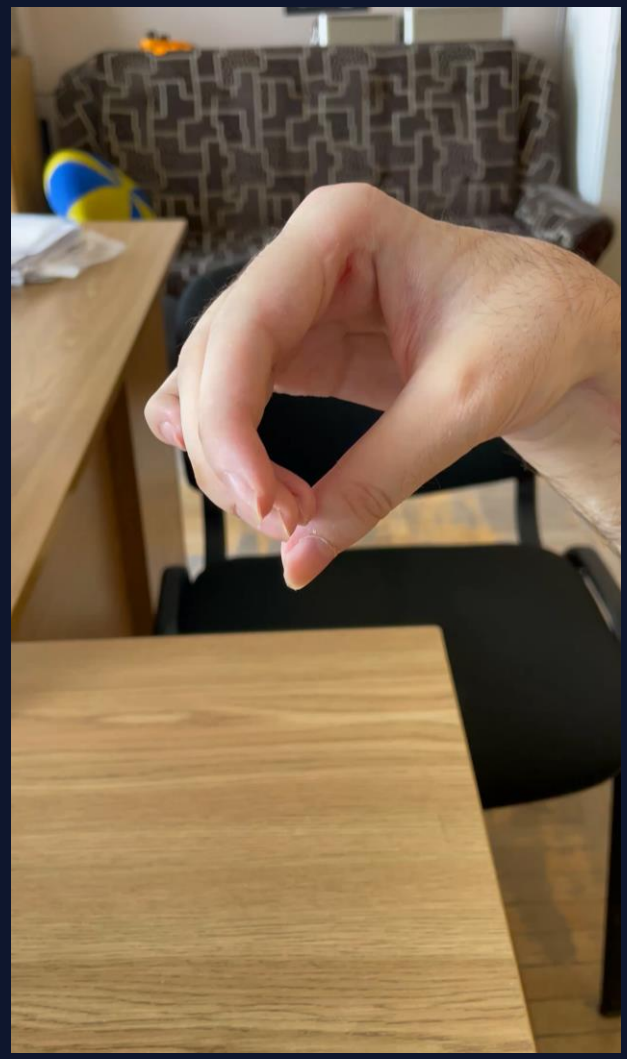
- Заміщення дефекту променевої кістки неваскуляризованим аутотрансплантатом малої гомілкової кістки
- Накістковий остеосинтез блокованою пластиною



#1

2 роки від травми, 1 рік, 1 міс після реконструктивного втручання (заміщення кісткового дефекту + накістковий остеосинтез)





#2
#3

- Вибухова травма (вторинний механізм)
- 1,5 міс фіксації в АЗФ
- Етапний дебридмент
- Закриття раневого дефекту

#2

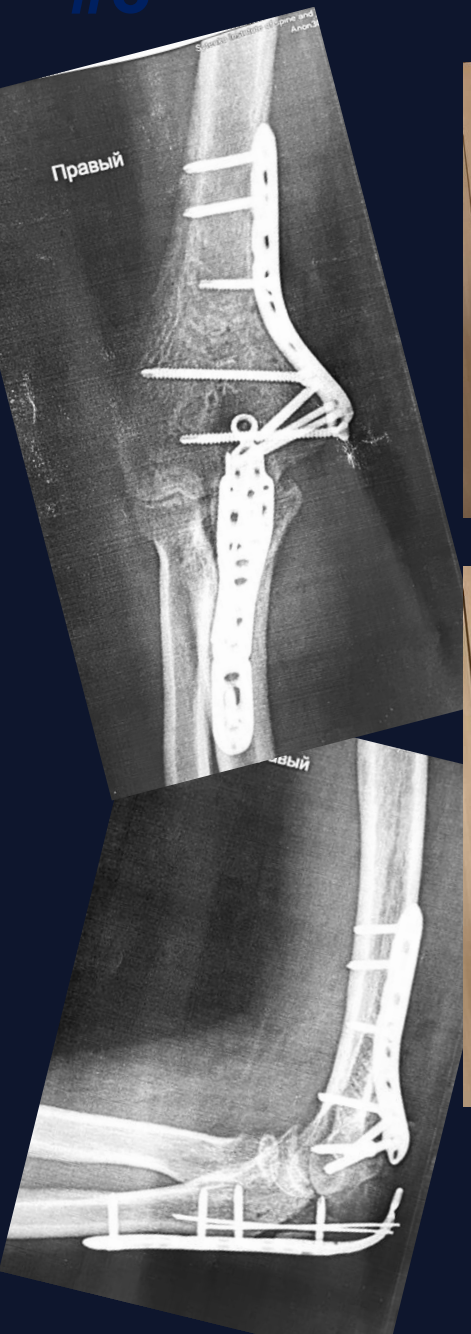
- Mal/nonunion дистального відділу плечової кістки
- Кістковий дефект проксимального відділу ліктьової кістки (відсутній ліктьовий відросток)

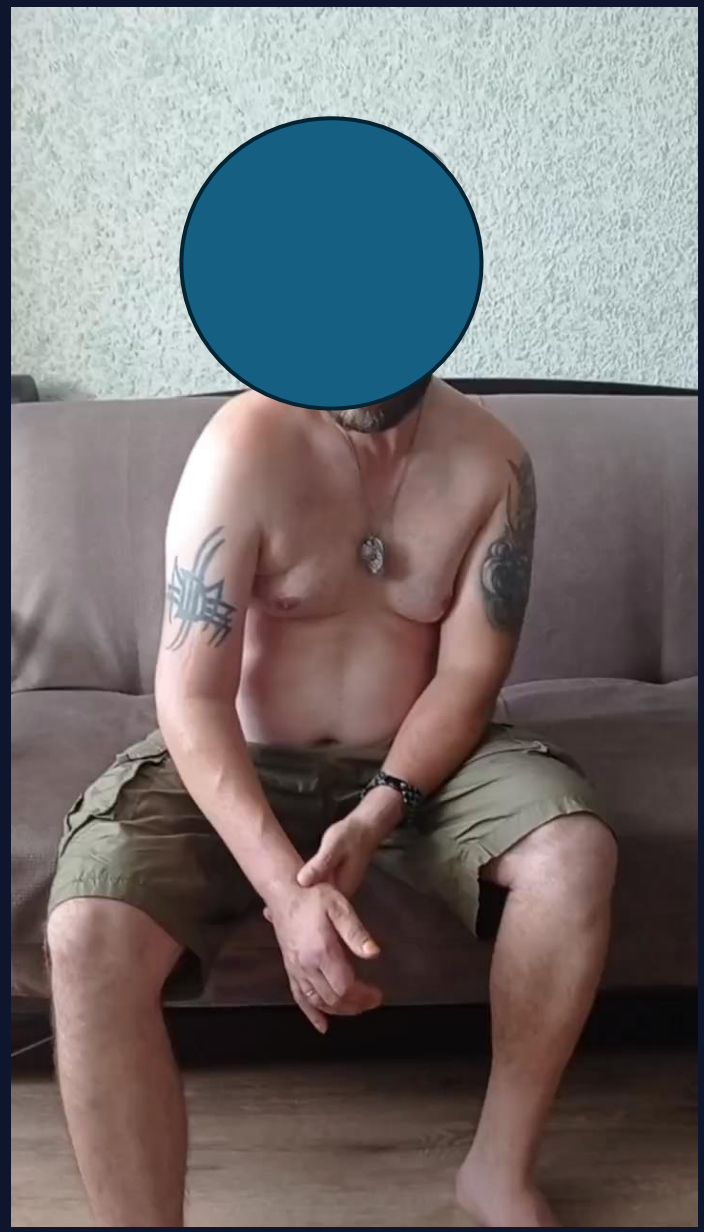
=>

- Відкрита репозиція
- Алопластика дефекту ліктьового відростка
- Накістковий остеосинтез блокованими фіксаторами
- Після операції – NV інтактно

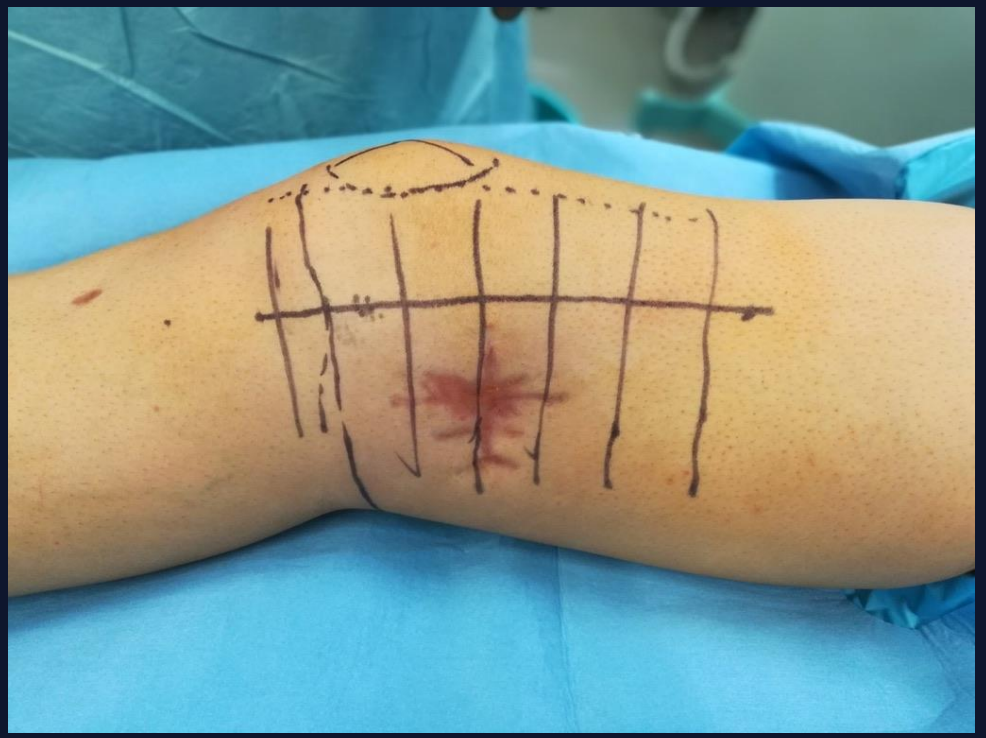
#2
#3

6 міс після реконструктивного втручання (заміщення кісткового дефекту + накісткового остеосинтезу)





#3



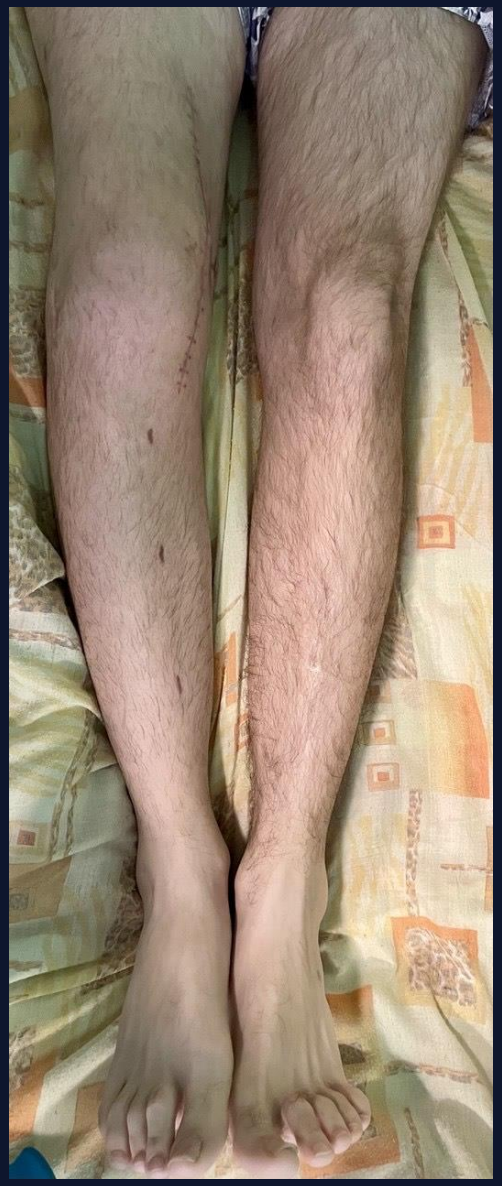
- Наслідки проникаючого вогнепального поранення з внутрішньосуглобовим уламковим переломом внутрішнього виростка стегнової кістки
- Попередні етапи: стабілізація АЗФ, нормалізація стану покривних тканин

#3

Оперативний доступ за межами рубцевих тканин, відкрита репозиція уламків, стягуючі гвинти та накістковий остеосинтез блокованою пластиною (buttress plate)

#3

- 6 міс після реконструктивного втручання (відкрита репозиція уламків, занурений металоостеосинтез)
- Осьове навантаження на ушкоджену кінцівку 100%



#4

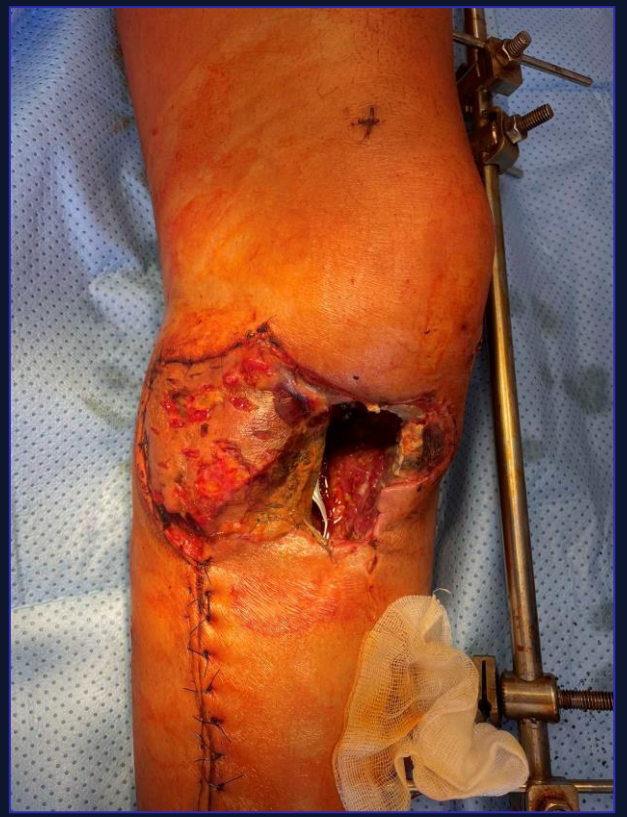
ВОСП лівої нижньої кінцівки, вогнепальний перелом проксимального метадіафізу лівої великогомілкової кістки з м’якотканинним та кістковим дефектом

=>

- Стабілізаця уламків АЗФ «стегно-гомілка»
- Етапний дебрідмент, VAC-терапія

#4

Комбінована невільна ротаційна пластика дефекту м’яких тканин передньої поверхні гомілки m.gastrocnemius medialis, суральним шкірно-фасціальним клаптем на судинній ніжці та вільними розщепленими шкірними клаптями.
Пластика дефекту задньої поверхні с/3 правої гомілки вільним розщепленим шкірним клаптем



#4

- Демонтаж АЗФ, pins holiday
- Артродез лівого колінного суглоба інтрамедулярною конструкцією
- Лікування триває

#5

- Наслідки вогнепального ушкодження (вибух танкового снаряду)

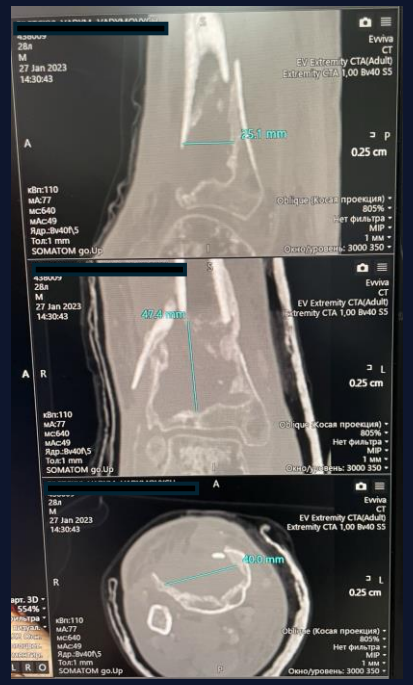
- Поліструктурне ушкодження дистальних відділів правої гомілки та стопи: багатоуламковий перелом дистального епіметадіафізу правої великогомілкової кістки, уламковий перелом н/3 правої малогомілкової кістки, дефект a.tibialis ant., сухожилків та м’язів, сторонні тіла

- Етапний дебридмент
- NPWT

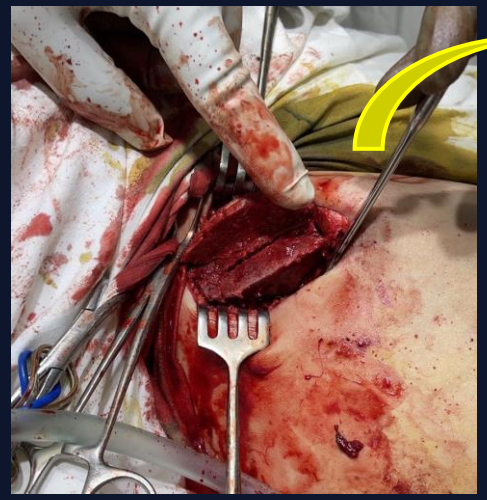
=>

Невільна шкірна пластика дефекту покривних тканин

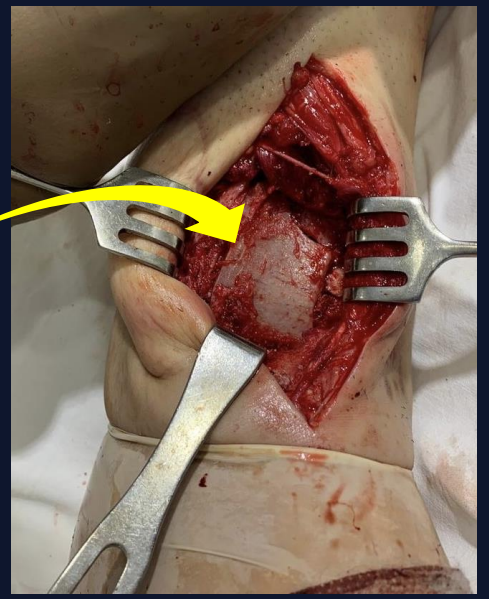
#5 Обчислення розміру кісткового дефекту, виконання реконструктивного втручання по заповненню кісткового дефекту



Планування



Забір кісткового аутотрансплантату



Заповнення кісткового дефекту ауто-алокісткою

Доступ з урахуванням наявності шкірного клапотя

#5

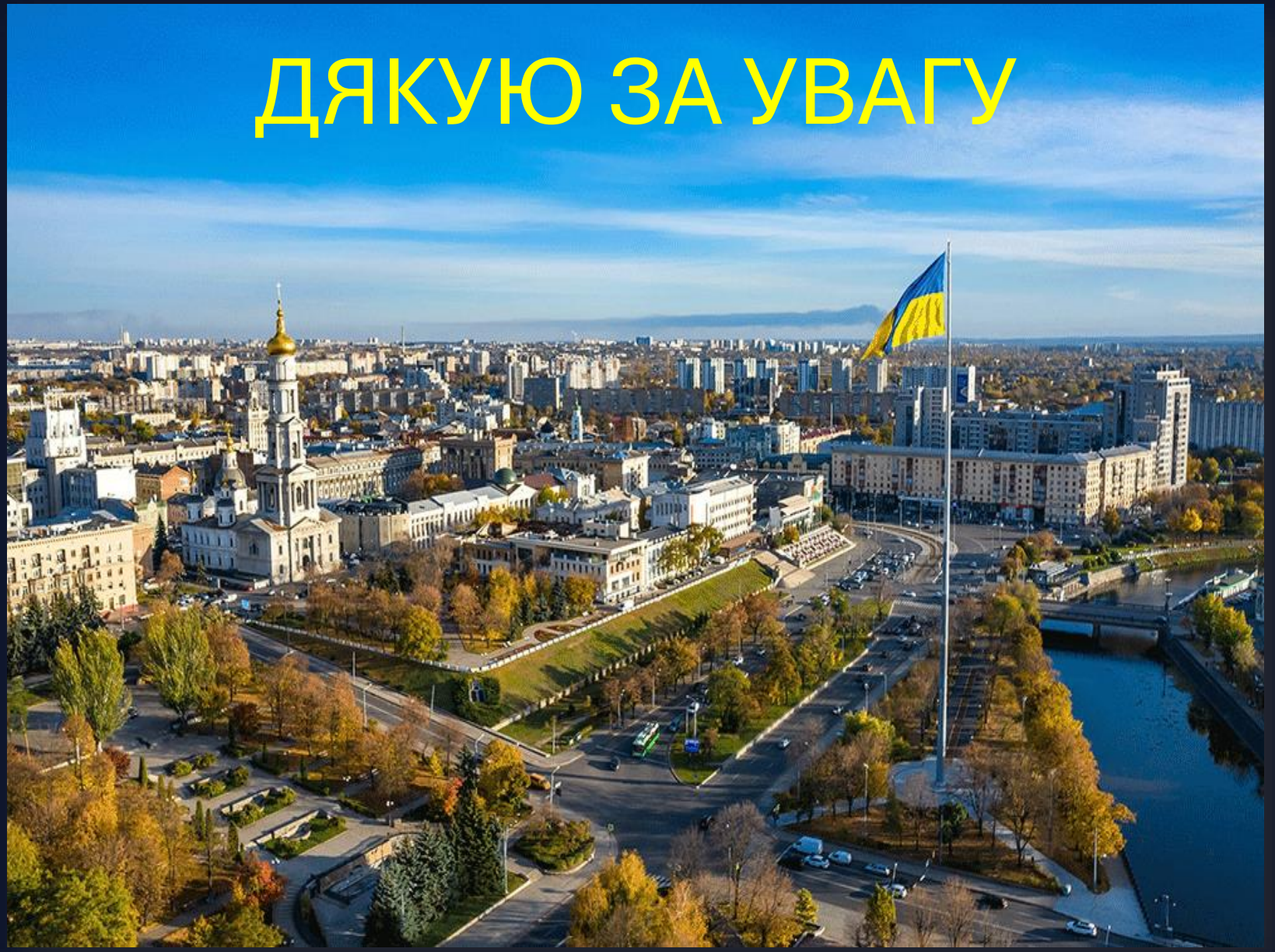
- 1 рік після первинної травми.
- Перебудова кісткового ауто-алотрансплантату
- Відновлення функції ходьби

Висновки

1. Вогнепальні поранення великих суглобів – це тяжкі поліструктурні ураження, тяжкість яких зумовлена складністю анатомічної будови та сприятливими умовами для розвитку широкого спектру ускладнень

2. Слідування принципам етапного лікування є обов'язковим, починаючи з нормалізації стану м'яких тканин (придушення інфекції + відновлення цілісності покривних тканин)

3. Тільки після нормалізації стану м'яких тканин можливі пластика кісткового дефекту та остаточна фіксація фрагментів кістки (переважно, методами зануреної фіксації)

4. Раннє відновлення взаємовідносин головних уламків полегшує їх остаточну репозицію та стабілізацію

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ