

**НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені О.О. БОГОМОЛЬЦЯ
МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ**

*Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису*

БАЙДА МАКСИМ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 616.718.5/.6-001.5-74-089.84

ДИСЕРТАЦІЯ

**КІЛЬЦЕВІ ФІКСАТОРИ СПИЦЕ-СТЕРЖНЬОВОГО ТИПУ І
НАПВЖОРСТКІ ФІКСУЮЧІ СИСТЕМИ, ЯК ЗМІННИЙ
ОСТЕОСИНТЕЗ В ЛІКУВАННІ НЕЗРОЩЕНЬ КІСТОК ГОМІЛКИ**

222 «Медицина»

22 «Охорона здоров'я»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Байда М.В.

Науковий керівник: Кучин Юрій Леонідович, доктор медичних наук, професор

Київ – 2025

АНОТАЦІЯ

Байда М. В. Кільцеві фіксатори спице-стерженьового типу і напівжорсткі фіксуючі системи, як змінний остеосинтез в лікуванні незрощень кісток гомілки. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 222 «Медицина» в галузі знань 22 «Охорона здоров'я» - Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Україна, Київ, 2024.

У дисертаційній роботі представлено аналіз і сформульовано нове рішення актуального наукового завдання у сфері клінічної медицини, зокрема ортопедії і травматології, щодо підвищення якості лікування постраждалих з незрощенням великогомілкової кістки (НВГК) після її переломів шляхом вивчення чинників, систематизації ускладнень та визначення їх впливу на корекцію відламків в процесі лікування, визначення об'єму реконструктивно-відновлювального лікування на основі прогностичних шкал та застосування змінного остеосинтезу кільцевими фіксаторами (КФ).

Досягнення сучасної травматології (новітні технології хірургічних втручань, засоби пластики дефектів та стимуляції регенерації) не в повній мірі вирішують проблеми лікування порушення консолидації кісток гомілки після переломів. Питома вага виникнення ускладнення після переломів, за даними різних авторів, складає від 3 до 45% випадків в залежності від локалізації та виду переломів (Шимон ВМ, Кубаш ВІ., 2018; Chow SK, Gao Q, Pius A, Morita M, Ergul Y, Murayama M, Shinohara I, Cekuc MS, Ma C, Susuki Y, Goodman SB., 2024; Strafun SS, Tkach AV, Strafun AS, Saliy AP., 2013; Wu Y, Yin Q, Rui Y, Sun Z, Gu S., 2018). В структурі інвалідності, питома вага наслідків травм кінцівок займає значний відсоток. Стійка непрацездатність при незрощеннях та дефектах після переломів довгих кісток має важливе соціальне значення для пацієнтів у зв'язку з високою питоною вагою серед них людей працездатного віку (Cao ZM, Sui XL, Xiao Y, Qing LM, Wu PF, Tang JY., 2023; Maimaiti X, Liu

K, Yusufu A, Xie Z., 2024; Perut F, Roncuzzi L, Gómez-Barrena E, Baldini N., 2024; Zhang Q, Kang Y, Wu Y, Ma Y, Jia X, Zhang M, Lin F, Rui Y., 2024). Після переломів діафіза довгих кісток найчастіше зустрічаються незрощення кісток гомілки, що зумовлено багатьма факторами. Найчастіше зустрічаються порушення регенерації після переломів нижньої третини великогомілкової кістки, особливо при впливі високоенергетичного механічного чиннику та особливостей внутрішньокісткового кровопостачання (пошкодження а. nutricia).

Результати лікування розладів репаративного остеогенезу при переломах кісток гомілки різними методами, потребують подальшого вивчення та пошук простих та легко впроваджуваних в практику методик консервативного та оперативного методів лікування.

Більшість дослідників зазначають, що предиктори відіграють важливу роль у прогнозуванні результатів лікування та визначенні його обсягу. В даному дослідженні були використані найбільш відомі системи оцінювання незрощень довгих трубчастих кісток. Зі збільшенням кількості та комбінацій предикторів виникає необхідність розгляду можливості ампутації, оскільки шанси на відновлення кінцівки, як функціонального органу, є вкрай низьким (Liu K, Zhang H, Maimaiti X, Yusufu A., 2023; Özkan S, Nolte PA, 2019; Sigmund IK, Ferguson J, Govaert GAM, Stubbs D, McNally MA., 2020; Suchkov IA, Martinez-Gonzalez J, Schellong SM, Garbade T, Falciani M., 2018). Це також стосується обґрунтування вибору позаосередкового остеосинтезу в комплексному підході до лікування.

Також загально визнано, що в зоні незрощення, як і у всьому сегменті, часто порушується кровообіг. У більшості випадків спостерігається венозна недостатність, яка призводить до порушення відтоку крові, мікроциркуляції та обмінних процесів у вогнищі ураження. Катаболічна спрямованість метаболічних процесів при травматичних ушкодженнях в поєднанні з інфекційним процесом пропорційна тяжкості ураження (Starlinger J, Santol J, Kaiser G, Sarahrudi K., 2024).

Розвиток рубцевої тканини, порушення відтоку призводять до високого відсотку випадків підвищення підфасціального тиску в компартментах гомілки (місцевий гіпертензивний ішемічний синдром - МГІС) (Гайко ГВ, Страфун СС, Бур'янов ОА, Борзих ОВ, Долгополов ОВ, Лисак АС, Шипунов ВГ, Ярмолюк ЮО., 2015; Strafun S, Tkach A, Strafun A, Saliy A., 2014).

Складність, неоднозначність шляхів вирішення проблеми незрощень після переломів кісток гомілки з високою вірогідністю отримання негативного результату складають медичну проблематику, а працездатний вік постраждалих і високий ризик можливої їх інвалідизації обумовлюють соціальну значимість проблеми.

Отримання позитивних результатів можливо лише при комплексному підході у лікуванні цієї тяжкої патології, з урахуванням усіх індивідуальних властивостей кожного клінічного випадку. Цей напрямок є перспективним, потребує подальшого вивчення та розвитку всіх його аспектів.

Немає чітких характеристик клінічних ситуацій у лікуванні ускладнень переломів кісток гомілки, які вимагають проведення змінного ситуаційного остеосинтезу. Розвиток ускладнень вимагає системного оцінювання і обґрунтованого індивідуального виду фіксації на кожному етапі. Більшість дослідників вважають, що поза вогнищевий остеосинтез септичних незрощень великогомілкової кістки є найкращим вибором. Методи позавогнищевого остеосинтезу різноманітні. Недоліки КФ можуть бути покращені на основі підвищення стабільності фіксації з урахуванням експериментальних даних жорсткості.

Мета дослідження: покращення результатів комплексного лікування незрощень кісток гомілки шляхом застосування індивідуалізованих підходів до хірургічного та консервативного лікування. Обґрунтування застосування кільцевих фіксаторів (КФ) спице-стержньового типу і напівжорстких фіксуєчих систем як змінного остеосинтезу.

Довготривалість застосування фіксації, необхідність ранньої повноцінної реабілітації робить логічним і необхідним перехід з зовнішньої фіксації до

фіксації індивідуальними напівжорсткими функціональними пов'язками. Вибір тактики хірургічного лікування залежить від ступеню змін в сегменті: стан м'яких тканин, характер ураження фрагментів. Методи хірургічного лікування включають обробку зони незрощення, фасціотомію, резекцію малогомілкової кістки, пластику зони незрощення складними пломбами. Всі етапи лікування повинні містити реабілітаційні елементи, які б дозволяли відновити функцію в ранні строки.

По всіх параметрам, система фіксації кріплення стержня не тільки через планку, а ще й за допомогою «трикутника жорсткості», мала переваги - більшу жорсткість (стиск вздовж вісі кістки 76,3 Н/мм порівняно з 70,8 Н/мм; згин – 1,19 Н/мм порівняно з 0,99 Н/мм і кручення з 1,52 Н/мм порівняно з 1,38 Н/мм) – перед системою кріплення стержня лише через планку. В подальшому вона і була взята за основу при випробуванні властивостей КФ при різноманітному розташуванні спиць.

Характеристики жорсткості залежать від розташування спиць. Експериментально доведено ефективність компоновки 3 спиць, 2 з яких під кутом, 1 у площині кільця, що значно підвищило жорсткість конструкції: здавлення до 76,3; згин до 119 і скручування до 1,52. В порівнянні зі стандартним варіантом (2 спиці у площині кільця) досягнуто покращень таких показників: жорсткість здавлення підвищилася на 14,4% (до 76,3 Н / мм); згинання – на 30,8% (до 1,19 з 0,91 Н / мм) і скручування на 4,8% (до 1,52 Н / мм). З клінічної точки зору, покращення показників при скрученні є найбільш значимими, особливо при заміщенні великих дефектів дистракційним способом.

Розроблено алгоритм The scale of choice of types of extrafocal osteosynthesis of septic nonunion, призначений для вибору режимів поза осередкової фіксації кісток гомілки з використанням кільцевих фіксаторів за наступними параметрами: характер порушення репаративної регенерації кісткової тканини; обсяг резекції кісткової тканини; розмір дійсного дефекту. При атрофічному чи нормотрофічному незрощенні з дійсним дефектом < 4

см здійснювалася адаптаційна резекція, зіставлення уламків і монолокальний ЧКО; при дефекті >4 см - білокальний ЧКО і у випадках незрощення гіпертрофічного після резекції ураженої частини проводився моно локальний ЧКО з можливістю поступового коригування кутових зміщень. Аналіз запропонованих показників об'єктивізував вибір способу фіксації КФ у хворих із септичними незрощеннями великогомілкової кістки після травматичних переломів.

Результати лікування пацієнтів з незрощеннями великогомілкової кістки з проведенням первинної фіксації спице-стержньовими КФ і подальшим застосуванням напівжорстких систем фіксації на фінальному етапі значно покращились. Ускладнень, зумовлених запропонованим комплексним лікуванням, не спостерігалось. Застосування напівжорсткої індивідуальної системи фіксації дозволило досягти стабільності, що дало можливість почати функціональне навантаження в ранньому періоді. Вільні колінний і гомілковостопний суглоби зберегли функціонування в повному обсязі.

Використання напівжорсткої індивідуальної системи фіксації покращувало умови кровообігу за рахунок проведення пневмомасажу через пов'язку. Такий комплекс лікувальних заходів профілакував м'язову атрофію та поліпшував результати реабілітації хворих з незрощеннями гомілки після переломів. Отримані результати були оцінені з застосуванням оціночної шкали LEFS як перспективні. В основній групі отримані кращі результати, ніж у групі порівняння.

Наукова новизна отриманих результатів.

1. Визначено нові відомості щодо структури захворюваності пацієнтів з септичними незрощенням кісток гомілки після переломів з урахуванням віку та статі, а саме визначено, що в більшості випадків проблема виникає в чоловіків працездатного віку і враховуючи високий ризик інвалідизації пошук вирішення даної проблеми є вкрай важливим.

2. Виявленні найбільш значущих факторів, які детермінують об'єми сануючої складової, способу пластики дефектів, режими застосування КФ,

септичні ураження м'яких тканин та кістки призводять до відтермінування, а досить часто унеможлиблює застосування необхідних методів пластики дефектів.

3. Отримавши експериментальні дані підвищення стабільності системи КФ, застосуванні їх в клінічній практиці та поліпшенні результатів лікування – визначено комбінацію КФ яка дозволяє досягти найбільшої стабільності системи (згин, стиск та скручення).

4. Запропоновано достовірний діагностичний критерій судинних та обмінних розладів – термоасиметрія ΔT стоп, різниця в температурі на здоровій та травмованій кінцівці свідчить про значні зміни в мікроциркуляції кінцівки.

5. На основі визначення порушень у сегменті за значенням ΔT , підфаціального тиску та даних УЗД розроблений обґрунтований об'єм медикаментозного лікування, який включає в себе необхідний комплекс лікування на кожному з етапів лікування.

6. Обґрунтована етапність та послідовність відновного лікування у пацієнтів з незрощенням кісток гомілки, застосування напівжорстких систем фіксації як фінального етапу, застосування яких дозволяє створити умови для навантаження та проведення реабілітації пацієнта, що в свою чергу сприяє консолідації відламків.

7. При порівнянні сумарних рентгенометричних та функціональних результатів за даними шкали LEFS була виявлена значна ефективність запропонованих методик лікування хворих з незрощенням великогомілкової кістки після переломів. Застосування запропонованих підходів (основна група) призвело до кращих результатів, ніж у групі порівняння (стандартні методи лікування). Так, відмінних результатів збільшилося з 2,4% до 8,3%; гарних – з 35,7% до 55,6%. Рівень задовільних і незадовільних результатів знизився з 42,9% до 19,4% і з 9,5% до 2,8% відповідно

Ключові слова: незавершена консолідація великогомілкової кістки, змінний остеосинтез, кільцеві фіксатори, дистракційний остеосинтез, регенерація кісткової тканини, незрощення кісток гомілки, напівжорсткі

системи фіксації, консолідація, травматологія, реконструктивне лікування, «пломба» для пластики, ускладнення, реабілітація, уповільнене зрощення кісток, імпланти.

SUMMARY

Baida M.V. –Qualification scientific work (manuscript).

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 22 "Health Care," specialty 222 "Medicine" – Bogomolets National Medical University, Ukraine, Kyiv, 2024.

The dissertation presents an analysis and formulates a novel solution to the relevant scientific problem in clinical medicine, particularly in orthopedics and traumatology. The study aims to improve the quality of treatment for patients with tibial nonunions (TNU) following fractures by examining contributing factors, systematizing complications, determining their impact on fragment correction during treatment, defining the scope of reconstructive-restorative interventions based on prognostic scales, and applying variable osteosynthesis with circular fixators (CF). Advancements in modern traumatology (state-of-the-art surgical intervention technologies, defect reconstruction tools, and regeneration stimulation methods) do not fully address the issues of treating tibial bone consolidation disorders following fractures. The incidence of complications after fractures, according to various authors, ranges from 3% to 45%, depending on the localization and type of fracture. Tibial nonunion is one of the most common outcomes of diaphyseal fractures of long bones, primarily due to various factors. These include lower third tibial fracture regeneration disorders, especially under high-energy mechanical impact or intramedullary blood supply damage (a. nutricia). The results of treating tibial reparative osteogenesis disorders using various methods require further study and a search for simple and practical techniques for both conservative and surgical treatments.

Most researchers note that predictors play a key role in forecasting treatment outcomes and determining its scope. In this study, the most well-known systems for

evaluating nonunions of long tubular bones were utilized. As the number and combination of predictors increase, amputation may become necessary due to the minimal chances of restoring the limb as a functional organ. This also applies to the justification for using extrafocal osteosynthesis in the comprehensive treatment approach.

Circulatory disorders, including venous insufficiency and impaired blood outflow, are common in the nonunion area and the affected segment. These result in disrupted microcirculation and metabolic processes. The catabolic direction of metabolic processes in traumatic injuries, combined with infections, correlates with the severity of the damage. The development of scar tissue and impaired outflow often leads to a high incidence of elevated fascial compartment pressure (local hypertensive ischemic syndrome - LHIS). The complexity and ambiguity of resolving tibial nonunion issues with a high probability of negative outcomes constitute a medical challenge. The working-age status of patients and the high risk of disability underscore the social significance of the problem. Positive results can only be achieved through a comprehensive treatment approach, taking into account the individual characteristics of each clinical case. This area is promising and requires further study and development of all its aspects.

Objective of the study: To improve the outcomes of comprehensive treatment for tibial nonunions by applying individualized approaches to surgical and conservative treatments, with a focus on justifying the use of circular fixators (CF) of the wire-rod type and semi-rigid fixation systems as variable osteosynthesis tools. There are no clear characteristics of clinical situations requiring variable osteosynthesis in treating tibial fracture complications. The development of complications necessitates systematic evaluation and a substantiated individualized fixation method at each stage. Most researchers consider extrafocal osteosynthesis of septic tibial nonunions to be the best choice. The disadvantages of CF can be mitigated by improving fixation stability, as demonstrated by experimental stiffness data. The prolonged use of fixation and the necessity of early, complete rehabilitation make the transition from external fixation to individualized semi-rigid functional

casts logical and necessary. The choice of surgical treatment tactics depends on the degree of segmental changes: the condition of soft tissues and the nature of fragment damage. Surgical methods include nonunion site preparation, fasciotomy, fibula resection, and defect area reconstruction with complex fillers. All treatment stages should include rehabilitation elements that enable early functional restoration. The stability characteristics of the fixation system, where the rod is attached not only through the bar but also with a "stiffness triangle," showed advantages—higher stiffness (compression along the bone axis 76.3 N/mm versus 70.8 N/mm; bending 1.19 N/mm versus 0.99 N/mm, and torsion 1.52 N/mm versus 1.38 N/mm) compared to the system with rod attachment only through the bar. These characteristics formed the basis for testing CF properties with various wire arrangements.

The stiffness characteristics depend on the wire arrangement. It has been experimentally proven that a combination of three wires, two angled and one in the ring plane, significantly enhances the stiffness of the structure: compression up to 76.3; bending up to 1.19, and torsion up to 1.52. Compared to the standard two-wire arrangement in the ring plane, improvements were achieved: compression stiffness increased by 14.4% (to 76.3 N/mm); bending by 30.8% (to 1.19 from 0.91 N/mm), and torsion by 4.8% (to 1.52 N/mm). Clinically, the improvement in torsion is particularly significant, especially when replacing large defects using the distraction method.

A scale for choosing types of extrafocal osteosynthesis for septic nonunion was developed, based on the following parameters: type of reparative bone tissue regeneration disorder, volume of bone tissue resection, and size of the actual defect. For atrophic or normotrophic nonunions with defects <4 cm, adaptive resection, fragment alignment, and monofocal extrafocal osteosynthesis were performed. For defects >4 cm, bifocal extrafocal osteosynthesis was applied. In cases of hypertrophic nonunion, monofocal osteosynthesis with gradual correction of angular displacements was used after resecting the affected segment. The results of treating patients with tibial nonunions using initial fixation with wire-rod CF and subsequent application of semi-rigid fixation systems at the final stage significantly improved outcomes. No

complications arose from the proposed comprehensive treatment. The use of an individualized semi-rigid fixation system allowed early functional loading. The free movement of the knee and ankle joints was fully preserved. The semi-rigid fixation system improved circulation conditions by enabling pneumatic massage through the cast. This comprehensive treatment prevented muscle atrophy and improved rehabilitation outcomes for patients with tibial nonunions after fractures. The results were evaluated using the LEFS scale as promising. The primary group achieved better outcomes than the comparison group.

Scientific Novelty.

1. New data were obtained on the structure of morbidity among patients with septic tibial nonunion after fractures, considering age and gender. It was found that the issue predominantly affects working-age men, emphasizing the importance of finding solutions to this problem due to the high risk of disability.

2. The most significant factors determining the scope of sanitization components, defect reconstruction methods, CF application modes, and septic soft tissue and bone lesions were identified. These factors often delay or make defect reconstruction methods impossible.

3. Experimental data on improving CF stability and their application in clinical practice demonstrated enhanced treatment outcomes. A combination of CF that provides maximum stability (bending, compression, and torsion) was identified.

4. A reliable diagnostic criterion for vascular and metabolic disorders — temperature asymmetry ΔT of the feet — was proposed. The difference in temperature between the healthy and injured limbs indicates significant microcirculation changes.

5. Based on the ΔT indicator, subfascial pressure, and ultrasound data, a substantiated medication treatment volume was developed, including a necessary comprehensive treatment plan at each stage.

6. The sequence and consistency of restorative treatment for patients with tibial nonunion were substantiated, with the application of semi-rigid fixation systems at the final stage. These systems allow functional loading and patient rehabilitation,

promoting fragment consolidation.

7. When comparing cumulative radiometric and functional results using the LEFS scale, the proposed treatment methods for tibial nonunion patients were significantly more effective. The use of the proposed approaches (primary group) led to better results than the comparison group (standard treatment methods). Excellent outcomes increased from 2.4% to 8.3%; good outcomes from 35.7% to 55.6%. The level of satisfactory and unsatisfactory outcomes decreased from 42.9% to 19.4% and from 9.5% to 2.8%, respectively.

Keywords: tibial nonunion, variable osteosynthesis, circular fixators, distraction osteosynthesis, bone tissue regeneration, tibial nonunion, semi-rigid fixation systems, consolidation, traumatology, reconstructive treatment, “filler” for reconstruction, complications, rehabilitation, delayed bone healing, implants.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

1. [26] Рушай АК, Данькевич ВП, Мартинчук ОО, **Байда МВ**. Оцінка ролі первинної фіксації переломів кісток гомілки у розвитку асептичних незрощень великогомілкової кістки. Травма. 2020;21(5):10-13 doi: [10.22141/1608-1706.5.21.2020.217084](https://doi.org/10.22141/1608-1706.5.21.2020.217084) У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

2. [29] Рушай АК, Климовицький ВГ, Мартинчук ОО, **Байда МВ**, Жагдаль АА. Напівжорсткі індивідуальні етапні функціональні пов'язки при дистракційному заміщенні дефекту кісток гомілки після переломів. Травма. 2020;21(2):59-65. doi: <https://doi.org/10.22141/1608-1706.2.21.2020.202235>. У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

3. [27] Рушай АК, Данькевич ВП, Мартинчук ОО, **Байда МВ**, Жагдаль АА. Фіксація уламків при складних реконструкціях переломів кісток гомілки. Травма. 2020;21(2):26-33. Доступно з: <http://www.mif-ua.com/archive/article/49162> У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

4. [34] Рушай АК, Скиба ВВ, Лісайчук ЮС, Бабенков ГД, Ковальчук ВС, Данькевич ВП, Мартинчук АА, Жагдаль ОО, **Байда МВ**, Хомут ЮЮ. Засади пластики септичних дефектів м'яких тканин гомілки. Вісник невідкладної і відновної медицини. 2020;2(1):3–11. У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

5. [114] Rushai AK, Lisaychuk YS, Martinchuk OO, **Baida MV**. Tibial bone nonunion plastic with the use of monolocal osteosynthesis by ring fixators. The problems of traumatology and osteosynthesis. 2021;1(20):34-46. doi: <https://doi.org/10.51309/2411-6858-2021-20-1-34-46> У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

6. [113] Rushai A, Lisaychuk Y, Martynchuk A, **Baida M**. Improvement of transosseous osteosynthesis with ring fixators in the treatment of tibial nonunions. Trauma. 2021;22(2):58–63. doi: <https://doi.org/10.22141/1608->

[1706.2.22.2021.231962](https://doi.org/10.22141/2224-0586.16.6.2020.216508). У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

7. [6] Жагдаль АА, Рушай АК, Мартинчук ОО, **Байда МВ**. Мультиmodalьне знеболювання як складова частина лікувального комплексу у хворих із незрощенням кісток гомілки в періопераційному періоді. Медицина невідкладних станів. 2020;16(6):40-43. doi: <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.22141/2224-0586.16.6.2020.216508> У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

8. [1] **Байда М**, Рушай А, Мартинчук А, Мусиенко О. Оптимізація компонування кільцевих спице-стрижневих фіксаторів на ґрунті експериментальних даних під час лікування незрощень кісток гомілки Український науковий медичний молодіжний журнал. 2022;134(4):37-43. doi: [https://doi.org/10.32345/USMYJ.4\(134\).2022.37-43](https://doi.org/10.32345/USMYJ.4(134).2022.37-43) У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

9. [31] Рушай АК, Лісайчук ЮС, Мартинчук ОО, **Байда МВ**. Білокальний остеосинтез великогомілкової кістки кільцевими фіксаторами в лікуванні незрощень. Травма. 2020;21(6):41-45 doi: <https://doi.org/10.22141/1608-1706.6.21.2020.223887>. У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

10. [22] Рушай А, **Байда М**, Мартинчук О. Використання антизгортальних препаратів у комплексному лікуванні незрощень кісток гомілки. Медична наука України. 2022;18(4):57-64. doi: <https://doi.org/10.32345/2664-4738.4.2022.09> У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

11. [24] Рушай АК, **Байда МВ**, Мартинчук ОО, Мусієнко ОС. Параметри жорсткості різних модифікацій кільцевих фіксаторів. Медична наука України, 2022;18(3):35-38. doi: <https://doi.org/10.32345/2664-4738.3.2022.05> У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

12. [23] Рушай АК, **Байда МВ**, Мартинчук ОО, Мусієнко ОС, Фам Д.К. Експериментальне обґрунтування оптимальних конструкційних властивостей кільцевих спице-стрижневих фіксаторів. Травма. 2022;23(4):34–38. doi: <http://dx.doi.org/10.22141/1608-1706.4.23.2022.907> У періодичному фаховому

виданні України категорії Б. Включений в міжнародні науково-метричної бази Scopus. У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

13. [50] **Baida M**, Rushay A, Martynchuk O. Clinical case of treatment of septic defect of bone and soft tissues of the lower leg. *Ukrainian Scientific Medical Youth Journal*. 2024;144(1):125-127.doi: [https://doi.org/10.32345/USMYJ.1\(144\).2024.125-127](https://doi.org/10.32345/USMYJ.1(144).2024.125-127) У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

14. [30] Рушай АК, Лісайчук ЮС, Жагдаль АА, Мартинчук ОО, **Байда МВ**. Напівжорсткі розвантажувальні системи фіксації у хворих з захворюваннями чи травмами кінцівок. International scientific and practical conference. Lublin, Republic of Poland, September 25–26, 2020. Lublin; 2020, p. 62–64. doi: <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-81-5-1.44>

15. [158] Байда М.В. Ефективні конструктивні удосконалення кістково-транспортної техніки лікування дефектів великогомілкової кістки. Актуальні проблеми ортопедії та травматології: Ювілейний збірник наукових праць. [Інтернет]. Харків, 2024: 5-14. <https://archive.sytenko.org.ua/items/051b5ca5-d76f-4108-ab29-a94f62a45168>

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	18
ВСТУП.....	19
РОЗДІЛ 1.	25
ІСНУЮЧІ ТЕНДЕНЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯ ЗМІННОГО ОСТЕОСИНТЕЗУ У ЛІКУВАННІ НЕЗРОЩЕНЬ ПІСЛЯ ПЕРЕЛОМІВ ГОМІЛКИ (аналітичний огляд літератури)	25
РОЗДІЛ 2. КЛІНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА МЕТОДІВ ОБСТЕЖЕННЯ	34
2.1. Характеристика клінічних спостережень	34
2.2. Методи клінічного обстеження	46
2.3. Оцінка результатів лікування хворих з септичними незрошеннями великогомілкової кістки	50
2.4. Статистична обробка результатів дослідження	52
РОЗДІЛ 3. ЗАСАДИ КОМПЛЕКСНОГО ЛІКУВАННЯ НЕЗРОЩЕНЬ ВЕЛИКОГОМІЛКОВОЇ КІСТКИ ПІСЛЯ ПЕРЕЛОМІВ	55
3.1. Хірургічне лікування	55
3.1.1. <i>Важливі фактори при виборі виду змінного остеосинтезу кільцевими фіксаторами та обсягу основних складових хірургічного лікування</i>	<i>55</i>
3.1.2. <i>Санаційна складова під час хірургічного втручання у хворих з септичними незрошеннями великогомілкової кістки після переломів</i>	<i>60</i>
3.1.3. <i>Особливості пластики справжніх кісткових дефектів</i>	<i>64</i>
3.1.4. <i>Тактика лікування м'якотканинних дефектів</i>	<i>75</i>
3.1.5. <i>Реконструкція найбільш складних випадків септичних незрощень великогомілкової кістки</i>	<i>83</i>
3.1.6. <i>Фінальне застосування індивідуальних напівжорстких систем фіксації. Консервативне лікування септичних незрощень</i>	<i>84</i>

3.2. Мультиmodalьне знеболення при проведенні втручань у постраждалих з септичними незрощеннями гомілки.....	88
3.3. Консервативна терапія септичних незрощень великогомілкової кістки ..	90
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КІЛЬЦЕВИХ СПИЦЕ-СТРИЖНЕВИХ ФІКСАТОРІВ.....	94
РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ЛІКУВАННЯ ПОСТРАЖДАЛИХ З СЕПТИЧНИМИ НЕЗРОЩЕННЯМИ ВЕЛИКОГОМІЛКОВОЇ КІСТКИ ПІСЛЯ ПЕРЕЛОМІВ	107
ЗАКЛЮЧЕННЯ.....	125
ВИСНОВКИ	133
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	136

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

LEFS Lower Extremity Functional Scale – шкала функції нижньої кінцівки

NPWT – Negative-pressure wound therapy

ΔT – градієнт температури

АТЧТЧ – активований частковий тромбoplastичний час

ВАК – лікування ран негативним тиском

ВАШ – візуально-аналогова шкала

ЕОП – електронно-оптичний перетворювач

КТ – комп'ютерна томографія

КФ – кільцеві фіксатори

ЛФК – лікувальна фізкультура

МГІС – місцевий гіпертензійний ішемічний синдром

МНВ – міжнародне нормалізоване відношення

МРТ – магніто-резонансна томографія

ПЧ – протромбіновий час

НВГК – незрощення великогомілкової кістки

СНВГК – септичне незрощення великогомілкової кістки

УЗД – ультразвукове дослідження

ЧКО – чрезкістковий остеосинтез

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження.

Досягнення сучасної травматології (новітні технології хірургічних втручань, засоби пластики дефектів та стимуляції регенерації) не в повній мірі вирішують проблеми лікування порушення консолидації кісток гомілки після переломів. Питома вага виникнення ускладнення після переломів, за даними різних авторів, складає від 3 до 45% випадків в залежності від локалізації та виду переломів (Шимон ВМ, Кубаш ВІ., 2018; Chow SK, Gao Q, Pius A, Morita M, Ergul Y, Murayama M, Shinohara I, Cekuc MS, Ma C, Susuki Y, Goodman SB., 2024; Strafun SS, Tkach AV, Strafun AS, Saliy AP., 2013; Wu Y, Yin Q, Rui Y, Sun Z, Gu S., 2018).

В структурі інвалідності, питома вага наслідків травм кінцівок займає значний відсоток. Стійка непрацездатність при незрощеннях та дефектах після переломів довгих кісток має важливе соціальне значення для пацієнтів у зв'язку з високою питоною вагою серед них людей працездатного віку (Cao ZM, Sui XL, Xiao Y, Qing LM, Wu PF, Tang JY., 2023; Maimaiti X, Liu K, Yusufu A, Xie Z., 2024; Perut F, Roncuzzi L, Gómez-Barrena E, Baldini N., 2024; Zhang Q, Kang Y, Wu Y, Ma Y, Jia X, Zhang M, Lin F, Rui Y., 2024). Після переломів діафіза довгих кісток найчастіше зустрічаються незрощення кісток гомілки, що зумовлено багатьма факторами. Найчастіше зустрічаються порушення регенерації після переломів нижньої третини великогомілкової кістки, особливо при впливі високоенергетичного механічного чиннику та особливостей внутрішньокісткового кровопостачання (пошкодження а. nutriticia).

Результати лікування розладів репаративного остеогенезу при переломах кісток гомілки різними методами, потребують подальшого вивчення та пошук простих та легко впроваджуваних в практику методик консервативного та оперативного методів лікування.

Більшість дослідників зазначають, що предиктори відіграють важливу роль у прогнозуванні результатів лікування та визначенні його обсягу. В

даному дослідженні були використані найбільш відомі системи оцінювання незрощень довгих трубчастих кісток. Зі збільшенням кількості та комбінацій предикторів виникає необхідність розгляду можливості ампутації, оскільки шанси на відновлення кінцівки, як функціонального органу, є вкрай низьким (Liu K, Zhang H, Maimaiti X, Yusufu A., 2023; Özkan S, Nolte PA, van den Bekerom MPJ, Bloemers FW., 2019; Sigmund IK, Ferguson J, Govaert GAM, Stubbs D, McNally MA., 2020; Suchkov IA, Martinez-Gonzalez J, Schellong SM, Garbade T, Falciani M., 2018). Це також стосується обґрунтування вибору позаосередкового остеосинтезу в комплексному підході до лікування.

Також загальноновизнано, що в зоні незрощення, як і у всьому сегменті, часто порушується кровообіг. У більшості випадків спостерігається венозна недостатність, яка призводить до порушення відтоку крові, мікроциркуляції та обмінних процесів у вогнищі ураження. Катаболічна спрямованість метаболічних процесів при травматичних ушкодженнях в поєднанні з інфекційним процесом пропорційна тяжкості ураження [Starlinger J, Santol J, Kaiser G, Sarahrudi K., 2024).

Розвиток рубцевої тканини, порушення відтоку призводять до високого відсотку випадків підвищення підфасціального тиску в компартментах гомілки (місцевий гіпертензивний ішемічний синдром - МГІС) [Гайко ГВ, Страфун СС, Бур'янов ОА, Борзих ОВ, Долгополов ОВ, Лисак АС, Шипунов ВГ, Ярмолюк ЮО., 2015. Strafun S, Tkach A, Strafun A, Saliy A., 2014).

Складність, неоднозначність шляхів вирішення проблеми незрощень після переломів кісток гомілки з високою вірогідністю отримання негативного результату складають медичну проблематику, а працездатний вік постраждалих і високий ризик можливої їх інвалідизації обумовлюють соціальну значимість проблеми.

Отримання позитивних результатів можливо лише при комплексному підході у лікуванні цієї тяжкої патології, з урахуванням усіх індивідуальних властивостей кожного клінічного випадку. Цей напрямок є перспективним, потребує подальшого вивчення та розвитку всіх його аспектів.

Мета дослідження: покращення результатів комплексного лікування незрощень кісток гомілки шляхом застосування індивідуалізованих підходів до хірургічного та консервативного лікування. Обґрунтування застосування кільцевих фіксаторів (КФ) спице-стержньового типу і напівжорстких фіксуєчих систем як змінного остеосинтезу.

Завдання дослідження:

1. На підставі аналітичного огляду літератури виявити існуючі тенденції застосування змінного остеосинтезу у лікуванні незрощень після переломів гомілки та можливі шляхи удосконалення лікування.
2. На основі анатомо-біомеханічного експериментального дослідження вивчити характеристики напружено-деформованого стану в системі фіксатор-кістка та оптимальні варіанти компоновки кільцевих фіксаторів.
3. Розробити алгоритм для вибору режимів поза осередкової фіксації кісток гомілки з використанням кільцевих фіксаторів у пацієнтів з септичним незрощенням великогомілкової кістки.
4. Провести аналіз ефективності лікування пацієнтів з септичним незрощенням великогомілкової кістки при застосуванні вдосконаленої методики хірургічного та системи відновлювального лікування.

Об'єкт дослідження: структурно-функціональні зміни при переломах великогомілкової кістки та їх наслідках.

Предмет дослідження: біомеханіка, напружено-деформований стан в системі кістка-фіксатор, технології хірургічного лікування пацієнтів з незрощеними переломами великогомілкової кістки та післятравматичним остеомієлітом з застосуванням АЗФ різних модифікацій.

Методи дослідження: статистичні, клініко-лабораторні, інструментальні, анатомо-біомеханічні.

Наукова новизна отриманих результатів.

1. Визначено нові відомості щодо структури захворюваності пацієнтів з септичним незрощенням кісток гомілки після переломів з урахуванням віку та статі, а саме визначено, що в більшості випадків проблема виникає в

чоловіків працездатного віку і враховуючи високий ризик інвалідизації пошук вирішення данної проблеми є вкрай важливим.

2. Виявленні найбільш значущих факторів, які детермінують об'єми сануючої складової, способу пластики дефектів, режими застосування КФ, септичні ураження м'яких тканин та кістки призводять до відтермінування, а досить часто унеможлиблює застосування необхідних методів пластики дефектів.

3. Отримавши експериментальні дані підвищення стабільності системи КФ, застосуванні їх в клінічній практиці та поліпшенні результатів лікування – визначено комбінацію КФ яка дозволяє досягти найбільшої стабільності системи (згин, стиск та скручення).

4. Запропоновано достовірний діагностичний критерій судинних та обмінних розладів – термоасиметрія ΔT стоп, різниця в температурі на здоровій та травмованій кінцівці свідчить про значні зміни в мікроциркуляції кінцівки.

5. На основі визначення порушень у сегменті за значенням ΔT , підфаціального тиску та даних УЗД розроблений обґрунтований об'єм медикаментозного лікування, який включає в себе необхідний комплекс лікування на кожному з етапів лікування.

6. Обґрунтована етапність та послідовність відновного лікування у пацієнтів з незрощенням кісток гомілки, застосування напівжорстких систем фіксації як фінального етапу, застосування яких дозволяє створити умови для навантаження та проведення реабілітації пацієнта, що в свою чергу сприяє консолідації відламків.

7. При порівнянні сумарних рентгенометричних та функціональних результатів за даними шкали LEFS була виявлена значна ефективність запропонованих методик лікування хворих з незрощенням великогомілкової кістки після переломів. Застосування запропонованих підходів (основна група) призвела до кращих результатів, ніж у групі порівняння (стандартні методи лікування). Так, відмінних результатів збільшилося з 2,4% до 8,3%; гарних – з

35,7% до 55,6%. Рівень задовільних і незадовільних результатів знизився з 42,9% до 19,4% і з 9,5% до 2,8% відповідно.

Особистий внесок автора.

Спільно з науковим керівником д.мед.н., проф. Кучиним Ю.Л., а також д.мед.н., проф. Рушай А.К. розроблено дизайн дисертаційної роботи. Автором особисто виконана вибірка літератури з даної тематики, проведений її критичний аналіз, за результатами чого був написаний огляд літератури. Сформульована мета і завдання дослідження. Автором взято участь в удосконаленні системи хірургічного та консервативного лікування обраної категорії пацієнтів. Проведено лікування хворих з незрощенням великогомілкової кістки, вивчено його результати. Автором особисто був проведений статистичний аналіз первинного матеріалу, сформульовані основні висновки роботи. Спільно з співавторами зроблено значний внесок в обґрунтування способів лікування постраждалих з незрощенням великогомілкової кістки з урахуванням індивідуальних особливостей клінічного випадку. Участь співавторів відображено у спільних наукових публікаціях.

Апробація результатів дисертації.

За основними положеннями роботи були зроблені доповіді:

Матеріали роботи були представлені на засіданнях Київського наукового товариства травматологів-ортопедів (2018 р.); науково-практичної конференції з міжнародною участю, Вінниця (2019); проведенні майстер-класу у Маріуполі, 2018; Луганському обласному науковому товаристві травматологів-ортопедів, Сєверодонецьк, (2016); на засіданні наукового товариства травматологів-ортопедів, Святогірськ, 21 – 22 червня 2019 р. Засідання наукового товариства травматологів-ортопедів Донецької області 21 – 22 червня 2019 р., Святогірськ; XXIV міжнародній науково-практичній конференції, липень, на XVIII з'їзді ортопедів-травматологів України 9-11 жовтня 2019, Івано-Франківськ, 2019; Четвертій науково-практичній конференції «Актуальні питання лікування

патології суглобів та ендопротезування» 12-14 вересня 2019 року. - Запоріжжя - Приморськ, 2019.

Структура та обсяг дисертації.

Дисертаційна робота викладена українською мовою на 163 сторінках машинописного тексту та складається із анотації, вступу, аналітичного огляду літератури, 5 розділів власних досліджень, висновків, переліку використаних джерел та додатків. Робота містить 29 таблиць, 62 рисунків, 3 формули. Перелік використаних джерел включає 161 посилання, з яких 42 кирилицею та 119 латиницею. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 20 наукових робіт, з них 15 статей у періодичному фаховому виданні України категорії Б і 4 наукових збірниках, 1 публікація за кордоном.

РОЗДІЛ 1.

ІСНУЮЧІ ТЕНДЕНЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯ ЗМІННОГО ОСТЕОСИНТЕЗУ У ЛІКУВАННІ НЕЗРОЩЕНЬ ПІСЛЯ ПЕРЕЛОМІВ ГОМІЛКИ

(аналітичний огляд літератури)

Був проведений пошук за останні 10 років в доступній науковій літературі; розглянуті найбільш важливі існуючі сучасні тенденції і прогностичні фактори у виборі способу фіксації уламків при переломах кісток гомілки на етапах лікування. Види фіксації розглядалися в плані відповідності їх властивостей і існуючих конкретних індивідуальних умов на кожному з етапів лікування. Розглянуті умови, які складають при розвитку ускладнень в залежності від властивостей здійснених попередніх фіксуючих систем, необхідність і варіанти змінного остеосинтезу. Для цього були використані існуючі класифікації і оціночні системи визначення вірогідності отримання позитивного результату лікування, його об'єму і характеру якості проведеного лікування для септичних незрощень довгих кісток, і як найбільш поширені випадки - незрощень кісток гомілки. Оцінка результатів проводилась на підставі критичного аналізу літературних даних з використанням загальноприйнятих анатомо-функціональних систем оцінки та нашого попереднього досвіду. Відновлення функції кінцівки при переломах кісток гомілки у великому відсотку спостережень відбувається достатньо довго і у неповному обсязі. Розвиток ускладнень погіршує результати лікування. Найчастішим і погрозливим ускладненням є незрощення великогомілкової кістки. Це ускладнення є підсумком багатьох несприятливих факторів (як загального, так і індивідуального характеру). Розвиток незрощення гомілки обумовлений наявністю первинних предикторів - тяжкість травми; інфікування; дефекти тканин; судинні, обмінні і нейротрофічні порушення тощо. Результати лікування погіршуються розвитком вторинних патологічних змін – вкорочень, контрактур, рубців, остеопорозу тощо [67, 101, 150].

Різні способи фіксації уламків при переломах довгих кісток мають різні

властивості. Існують індивідуальні показання до переважного застосування якогось з методів фіксації. В процесі лікування умови здійснення фіксації змінюються, що робить оптимальним перехід з одного виду на інший - здійснюється так званий змінний остеосинтез.

У випадках планованого змінного остеосинтезу питання тактики є загальноприйнятною. Первинний остеосинтез є плановано тимчасовим, бо не забезпечує оптимальних умов для зрощення перелому, немає стабільно-функціональних умов. Він є оптимальним лише на першому етапі, з точки зору профілактики і лікування гнійно-некротичних ускладнень м'яких тканини осередка ураження. При відкритих переломах у більшості випадків первинно проводиться фіксація стержньовим апаратом, а після вирішення м'яко-тканинних проблем - фіксація блокуючим стержнем [19, 84, 85, 131, 146, 150].

У випадках розвитку ускладнень (втрати фіксуючих властивостей системи «кістка – фіксатор», розвитку остеопорозу, наявності великих інфікованих дефектів м'яких тканин тощо.) складаються умови, які вимушують розглянути питання проведення повторного, ситуаційного остеосинтезу [32, 112, 115, 148, 152]. Плановано змінний – остеосинтез програмується і виконується тоді, коли з високою вірогідністю очікується зміна умов фіксації і виникає потреба зміни первинного метода фіксації (наприклад, скелетний витяг, гіпсова лонгета, стержньовий апарат).

У випадках септичного незрощення сформульовано так званий «золотий стандарт» лікування асептичних незрощень кісток [44, 45, 82, 156], який одночасно оптимізує механічне та біологічне середовище (стабільна фіксація, кісткова пластика з використанням остеокондуктивних і остеоіндуктивних речовин, поліпшення васкуляризації зони незрощення).

Завдання ускладнюється у випадках септичних незрощень гомілки. Наявність гнійного запалення вимагає первинного вирішення проблеми гнійного запалення, а після цього – анатомо-функціональне відновлення гомілки як сегмента опори і пересування [8, 98, 154, 157].

Лікування переломів кісток гомілки в багатьох відсотках спостережень

ускладнюються розвитком різних ускладнень [117, 140, 142, 147]. Причин багато. Основними є анатомічні особливості (відсутність захисного м'язового шару по передньо - внутрішній поверхні сегменту), високою питомою вагою тяжких відкритих та високоенергетичних переломів, особливостями кровопостачання, порушеннями в організмі при травмі та багатьма іншими причинами [64, 96, 105, 137].

Розглядаючи питання змінного остеосинтезу, треба враховувати властивості кожного виду фіксації.

Занурювальний остеосинтез здійснюється накістковими пластинами і блокуючими стержнями. Недоліки блокуючих пластин – необхідність скелетування великих ділянок уламків кістки, що веде до погіршення консолідації перелому та виникає потенційна можливість кутових і ротаційних зсувів. Недоліки остеосинтеза блокуючими стержнями – травматизація кістково-мозкового каналу з порушенням його кровообігу.

Позавогнищева фіксація є одним з найощадних методів остеосинтеза. При проведенні його стрижневими апаратами традиційного типу жорсткість фіксації недостатня для створіння оптимальних умов для зрощення, тому найчастіше така фіксація застосовується як первинна, з подальшим здійсненням змінного остаточного остеосинтезу іншими методами.

Всі види фіксації мають право на існування в разі відповідності тим умовам, які існують в кожному клінічному випадку. Зміна цих умов робить необхідним розгляд питання зміни виду остеосинтезу. Класичним загальноприйнятним варіантом є проведення планованого змінного остеосинтезу у хворих з відкритими переломами кісток гомілки, коли першим етапом накладався стрижневий апарат зовнішньої фіксації, а в подальшому, після вирішення м'яко тканинних проблем здійснювався остеосинтез блокуючим цвяхом.

Але дуже часто, при високоенергетичних переломах з великою площиною ураження м'яких тканин, багато уламкових переломах, дефектів кісткової тканини, порушенні кровопостачання кінцівки і т.і., виникає ситуація,

коли позавогнищева фіксація повинна використовуватися більш тривалий час. В цьому випадку дуже важливим стає використання більш жорстких систем позавогнищевої фіксації як первинного остеосинтезу.

Напрямки покращення властивостей позавогнищевої фіксації є наступні.

Автори пропонують з'єднувати стержні Шанца на двох рівнях, введення стержнів під кутом 45° [14, 38, 124]. Іншим напрямком є застосування фіксуючих стержнів в двох площинах з роздільною фіксацією, застосуванням комбінації різних видів фіксації [51, 70, 110].

Спицеві апарати Ілізарова мають гарні фіксуючі характеристики [91, 136]. Методика застосування кільцевих фіксаторів (ring fixator) поширена в світі як первинний остеосинтез тяжких уражень гомілки [100, 121, 122]. Застосовується вона і в випадках розвитку ускладнень - септичних незрощень, великих дефектах кісток, гіпертрофічних незрощень з кутовими зміщеннями [57, 74, 102].

Але наявність перехрещених спиць біля суглобів потенційно небезпечно розвитком контрактур [47, 84, 116]. Довготривале використання спицевих апаратів може привести до запалення тканин, розсмоктування кістки в зоні контакту з занурювальною частиною системи фіксації [98, 115, 148]. Розвивається остеопороз від бездіяльності. Всі ці фактори з часом можуть привести до зменшення фіксуючих властивостей.

Одним з напрямків вирішення цієї проблеми є застосування спице-стержньових кільцевих фіксаторів. Такі системи спрощують конструкції апарату, його вагу. Введення стержня в верхній третині великогомілкової кістки замість пари перехрещених спиць зменшує вірогідність розвитку контрактур [7, 48, 83].

У випадках септичних незрощень, на думку більшості авторів, кільцеві фіксатори є одним з оптимальних видів фіксації уламків [53, 54, 59, 81].

Проблема лікування ран залишається однією з найактуальніших в сучасній медицині. Особливу складність представляє категорія хворих з інфікованими ранами і дефектами м'яких тканин кінцівок після переломів.

Одночасно з вирішенням питань з уламками кісток потребує вирішення і проблема стану м'яких тканин. Незважаючи на сучасні досягнення [71, 79, 89, 145], вибір способу пластики не завжди веде до бажаних результатів. Існує загроза отримання негативного результату.

Дослідниками розроблена і широко застосовується так звана шкала (драбина) реконструктивних втручань, яка відображає технічну складність різних методів закриття м'яко тканинних дефектів - від простого до складного (від первинного шва і ауто дермо пластики до регіональних клаптів і вільної пересадки комплексів тканин з накладанням мікро судинних анастомозів).

Хірурги намагаються вирішити проблему пластичного забезпечення найпростішим способом. Але вони не завжди дозволяють отримати гарні результати. Достатньо поширеним методом є пластика ротаційними клаптями і пластика складними клаптями з судинним швом [60, 66, 68, 77, 86].

Порушення венозного кровотоку і розвиток рубцевої тканини призводять у високому відсотку випадків до підвищення підфасціального тиску в компартментах гомілки (місцевий гіпертензійний ішемічний синдром - МГІС) [2, 72, 128, 132], що в свою чергу призводить до порушення кровообігу в травмованій кінцівці [37, 46, 129], здебільшого за рахунок венозної недостатності (порушення відтоку), та призводить до порушення обмінних процесів травмованої кінцівки. Ці умови є сприятливими для розвитку мікро- і макро тромбозів [97, 118, 139]. Порушення кровообігу і обмінних процесів в гомілці проявляється в зміні температури. Особливо інформативним є порівняння цього показника зі здоровою кінцівкою в динаміці. На відміну від інших методів вивчення порушень в ураженій кінцівці, визначення динаміки термо асиметрії є інтегративним показником судинних і обмінних порушень без деталізації процесів, які до цього призводять (ефект «чорної шухляди»). Різниця температури (ΔT) використовується для об'єктивізації динаміки процесу при різних станах [43, 73, 95, 127].

Раніше застосовувалася методика термографії. Але вона була досить складною – потребувала рідкісної апаратури, була дуже чутливою до сторонніх

чинників. В даний час в практичній охороні здоров'я термо асиметрія здійснювалася дистанційними інфрачервоними безконтактними термометрами. Прилади дистанційно знімають інтенсивність інфрачервоного випромінювання ділянки тіла, перетворюючи його показники в температурні показники, які статистично обробляються.

Створення нерухомості прилеглих суглобів при класичному консервативному лікуванні переломів кісток гомілки методом фіксації гіпсовими пов'язками є стандартною умовою для консолідації. Імобілізація двох суглобів нижньої кінцівки при переломах кісток гомілки циркулярною гіпсовою пов'язкою є класичним методом лікування. Але чим довше не будуть функціонувати суглоби, тим частіше формуються контрактури і розвивається гіпотрофія м'язів. Вимкнення навіть мінімальних активних скорочень м'язів веде до застою венозної крові.

Тому з давніх часів намагаються якомога раніше почати функцію фіксованої гомілки. Одним з оптимальних рішень досягнення максимального звільнення від нерухомості суглобів є створення жорсткої пов'язки, як за своєю конструкцією і за властивостями використовуваних матеріалів дозволяють це здійснити в ранні строки (до завершення процесу консолідації кістки).

Концепція функціональної імобілізації була наступна. Біомеханічні дослідження привели до розробки концепції «трьох точок фіксації», достатніх для імобілізації травмованого сегмента при переломах [138].

Практично застосування концепції полягає в використанні жорсткої шини, яка накладається по одній з поверхонь сегмента і протидіє небажаним рухам, які можуть призвести до зміщення уламків, і м'якого еластичного матеріалу для створення циркулярної опори для пов'язки. При цьому зберігається максимально можлива мобільність прилеглих суглобів, а внаслідок м'якості циркулярної опори пов'язки остання легко адаптується до змін контурів сегмента при нарузі тих чи інших м'язових груп.

Ентузіастом застосування функціональної імобілізації при переломах є А. Sarmiento [93, 119, 120], який розробив метод функціонального

неоперативного лікування переломів довгих кісток, в тому числі і діафізарних переломів гомілки. Особливістю пов'язки за Sarmiento при переломах гомілки є те, що вільними залишаються колінний і гомілково-ступневий суглоби. При цьому зберігається можливість активного функціонування м'язів. Згідно проведених досліджень автора, за законами гідростатики, застосування навіть гнучкого матеріалу (у варіанті автора коричневого паперу для загортання продуктів) сприяє репозиції перелому і утриманню кісткових фрагментів. Вимірювання опору навантаженню, яке проводилося в цих випадках, свідчить про наступне. Просте стиснення м'якої тканини коричневим папером збільшили жорсткість конструкції в 96 разів!

Далі модель перелому було обмотано ортопластом (пластичний матеріал, який використовується в клінічній практиці для фіксації переломів). При вимірюванні опору він збільшився лише в 2 рази порівняно з тим, який був досягнутий в випадку з використанням коричневого паперу. Автори роблять висновки, що жорсткість і твердість зовнішнього фіксуючого матеріалу, який використовується, не має принципового значення; властивості матеріалу незначно впливає на показники жорсткості конструкції. Основним моментом, який визначає жорсткість системи, є здавлення і утримання в цьому вигляді м'яких тканин навколо перелому.

У 1986 році з'явилися Scotchcast Plus (3M), що містить менше смол з метою полегшення роботи з матеріалом. У 1988 році розроблений Softcast (3M) - більш гнучкий щодо тиску матеріал, поява якого змінила класичні уявлення про зовнішню іммобілізацію [5, 108]. Нові фіксуючі матеріали мають значні переваги перед гіпсовими пов'язками – вони легкі, гігієнічні, зручні у побуті.

Застосування напівжорсткої індивідуальної системи фіксації дозволяло досягти стабільності, з'являлася можливість почати функціональне навантаження в ранньому періоді. Вільні колінний і гомілково-ступневий суглоб робили можливим їх функціонування в повному обсязі. Здійснювалася профілактика м'язової атрофії, покращувалися умови кровообігу. Зменшувався ризик розвитку тромбозів.

Оцінка результатів лікування постраждалих з незрощеннями великогомілкової кістки після переломів здійснювалася з використанням оціночних шкал. Вони містили в собі як функціональні, так і анатомічні характеристики отриманих клінічних результатів лікування.

Lower Extremity Functional Scale (LEFS) – функціональна шкала нижньої кінцівки [159, 160, 161]. Вона запропонована для оцінки втрати або труднощів у виконанні повсякденних дій, в здійсненні яких бере участь нижня кінцівка. Ця шкала рекомендована ВООЗ при виявленні інвалідизуючих змін нижньої кінцівки. Вона включає 20 питань у вигляді шкали, що відображають повсякденну активність. Сумарна оцінка знаходиться в інтервалі від 0 до 80 балів, де 80 відповідає незадовільному функціональному стану нижніх кінцівок.

Поширеною системою і зручною в застосуванні в даний час в Європі і Америці є Modified Functional Evaluation System by Karlstrom-Olerud [25, 78, 80, 134]. Кількість балів в межах шкали коливається від 21 до 33, де 21 – 23 значить погані (незадовільні) результати; 24 – 26 помірне порушення функції; 27 – 29 задовільний і 30 – 32 хороший функціональний статус, тоді як 33 пункти вказують на відмінний функціональний статус. Після спостереження за даними, аналіз охоплював методи опису функції і статистичну обробку.

Підводячи підсумок існуючих літературних даних по питанню тактики остеосинтезу при лікуванні переломів гомілки, слід зазначити наступне.

Не існує чітких вказівок по систематизації предикторів, які жорстко детермінують види позавогнищевої фіксації у різних клінічних випадках.

Немає чітких характеристик клінічних ситуацій у лікуванні ускладнень переломів кісток гомілки, які, на думку всіх авторів, вимагають проведення змінного ситуаційного остеосинтезу. Розвиток ускладнень вимагає системного оцінювання і обґрунтованого індивідуального виду фіксації на кожному етапі. Більшість дослідників вважають, що поза вогнищевий остеосинтез септичних незрощень великогомілкової кістки є найкращим вибором. Методи позавогнищевого остеосинтезу різноманітні, деталі використання потребують уточнення. Недоліки КФ можуть бути покращені на основі підвищення

стабільності фіксації з урахуванням експериментальних даних жорсткості. Довготривалість застосування фіксації, необхідність ранньої повноцінної реабілітації робить логічним і необхідним перехід з зовнішньої фіксації до фіксації індивідуальними напівжорсткими функціональними пов'язками.

Розвиток ускладнень репаративного остеогенезу переломів кісток гомілки є дуже складним та багатофакторним процесом. Тому, вирішення проблем повинно враховувати порушення в сегменті і організмі постраждалих. Отримання позитивних результатів може бути досягнуто лише при комплексному підході (хірургічне етапне лікування, консервативна терапія, фізіотерапія, масаж і кінезіотерапія). Обсяг кожної складової повинен бути визначеним. Важливою умовою є можливість застосування покращень в умовах травматологічних відділень лікарень.

Хірургічне лікування повинно враховувати ступінь змін в сегменті – стан м'яких тканин, характер ураження фрагментів; поєднуватися з обробкою зони незрощення, фасціотомією; можливо здійснення резекції малогомілкової кістки, пластики зони незрощення складними пломбами. Проводиться воно повинно з застосуванням мультимодального періопераційного знеболювання.

Всі етапи лікування повинні містити реабілітаційні елементи, які б дозволяли максимально відновити функцію в максимально ранні строки.

Дослідження патологічних змін у постраждалих з ускладненнями переломів кісток гомілки повинні обґрунтовувати принципи системного комплексного лікування. Виявлення найбільш значущих предикторів, їх систематизація є шляхом об'єктивізації вибору КФ та видів застосування. Вирішенню цих проблем і присвячена робота.

РОЗДІЛ 2

КЛІНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА МЕТОДІВ ОБСТЕЖЕННЯ

2.1. Характеристика клінічних спостережень

Усі пацієнти проходили лікування в період з 2015 по 2024 р. з приводу незрощень кісток гомілки після переломів; дефект якої становив не більше 5 см. Критеріями включення постраждалих були: вік від 18 до 60 років, наявність незрощень великогомілкової кістки після переломів, які спостерігалися в терміни не менше, ніж 6 місяців після втручання. Із дослідження виключали пацієнтів віком до 18 років, пацієнти із системними або будь-якими скелетними захворюваннями і травмами, що впливають на консолідацію кісток; пацієнти, які спостерігалися менше, ніж 6 міс. після демонтажу фіксатора.

Критеріям включення відповідали 36 пацієнтів (31 (85,7%) чоловік, 5 (13,9%) жінок) із незрощеннями кісток гомілки, які були прооперовані за запропонованою методикою (основна група) (таблиця 2.1, таблиця 2.2).

Таблиця 2.1

Розподіл постраждалих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки за віком (основна група)

	Кількість хворих	
	Абс.	%
18 – 24	16	44,4
25 – 45	13	30,0
45 – 65	5	13,9
>65	2	1,7
Всього	36	100%

Таблиця 2.2

Розподіл постраждалих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки за статтю (основна група)

Стать	Кількість хворих	
	Абс.	%
Жіноча	5	13,9
Чоловіча	31	85,7
Всього	36	100%

Під час огляду було задокументовано: наявність незрощення, сегментарного дефекту при наявності, його розміри, ступінь судинно-нервової недостатності та стан м'яких тканин. Усіх пацієнтів було проінформовані про приблизну тривалість лікування і пов'язані з ним ускладнення при проведенні реконструктивної хірургії. Для включення пацієнтів у дослідження було отримано їхню інформовану згоду.

Група порівняння складалася з 42 постраждалих. Критерії відбору відповідали таким, як і в основній групі (таблиця 2.3, таблиця 2.4). Відмінність полягала в тому, що лікування проводили з використанням традиційних методик дистракційного остеосинтезу. Апарати були класичного Ілізаровського компонування - у кільцях проводили по парі перехрещених спиць у горизонтальній площині. Порівняння груп пацієнтів наведено у рисунку 2.1, 2.2.

Таблиця 2.3

Розподіл постраждалих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки за статтю (група порівняння)

Стать	Кількість хворих	
	Абс.	%
Жіноча	9	21,4
Чоловіча	33	78,5
Всього	42	100%

Таблиця 2.4

Розподіл постраждалих з септичними незроцненнями великогомілкової кістки за віком (група порівняння)

Вік, роки	Кількість хворих	
	Абс.	%
18 – 24	17	40,4
25 – 45	15	35,7
45 – 65	7	16,6
>65	3	7,1
Всього	42	100%

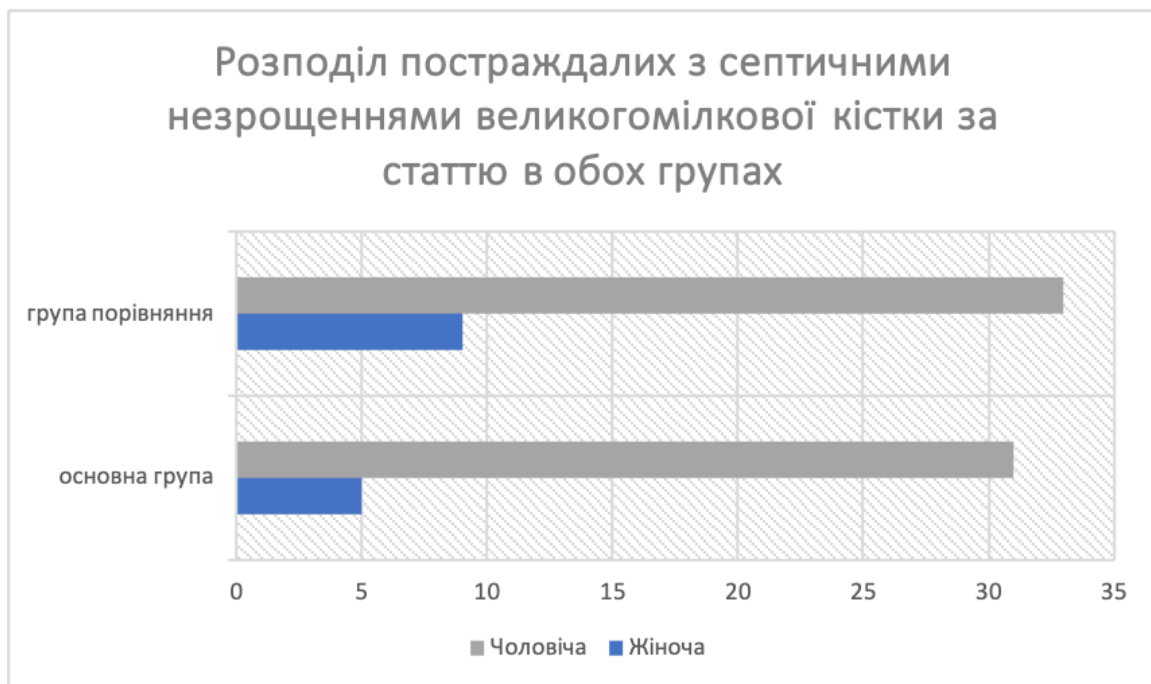


Рис. 2.1. Розподіл постраждалих з септичними незроцненнями великогомілкової кістки за статтю в обох групах.

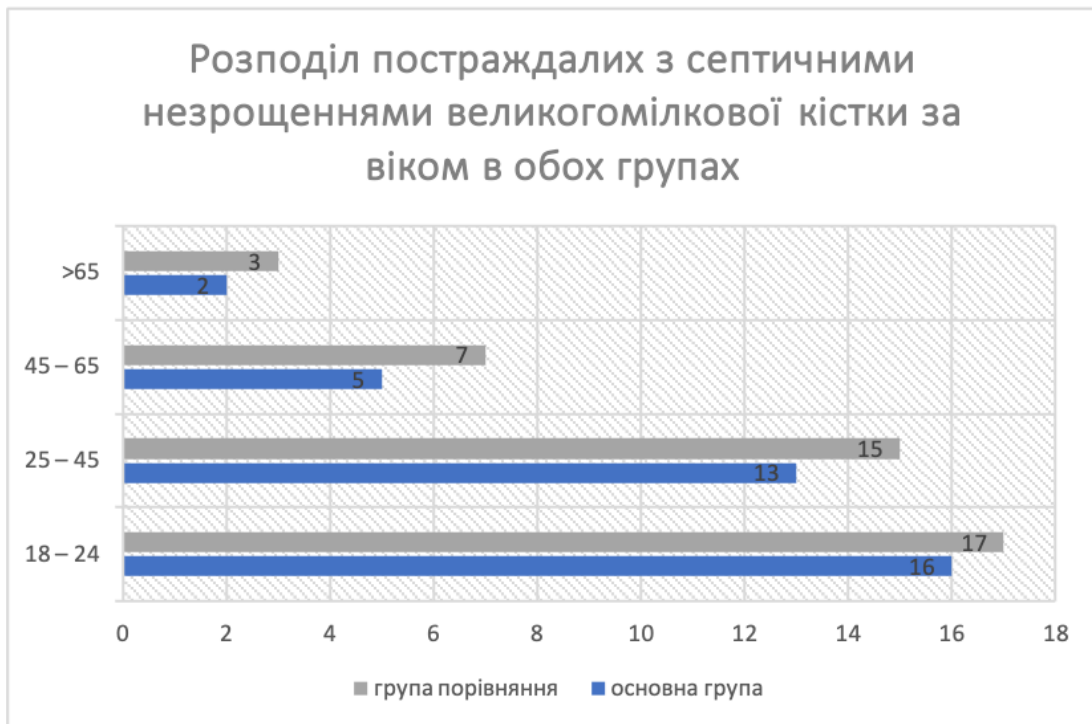


Рис. 2.2. Розподіл постраждалих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки за віком в обох групах.

Перехрещення двох спиць поблизу колінного суглоба було потенційно небезпечним розвитком контрактур. Спиці мали тригранну заточку і проводилися в режимі 200-300 обертів на хвилину. Остеотомія великогомілкової кістки для отримання низхідного транспорту проводилась осциляційною пилкою з хірургічного доступу до 4-5 см із введенням «захисників» - елеваторів.

У основній групі у 20 (55,5%) випадках порушенню репарації кісткової тканини передували високоенергетичні переломи; у 16 (44,4%) випадках септичні незрощення великогомілкової кістки настали після відкритих переломів (таблиця 2.5), в групі порівняння 22 (52,3) та 20 (47,6) відповідно (таблиця 2.6), дані зібрано у рисунку 2.3.

Таблиця 2.5

Розподіл пацієнтів за характером первинної травми, що призвела до септичного незрошення великогомілкової кістки (основна група)

Характер первинної травми	Кількість хворих	
	Абс.	%
Високоенергетична травма	20	55,5
Відкритий перелом	16	44,4
Всього	36	100%

Таблиця 2.6

Розподіл пацієнтів за характером первинної травми, що призвела до септичного незрошення великогомілкової кістки (група порівняння)

Характер первинної травми	Кількість хворих	
	Абс.	%
Високоенергетична травма	22	52,3
Відкритий перелом	20	47,6
Всього	42	100%

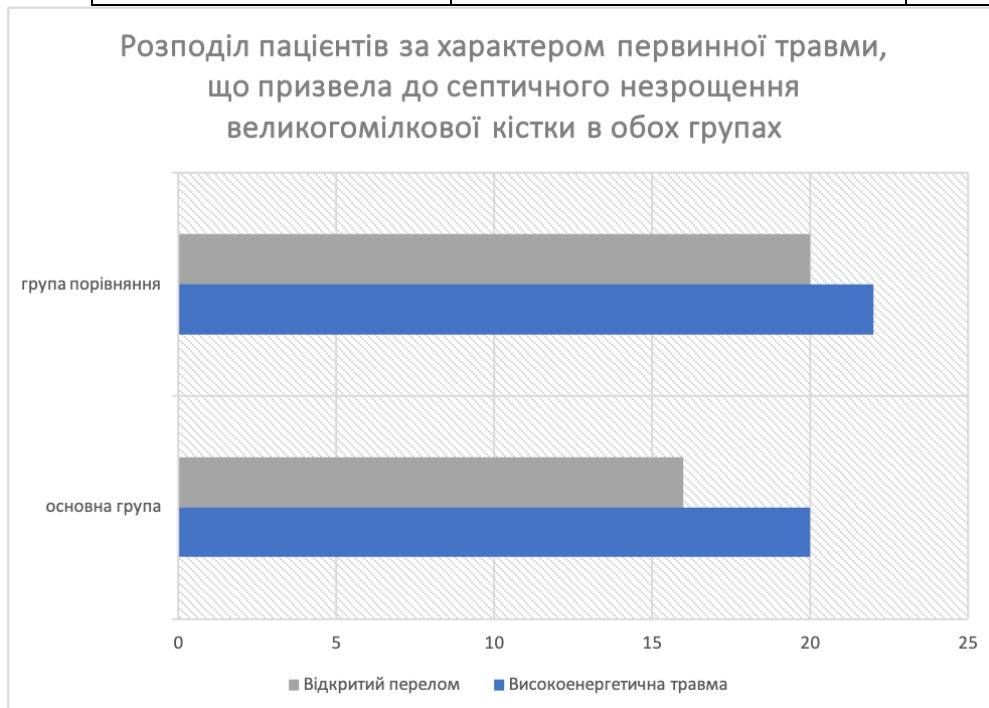


Рис. 2.3. Розподіл пацієнтів за характером первинної травми, що призвела до септичного незрошення великогомілкової кістки в обох групах.

За методами початкової фіксації переломів основним був позавогнещевий остеосинтез, який застосували у 16 постраждалих (44,4%). Комбінований метод, що включає первинний позавогнещевий остеосинтез з подальшим накладанням накісткової блокуючої пластини або блокуючого інтрамедулярного остеосинтезу, був використаний у 13 випадках (36,1%). Лише накістковий остеосинтез з блокуючою пластиною застосували у 5 пацієнтів (13,9%), а тільки блокуючий інтрамедулярний остеосинтез також у 5 пацієнтів (13,9%) [26].

Первинна фіксація переломів в основній групі наведена в таблиці 2.7 та в контрольній групі у таблиці 2.1.8, рисунку 2.4.

Таблиця 2.7

Первинна фіксація після переломів у хворих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки

Види первинної фіксації після переломів	Кількість хворих	
	Абс.	%
1	2	3
Позавогнещевий остеосинтез	16	44,4
Блокуючий інтрамедулярний остеосинтез	5	13,9
Накістковий блокуючою пластиною	2	5,6

Продовження таблиці 2.7

1	2	3
Змінний: позавогнищевий +Накістковий або + Блокучий інтрамедулярний остеосинтез	13	36,1
Всього	36	100%

Таблиця 2.8

Первинна фіксація після переломів у хворих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки (група порівняння)

Види первинної фіксації після переломів	Кількість хворих	
	Абс.	%
1	2	3
Позавогнещевий остеосинтез	19	45,2
Блокуючий інтрамедулярний остеосинтез	5	11,9
Накістковий блокуючою пластиною	3	7,1
Змінний: позавогнещевий +Накістковий або + Блокучий інтрамедулярний остеосинтез	15	35,7
Всього	42	100%

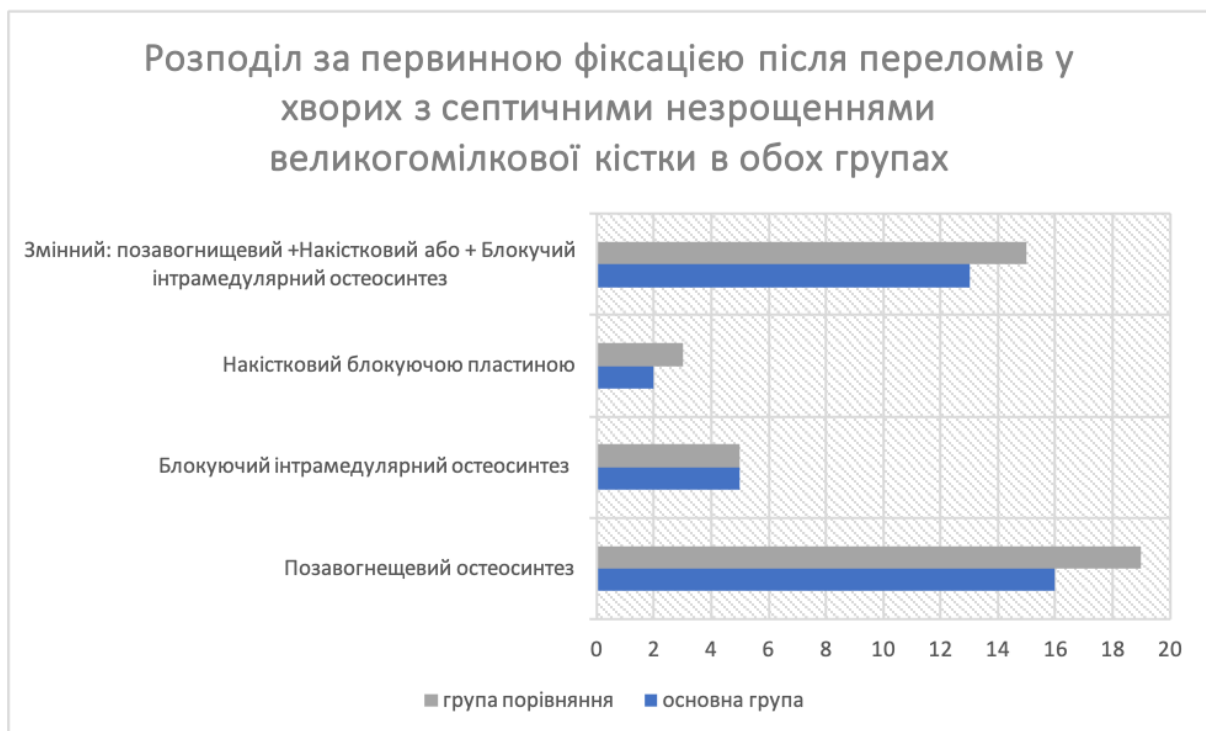


Рис. 2.4. Розподіл за первинною фіксацією після переломів у хворих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки в обох групах.

За характером ураження кістки за діаметром у постраждалих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки в основній групі та групі порівняння розподіл був наступним: $< 1/3$ діаметру в 24 випадках (66,6%) в основній групі та 27 (64,2%) в групі порівняння; від $\geq 1/3$ до $\leq 1/2$ діаметру в 9 (25%) в основній групі та 11 (21,6%) в групі порівняння; $> 1/2$ діаметру в 3

(8,3%) в основній групі та 4 (9,5%) в групі порівняння. Розподіл пацієнтів за характером ураження кістки за діаметром наведено в таблиці 2.9, 2.10, рисунку 2.5.

Таблиця 2.9

Розподіл постраждалих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки за характером ураження кістки за діаметром (основна група)

Характеристика ураження кістки за діаметром	Кількість хворих	
	Абс.	%
<1/3 діаметру	24	66,6
Від $\geq 1/3$ до $\leq 1/2$ діаметру	9	25
> 1/2 діаметру	3	8,3
Всього	36	100

Таблиця 2.10

Розподіл постраждалих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки за характером ураження кістки за діаметром (група порівняння)

Характеристика ураження кістки за діаметром	Кількість хворих	
	Абс.	%
<1/3 діаметру	27	64,2
Від $\geq 1/3$ до $\leq 1/2$ діаметру	11	26,1
> 1/2 діаметру	4	9,5
Всього	42	100

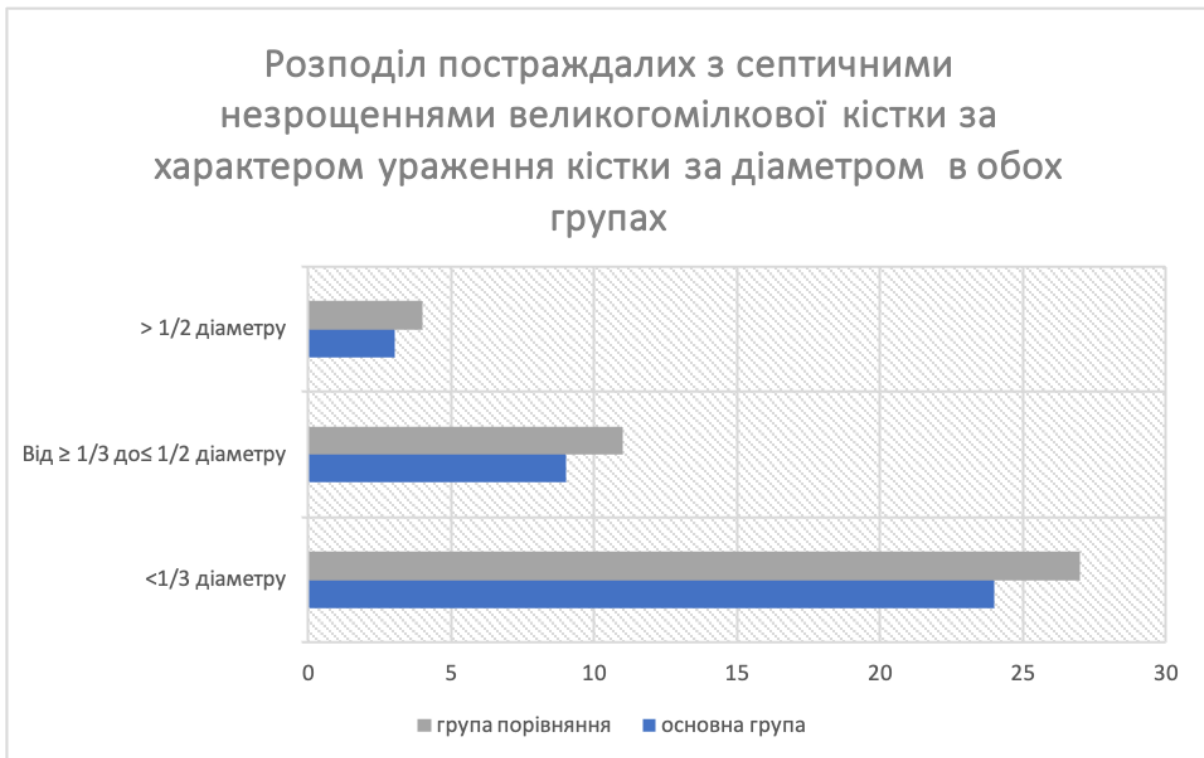


Рис. 2.5. Розподіл постраждалих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки за характером ураження за діаметром в обох групах.

Первинна оцінка пацієнта включала також визначення характеру незрощення кістки та вимірювання розміру істинного дефекту. Постраждалі розподілені таким чином: пацієнтів з нормотрофічним чи атрофічним характером незрощення та дефектом < 4 см включено 7 (19,4%) в основній групі та 9 (21,4%) в групі порівняння; пацієнтів з нормотрофічним чи атрофічним характером та розміром дефекту > 4 см включено 5 (13,8%) в основній та 6 (14,2%) в групі порівняння; пацієнтів з гіпертрофічним характером незрощення та без дефекту становило 24 (66,6%) в основній групі та 27 (64,2%) в групі порівняння. Дані розподілу наведено в таблиці 2.11, 2.12, рисунку 2.6.

Таблиця 2.11

Розподіл постраждалих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки за характером незрощення і розміром істинного дефекту (основна група)

Характеристика незрощення кісткової тканини, істинний дефект (см)	Кількість хворих	
	Абс.	%
Нормотрофічне чи атрофічне , < 4	7	19,4
Нормотрофічне чи атрофічне, > 4	5	13,8
Гіпертрофічне, немає	24	66,6
Всього	36	100

Таблиця 2.12

Розподіл постраждалих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки за характером незрощення і розміром істинного дефекту (група порівняння)

Характеристика незрощення кісткової тканини, істинний дефект (см)	Кількість хворих	
	Абс.	%
Нормотрофічне чи атрофічне , < 4	9	21,4
Нормотрофічне чи атрофічне, > 4	6	14,2
Гіпертрофічне, немає	27	64,2
Всього	42	100



Рисунок 2.6. Розподіл постраждалих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки за характером незрощення і розміром істинного дефекту в обох групах.

При первинному огляді пацієнтів було проведено аналіз стану м'яких тканин. Таким чином усіх пацієнтів було розділено на дві групи, а саме: без пошкодження м'яких тканин, що становило 24 пацієнта (66,6%) в основній групі та 27 (64,2%) в групі порівняння; з наявністю дефекту м'яких тканин 12 (33,3%) в основній групі та 15 (35,7%) в групі порівняння. Дані розподілу наведено в таблиці 2.13, 2.14, рисунку 2.7.

Таблиця 2.13

Розподіл постраждалих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки за характером стану м'яких тканин (основна група)

Характеристика стану м'яких тканин	Кількість хворих	
	Абс.	%
Без пошкодження м'яких тканин	24	66,6
З наявністю дефекту м'яких тканин	12	33,3
Всього	36	100

Таблиця 2.14

Розподіл постраждалих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки за характером стану м'яких тканин (група порівняння)

Характеристика стану м'яких тканин	Кількість хворих	
	Абс.	%
Без пошкодження м'яких тканин	27	64,2
З наявністю дефекту м'яких тканин	15	35,7
Всього	42	100

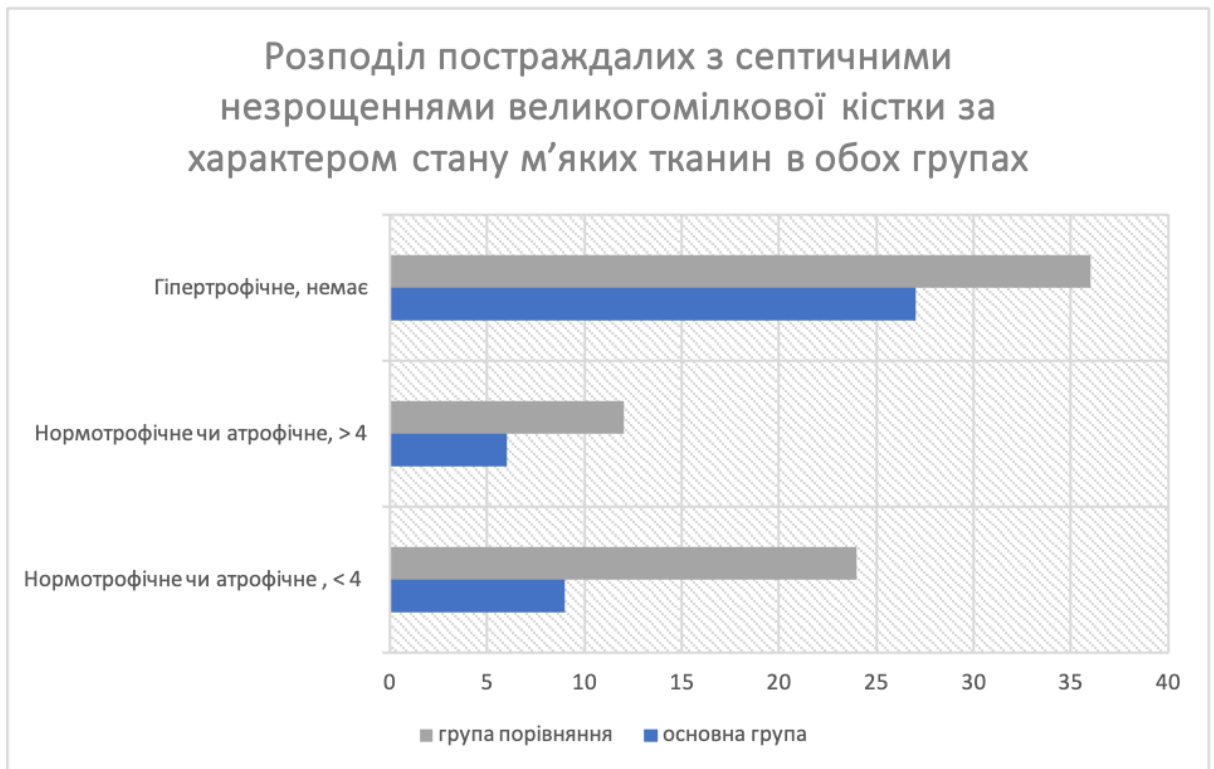


Рисунок 2.7. Розподіл постраждалих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки за характером стану м'яких тканин в обох групах.

2.2. Методи клінічного обстеження

Хворі з септичними незрощеннями потрапляли в клініку в плановому порядку. Тому на амбулаторному етапі проводилося їх всебічне клінічне обстеження. Висвітлювалися питання, які потім знаходили відображення в оцінці загального стану і місцевих змін, які потім використовувалися у визначенні вірогідності досягнення гарного результату лікування, об'єму і характеру втручань згідно з оціночною системою незрощень NUSS. Особливу увагу приділяли стану імунітету, наявності ВІЛ інфекції та гепатитів.

Провідними методами обстеження незрощень кісток гомілки після переломів був клінічний огляд та рентгенометричні дослідження. Під час огляду звертали увагу на деформацію, біль, стан м'яких тканин, набряк, наявність нориць та виразок, характер виділень з них, обмеження функції. Перевірялася больова і тактильна чутливість, рухливість суглобів пальців;

периферична пульсація і температура стоп в зоні гомілково-ступневого суглобу.

Рентгенографія проводилася цифровим рентген апаратом в двох стандартних проекціях. Можливість цифрової обробки отриманих зйомок дозволяла об'єктивно оцінити стан ділянок кісткової тканини (рис. 2.8).

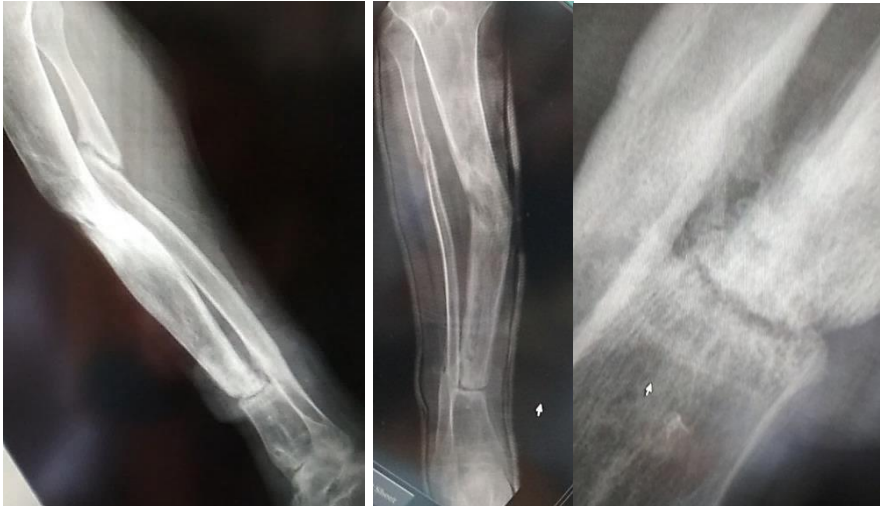


Рис. 2.8. Цифрові Рентгенограми септичного незрощення кісток правої гомілки (загальний план та виділення і збільшення вогнища незрощення).

Під час проведення оперативних втручань для проведення Рентгенконтролю етапів застосовувався електронно-оптичний перетворювач – ЕОП (рис. 2.9).

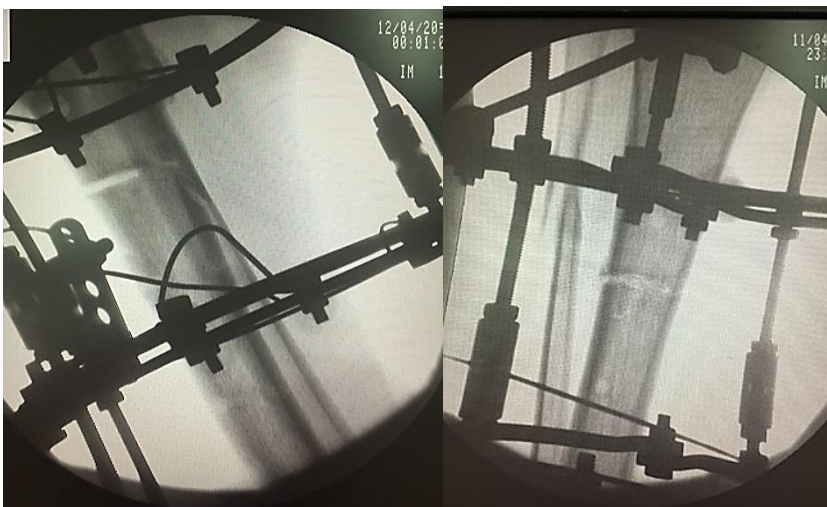


Рис. 2.9. Рентгенконтроль остеотомії великогомілкової кістки при здійсненні білокального остеосинтезу КФ.

Введення у нориці Рентген контрастних речовин уточнювало клінічну картину і дозволяло більш досконало спланувати хірургічне лікування.

Зазвичай цих рентгенологічних досліджень було достатньо, лише у 1 випадку була проведена комп'ютерна томографія.

Таким чином, вибір відповідного виду променевого дослідження у хворих з незрощеннями кісток гомілки дозволяв спланувати правильну тактику хірургічного лікування.

Вивчення динаміки термоасиметрії при вивченні різної патології кінцевої використовується давно і вважається обґрунтованим і інформативним [33]. Зміна температури відбувається за рахунок порушення кровообігу і обмінних процесів. На відміну від інших методів вивчення порушень в ураженій кінцівці, визначення динаміки термоасиметрії є інтегративним показником судинних і обмінних порушень без деталізації процесів, які до цього призводять (ефект «чорної шухляди»).

Раніше застосовувалася методика термографії. Але вона була досить складною – потребувала рідкісної апаратури, була дуже чутливою до сторонніх чинників. В даний час в практичній охороні здоров'я термоасиметрія здійснювалася дистанційними інфрачервоними безконтактними термометрами. Нами з цією метою застосовувався універсальний медичний інфрачервоний сертифікований термометр TERMOFOCUS 016301501. (рис. 2.10). Прилад зчитує інтенсивність інфрачервоного випромінювання досліджуваного об'єкта, перетворюючи його показники в цифрові значення, які в подальшому можуть бути піддані статистичній обробці. Вимірювання температури нижніх кінцівок проводилось наступним чином: підготовка до вимірювання (перевірка справності термометра та його калібрування, забезпечення температури навколишнього середовища близької до кімнатної, уникнення протягів, прямого сонячного світла або значних перепадів температур, очищення шкіри пацієнта від сторонніх тіл (кремів, вологи, бруду), які можуть вплинути на точність вимірювання); позиціонування пацієнта (пацієнт має знаходитись у стані спокою протягом 5-10 хвилин перед початком вимірювання,

розташування кінцівок має бути симетричним з відкритими ділянками шкіри для зручного доступу до точок вимірювання); проведення вимірювання (термометр розташовується на відстані 3-5 см від поверхні шкіри, вимірювання проводиться у визначених точках (тильна поверхня стопи, передня поверхня гомілки, ділянка над кісточками), термометр повинен утримуватись нерухомо під час сканування, поки він не завершить обчислення); фіксація результату (температурні показники кожної точки заносяться до протоколу обстеження); інтерпретація результатів (динаміка термоасиметрії може бути показником порушень кровообігу, інфекційного або запального процесу); додаткові рекомендації (для підвищення точності вимірювань уникати фізичної активності пацієнта або впливу зовнішніх джерел тепла/холоду перед процедурою, регулярно калібрувати термометр відповідно до інструкцій виробника).

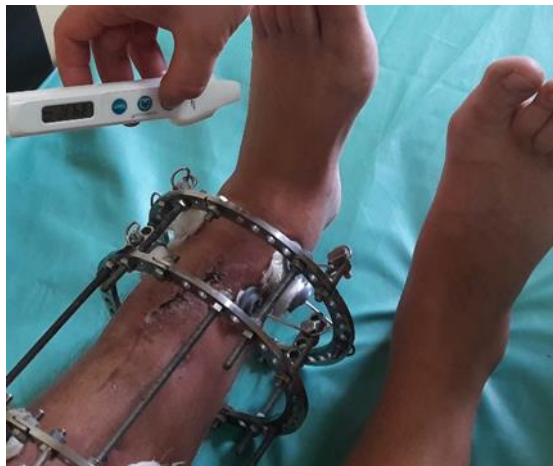


Рис. 2.10. Термометрія незрошення кісток гомілки дистанційним інфрачервоним безконтактним термометром [27].

Вимірювання внутрішньотканинного тиску на гомілці здійснювали апаратом Striker; для цього використовувалися визначені точки (рис. 2.11).

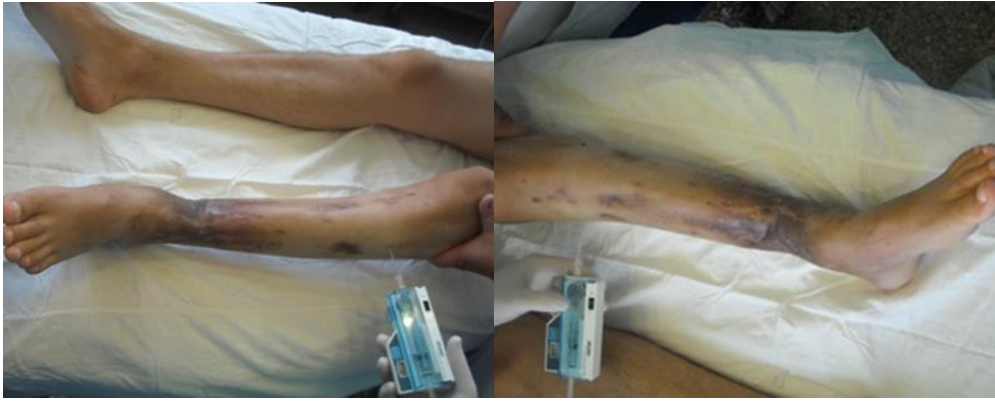


Рис. 2.11. Вимірювання внутрішньо тканинного тиску – ліва гомілка.

2.3. Оцінка результатів лікування хворих з септичними незрошеннями великогомілкової кістки

Основою оцінки функції ураженої кінцівки була функціональна шкала нижньої кінцівки LEFS. Опитувальник наведений у таблиці 2.15.

Таблиця 2.15.

Опитувальник функціональної шкали LEFS

Вправи	Надзвичайно складно/ неможливо виконати вправу	Достатньо складно	Помірні труднощі	Невеликі труднощі	Складно
1	2	3	4	5	6
Будь яка звичайна робота (хатня робота)	4	3	2	1	0
Ваші звичайні хобі, розваги або заняття спортом	4	3	2	1	0
Заходить у ванну або виходить з неї	4	3	2	1	0
Пересування між кімнатами	4	3	2	1	0
Одягання взуття або шкарпеток	4	3	2	1	0
Присідання	4	3	2	1	0
Підняття предметів, наприклад сумки з продуктами	4	3	2	1	0

Продовження таблиці 2.15.

1	2	3	4	5	6
Виконання важкої роботи по дому	4	3	2	1	0
Сідаєте в автомобіль або виходите з нього	4	3	2	1	0
Пройти 2 квартали пішки	4	3	2	1	0
Пройти милю	4	3	2	1	0
Підйом або спуск на 1 сходовий проліт	4	3	2	1	0
Стояти протягом 1 години	4	3	2	1	0
Біг по рівній місцевості	4	3	2	1	0
Біг по нерівній місцевості	4	3	2	1	0
1	2	3	4	5	6
Робити різкі повороти під час швидкого бігу	4	3	2	1	0
Стрибки	4	3	2	1	0
Перевертання в ліжку	4	3	2	1	0
Підсумки:					

Шкала враховує неможливості або труднощі виконання повсякденних дій пацієнта; неможливість або труднощі оцінені в балах від 0 до 4. Загальна максимальна сума складає 80, що свідчить про повну відсутність відновлення функції нижньої кінцівки (поганий результат - неможливо виконати будь яку вправу).

Серед постраждалих з незрощеннями кісток гомілки переважали чоловіки працездатного віку, що свідчить про високу соціальну значимість проблеми.

Використання таблиці визначення анатомо-функціональних результатів дозволило об'єктивно оцінити отримані результати лікування, оцінити їх ефективність і навіть порівняти з результатами інших авторів, результатами інших методик.

2.4. Статистична обробка результатів дослідження

Для об'єктивізації визначення достовірності отриманих середніх величин використовувалися наступні статистичні методи.

T-критерій Стьюдента використовувався для визначення статистичної значущості відмінностей середніх величин. Він розраховувався за формулою:

(2.1)

$$t = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$$

Де:

M_1 – середня арифметична першої групи;

M_2 – середня арифметична другої порівняної групи;

m_1 – середня помилка першої середньої арифметичної;

m_2 – середня помилка другої середньої арифметичної.

Для правильного інтерпретування отриманих значень використання t-критерію Стьюдента необхідно враховувати кількість досліджуваних в кожній групі (n_1 і n_2), за якими і знаходили число ступенів свободи $f = (n_1 + n_2) - 2$ по таблиці за [15]. Після цього визначали критичне значення t-критерію Стьюдента для необхідного рівня значущості (наприклад, $p = 0,05$) та при даному числі ступенів свободи f .

Критерій χ^2 Пірсона – метод нульової гіпотези, дозволяв оцінити статистичну значущість відмінностей двох або декількох відносних показників (частот, часток). Використовувався при аналізі таблиць, що містять відомості про частоту випадків в залежності від наявності фактора ризику.

Значення критерію χ^2 розраховувався за формулою:

(2.2)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad y$$

Де: i – номер строки (від 1 до r),

j – номер столбця (от 1 до c),

O_{ij} – фактична кількість спостережень в ячейці i, j ,

E_{ij} – очікуване число спостережень в ячейці i, j .

Порівнюємо значення критерію χ^2 з критичним значенням при числі ступенів свободи f по таблиці аналізу пов'язаності з використанням критерію χ^2 -квадрат (онлайн-калькулятор). У тому випадку, якщо отримане значення критерію χ^2 було більше критичного, робили висновок про наявність статистичного взаємозв'язку між досліджуваним фактором ризику і результатом при відповідному рівні значущості. Лінія тренду є геометричне відображення середніх значень аналізованих показників, отримане за допомогою будь-якої математичної функції. Істинний коефіцієнт детермінації моделі залежності випадкової величини x від ознак $V(y|x) = \sigma^2$ визначається наступним чином:

$$R^2 = 1 - \frac{V(y|x)}{V(y)} = 1 - \frac{\sigma^2}{\sigma_y^2}, \quad (2.3)$$

Де: x – умовна (за ознаками) дисперсія залежної змінної (дисперсія випадкової помилки моделі).

Список публікацій автора по даному розділу

1 [29] Рушай АК, Климовицький ВГ, Мартинчук ОО, **Байда МВ**, Жагдаль АА. Напівжорсткі індивідуальні етапні функціональні пов'язки при дистракційному заміщенні дефекту кісток гомілки після переломів. Травма. 2020;21(2):59-65. doi: <https://doi.org/10.22141/1608-1706.2.21.2020.202235>. У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

2 [27] Рушай АК, Данькевич ВП, Мартинчук ОО, **Байда МВ**, Жагдаль АА. Фіксація уламків при складних реконструкціях переломів кісток гомілки. Травма. 2020;21(2):26-33. Доступно з: <http://www.mif->

ua.com/archive/article/49162 У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

РОЗДІЛ 3

ЗАСАДИ КОМПЛЕКСНОГО ЛІКУВАННЯ НЕЗРОЩЕНЬ ВЕЛИКОГОМІЛКОВОЇ КІСТКИ ПІСЛЯ ПЕРЕЛОМІВ

Багато робіт, присвячених лікуванню септичних незрощень кісток гомілки після переломів [34], свідчить про складність проблеми їх лікування. Але аналіз сучасних підходів у цьому питанні і урахування отриманих нами даних порушень в сегменті гомілки при септичному незрощенні, дозволяє нам сформулювати засади лікування. Воно повинно бути комплексним, враховувати усі особливості клінічних випадків. Загальними принципами є етапність лікування, реабілітаційна спрямованість з початкових етапів, максимальне функціональне відновлення, формування режиму подальшого життя з унеможливленням повторних загострень запального процесу. Вибір етапів лікування повинен бути максимально простим, але достатньо надійним.

3.1. Хірургічне лікування

Хірургічні втручання при септичних незрощеннях кісток гомілки можна поділити на складові в залежності від завдань, які при цьому вирішуються. Санація вогнища запалення в межах життєздатних тканин повинно бути радикальним, створювати умови для зрощення, відновлювати дефекти тканин при їх наявності.

3.1.1. Важливі фактори при виборі виду змінного остеосинтезу кільцевими фіксаторами та обсягу основних складових хірургічного лікування

Нами були використані найбільш важливі характеристики незрощень [27], які повинні бути враховані при плануванні втручання – це анатомічні зміни в самому незрощенні, клінічну характеристику (супутню патологію, вік, тощо). Збільшення кількості несприятливих факторів і оцінка стану ураженого сегмента (гомілки з незрощенням кісток після переломів) були основою, за якою визначали вірогідну можливість отримання гарних результатів, обсяг і

складність заходів для досягнення цієї мети [26].

Були встановлені показники клінічних випадків, які вимагали б застосування КФ в різних режимах і мали переваги перед іншими варіантами фіксації уламків (накістковий та інтрамедулярний остеосинтез). До них ми віднесли: активний запальний процес; гіпертрофічні незрощення; незрощення з короткими дистальними фрагментами, з явищами остеопорозу або змінами після багаторазового занурювального остеосинтезу; завеликі дефекти тканин.

В процесі лікування тяжких високоенергетичних переломів гомілки повноцінного відновлення тканин і зрощення кісток може не відбутися. Зміни відбуваються не тільки в ділянці ураження, а й в усьому сегменті й організмі. Всі ці фактори обумовлюють пріоритетність застосування КФ спице-стержневого типу [113].

Навіть відсутність явищ септичного запалення на момент втручання при наявності попередніх епізодів не може гарантувати ускладнень при відновленні кінцівки. Застосування занурювальних металевих фіксуєчих конструкцій різко підвищує ризик повторних запалень. Відсутність масивних металевих чужорідних конструкцій в зоні септичних незрощень при використанні КФ є незаперечною перевагою, що знижує ризик розвитку ускладнень. Крім того, керованість методу чрекісткового остеосинтезу не потребує широкого виділення кісткових фрагментів для його здійснення.

Виражені зміни в ураженому сегменті (порушення кровообігу, остеопороз, рубцеве переродження тканин і т. і.) можуть бути граничними і травматичні втручання можуть привести до неефективності проведеного лікування. В тяжких випадках існує потреба проведення малотравматичної реконструкції сегмента з переміщенням в зону ураження життєздатних тканинних комплексів.

Всі ці ситуації з септичними незрощеннями великогомілкової кістки після переломів свідчать про пріоритетність застосування КФ.

Складові хірургічного лікування пов'язані між собою. Так, наявність і розміри істинного дефекту (після резекції уражених ділянок кістки), форма

уламків, характеристика дефекту (розміри за довжиною та ураження за діаметром) визначають спосіб пластики і режим застосування КФ [31]. Комбінація і взаємозв'язок багатьох факторів відображено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Комбінація і взаємозв'язок багатьох факторів і способів лікування

Характеристика ураження кістки за діаметром	Характер незрощення	Характер втручання на уламках незрощення	Характер кісткової пластики
<1/3 діаметру	Відсутність ознак консолидації	Сегментарна резекція	Дефект < 4 см за довжиною – монолокальний ЧКО- ≥ 4 см - білокальний
Від ≥ 1/3 до ≤ 1/2 діаметру	Відсутність ознак консолидації	Резекція ураженої частини кістки	Дефект < 4 за довжиною - монолокальний ЧКО ≥ 4 см – білокальний ЧКО
> 1/2 діаметру	Відсутність ознак консолидації	Сегментарна резекція	При дефекті < 4 см довжині- зіставлення уламків і монолокальний ЧКО, ≥ 4 см - білокальний ЧКО

Запропонований спрощений підхід сприяв об'єктивізації вибору складових хірургічного втручання. Але він не дає відповіді на багато інших питань. Сумісний розгляд факторів, які детермінують характер режиму застосування КФ [31], представлений в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Режими застосування КФ в залежності від характеру незрощення і розмірів істинного дефекту

Характеристика незрощення кісткової тканини	Характер резекції ураженої кістки	Істинний дефект	Режим застосування КФ
Нормотрофічне чи атрофічне	Адаптаційна резекція	< 4 см	Монолокальний режим КФ
Нормотрофічне чи атрофічне	Адаптаційна резекція	>4 см	Білокальний режим КФ
Гіпертрофічне	Резекція ураженої частини	Немає	Монолокальний режим КФ з шарнірним виправленням кутових зміщень, дистракція

Наводимо клінічне спостереження.

Хворий Ч., 36 років. Дз: Септичне нормотрофічне незрощення лівої великогомілкової кістки. Дійсний дефект < 1 см. Видалення ураженої частини кістки. Монолокальний режим КФ



Рис 3.1. Рентгенологічна ілюстрація застосування монолокального режиму КФ при незначному дефекті.

Хвора Ч., 47 років. Дз: Септичне незрощення правої великогомілкової кістки, дефект після сегментарної резекції 10 см. Білокальний режим КФ.

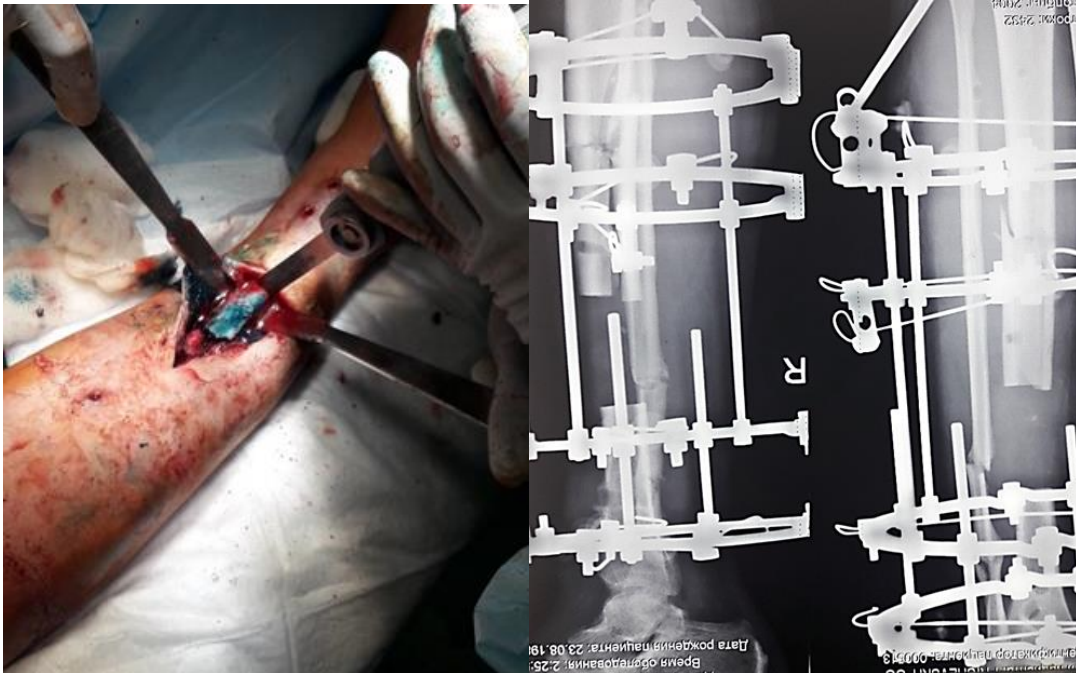


Рис 3.2. Резекція за типом сегментарної, білокальний режим КФ (рентгенограми). Рентгенограми проведення змінного білокального остеосинтезу КФ септичного незрощення правої великогомілкової кістки.

Хворий А., 32 роки, Дз: Септичне гіпертрофічне незрощення правої великогомілкової кістки. Санація вогнища, остеотомія маломілкової кістки, дозоване виправлення патологічного кута уламків, КФ у монолокальному режимі з шарнірами.



Рис 3.3. Етапи лікування гіпертрофічного септичного незрощення правої великогомілкової кістки (зовнішній вигляд і рентгенограма після виправлення хибного кута).

3.1.2. Санаційна складова під час хірургічного втручання у хворих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки після переломів

Першим завданням хірургічного лікування септичних незрощень кісток гомілки була санація вогнища запалення (виділення нежиттєздатних тканин і створення умов для зрощення уламків), попередження можливого попадання збудників в операційну рану, створення оптимальних умов для оптимального протікання раньового процесу.

Порушення репаративних процесів могло бути викликане багатьма факторами (вік, кровопостачання, тяжкість попередньої травми з розвитком грубих рубцевих змін). Наявні несприятливі фактори обумовлювали септичне запалення і навіть некроз тканин вогнища (септичні дефекти м'якої та кісткової тканин). Складність і багатофакторність розвитку патологічного процесу обумовлювали і комплексний підхід вирішення проблеми лікування септичних незрощень кісток гомілки.

Санаційна складова втручання містила в собі видалення нежиттєздатних тканин вогнища. Витримувався принцип розумної достатності. Радикальна

санація забезпечувала умови для загоєння ран в поєднанні з урахуванням існуючих можливостей.

Визначення кордонів життєздатності кістки досить суб'єктивний процес. Але існують хоч і прості, але дієві методи.

При наявності нориці перед виділенням уламків здійснювалося введення діамантового зеленого (рис. 3.4.).



Рис. 3.4. Введення в норицю перед розрізом діамантового зеленого

М'які тканини розсікалися без їх пошарової сепаровки. Виділення уламків здійснювалось розпатором. (рис. 3.5).

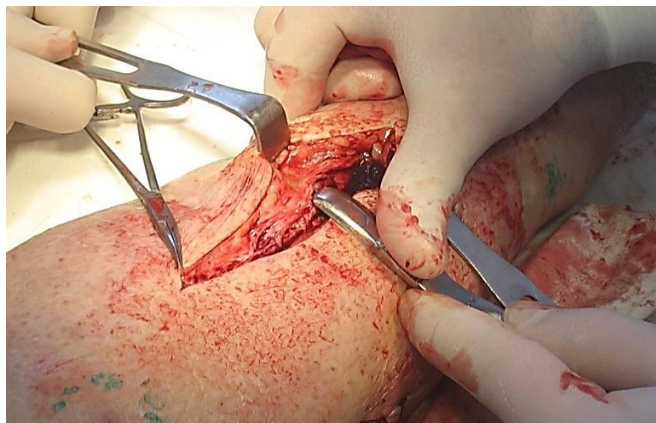


Рис. 3.5. Виділення уламків розпатором.

Відокремлені секвестри мали специфічний «обсмоктаний» вигляд, не мали зв'язку з м'якими тканинами (рис. 3.6).

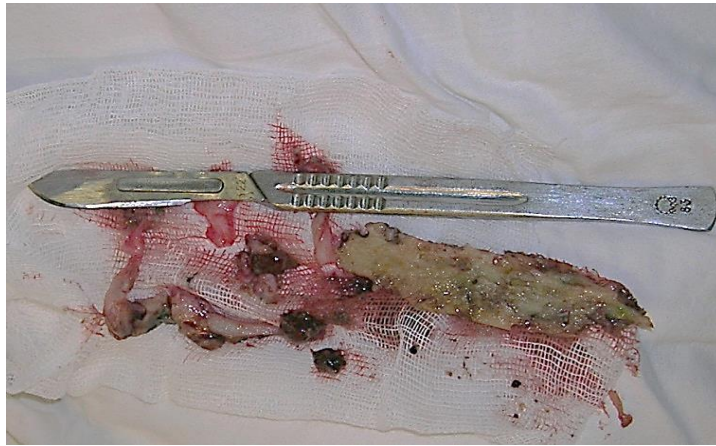


Рис. 3.6. Відокремлені секвестри

У випадках запального ураження кінців уламків великогомілкової кістки чіткої межі зі здоровою кісткою на спостерігалось. Раніше введений в норицю барвник допомагав у вирішенні цього питання (рис. 3.7.).

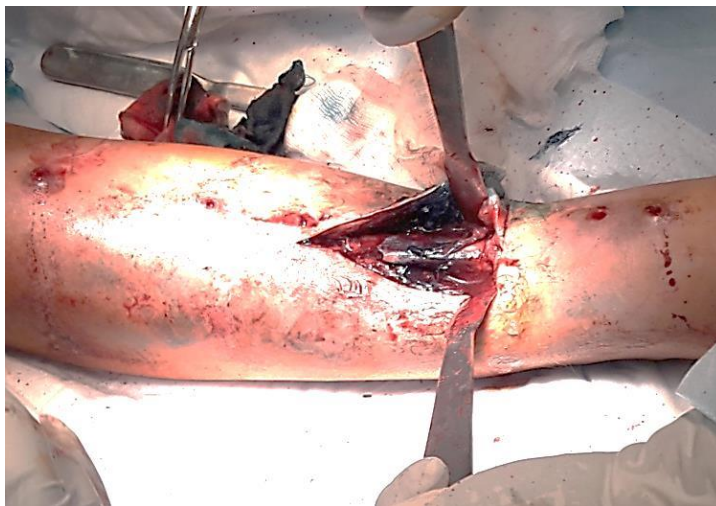


Рис. 3.7. Профарбовані ділянки великогомілкової кістки.

До м'яких тканин ставлення було дуже дбайливе. Розріз проводили через норицю, з можливістю обробки вогнища. Стінки оброблялися ложкою Фолькмана. Висічення уражених ділянок потребувало застосування пластичних прийомів.

Використовувалися розчини антисептиків у великій кількості (рис. 3.8.).

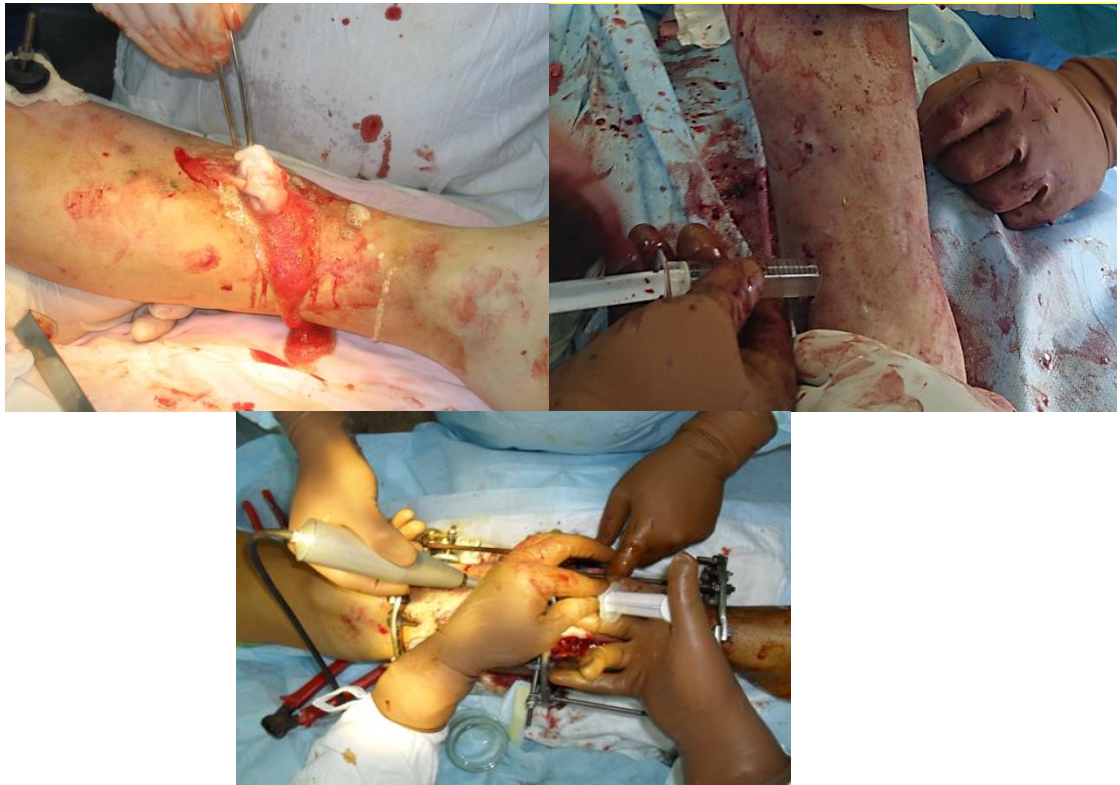


Рис. 3.8. Обробка вогнища розчином антисептика.

Тривалість доопераційного періоду максимально скорочувалась, тому всі обстеження були проведені на амбулаторному етапі. При проведенні втручання, за можливості, застосовували антимікробну плівку Ioban 3m. Вона гарно фіксувалася на гомілці, містила йодоформ. Антисептик поступово виділявся з адгезивного шару і забезпечував антимікробну активність впродовж всього втручання.

Хірургічна техніка обробки вогнища була максимально атравматичною, з мінімально достатнім обсягом. Втручання проводили за допомогою джгута, що дозволяло швидше здійснювати втручання та контролювати рівень крововтрати (рис. 3.9.).



Рис. 3.9. Операція здійснюється після накладання джгута на нижню третину стегна.

Медикаментозно крововтрата зменшувалась завдяки застосуванню транексамової кислоти. Вводили її одночасно з низькомолекулярним гепарином з метою профілактики тромбозів без ризику підвищення кровотечі. Активне дренування застосовувалось протягом 24 годин.

3.1.3. Особливості пластики справжніх кісткових дефектів

Важливими складовими, які визначали характер втручання на ураженій кістці, були обсяг резекції та спосіб кісткової пластики. Ступінь ураження кісткової тканини запальним процесом були поділені на такі групи: $< 1/3$ діаметра; $\geq 1/3 \leq 1/2$ діаметра і $> 1/2$ діаметра.

Обсяг резекції кісткової тканини здійснювався за адаптаційним методом, тобто в межах ураженої частини.

Комбінація наведених показників детермінувала спосіб кісткової пластики. Нижче наведено можливі варіанти.

При ступені ураження кісткової тканини запальним процесом $< 1/3$ діаметра і дефекті < 4 см у довжину - зіставлення уламків і монолокальній ЧКО без пластики. При дефекті ≥ 4 см - білокальній ЧКО.

При ступені ураження кісткової тканини запальним процесом $\geq 1/3$ до $\leq 1/2$ діаметра і дефекті навіть < 4 см у довжину – можливо зіставлення уламків і монолокальний ЧКО або - білокальний ЧКО, як і при дефекті ≥ 4 см.

При ступені ураження кісткової тканини запальним процесом $> 1/2$ діаметра незалежно від розмірів дефекту по довжині проводили сегментарну резекцію в межах повноцінного діаметру великогомілкової кістки. Дефект по довжині складав ≥ 4 см, тому в усіх цих випадках проводився білокальний ЧКО.

Нижче наведено клінічні приклади.

Хворий Л., 18 років. Дз: Септичне незрощення правої великогомілкової кістки. Дефект великогомілкової $\geq 1/2$ діаметра, за довжиною. 5 см. Хворому проведений білокальний остеосинтез кільцевим спице-стержньовим апаратом (рис. 3.10.).



Рис. 3.10. Рентгенограми септичного незрощення і проведення білокального остеосинтезу кільцевим спице-стержньовим апаратом; пластика дефекту дистракційним регенератом.

Подовження рис. 3.10.

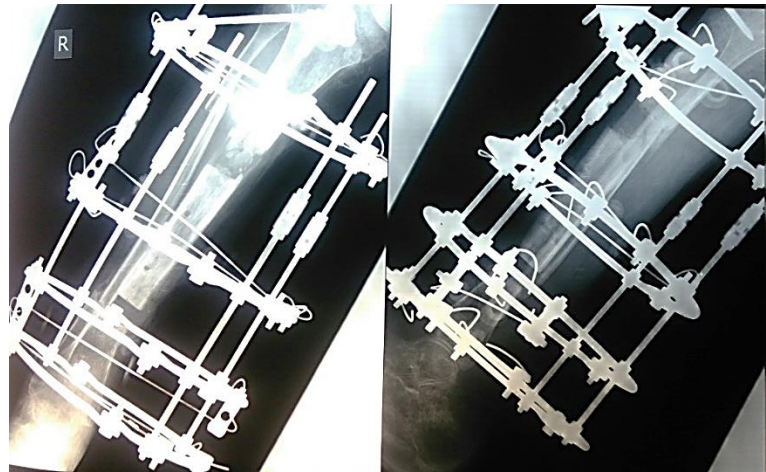


Рис. 3.10. Рентгенограми септичного незрощення і проведення білокального остеосинтезу кільцевим спице-стержньовим апаратом; пластика дефекту дистракційним регенератором.

Хвора Ч., 24 р., Дз: Септичне незрощення кісток правої великогомілкової кістки в нижній третині. Дефекту за діаметром немає, по довжині – дефект 2 см. Проведено видалення блокуючого цвяха, фістулсеквестректомія, монолокальний чрезкістковий остеосинтез (рис. 3.12.).

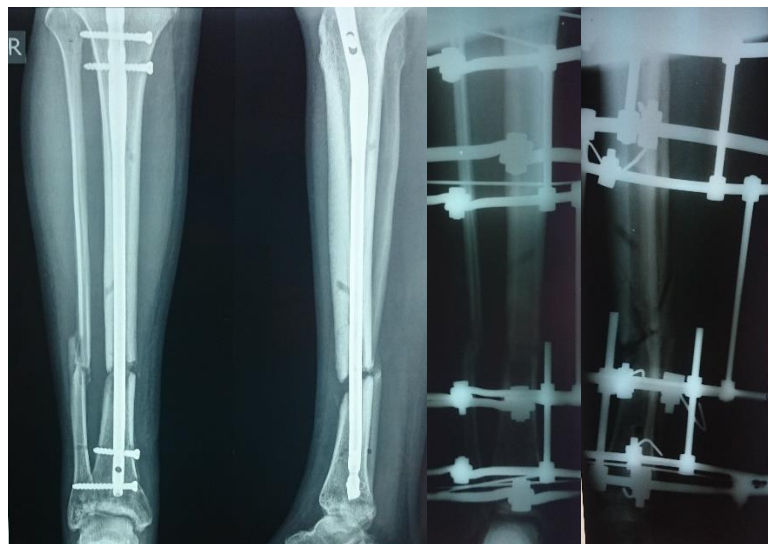


Рис. 3.12. Рентгенограми септичного незрощення правої великогомілкової кістки після перелому і остеосинтезу блокуючим цвяхом. Проведення монолокального остеосинтезу з остеотомією малогомілкової кістки.

У випадках проведення монолокального остеосинтезу після санації вогнища запалення з метою стимуляції репаративних процесів в зону зіставлення уламків вводили гідроксіапатит, що сприяє формуванню кісткового регенерату та зниженню ризику формування хибного суглобу. Застосування його дозволено і науково виправдано у випадках остеомієліту (рис. 3.13.).



Рис. 3.13. Внесення гідроксиапатиту в зону зіставлення уламків при септичному незрощенні великогомілкової кістки після перелому.

Виконання «золотого стандарту» кісткової пластики в умовах активного гнійного запалення дуже складно забезпечити. Стандартне застосування цього принципу було можливо лише у випадках, коли явищ запального процесу вже не було, а зрощення великогомілкової кістки в фізіологічні строки не наступало (4 спостереження).

Була запропонована біотехнологія пластики незрощень наноструктурованим гідроксіапатитом [23], аутоспонгіозою і гемостатичною губкою в поєднанні із додаванням фібринового матриксу, збагаченого тромбоцитами (Platele-RichFibrin - PRF), малотравматичної позавогнищевої фіксації спиці-стрижневими кільцевими апаратами, адекватної консервативної терапії.

Кісткова пластика у цих випадках виконувалася наступним чином. Техніка виділення уламків була максимально атравматичною. М'які тканини пошарово не виділялися, сепаровка проводилася єдиним блоком. Обумовлено це було вираженими рубцевими змінами. Для відновлення кістково – мозкових каналів використовувалось свердло. Ділянки зіставлення обробляли долотом або борами до тих меж, де кістка зберігає життєздатність, а саме: до появи «кров'яної роси». Через розріз довжиною 3-5 см виконували остеотомію або резекцію малогомілкової кістки. Після підготовчого етапу переходили до проведення кісткової пластики. Зону незрощення заповнювали раніше підготовленою сумішшю для пластики, яка складалась з кількох компонентів. Основою цієї суміші був аутоспонгіозний матеріал, взятий з крила клубової кістки, з додаванням «чіпсів» резеційованої малогомілкової кістки (рис. 3.14.).



Рис. 3.14. Забір аутоспонгіози з крила клубової кістки і резекція малогомілкової кістки.

Процес виготовлення PRF здійснювався таким чином. Під час операції здійснювали забір крові пацієнта в 1-2 пробірки об'ємом по 10 мл, які потім центрифугували 15 хвилин з метою відділення плазми від формених елементів крові без додавання антикоагулянтів. У процесі центрифугування компоненти крові розділялися за вагою, і починався процес утворення фібринових згустків.

У результаті фібрин формував «сітку» всередині пробірки, до якої прикріплювалися тромбоцити з факторами росту (рис. 3.15.).



Рис. 3.15. Етап центрифугування цільної крові пацієнта.

У спеціальному боксі проводили відокремлення згустку від рідкої частини PRF. Після цього отримані компоненти змішували з аутоспонгіозною тканиною, додаючи наноструктурований ідроксиапатит, а також гемостатичну губку. Це дозволяло надійно утримувати в згустку рідку активну частину центрифугату (рис. 3.16.).

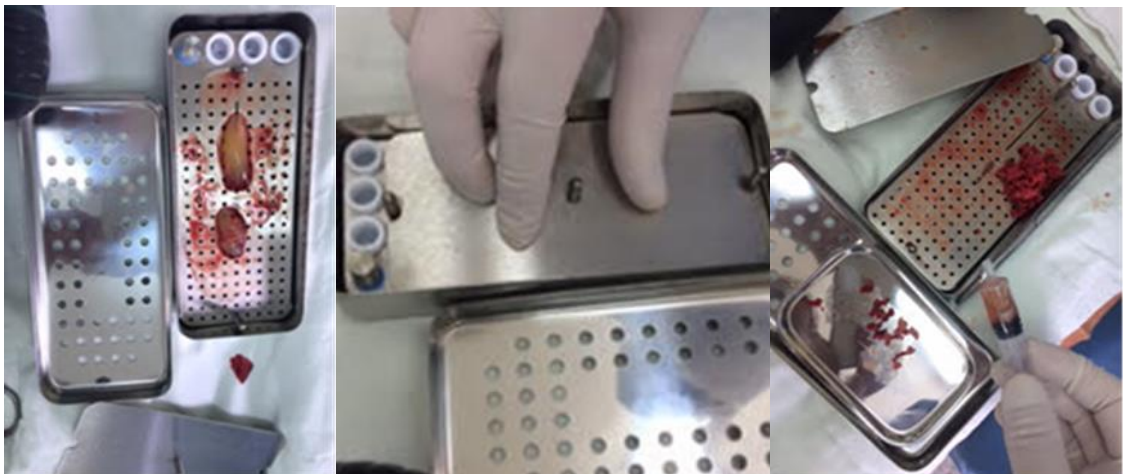


Рис. 3.16. Етапи виготовлення суміші з метою пластики незрощення.

Отримана суміш відрізнялась пластичністю, високою регенеративною здатністю та легко адаптувалася до індивідуальних особливостей конкретного

клінічного випадку. Зона незрощення великогомілкової кістки була заповнена нею. (рис. 3.17.).



Рис. 3.17. Заповнення зони незрощення великогомілкової кістки отриманою сумішшю.

Фіксацію уламків проводили за допомогою кільцевого спице-стрижневого апарату зовнішньої фіксації. Використання цього методу дозволяло мінімізувати травматизацію, забезпечувало достатню жорсткість динамічної фіксації та виключало наявність сторонніх факторів у зоні регенерації, що зменшувало ризик виникнення рецидиву запального процесу (рис. 3.18.).



Рис. 3.18. Фіксація кільцевим спице-стержневим апаратом незрощення лівої великогомілкової кістки після пластики отриманою сумішшю.

Також була запропонована система оцінки септичних незрощень The scale of choice of types of extrafocal osteosynthesis of septic nonunion, яка чітко визначає співвідношення предикторів у виборі режиму поза осередкового черезкісткового остеосинтезу кільцевими фіксаторами.

Згідно запропонованій системі, режим остеосинтезу кільцевими фіксаторами детермінується характером порушення репаративної регенерації кісткової тканини та розміром наявного дефекту.

Характер порушення репаративної регенерації кісткової тканини поділявся на атрофічні, нормотрофічні та гіпертрофічні незрощення.

Обсяг резекції кісткової тканини поділявся на адаптаційну резекцію і резекцію ураженої частини зі збереженням цілісності кістки. Комбінація цих показників наведена нижче.

Атрофічні та нормотрофічні незрощення, коли розмір реального дефекту становив менше ніж 4 см, вимагали монолокального режиму. У випадках, коли дефект перевищував 4 см, використовували білокальний ЧКО. Гіпертрофічне

незрошення потребувало монолокального остеосинтезу з можливістю контрольованого виправлення кутових зміщень (рис. 3.19.).

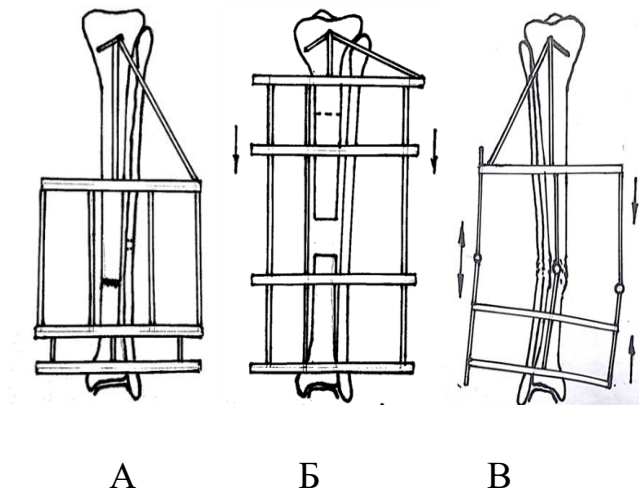


Рис. 3.19 Типи режимів поза вогнищевої фіксації із застосуванням кільцевих фіксаторів при септичних незрошеннях кісток гомілки після переломів: А – монолокальний; Б – білокальний; В – монолокальний із можливістю дозованого коригування кутових зміщень.

Нижче наведено клінічні спостереження.

Хворий Ч., 36 р., Дз: Септичне незрошення правої великогомілкової кістки. Нормотрофічне незрошення, розмір дійсного дефекту <1 см. Проведено монолокальний режим фіксації кільцевим апаратом. (рис. 3.20.).

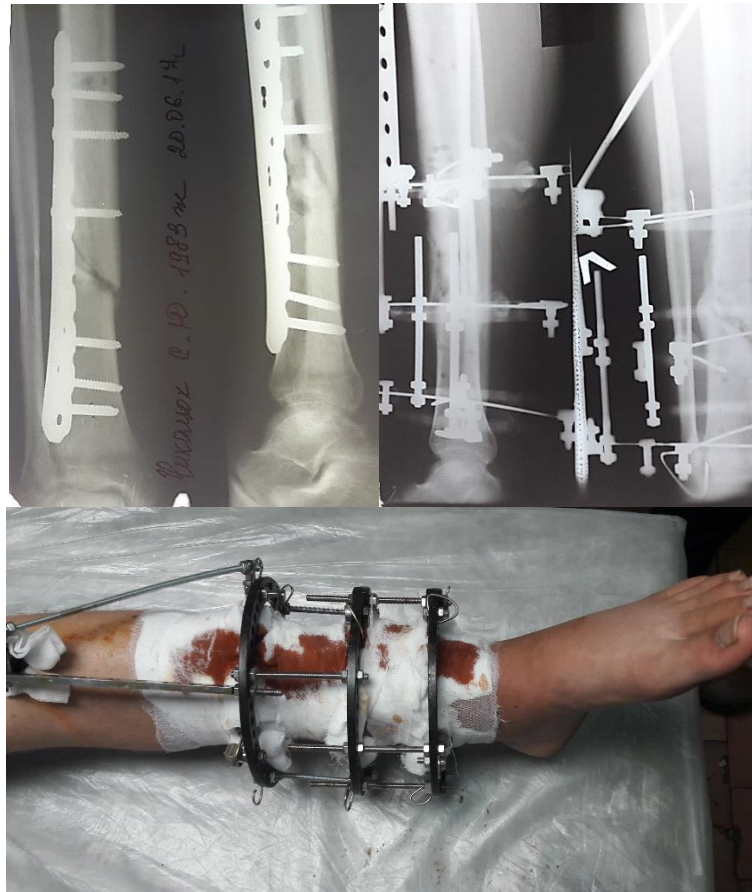


Рис. 3.20. Рентгенограми нормотрофічного незрощення, проведення монолокального режиму фіксації кільцевим апаратом; зовнішній вигляд кінцівки.

Хворий А., 34 років, Дз: Септичне гіпертрофічне незрощення кісток правої гомілки. Проведена фістулсеквестрнекректомія, резекція малогомілкової кістки. Фіксація спице-стержньовим апаратом в монолокальному режимі з дозованим виправленням наявних кутових зміщень з дистракцією (рис. 3.21.).

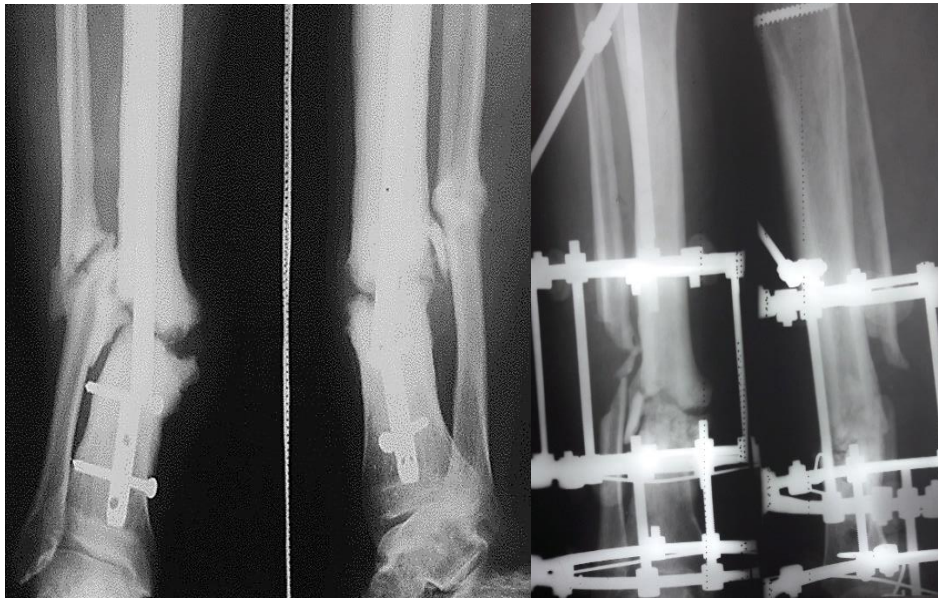


Рис. 3.21. Рентгенограми гіпертрофічного септичного незрощення до лікування і на етапі фіксації спице-стержньовим апаратом в монолокальному режимі з дозованим виправленням наявних кутових зміщень з дистракцією. Зовнішній вигляд кінцівки.

Хворий Б, 28 років. Д-з: Септичне незрощення правої великогомілкової кістки. Дійсний дефект 5 см. Проведена сегментарна резекція і білокальний ЧКО (рис. 3.22).

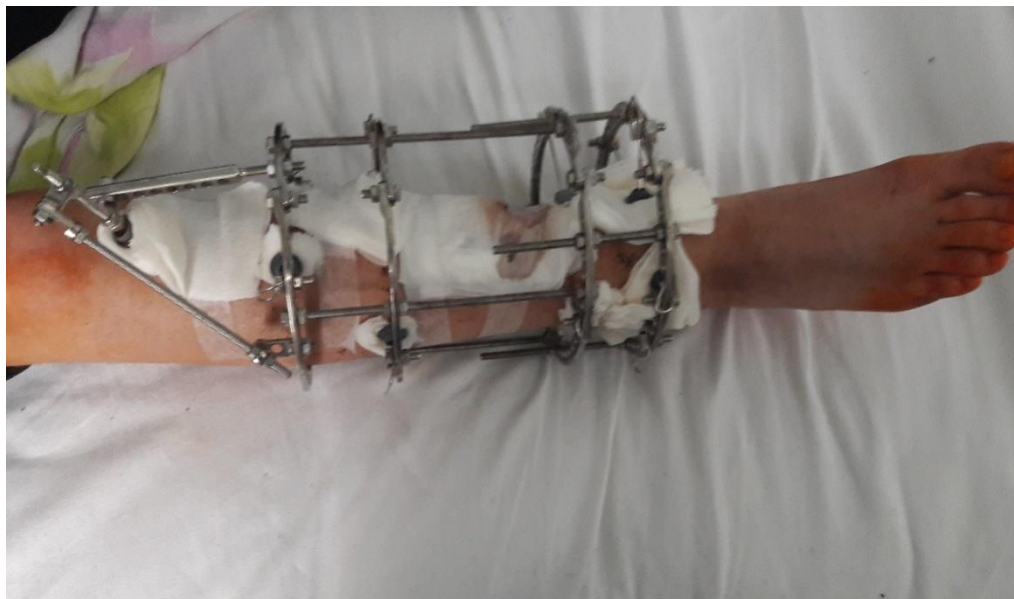
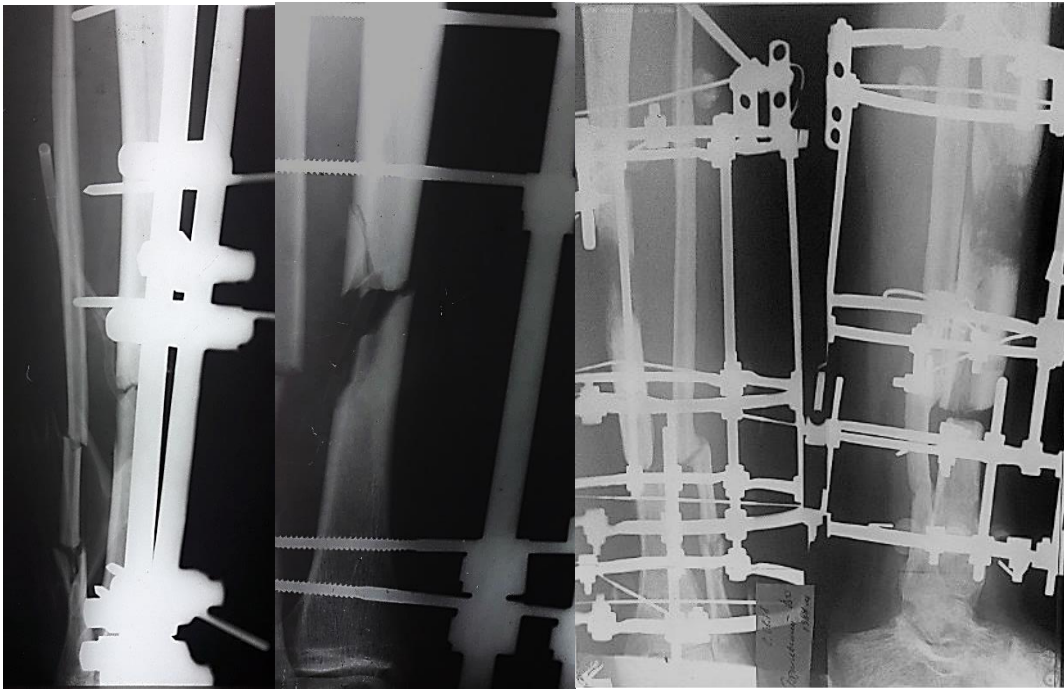


Рис. 3.22. Рентгенограми нормотрофічного незрошення, наявний дефект 6 см, проведення білокального режиму фіксації кільцевим апаратом; зовнішній вигляд кінцівки.

3.1.4. Тактика лікування м'якотканинних дефектів

Важливою складовою лікування септичних незрошень кісток гомілки є лікування м'якотканинних дефектів. Використовувалися різні методи їх пластики. Засади проведення цієї складової були наступні.

Було розроблено та широко застосовувалась так звана шкала (драбина) реконструктивних втручань, яка відображає технічну складність різних методів закриття м'якотканинних дефектів - від простого до складного, від первинного шва і аутодермопластики розщепленим клаптом до вільної пересадки комплексу тканин з накладанням мікросудинних анастомозів.

Від основи до верхівки йде наростання складності пластичних прийомів закриття ранових дефектів. Існує тенденція застосування найбільш простих засобів в умовах, коли вони дають гарні, стабільні результати. Однак у випадках інфікованих великих дефектів нижніх кінцівок (особливо дистальних відділів) використання простих методів (накладення швів або вільна аутодермопластика) є неможливим або мало ефективним.

Існуюча тенденція, коли спочатку пропонувалося починати лікування ран з технічно простих способів і переходити до більш складних при невдачі використання «простого» методу, є недосконалою. Вибір способу пластики повинен бути індивідуальний. Здійснювати треба той метод, який враховує всі особливості даного клінічного випадку. Оптимальним є використання найбільш простого методу, який прогностично повинен забезпечити найбільші шанси на успіх в конкретній клінічній ситуації (принцип розумної достатності).

Найбільшу складність представляють септичні дефекти м'яких тканин дистальних відділів нижніх кінцівок гомілки. Вона обумовлена анатомічною особливістю цієї ділянки. Нижня кінцівка знаходиться в нижньому положенні, що призводить до розвитку порушення кровообігу по типу венозної застою. Тому традиційний метод - пластика вільним розщепленим аутотрансплантатом – малоефективна. Кращі результати спостерігаються при проведенні шкірної пластики клаптом на живильній ніжці з місцевих тканин, вільної пересадки комплексу тканин з використанням мікросудинних анастомозів. Ще однією особливістю пластики інфікованих дефектів є стан запалених тканин навіть на значній відстані від вогнища, що ускладнює виділення важливих анатомічних утворень і проведення судинного шва.

Найбільш простий метод - аутодермопластика розщепленим трансплантатом - застосований в 7 випадках при інфікованих дефектах гомілки у разі наявності гарного живлення реципієнтної зони, без виражених явищ альтерації (рис 3.23.).

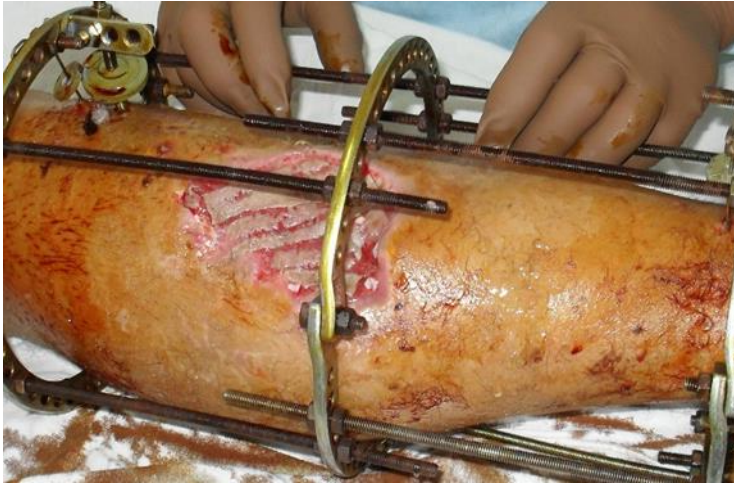


Рис. 3.23. Аутодермопластика розщепленим трансплантатом інфікованого дефекту гомілки.

У 3 випадках аутодермопластика поєднувалася з проведенням білокального остеосинтезу великогомілкової кістки з заміщенням дефекту за Ілізаровим. Переміщення кісткового трансплантату супроводжувалося тензійним зближенням країв м'якотканинної рани, що дозволяло створити більш сприятливі умови для протікання раньового процесу (рис. 3.24.).



Рис. 3.24. Етапи проведення аутодермопластики розщепленим клаптом в комбінації з білокальним заміщенням кісткового дефекту за Ілізаровим з тензійним зближенням країв м'якотканинної рани; результат лікування.

Аутодермопластика шкірним клаптом в 3 випадках проводилася на виділену і переміщену в ділянку інфікованого дефекту медіальну голівку литкового м'яза (рис. 3.24.).



Рис. 3.25. Аутодермопластика шкіряним клаптем на виділену і переміщену в ділянку інфікованого дефекту медіальну голівку литкового м'яза.

Сам метод пластики інфікованих дефектів клаптем на живильній ніжці є досить простим і ефективним. Так, при дефектах середньої третини і верхньої третини гомілки дефект заміщувався виділеною медіальною голівкою литкового м'яза (рис. 3.26.).



Рис. 3.26. Пластика дефекту медіальною голівкою литкового м'яза.

Більш складним варіантом пластики є використання з цією метою клаптя на судинній ніжці з дистальним живленням (8 спостережень). До них відноситься суральний шкірно - фасціальний клапоть на дистальній ніжці. Це острівцевий клапоть на артерії і вені, що супроводжують поверхневий суральний нерв з дистальним ретроградним живленням. Особливістю хірургічної техніки є те, що при його переміщенні судинна ніжка розміщується в широкому підшкірному тунелі без натягу. Це дозволяє уникнути порушення кровообігу в клапті. Донорська рана зашивається або закривається розщепленим шкірним трансплантатом (рис. 3.27.).



Рис. 3.27. Пластика суральним шкірно-фасціальним клаптем.

Найбільш складним, але таким, що дозволяє надійно закрити інфіковані дефекти будь-якої локалізації на гомілці, є вільна пересадка комплексу тканин з накладанням мікросудинних анастомозів [34]. Цей вид пластики є досить складним в плані технічної реалізації і має великий ризик виникнення нежитездатності клаптя. Нами в 8 випадках проводилася мікросудинна трансплантація торако-дорзального клаптя з повною реконструкцією гомілки.

Загальними правилами лікування септичних дефектів гомілки є етапність проведення оперативних втручань. З метою зменшення явищ альтерації інфікованих дефектів проводився етапний дебрідмент вогнища, проведення NPWT - ВАК - терапії (рис. 3.28.).



Рис. 3.28. Реконструкція гомілки з великим септичним дефектом тканин.

Втручання проводили із застосуванням мультимодального знеболення. Спинномозкова анестезія, що проводилась 0,5% розчином бупівакаїну доповнювалась внутрішньом'язевим введенням декскетопрофену і внутрішньовенним введенням парацетамолу.

Накладання сидинних анастомозів вимагали проведення профілактики

крововтрати з одного боку (використання джгута і введення 1 граму транексамової кислоти), а з іншого – профілактики мікротромбозів – призначення низькомолекулярних гепаринів.

Нормалізація обмінних порушень проводилась призначенням комплексів вітамінів групи В і С, в комплекс включалися нуклеотиди, антиоксиданти, ендотеліопротектори. З метою профілактики тромбозів через 6 годин після оперативного втручання вводилась профілактична доза низькомолекулярного гепарину. Тромбопрофілактика продовжувалась протягом 7 діб.

Оцінка і обговорення отриманих результатів. Пластика септичних дефектів гомілки є актуальною, складно вирішуваною проблемою. Її рішення вимагає комплексного індивідуального підходу.

Аутодермопластика розщепленими клаптями є технічно найбільш простою, однак ненадійною. Застосовувалася вона як етап закриття дефекту або у поєднанні з іншими способами (наприклад, при пластиці на пересаджену медіальну голівку литкового м'яза).

Клапоть на судинній ніжці з дистальним живленням (суральний шкірно-фасціальний клапоть) є більш складним способом пластики. Але він не вимагає проведення судинного шва. При правильному технічному виконанні пластика суральним клаптем в середній і нижній третині гомілки є достатньо надійною і призводить до гарних результатів.

Пластика септичних дефектів верхньої третини гомілки можлива з використанням медіальної голівки литкового м'яза в поєднанні з аутодермопластикою розщепленим клаптем. Метод є надійним, відносного неважкий у виконанні з високою ймовірністю отримання задовільного пластичного результату без порушення функції гомілки.

Найскладнішою є пластика вільним комплексом тканин [34] - торакодорзальний клапоть. Вона дозволяє виконати заміщення значних дефектів будь-якої локалізації. Накладання судинних швів потенційно може привести до їх тромбозу і загибелі клаптя, що потребує профілактики тромбозу.

3.1.5. Реконструкція найбільш складних випадків септичних незрощень великогомілкової кістки

Група хворих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки потребували складного лікування, яке можна охарактеризувати як реконструкція кінцівки. Існувала потреба в спеціалізованих засобах лікування, надання багатоскладової комплексної спеціалізованої медичної допомоги з високою вірогідністю отримання негативних результатів.

Реконструкція кінцівок включала в себе наступні складові. Кісткова пластика великих дефектів здійснювалася найчастіше за методом білокального остеосинтезу КФ спице-стержньового типу [31, 114]. Це обумовлено його властивостями, а саме: надійний в умовах септичного запалення, мала травматичність. Білокальний остеосинтез КФ у чистому вигляді був малоефективним при розмірі дефекту > 15 см. Попередні спостереження свідчать, що при завеликих дефектах дистракційний регенерат досить довго «визріває» і перетворюється в дорослу повноцінну кістку.

При завеликих кісткових дефектах кісткова пластика проводилася шляхом переміщенням у дефект малогомілкової кістки (2 випадки). У 1 випадку транспозиція проводилася зі збереженням живлення (використання мікрохірургічної техніки), а у іншому – двоетапно, після остеотомії малогомілкової кістки фіксацію переміщеної малогомілкової кістки доповнювали монолокальним остеосинтезом КФ з запропонованими нами удосконаленнями (рис. 3.29.).

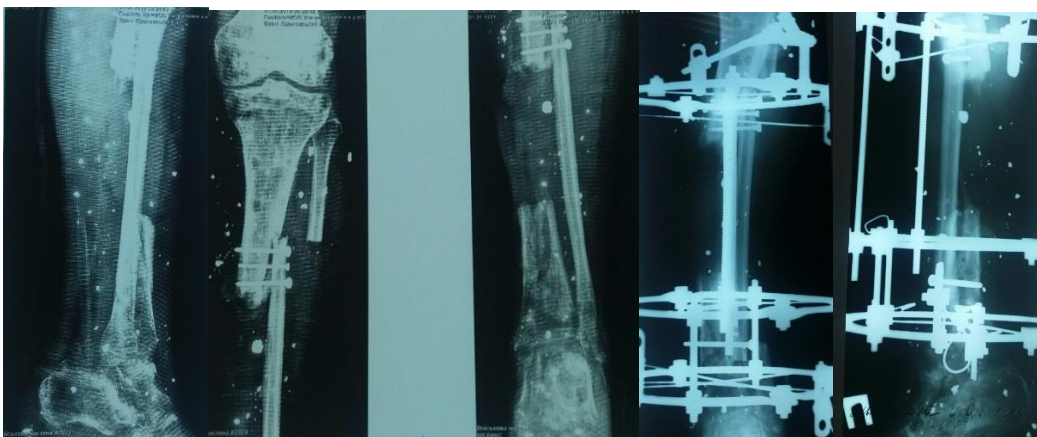




Рис. 3.29. Рентгенограми і зовнішній вигляд етапів хірургічної реконструкції та етапів переміщення малогомілкової кістки у позицію дефекту великогомілкової кістки.

Найбільш складними втручанням є поєднання кісткових та м'якотканинних пластик з використанням складних клаптів, в тому числі торако-дорзального з виконанням судинних анастомозів.

Таким чином, група хворих з найбільш складними септичними незрощеннями великогомілкової кістки і дефектом м'яких тканин потребували складного лікування по типу реконструкції кінцівки. Але навіть спеціалізовані засоби лікування і надання багатоскладової комплексної мультидисциплінарної медичної допомоги не гарантують гарні результати; існує висока вірогідність отримання негативних результатів.

3.1.6. Фінальне застосування індивідуальних напівжорстких систем фіксації. Консервативне лікування септичних незрощень

Створення обмеження рухів в суміжних суглобах при класичному консервативному лікуванні переломів кісток гомілки методом фіксації гіпсовими пов'язками є стандартною умовою для консолідації.

Класичним методом консервативного лікування переломів кісток гомілки є іммобілізація двох сусідніх суглобів нижньої кінцівки за допомогою циркулярної пов'язки. Однак чим довше суглоби залишаються нерухомими,

тим вищий ризик утворення контрактур і розвитку м'язової гіпотрофії. Відсутність навіть мінімальних активних скорочень м'язів спричиняє застій венозної крові.

Звідси виникає необхідність якомога раніше відновити рухливість фіксованої гомілки. Одним з оптимальних рішень для мінімізації нерухомості суглобів стало застосування напівжорсткої пов'язки. Завдяки своїй конструкції та властивостям використаних матеріалів, така пов'язка дозволяє розпочати рухи в ранні терміни.

Застосування концепції «трьох точок фіксації» [29] за Sr. J. Charnley, 1950, на практиці полягає в використанні жорсткої шини, яка накладається по одній з поверхонь сегмента і протидіє небажаним рухам в суглобах, які можуть привести до зміщення уламків, і м'якого еластичного матеріалу для створення циркулярної опори пов'язки. При цьому зберігається максимально можлива безпечна мобільність прилеглих суглобів, а внаслідок м'якості циркулярної опори пов'язки остання легко адаптується до змін контурів сегмента при напрузі тих чи інших м'язевих груп.

Особливістю пов'язки за Sarmiento при переломах гомілки було те, що вільними залишалися колінний і гомілково-ступневий суглоби. При цьому зберігається можливість активного функціонування м'язів.

Застосування напівжорсткої індивідуальної системи фіксації дозволяло досягти стабільності, з'являлася можливість почати функціональне навантаження в ранньому періоді (рис. 3.30.).

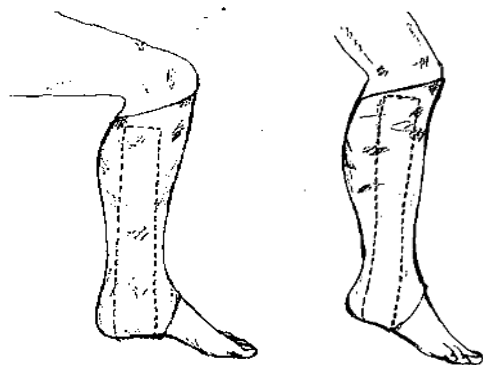


Рис. 3.30. Рухи в колінному і гомілково-ступневому суглобах при застосуванні напівжорсткої індивідуальної системи фіксації [29].

Для накладення пов'язки використовувався спеціальний синтетичний панчох. Для захисту виступаючих кісткових фрагментів застосовувалася синтетична вата або спеціальний пластир на основі спіненого поліуретану, який наклеювався на синтетичний панчо.

Першим етапом накладали підшиновий панчох, потім накладали циркулярними турами без натягу і так, щоб кожний наступний тур бинта перекривав попередній наполовину, а у зоні гомілково-ступневого суглоба - перекривав край нижчого туру. Завертали панчоку на 2 – 3 см на край пов'язки. Другим етапом накладалася U-подібна пов'язка з бинта по боковим поверхням гомілки через п'ятку. Шину циркулярно фіксують ще одним бинтом. Формували ножицями пов'язку таким чином, щоб вона не заважала рухам у суміжних суглобах. Обрізаний край обклеювали широким пластиром для фіксації панчохи і запобігання травмування гострим краєм м'яких тканин гомілки. На закінчення накладали вологий тканинний еластичний бинт для кращої адгезії шарів і моделювання пов'язки. Стопу в пов'язці хворий ставив підшоною на підлогу і прикладав осьове навантаження для кінцевого моделювання пов'язки. Схематичне зображення накладання напівжорсткої системи фіксації гомілки наведено на рисунку 3.31.

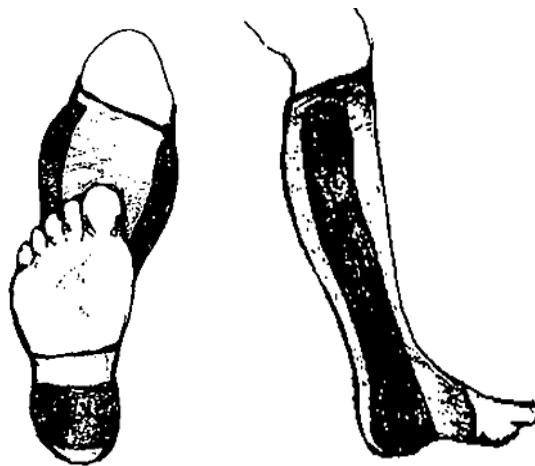


Рис. 3.31. Схематичне зображення накладання напівжорсткої системи фіксації гомілки [29].

Всім пацієнтам для створення оптимальних умов консолідації уламків після демонтажу апарату і початку повноцінної функції гомілки використовувалася фіксація індивідуальними напівжорсткими системами Softcast/Scotchcast. Система дозволяла до настання консолідації повністю навантажувати кінцівку, повноцінно використовувати її при ходьбі (рис. 3.32).

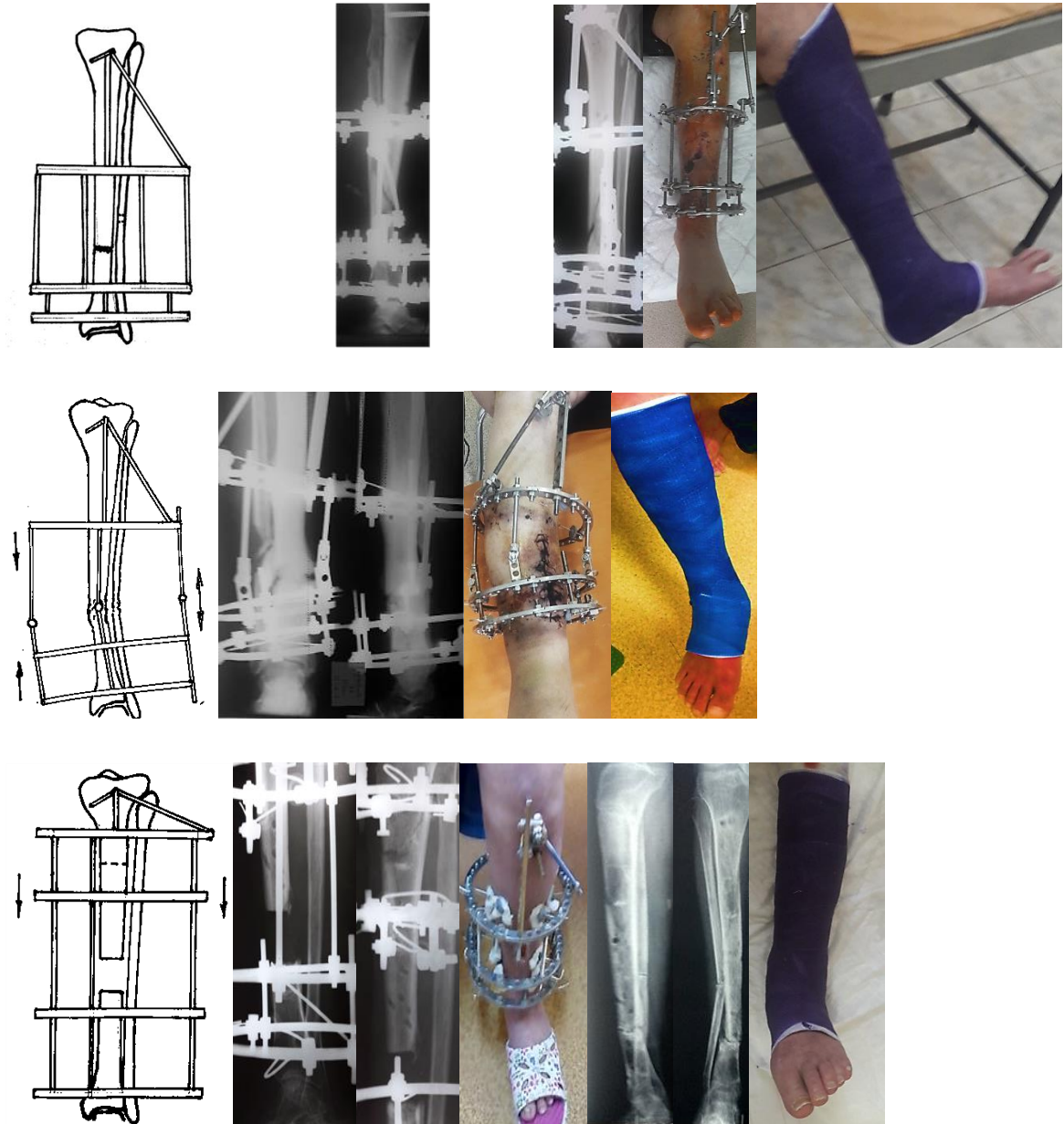


Рис. 3.32. Зображення етапів лікування від КФ (різні варіанти застосування) до використання напівжорстких систем фіксації.

Поєднання жорсткості і еластичності у системі напівжорсткої фіксації полімерними матеріалами забезпечувало можливість циркулярних турів міняти

свою форму. З огляду на це, був запропонований спосіб пневматичного масажу, який міг би забезпечувати можливість проведення масажу ще на іммобілізаційному етапі лікування.

Спосіб здійснювався наступним чином, за рахунок того, що на фіксуючу пов'язку накладається дві манжети (дистально і проксимально) з можливістю роздільно підвищувати тиск в кожній з них. Тиск збільшується на 20 мм.рт.ст поперемінно, починаючи з дистального. Підвищення тиску ще на 20 мм.рт.ст відбувається кожні 2 хвилини до значення 60 мм.рт.ст, після чого через 2 хвилини манжети знімаються. В подальшому використовувався спеціальний пристрій для проведення пневмомасажу MARK III plus (рис. 3.33).



Рис. 3.33. Системи проведення пневмо масажу; пристрій MARK III plus.

3.2. Мультиmodalьне знеболення при проведенні втручань у постраждалих з септичними незрощеннями гомілки.

Причиною порушення процесу репарації кісткової тканини є реалізація багатьох несприятливих факторів. Одним з таких факторів є больовий синдром в періопераційному періоді. Саме втручання на осередку незрощення з

дефектами тканин є додатковою травмою з одного боку, а з іншого - знищуються бар'єри, які покращують проникнення лікарських засобів і підвищують їх ефективність. Тому, в післяопераційному періоді, було б доречно проводити комплексну інтенсивну терапію протягом 7 – 10 діб.

Анестезія у хворих з незрощеннями кісток гомілки відповідала певним вимогам [6]. Вона була простою, безпечною, надійною, малотоксичною, максимально тривалою. Фактори імунітету при цьому не повинні придушуватися. У випадках операційної травми, коли ставиться завдання зменшувати біль і альтернативний компонент асептичного запалення протягом кількох днів, доцільним було застосування нестероїдних протизапальних препаратів (НСПЗП), до яких відноситься декскетопрофен. Виражений больовий синдром веде до спазму судин. Тому важливим етапом розвитку зменшення явищ запалення була профілактика порушення мікроциркуляції в ураженому сегменті впродовж тривалого часу. Небажані ефекти застосування наркотичних анальгетиків корегувалися зменшенням їх дози і заміною на нестероїдні анальгетики з вираженим знеболюючим ефектом, а також застосуванням допоміжних засобів, які були синергістами і підсилювали знеболюючий ефект [6].

Найбільш повно всім цим вимогам відповідала наступна комбінація, яка нами і використовувалася. Виконувалася спинномозкова анестезія (СМА) 0,5% розчином бупівакаїну, яка доповнювалася внутрішньовенним застосуванням декскетопрофену та парацетамолу з метою премедикації та знеболення в ранньому післяопераційному періоді.

Напередодні проводилася премедикація – внутрішньом'язово вводився декскетопрофен, розчин для ін'єкцій, 25 мг/мл, 2 мл. За півгодини до операції ін'єкцію повторювали. В операційній внутрішньовенно вводився парацетамол 1000 мг.

Через 12 годин внутрішньом'язово вводили 50 мг декскетопрофену та внутрішньовенно 1000 мг парацетамолу навіть при відсутності болю; введення препарату декскетопрофену тривало впродовж 3 діб. Наркотичні знеболюючі

вводили лише у випадках вираженості больового синдрому при оцінкою за шкалою ВАШ більше 5 балів.

3.3. Консервативна терапія септичних незрощень великогомілкової кістки

Дуже важливим є проведення адекватної консервативної терапії. Вона здійснювалася з позиції розвитку вторинного запалення після початку активної реабілітації і порушень в кінцівці (порушень венозного відтоку, лімфостазу; явищ хронічного компартмент-синдрому; урахуванням розвитку процесу, як варіанту синдрому системної запальної відповіді). Антибіотикотерапія при необхідності здійснювалася за загальними правилами [22], відповідно до бакпосіву рани та виявленої антибіотикочутливості. Перевага віддавалася захищеним (сульбактамним) пеніцилінам. Мультимодальне знеболювання проводилося із застосуванням декскетопрофену, парацетамолу в інтра- та післяопераційному періоді. З метою тромбопрофілактики використовувався беміпарин в профілактичній дозі або низькомолекулярний гепарини для пацієнтів з нирковою недостатністю. Додатково призначались препарати Са і вітамін D3. Дана терапія продовжувалась протягом 7 діб.

Після демонтажу пов'язки проводились методи фізіотерапії (магнітотерапія та електрофорез).

Всі хірурги стикаються з низкою суперечливих тверджень під час корекції гемостазу. Під час операції та в ранньому післяопераційному періоді пріоритетом є зменшення крововтрати. В той час, як в післяопераційному періоді використовуються препарати, мета яких є покращення реологічних властивостей крові та профілактика мікротромбозів. Виконання цих завдань може призвести до конфлікту.

З метою тромбопрофілактики після оперативного втручання через 6 годин вводилась профілактична доза беміпарину 25000 ОД. Профілактика призначалась на 7 днів. Беміпарин натрію є низькомолекулярним гепарином (МНГ), який отримується з гепарину натрію внаслідок деполімеризації.

Середня молекулярна вага (МВ) встановлена 3600 дальтон. Відсотковий розподіл молекулярних ланцюгів за молекулярною вагою в складі беміпарину становить: менше 2000 дальтон – менше 35%, від 2000 до 6000 дальтон – 50-75%, більше 6000 дальтон – менше 15%. Активність антифактора Ха 80-120 молекулярних одиниць на 1 мг сухої речовини, а активність антифактора Іа від 5 до 20 молекулярних одиниць на 1 мг сухої речовини. Відношення активності антифактора Ха до антифактора Іа дорівнює 8. Дослідження показують як протизгортальну дію беміпарину, так і прокоагулянтну. Дотримання рекомендованих профілактичних доз беміпарину демонструє незначне подовження часу згортання крові.

Транексамова кислота (ТК) відноситься до антифібринолітичної терапії, що отримується з лізину. На противагу іншому похідному амінокислоти лізину (амінокапронової кислоти) ефективність транексамової кислоти в дослідженнях перевищує у 10 разів. При фібринолізі плазміноген взаємодіє з лізином на молекулі фібрину, де під дією тканинного плазміногену перетворюється на плазмін. Дія плазміна полягає у розщепленні молекули фібрину на менші волокна. Рівновага в фібринолітичній системі утримується взаємодією плазміногена та фібрину. У випадку, коли в крові збільшується кількість розчинених молекул фібрину, зупиняється активація плазміногена та, як наслідок, посилюється кровотеча. Дія транексамової кислоти полягає в утриманні комплексу плазміноген – фібрин, конкурентно взаємодіючи та зупиняючи при цьому подальшу активацію плазміногена і перетворення останнього на плазмін. Високі дози ТК мають здатність пригнічити вільний плазмін в плазмі крові. Дія транексамової кислоти направлена на тканини, де збільшена кількість тканинного плазміну та факторів tPA1 та tPA2. Об'єктивно оцінити дію транексамової кислота можна за коагулограмою, а саме подовженням тромбінового часу. Враховуючи різну фармакокінетику транексамової кислоти та беміпарину, її різну дію та точки прикладання, комбінація ТК – беміпарин визнана найбільш дієвою та безпечною для пацієнтів. Застосування комплексу препаратів обґрунтовано відсутністю

існуючих протипоказань до одночасного введення, що свідчить про безпечний профіль комбінації. Враховуючи, що ризик тромботичних ускладнень є найбільшим протягом першого тижня після операцій у пацієнтів з септичним незрошенням кісток гомілки, проведення скринінгу гемостазу було проведено на 1, 3, 7 день після оперативного втручання.

Список публікацій автора по даному розділу

1. [27] Рушай АК, Данькевич ВП, Мартинчук ОО, **Байда МБ**, Жагдаль АА. Фіксація уламків при складних реконструкціях переломів кісток гомілки. Травма. 2020;21(2):26-33. Доступно з: <http://www.mif-ua.com/archive/article/49162> У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

2 [26] Рушай АК, Данькевич ВП, Мартинчук ОО, **Байда МВ**. Оцінка ролі первинної фіксації переломів кісток гомілки у розвитку асептичних незрошень великогомілкової кістки. Травма. 2020;21(5):10-13 doi: [10.22141/1608-1706.5.21.2020.217084](https://doi.org/10.22141/1608-1706.5.21.2020.217084) У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

3 [113] Rushai A, Lisaychuk Y, Martynchuk A, **Baida M**. Improvement of transosseous osteosynthesis with ring fixators in the treatment of tibial nonunions. Trauma. 2021;22(2):58–63. doi: <https://doi.org/10.22141/1608-1706.2.22.2021.231962>. У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

4 [23] Рушай АК, **Байда МВ**, Мартинчук ОО, Мусієнко ОС, Фам Д.К. Експериментальне обґрунтування оптимальних конструкційних властивостей кільцевих спице-стрижневих фіксаторів. Травма. 2022;23(4):34–38. doi: <http://dx.doi.org/10.22141/1608-1706.4.23.2022.907> У періодичному фаховому виданні України категорії Б. Включений в міжнародні науково-метричної бази Scopus.

5 [34] Рушай АК, Скиба ВВ, Лісайчук ЮС, Бабенков ГД, Ковальчук ВС, Данькевич ВП, Мартинчук АА, Жагдаль ОО, **Байда МВ**, Хомут ЮЮ. Засади пластики септичних дефектів м'яких тканин гомілки. Вісник невідкладної і відновної медицини. 2020;2(1):3–11. У періодичному фаховому виданні

України категорії Б.

6 [114] Rushai AK, Lisaychuk YS, Martinchuk OO, **Baida MV**. Tibial bone nonunion plastic with the use of monolocal osteosynthesis by ring fixators. The problems of traumatology and osteosynthesis. 2021;1(20):34-46. doi: <https://doi.org/10.51309/2411-6858-2021-20-1-34-46> У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

7 [31] Рушай АК, Лісайчук ЮС, Мартинчук ОО, **Байда МВ**. Білокальний остеосинтез великогомілкової кістки кільцевими фіксаторами в лікуванні незрощень. Травма. 2020;21(6):41-45 doi: <https://doi.org/10.22141/1608-1706.6.21.2020.223887>. У періодичному фаховому виданні України категорії

8 [29] Рушай АК, Климовицький ВГ, Мартинчук ОО, **Байда МВ**, Жагдаль АА. Напівжорсткі індивідуальні етапні функціональні пов'язки при дистракційному заміщенні дефекту кісток гомілки після переломів. Травма. 2020;21(2):59-65. doi: <https://doi.org/10.22141/1608-1706.2.21.2020.202235>. У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

9 [6] Жагдаль АА, Рушай АК, Мартинчук ОО, **Байда МВ**. Мультиmodalне знеболювання як складова частина лікувального комплексу у хворих із незрощенням кісток гомілки в періопераційному періоді. Медицина невідкладних станів. 2020;16(6):40-43. doi: <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.22141/2224-0586.16.6.2020.216508> У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

10 [22] Рушай А, **Байда М**, Мартинчук О. Використання антизгортальних препаратів у комплексному лікуванні незрощень кісток гомілки. Медична наука України. 2022;18(4):57-64. doi: <https://doi.org/10.32345/2664-4738.4.2022.09> У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

РОЗДІЛ 4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КІЛЬЦЕВИХ СПИЦЕ- СТРИЖНЕВИХ ФІКСАТОРІВ

Основними недоліками спице-стержневих кільцевих фіксаторів (КФ) була їх недостатня стабільність. Тому в експерименті було обґрунтовано можливість покращення їх властивостей [23, 24].

МЕТА Завданням експерименту було визначити вплив просторової фіксації стержня і спиць в кільцевому спице – стрижневому фіксаторі. Об'єктом дослідження була імітаційна модель кістки Sawbones® з моделлю перелому, який був фіксований кільцевим фіксатором. Продукти Sawbones® використовуються в усьому світі як альтернативні середовища для тестування кісток трупа людини. Вони імітують властивості людських кісток, що дає змогу адекватно моделювати сценарії навантаження і руху для розробки та затвердження медичних пристроїв. Моделі кортикальної оболонки з піноматеріалу виготовляються з жорсткого пінопласту з внутрішнім губчастим матеріалом. Використовуються композитні кістки тоді, коли потрібні реальні характеристики міцності реальної кістки. Виробники рекомендують їх використання для тестування, порівняння або конструювання імплантатів та інших фіксувальних пристроїв, зокрема й апаратів зовнішньої фіксації [23].

Експериментальна частина проводилася на базі Кафедри динаміки та міцності машин і опору матеріалів, Механіко-машинобудівного інституту Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» [24].

Випробувальне обладнання, вимірювальні інструменти та їх основні характеристики наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Випробувальне обладнання, вимірювальні інструменти та їх основні характеристики

№ п/п	Найменування	Межі вимірювань	Похибка вимірювань	Терміни дії свідоцтв про калібрування
1	Машина випробувальна TIRATEST-2151 №48/89	Навантаження до 5 кН	Δ_B не перевищує 1%	
2	Штангенциркуль ШЦ-II №E838731	Розміри до 250 мм	за класом точності 2	Свідоцтво про калібрування від 19.12.2017 р.

На рис. 4.1, 4.2 представлена випробувальна машина TIRA-test 2151 та її технічні характеристики.

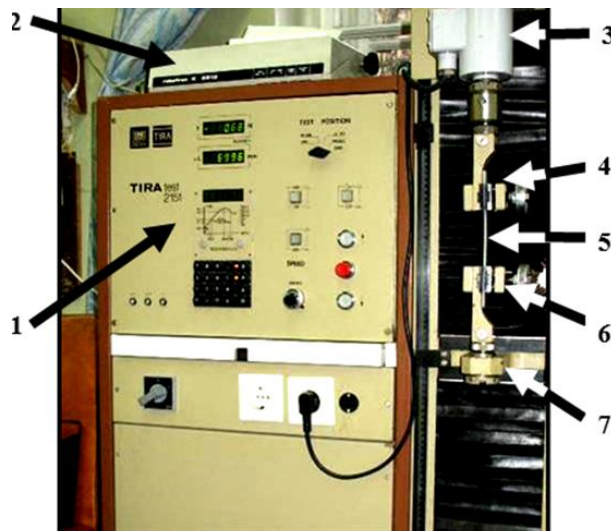


Рис. 4.1. – Випробувальна машина TIRA-test 2151 та її технічні характеристики: 1 – пульт керування; 2 – пристрій для друкування; 3 – динамометр; 4 – нерухомий затискувач; 5 – випробувальний зразок; 6 – рухомий затискувач; 7 – рухома траверса.

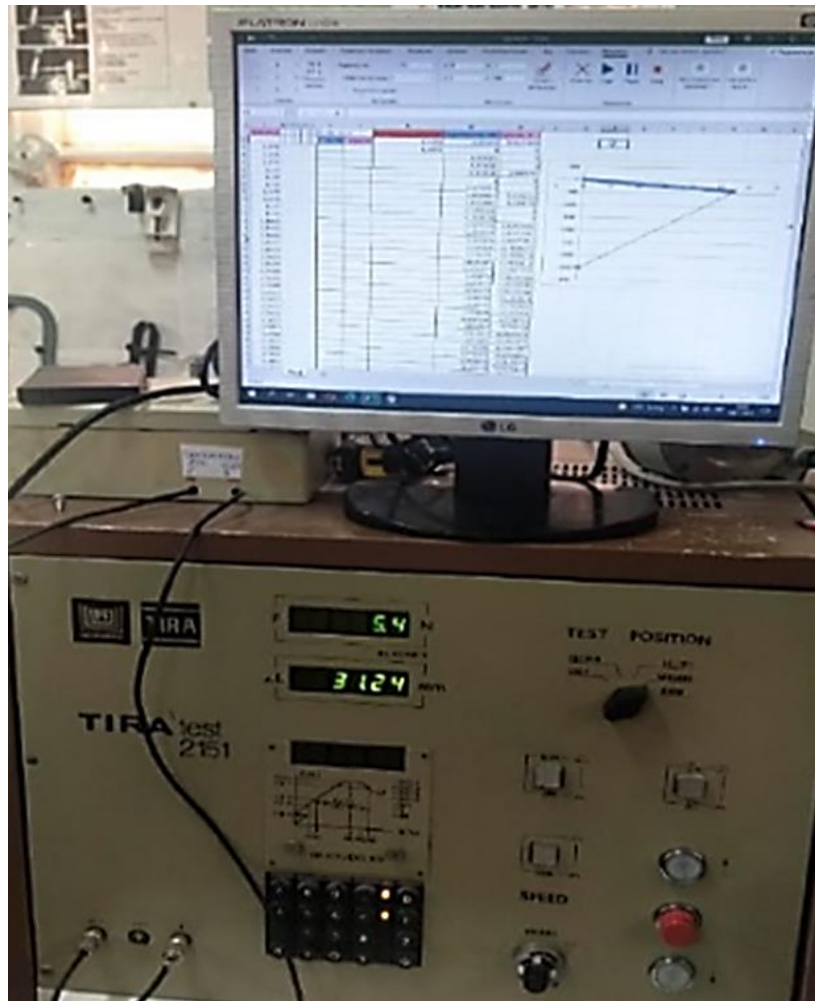


Рис. 4.2. Пульти керування та реєстрації результатів випробувань машини TIRA-test 2151

Методика проведення випробувань.

За допомогою універсальної випробувальної машини TIRA-test 2151 визначаються характеристики міцності і деформації матеріалів з максимальним зусиллям до 5 кН [23].

Передачу зусилля, що діє на зразок при підйомі робочого стола здійснювали за допомогою сталеві кульки діаметром 5 мм [24].

Систему встановлювали на робочому столі випробувальної машини TIRA-test 2151. Вибір режимів випробування базувався на аналізі причин ускладнень при проведенні дистракційного заміщення дефектів. У процесі дистракції «транспорт» повинен долати опір м'яких тканин. При хронічному процесі розвиваються рубцеві тканини, що викликає значний спротив

транспортуванню фрагменту. На різних ділянках сегменту гомілки ці параметри дуже різняться. Так, внутрішня поверхня великогомілкової кістки покрита лише шкірою, підшкірною клітковиною і надкісницею. Спротив переміщенню у цій ділянці мінімальній [23]. По задній і латеральній поверхнях містяться компартменти з вираженими фасціями, які кріпляться до кістки; міжосна мембрана; м'язи і сухожилки. Тому розподіл загрузок на остеотомований сегмент дуже нерівномірне, що може приводити до його зміщення – закидання та ротаційних зміщень [24]. Після закінчення дистракції і зіставлення уламків на довгий час виникає потреба щільного співставлення і стабільного утримання для зрощення фрагментів (стабільність здавлення по вісі). Тому, зразки випробували у трьох режимах [23,24]:

1. стиск вздовж осі кістки,
2. кручення,
3. згин.

У процесі навантаження були записані таблиці, в яких розміщені дані, що реєструвала випробувальна установка. Таблиці містять величини переміщення (мм) і сили (Н), що прикладалася. Щоб виключити вплив на розрахунок жорсткості недійсних результатів (система реєструвала результати і під час того, коли навантаження було знято), необхідно було побудувати графіки залежності сили (Н) від переміщення зразка (мм). Далі виділяли лінійний відрізок графіку залежності «сила» - «переміщення», по якому розраховувалася жорсткість системи (Н/мм) [24]

Потім проводилась обробка даних (рис. 4.3)

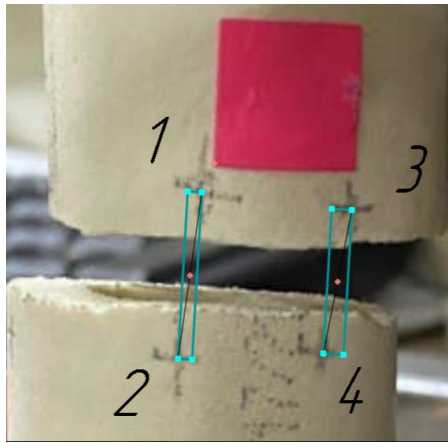


Рис. 4.3. Обробка даних

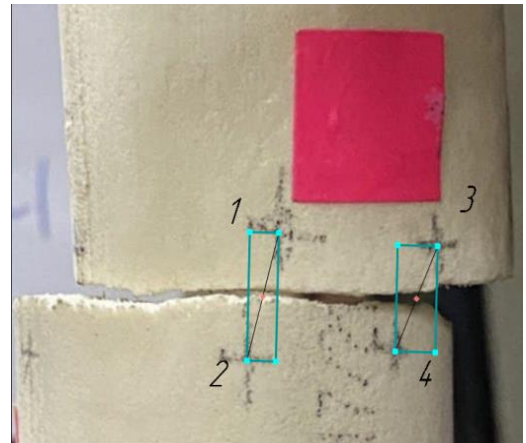
По закінченні дослідження отриману інформацію фіксували у вигляді діаграми деформування в координатах «Р - Δ», де Р - зусилля, прикладене до системи; Δ - переміщення точки, до якої прикладене навантаження.

Одержані діаграми деформування у дослідженому діапазоні зусиль практично лінійні, тому для порівняння способів розташування стержнів зручно використовувати жорсткості $C = P / \Delta$ (Н /мм). Результати досліджень для приведено у вигляді графіків залежності «сила (Н) – переміщення (мм)» та у вигляді таблиць для жорсткості системи.

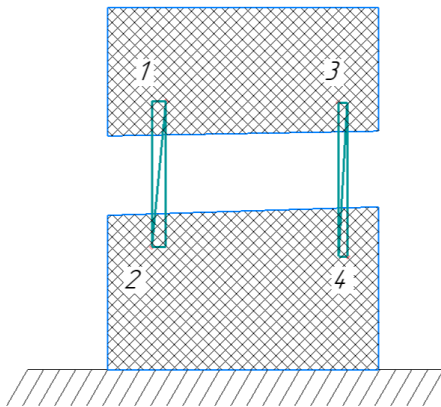
Методика реєстрації переміщень точок біологічних препаратів за допомогою цифрової фото зйомки, забезпечувало одночасне вимірювання зміщень різних точок біомеханічної системи «відламки кістки – фіксатор». При фотографуванні об'єкту було використано контрастні по відношенню до решти зображення точки (мітки). Контрастні мітки розміщували у площиннах кістки. Перед початком випробовування проводили фотографування ненавантаженого зразка, що в подальшому використовували як базове зображення [23,24] – рис. 4.4.



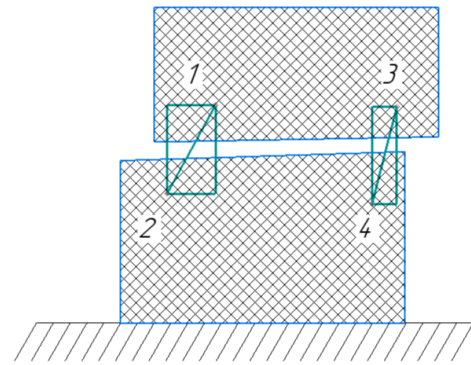
а



б



в



г

Рис. 4.4. Кістка з переломом (а, б) та схема деформування (в, г): не навантажений (а, в) та навантажений (б, г) зразки; 1, 2, 3, 4 – мітки, встановлені на уламках кістки.

Першим етапом експерименту було визначення оптимальної фіксації стержня КФ. У першому варіанті він кріпився до кільця лише планкою, у другому монтувалося ще так зване «ребро жорсткості» [23] (рис. 4.5.).

В процесі випробовування дослідний зразок, включаючи контрасні точки, фотографували при різних величинах навантаження. Зображення у цифровому

вигляді обробляли на комп'ютері, використовуючи стандартну систему управління цифровим зображенням.

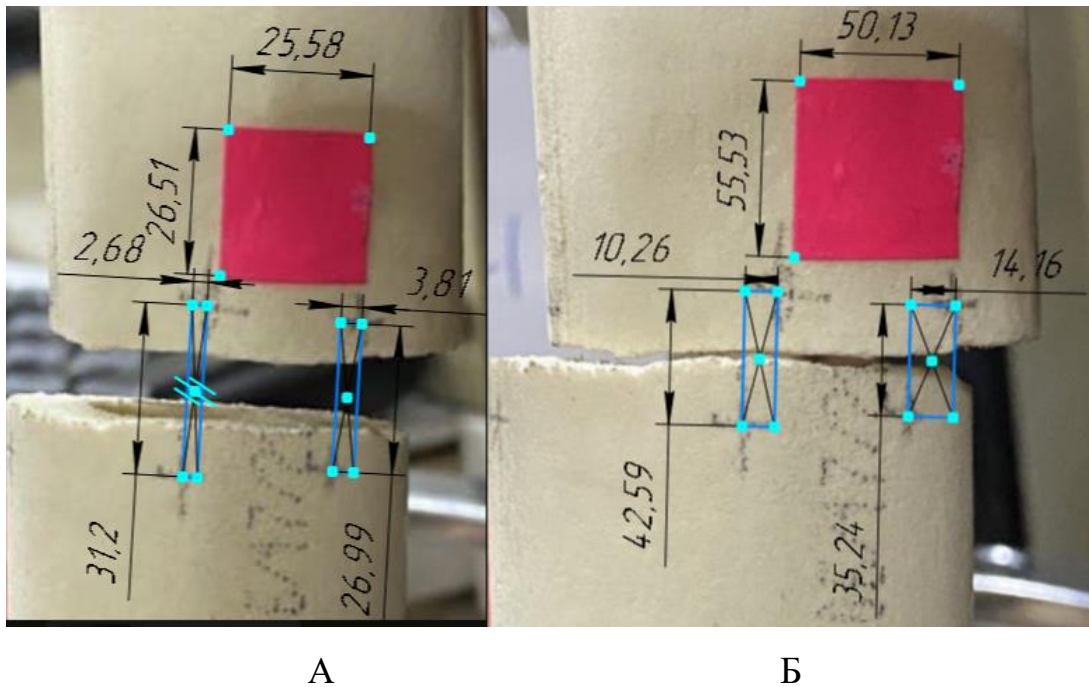


Рис. 4.5. Схема визначення взаємного положення міток до навантаження (А) і після навантаження (Б) за допомогою цифрового фотографування.

Першим етапом ми вирішили виявити; всі інші показники КФ (кількість спиць і площини проведення) не відрізнялися (рис. 4.6).



А

В

Рис. 4.6. Системи фіксацій стержня до кільця лише з планкою А і системи фіксації планки і скріплення його ще й за допомогою «трикутника жорсткості» В.

Отримані в експерименті результати представлені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2.

Порівняння жорсткостей систем за різного просторового розміщення спиць при дії різних видів навантажень (Н/мм)

Опис схеми	Стиск вздовж вісі кістки (Н/мм)	Згин (Н/мм)	Кручення (Н/мм)
Скріплення стержня через планку	70,8	0,99	1,38
Скріплення стержня через планку, ще й за допомогою «трикутника жорсткості»	76,3	1,19	1,52

По всім параметрам, система фіксації кріплення стержня через планку, ще й за допомогою «трикутника жорсткості», мала переваги - більшу жорсткість – перед системою кріплення стержня лише через планку. В подальшому вона і була взята за основу при випробуванні властивостей КФ при різноманітному розташуванні спиць.

Для досліджень реалізовано 5 схем закріплення спиць в кільці апарату, яким переміщується остеотомований фрагмент великогомілкової кістки (таблиця 4.3).

Таблиця 4.3.

Схеми розташування спиць в кільці, яким здійснювалося переміщення фрагменту

№ схеми	Розташування елементів фіксатора
1	2 спиці: розташовані в одній площині
2	2 спиці: 1 розташована під кутом
3	3 спиці: розташовані в одній площині
4	3 спиці: 2 під кутом, 1 у площині кільця
5	3 спиці: 1 під кутом, 2 у площині кільця

Візуалізація варіантів наведена на рис. 4.7.

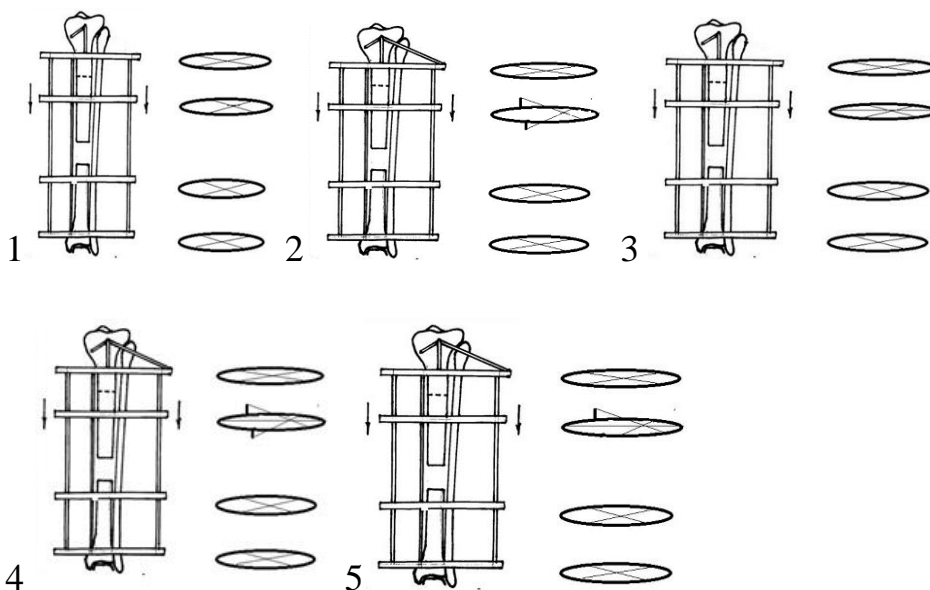


Рис. 4.7. Схема розташування елементів КФ :1 - 2 спиці: розташовані в одній площині; 2 - 2 спиці: розташовані під кутом до площини кільця; 3 – 3 спиці: розташовані в одній площині; 4 - 3 спиці: 2 під кутом, 1 у площині кільця; 4 - 3 спиці: 1 під кутом, 2 у площині кільця

Отримані в експерименті результати представлені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4.

Порівняння жорсткостей систем за різного просторового розміщення спиць при дії різних видів навантажень (Н/мм)

№ схеми, її опис	Стиск вздовж вісі кістки (Н/мм)	Згин (Н/мм)	Кручення (Н/мм)
1 - 2 спиці: розташовані в одній площині	66,7	0,91	1,41
2 - 2 спиці: розташовані під кутом	71,3	1,05	1,36
3 - 3 спиці: розташовані в одній площині	69,8	0,96	1,46
4 - 3 спиці: 2 під кутом, 1 у площині кільця	76,3	1,19	1,52
5 - 3 спиці: 1 під кутом, 2 у площині кільця	67,1	0,93	1,48

Графічно жорсткість системи в залежності від компоновки виглядає наступним чином (рис. 4.8, 4.9, 4.10).



Рис. 4.8. Порівняння жорсткості системи на стиск при різних схемах компоновки.

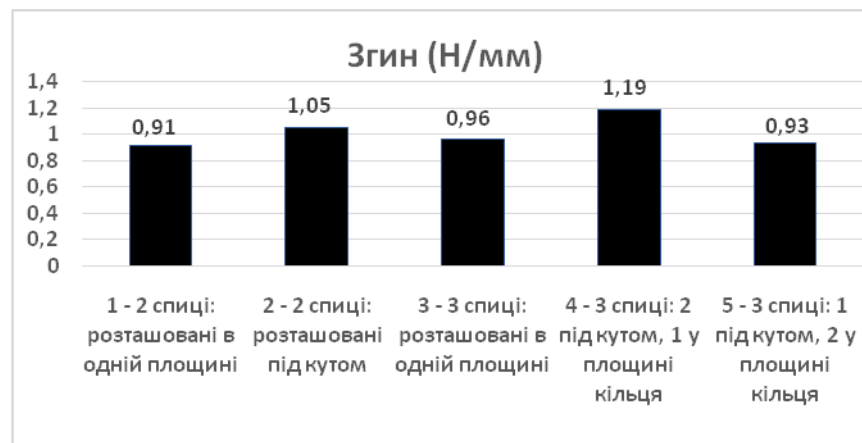


Рис. 4.9. Порівняння жорсткості системи на згин при різних схемах компоновки.

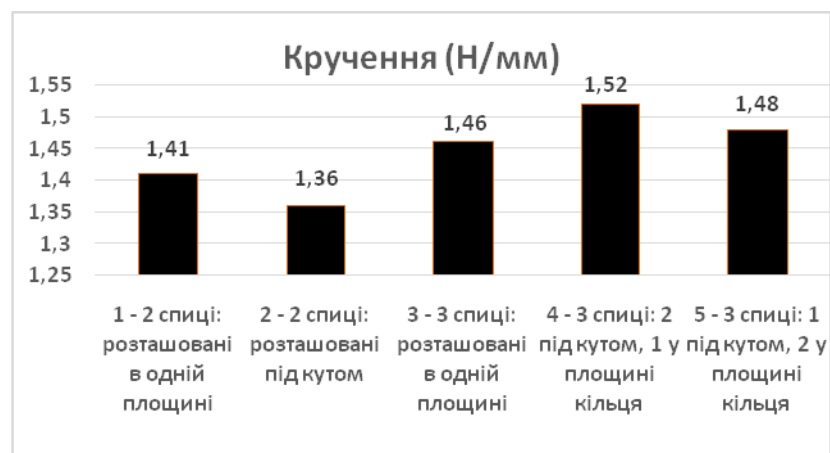


Рис. 4.10. Порівняння жорсткості системи на згин при різних схемах компоновки.

Аналіз переміщення уламків кістки різних систем КФ при різних видах навантажень свідчив про наступне. Найбільшу жорсткість мала система 4, в якій в «транспорті» було проведено 3 спиці, з них – 1 в площині кільця, 2 - під кутом; фіксація стрижня здійснювалася з плечем жорсткості кріплення. Збільшення кількості спиць з 2 до 3 (всі були проведені в площині кільця) вело до збільшення жорсткості здавлення вздовж вісі кістки системи з 66,7 до 69,8Н / мм; згинання – з 0,91 до 0,96Н / мм і скручування з 1,41 до 1,46Н / мм. Найбільш вдалою була наступна компоновка - 3 спиці: 2 під кутом, 1 у площині кільця. Жорсткість значно покращилася: здавлення до 76,3; згин до 119 і скручування до 1,52. Найкращі результати були отримані при цій компоновці. Від стандартного варіанту (2 спиці у площині кільця) досягли таких покращень показників: жорсткість здавлення підвищилася на 14,4% (до 76,3Н / мм); згинання – на 30,8% (до 1,19 з 0,91 Н / мм) і скручування на 4,8% (до 1,52Н / мм).

Таким чином, отримані в процесі проведення експерименту дані свідчать про більшу жорсткість кільцево - стержньових КФ при фіксації стержня до кільцевої частини не тільки через планку, а й з застосуванням так званого «трикутника жорсткості». Жорсткісні характеристики залежить і від розташування спиць. Найкращі параметри отримані при проведенні 3 спиць в кільці під кутом не тільки в площині кільця. Особливо чутливо поліпшуються ці показники при скрученні. Це дуже важливий момент з клінічної точки зору при заміщенні великих дефектів дистракційним способом. Запропоновані удосконалення конструкцій КФ не складні, можуть широко застосовуватися в клінічній практиці [23, 24].

Список публікацій автора по даному розділу

1 [23] Рушай АК, **Байда МВ**, Мартинчук ОО, Мусієнко ОС, Фам Д.К. Експериментальне обґрунтування оптимальних конструкційних властивостей кільцевих спице-стрижневих фіксаторів. Травма. 2022;23(4):34–38. doi: <http://dx.doi.org/10.22141/1608-1706.4.23.2022.907> У періодичному фаховому виданні України категорії Б. Включений в міжнародні науково-метричної бази Scopus. У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

2 [24] Рушай АК, **Байда МВ**, Мартинчук ОО, Мусієнко ОС. Параметри жорсткості різних модифікацій кільцевих фіксаторів. Медична наука України, 2022;18(3):35-38. doi: <https://doi.org/10.32345/2664-4738.3.2022.05> У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

3 [1] **Байда М**, Рушай А, Мартинчук А, Мусієнко О. Оптимізація компонування кільцевих спице-стрижневих фіксаторів на ґрунті експериментальних даних під час лікування незрощень кісток гомілки Український науковий медичний молодіжний журнал. 2022;134(4):37-43. doi: [https://doi.org/10.32345/USMYJ.4\(134\).2022.37-43](https://doi.org/10.32345/USMYJ.4(134).2022.37-43) У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

РОЗДІЛ 5

АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ЛІКУВАННЯ ПОСТТРАЖДАЛИХ З СЕПТИЧНИМИ НЕЗРОЩЕННЯМИ ВЕЛИКОГОМІЛКОВОЇ КІСТКИ ПІСЛЯ ПЕРЕЛОМІВ

Обговорення отриманих результатів проводилося з урахуванням даних критичного літературного огляду, динаміки клінічних і лабораторних показників, ступеня анатомічного та функціонального стану ураженого сегменту.

Був проведений пошук за останні 10 років в доступній науковій літературі; розглянуті найбільш важливі існуючі сучасні тенденції і прогностичні фактори у виборі способу фіксації уламків при переломах кісток гомілки на етапах лікування. Види фіксації розглядалися в плані відповідності їх властивостей і існуючих конкретних індивідуальних умов на кожному з етапів лікування [29]. Розглянуті умови, які складають при розвитку ускладнень в залежності від властивостей здійснених попередніх фіксуючих систем, необхідність і варіанти змінного остеосинтезу.

Немає чітких характеристик клінічних ситуацій у лікуванні ускладнень переломів кісток гомілки, які, на думку всіх авторів, вимагають проведення змінного ситуаційного остеосинтезу. Розвиток ускладнень вимагає системного оцінювання і обґрунтованого індивідуального виду фіксації на кожному етапі. Більшість дослідників рахують, що поза вогнищевий остеосинтез септичних незрощень великогомілкової кістки є найкращим вибором. Методи позавогнищевого остеосинтезу різноманітні, деталі використання потребують уточнення. Недоліки КФ можуть бути покращені на основі підвищення стабільності фіксації з урахуванням експериментальних даних жорсткості [23]. Довготривалість застосування фіксації, необхідність ранньої повноцінної реабілітації робить логічним і необхідним перехід з зовнішньої фіксації до фіксації індивідуальними напівжорсткими функціональними пов'язками [29, 30].

Розвиток ускладнень репаративного остеогенезу переломів кісток гомілки є дуже складним і багатофакторним процесом. Тому вирішення проблем повинно враховувати порушення в сегменті і організмі постраждалих. Отримання позитивних результатів може бути досягнуто лише при комплексному підході (хірургічне етапне лікування, консервативна терапія, фізіотерапія, масаж і кінезіотерапія). Обсяг кожної складової повинен бути визначеним. Важливою умовою є можливість застосування покращень в умовах травматологічних відділень лікарень.

Хірургічне лікування повинно враховувати ступінь змін в сегменті – стан м'яких тканин, характер ураження фрагментів; поєднуватися з обробкою зони незрощення, фасціотомією; можливо здійснення резекції малогомілкової кістки, пластики зони незрощення складними пломбами [23, 27]. Проводиться воно повинно з застосуванням мультимодального періопераційного знеболення.

Всі етапи лікування містили реабілітаційні елементи, які б дозволяли максимально відновити функцію в максимально ранні строки [6].

Дослідження патологічних змін у постраждалих з ускладненнями переломів кісток гомілки повинні обґрунтовувати принципи системного комплексного лікування. Виявлення найбільш значущих предикторів, їх систематизація є шляхом об'єктивізації вибору КФ і видів застосування [29]. Вирішенню цих проблем і присвячена робота.

Одним із завдань комплексної терапії було збереження в періопераційному періоді гарного кровопостачання в вогнищі і забезпечити повноцінний обмін в тканинах. Система гомеостазу є багатофакторною, буферною; всі ланки взаємозв'язані. Забезпечення цих завдань проводилося як зменшенням крововтрати, так і профілактикою спазму судин, поліпшенням реологічних властивостей крові.

Кровозберігаюча тактика (використання віджимного джгута, втручання під джгутом, гарний гемостаз) дозволила зменшити крововтрату під час операції до 20 – 150 мл, що ніяк не вплинуло на лабораторні показники червоної крові [22]. Застосування транексамової кислоти та

низькомолекулярного гепарину бімепаріну, характеризувалося наступною динамікою найбільш розповсюджених показників гомеостазу, які часто використовуються в загальній медичній практиці.

Порушенню процесу репарації кісткової тканини є реалізація багатьох несприятливих факторів. Одним з таких факторів є больовий синдром в періопераційному періоді. Саме втручання на осередку незрощення з дефектами тканин є додатковою травмою, з одного боку; а з іншого знищуються і бар'єри, що покращують проникнення лікарських засобів і підвищує їх ефективність. Тому, в періопераційному періоді, логічно проводити комплексну інтенсивну терапію протягом 7 – 10 діб.

Анестезія у хворих з незрощеннями кісток гомілки відповідала певним вимогам. Вона була простою, безпечною, надійною, малотоксичною максимально тривалою. Фактори імунітету при цьому не повинні придушуватися. У випадках операційної травми, коли ставиться завдання зменшувати біль і альтернативний компонент асептичного запалення протягом кількох днів, доцільно було застосування неселективних інгібіторів, до яких відноситься декскетопрофен. Виражений больовий синдром веде до спазму судин. Тому важливим етапом розвитку зменшення явищ запалення була профілактика порушення мікроциркуляції в осередку і ураженому сегменті впродовж тривалого часу. Небажані ефекти застосування наркотичних аналептиків корегувалися зменшенням їх дози і заміни не стероїдними анальгетиками з вираженим знеболюючим ефектом. Найбільш повно всім цим вимогам відповідала наступна комбінація, яка нами і використовувалася. Виконувалася спинномозкова анестезія (СМА), яка і застосовувалася нами у цих хворих. Від загальноприйнятої вона відрізнялась застосуванням декскетопрофену та парацетамолу з метою премедикації та знеболення в ранньому післяопераційному періоді.

Напередодні проводилась премедикація – нами внутрішньомязово вводився декскетопрофен, розчин для ін'єкцій, 25 мг/мл, 2 мл. За півгодини до

операції ін'єкцію повторювали. В операційній внутрішньовенно вводився розчин парацетамола.

Через 12 годин внутрішньом'язово вводили 2,0 мл. декскетопрофену та внутрішньовенно розчин парацетамолу навіть при відсутності болю; введення препарату декскетопрофену тривало впродовж 3 діб. Наркотичні знеболюючі вводили лише у випадках вираженості больового синдрому.

На рис. 5.1. приведено симетричне вимірювання Т стоп.



Рис. 5.1. Вимірювання термо асиметрії стоп.

Термоасиметрія (Т) – показник, який інтегрально відображав стан кровообігу та порушення обміну речовин. До операції температура на стопах відрізнялась: на здоровій гомілці вона становила $31,8 \pm 0,24$ °С, тоді як на гомілці з незрошенням – $28,1 \pm 0,2$ °С (див. рис. 5.2).

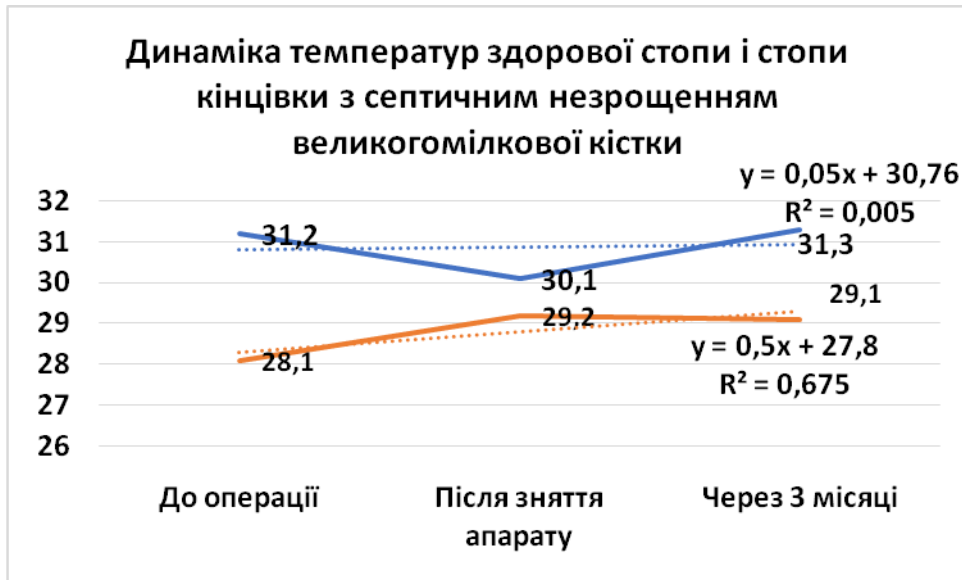


Рис. 5.2. Динаміка температур здорової стопи і стопи з септичним незрощенням великогомілкової кістки.

Температура стоп Т відображена в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1.

Температура стоп кінцівок в динаміці

Категорія	Значення показників		
	До операції	Після демонтажу КФ	Через 3 місяця
Т здорової стопи, °С, $M \pm m^2$	$31,80 \pm 0,24$	$30,1 \pm 0,1$	$31,3 \pm 0,2$
Т стопи кінцівки з незрощенням, °С, $M \pm m^2$	$28,1 \pm 0,21$	$29,2 \pm 0,3$	$29,1 \pm 0,2$

Найбільш інформативною нам здається динаміка асиметрії температур ΔT . При аналізі цього показника звертає на себе увагу відсутність значної динаміки на здоровій гомілці з $31,80 \pm 0,24$ °С до $31,3 \pm 0,2$ °С через 3 місяця після зняття апарату. Натомість на ураженій кінцівці динаміка показника складала динаміку з $28,1 \pm 0,2$ °С до $29,1 \pm 0,2$ °С ($\Delta T 1,0$ °С), що розцінене нами як

свідомство покращення венозного кровотоку та нормалізації обмінних порушень [23, 24].

Таблиця 5.2.

Динаміка температури стоп до та після лікування

показник	До лікування (M ± SD)	Після лікування (M ± SD)	p – значення (t – критерій Стьюдента)
Температура здорової стопи (°C)	31,8 ± 0,24	31,3 ± 0,2	>0,05
Температура ураженої стопи (основна група, °C)	28,1 ± 0,2	29,3 ± 0,2	<0,05
Температура ураженої стопи (контрольна група, °C)	28,2 ± 0,3	28,8 ± 0,3	>0,05

Таблиця 5.2. демонструє динаміку змін температури здорової та ураженої кінцівки до та після лікування. Підвищення температури ураженої кінцівки в основній групі (з 28,1 ± 0,2 °C до 29,3 ± 0,2 °C) свідчить про покращення кровообігу та нормалізації обмінних процесів. У групі порівняння підвищення температури було менш вираженим (з 28,2 ± 0,3 °C до 28,8 ± 0,3 °C), а зміни виявилися статистично незначущими (p>0,05).

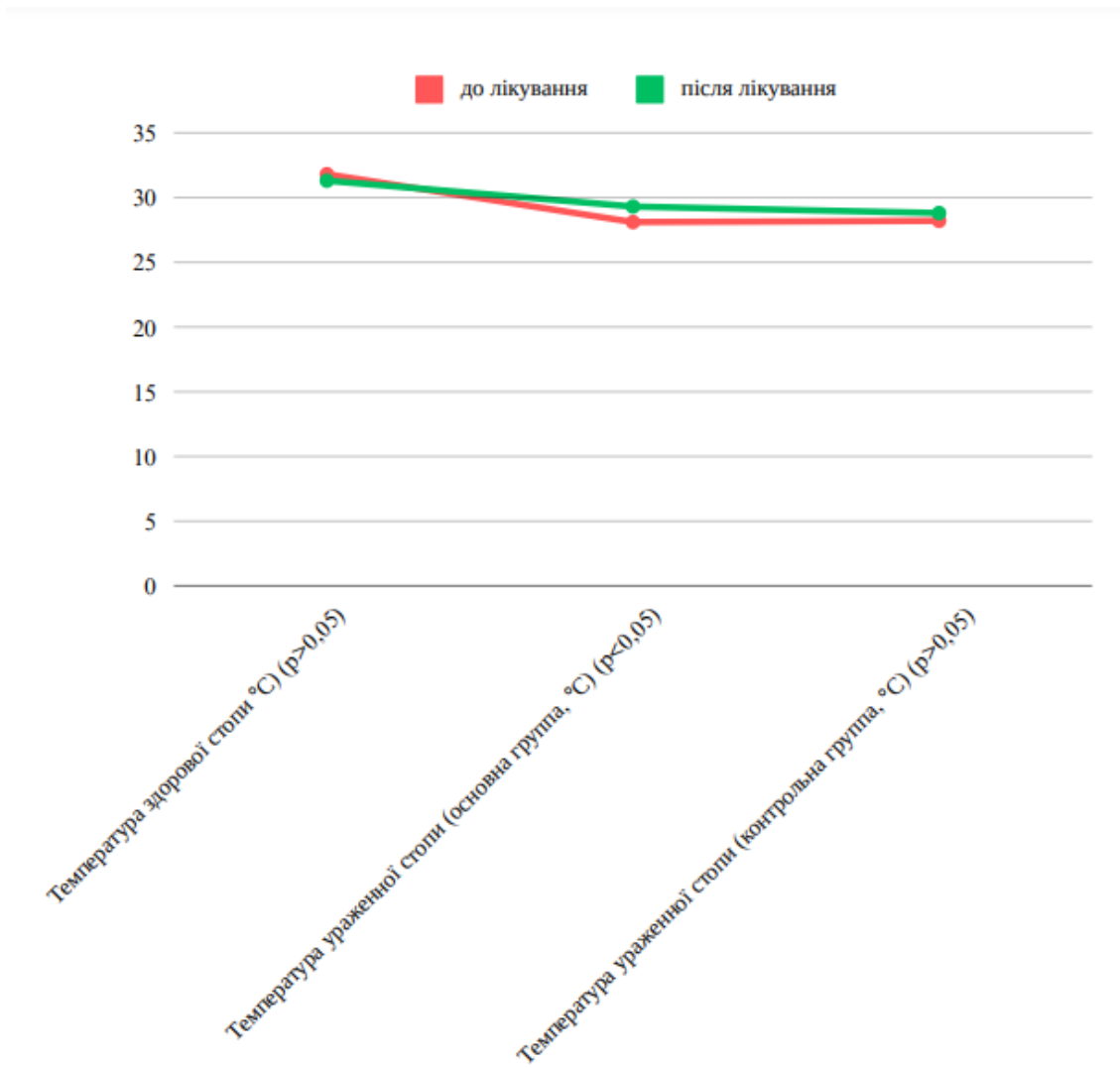


Рис. 5.3. Динаміка термоасиметрії стоп до та після лікування.

Оскільки ймовірність випадкової появи аналізованих вибірок (0,018563) є меншою за рівень значущості (p менше 0,05), нульова гіпотеза відхиляється. Це свідчить про те, що відмінності між вибірками є не випадковими, а середні значення вибірок статистично достовірно різняться. Таким чином, застосування критерію Стюдента дозволяє зробити висновок про наявність статистично значущих відмінностей між групами.

У ході дослідження було проаналізовано результати лікування 36 пацієнтів з незрощеннями великогомілкової кістки (основна група) та 42 пацієнта (група порівняння).

Основний принцип визначення ефективності лікування базується на загальноприйнятих оціночних шкалах функціональної оцінки, які включають

конкретні функціональні та анатомічні показники, виражені в балах. Одна з найбільш поширених систем оцінки в світі є LEFS.

Таблиця 5.3.

Відновлення функції в різних вікових групах

Вікова група (роки)	LEFS до лікування (M ± SD)	LEFS після лікування (M ± SD)	p – значення (t – критерій Стьюдента)
18 - 30	26,0 ± 3,2	43,5 ± 3,0	<0,001
31 - 50	24,5 ± 3,0	41,0 ± 3,2	<0,001
51 - 65	23,0 ± 3,1	40,2 ± 3,1	<0,001

Таблиця 5.3. демонструє динаміку показників у пацієнтів різних вікових груп. У молодших пацієнтів (18 – 30 років) спостерігається найбільше покращення функціонального стану (з 26,0 ± 3,2 до 43,5 ± 3,0 балів, <0,001). Незважаючи на меншу динаміку в віковій групі 51 – 65 років, результати все одно залишаються статистично значущими (з 23,0 ± 3,1 до 40,2 ± 3,1 балів, <0,001), що підтверджує ефективність лікування у пацієнтів незалежно від віку.

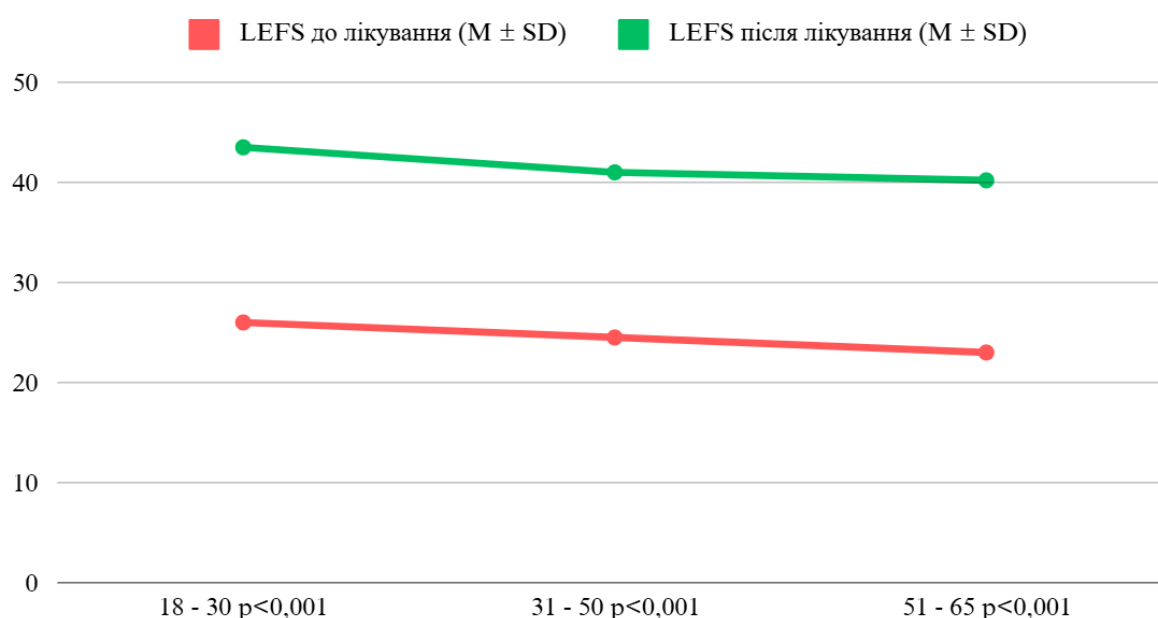


Рис 5.4. графічне відображення відновлення функції в різних вікових групах.

Таблиця 5.4.

Оцінка LEFS до та після лікування

Показник	Основна група (M ± SD)	Група порівняння (M ± SD)	p – значення (t – критерій Стьюдента)
LEFS до лікування	25,0 ± 3,5	24,7 ± 3,2	>0,05
LEFS після лікування	42,5 ± 3,1	37,8 ± 3,3	<0,05

Результати таблиці 5.4. свідчать про значне покращення функціонального стану пацієнтів в основній групі після лікування. Середній показник LEFS зріс із $25,0 \pm 3,5$ до $42,5 \pm 3,1$, що статистично значуще перевищує результати групи порівняння ($37,8 \pm 3,3$, $p < 0,001$). Це підтверджує перевагу запропонованого методу над стандартним підходом.

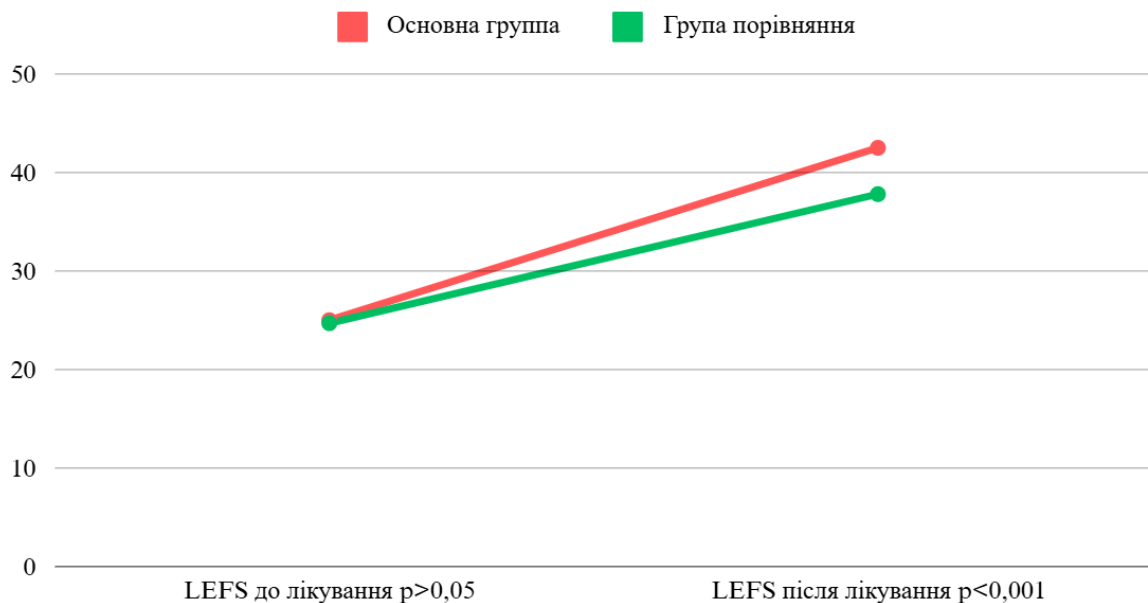


Рис 5.5. Оцінка LEFS до та після лікування

Сума балів пре дикторів, яка перевищує критичний рівень (10 балів), вказувала на перевагу запропонованих фіксаторів над іншими імплантованими засобами (див. таблицю 5.5).

Таблиця 5.5.

Розподіл пацієнтів за прогнозованою ймовірністю досягнення позитивних результатів та за обсягом наданої спеціалізованої складної реконструктивної хірургічної допомоги

Характеристика категорії	Кількість пацієнтів абс. %	Об'єм методів лікування. Очікуваний результат.
1	2	3
Кількість балів від 26 до 50	9 (25,0)	Спеціалізовані методи лікування з високою ймовірністю досягнення позитивного результату
Кількість балів від 51 до 75	23 (63,9)	Комплексна спеціалізована медична допомога, що має потенціал для досягнення позитивного результату.
Кількість балів більше 75	4 (11,1)	Комплексна спеціалізована медична допомога зі зниженою ймовірністю досягнення позитивних результатів. Розглядається можливість виконання ампутації кінцівки.

Ми визначили та систематизували ключові фактори, які впливали на вибір виду втручання при незрошеннях великогомілкової кістки. Зокрема, це залежність обсягу резекції та методу кісткової пластики від ступеня ураження кісткової тканини запальним процесом, рівня репаративної регенерації кісткової тканини та необхідного обсягу резекції.

Такий підхід допомагає об'єктивізувати вибір тактики лікування, але не вирішує повністю всі питання можливостей та варіантів оперативних втручань. Тому, нами була розроблена система оцінки септичних незрошень, яка чітко визначає співвідношення предикторів та режиму поза осередкового, через кісткового остеосинтезу з використанням кільцевих фіксаторів (шкала для оцінки типу поза осередкового остеосинтезу септичних незрошень кісток

гомілки The scale of choice of types of extrafocal osteosynthesis of septic nonunion).

Гарні результати були отримані у 20 хворих ($30,45 \pm 0,88$ балів) – 55,6%. В порівнянні зі стартовою характеристикою спостережень (36 хворих з 23 бальною оцінкою функцією) дисперсія між 2 групами 0,188953151; t оцінка даних – 44,10264282; ступінь свободи – 54,00. Значення $p < 0,001$ означало високу статистичну достовірність отриманих результатів.

У 4 хворих – 13,9% результати склали $22,0 \pm 1,323$ балів. Дисперсія між 2 групами 0,5; t оцінка даних – 4 ($p < 0,001$). Ступінь свободи 38,00. Ці хворі були віднесені до хороших результатів з елементами помірного порушення функції.

Задовільні результати були отримані у 7 хворих; склали $28,0 \pm 0,125$ балів – 19,4%. Дисперсія складала 0,40824829; t оцінка даних - 12,24744871; $p < 0,001$ при ступені свободи 40,00.

Погані, незадовільні результати спостерігалися в 1 випадку (2,8%); відмінний функціональний статус – у 3(8,3%) (табл. 5.6).

Таблиця 5.6.

Результати лікування в основній групі

Результати	Показники		
	абс.	%	Бали
Відмінні	3	8,3	$59,0 \pm 0,37$
Гарні	20	55,6	$30,45 \pm 0,88$
Хороші	4	13,9	$22,0 \pm 0,32$
Задовільні	7	19,4	$28,0 \pm 0,12$
Незадовільні	1	2,8	$31,1 \pm 0,24$

Таблиця 5.7.

Результати лікування в групі порівняння

Результати	Показники		
	абс.	%	Бали
Відмінні	1	2,4	58,0±0,65
Гарні	15	35,7	32,55±0,68
Хороші	4	9,5	25,0±0,42
Задовільні	18	42,9	27,0±0,21
Незадовільні	4	9,5	29,1±0,28

Застосування запропонованих підходів (основна група) призвела до кращих результатів, ніж у групі порівняння (стандартні методи лікування). Так, відмінних результатів збільшилося з 2,4% до 8,3%; гарних – з 35,7% до 55,6%. Рівень задовільних і незадовільних результатів знизився з 42,9% до 19,4% і з 9,5% до 2,8% відповідно. Побудована поліноміальна лінія тренда характеризувала ймовірність впливу фактора (в нашому випадку виду комплексного лікування); свідчать про високу вірогідність впливу запропонованих змін у лікуванні на його результати [23, 24, 27, 30].

Таблиця 5.8.

Розподіл пацієнтів за функціональними результатами лікування

Категорії	Основна група (n=36)	Група порівняння (n=42)	p – значення (t – критерій Стьюдента)
Відмінні результати	3 (8,3%)	1 (2,4%)	p < 0,05
Гарні результати	20 (55,6%)	15 (35,7%)	p < 0,05
Задовільні результати	7 (19,4%)	18 (42,9%)	p < 0,05
Незадовільні результати	6 (16,7%)	8 (19,0%)	p > 0,05

Як видно з таблиці 5.8., запропонований метод лікування дозволив досягти значно вищої частки гарних та відмінних результатів у основній групі (63,9%) порівнянно з групою порівняння (38,1%). При цьому задовільні та незадовільні результати були менш поширені у основній групі, що свідчить про ефективність запропонованого методу лікування.

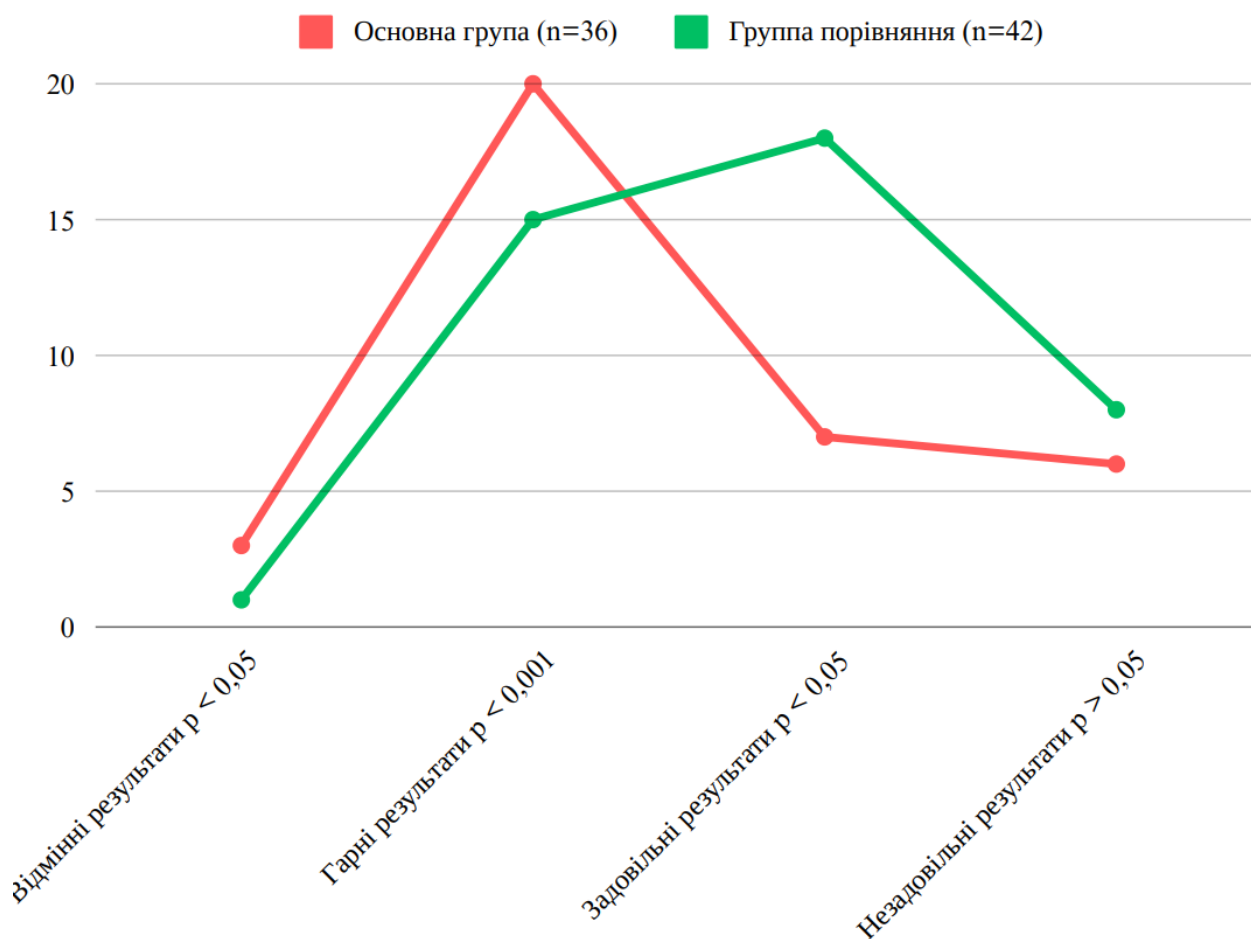


Рис 5.6. Розподіл пацієнтів за функціональними результатами лікування (графічне відображення результату).

Наводимо клінічний приклад.

Хворий Л., 18 років. Дз: Септичне незрощення правої великогомілкової кістки. Дефект великогомілкової кістки за довжиною 1,5 см. Настало зрощення. Норичь, явищ запалення м'яких тканин немає. Ходьба безболісна (і по сходам), кінцівка не заважає здійснювати робочий процес і аматорське заняття спортом. Обмеження рухів в гомілково-ступневому і колінному

суглобі $<10^\circ$. формація, атрофія м'язів незначна. Результат лікування за оціночною функціонально-анатомічною шкалою LTFS оцінено як відмінний (рис. 5.7.).



Рис. 5.7. Рентгнелогічний і функціональний результат лікування за LEFS оцінено як відмінний.

Наводимо приклад задовільного результату.

Хворий Б, 28 років. Д-з: Септичне незрощення правої великогомілкової кістки. Нейропатія малогомілкового нерва. Дійсний дефект 5 см. Проведена сегментарна резекція і білокальний ЧКО, комплексна консервативна терапія. Остеопороз. Зрощення зони зіставлення уламків не повне. Нориць немає, явища набряку м'яких тканин. Ходьба болісна, з тростиною, кінцівка не заважає здійснювати робочий процес (працює дистанційно в ІТ сфері). Обмеження рухів в гомілково-ступневому суглобі $>10^\circ$. формація, атрофія м'язів незначна. Результат лікування за значенням опитувальника LEFS як задовільний (рис. 5.8.).

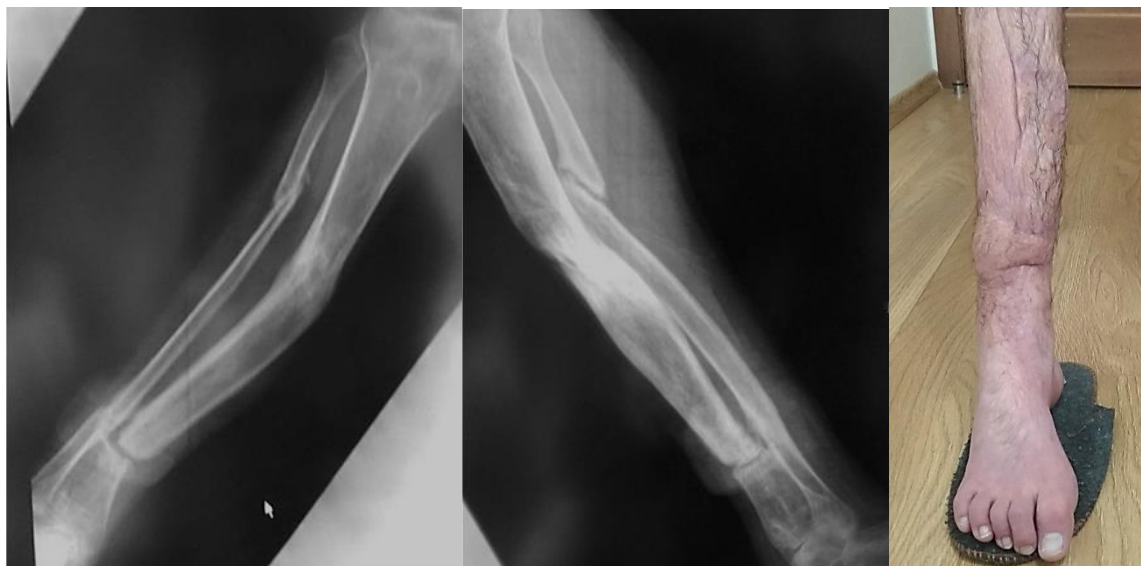


Рис. 5.8. Рентгенологічний і функціональний результат лікування за LEFS оцінено як задовільний.

Оцінка враховувала і структуру незрощень за шкалою LEFS. Розподіл хворих за сумарною бальною оцінкою LEFS свідчив про дуже складний контингент потерпілих з невисокою вірогідністю отримання гарних результатів. Хворих, які б потребували стандартні методи лікування, з високою вірогідністю отримання позитивного результату, не було; 8 (25%) потребували спеціалізованих методі лікування з високою вірогідністю очікуваного позитивного результату. У 20 випадках (62,5%) існувала потреба проведення складної комплексної спеціалізованої медичної допомоги з можливим позитивним результатом. 4 спостереження (2,5%) свідчили про те, що навіть складна комплексна спеціалізована медична допомога не гарантувала позитивного результату та була висока вірогідність ампутації кінцівки. Таким чином, обговорення отриманих результатів проводилося з урахуванням даних критичного літературного огляду, динаміки клінічних і лабораторних показників, ступеня анатомічного та функціонального стану ураженого сегменту [23, 30].

Проведено пошук за останні 10 років в доступній науковій літературі; розглянуті найбільш важливі існуючі сучасні тенденції і прогностичні фактори

у виборі способу фіксації уламків при переломах кісток гомілки на етапах лікування. Види фіксації розглядалися в плані відповідності їх властивостей і існуючих конкретних індивідуальних умов на кожному з етапів лікування. Розглянуті умови, які складають при розвитку ускладнень в залежності від властивостей здійснених попередніх фіксуєчих систем, необхідність і варіанти змінного остеосинтезу.

Немає чітких характеристик клінічних ситуацій у лікуванні ускладнень переломів кісток гомілки, які, на думку всіх авторів, вимагають проведення змінного ситуаційного остеосинтезу. Розвиток ускладнень вимагає системного оцінювання і обґрунтованого індивідуального виду фіксації на кожному етапі. Більшість дослідників рахують, що поза вогнищевий остеосинтез септичних незрощень великогомілкової кістки є найкращим вибором. Методи позавогнищевого остеосинтезу різноманітні, деталі використання потребують уточнення. Недоліки КФ можуть бути покращені на основі підвищення стабільності фіксації з урахуванням експериментальних даних жорсткості. Довготривалість застосування фіксації, необхідність ранньої повноцінної реабілітації робить логічним і необхідним перехід з зовнішньої фіксації до фіксації індивідуальними напівжорсткими функціональними пов'язками.

Розвиток ускладнень репаративного остеогенезу переломів кісток гомілки є дуже складним і багатофакторним процесом. Тому вирішення проблем повинно враховувати порушення в сегменті і організмі постраждалих. Отримання позитивних результатів може бути досягнуто лише при комплексному підході (хірургічне етапне лікування, консервативна терапія, фізіотерапія, масаж і кінезіотерапія). Обсяг кожної складової повинен бути визначеним. Важливою умовою є можливість застосування покращень в умовах травматологічних відділень лікарень.

Хірургічне лікування повинно враховувати ступінь змін в сегменті – стан м'яких тканин, характер ураження фрагментів; поєднуватися з обробкою зони незрощення, фасціотомією; можливо здійснення резекції малоомілкової кістки

та пластики зони незрощення складними пломбами. Проводитися воно повинно з застосуванням мультимодального пері операційного знеболювання.

Всі етапи лікування повинні містити реабілітаційні елементи, які б дозволяли максимально відновити функцію в максимально ранні строки.

Дослідження патологічних змін у постраждалих з ускладненнями переломів кісток гомілки повинні обґрунтовувати принципи системного комплексного лікування. Виявлення найбільш значущих предикторів, їх систематизація є шляхом об'єктивізації вибору КФ і видів застосування. Вирішенню цих проблем і присвячена робота.

Лікування 36 пацієнтів з незрощеннями великогомілкової кістки продемонструвало позитивні результати. Ускладнень, пов'язаних із запропонованим комплексом лікувальних заходів, не виявлено. Показники корекції кров'яного гемостазу показали, що динаміка більшості досліджуваних параметрів залишалася стабільною, та спостерігалася тенденція до їх наближення до безпечних значень.

Список публікацій автора по даному розділу

1 [29] Рушай АК, Климовицький ВГ, Мартинчук ОО, **Байда МВ**, Жагдаль АА. Напівжорсткі індивідуальні етапні функціональні пов'язки при дистракційному заміщенні дефекту кісток гомілки після переломів. Травма. 2020;21(2):59-65. doi: <https://doi.org/10.22141/1608-1706.2.21.2020.202235>. У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

2 [23] Рушай АК, **Байда МВ**, Мартинчук ОО, Мусієнко ОС, Фам Д.К. Експериментальне обґрунтування оптимальних конструкційних властивостей кільцевих спице-стрижневих фіксаторів. Травма. 2022;23(4):34–38. doi: <http://dx.doi.org/10.22141/1608-1706.4.23.2022.907> У періодичному фаховому виданні України категорії Б. Включений в міжнародні науково-метричної бази Scopus.

3 [30] Рушай АК, Лісайчук ЮС, Жагдаль АА, Мартинчук ОО, **Байда МВ**. Напівжорсткі розвантажувальні системи фіксації у хворих з

захворюваннями чи травмами кінцівок. International scientific and practical conference. Lublin, Republic of Poland, September 25–26, 2020. Lublin; 2020, p. 62–64. doi: <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-81-5-1.44>

4 [6] Жагдаль АА, Рушай АК, Мартинчук ОО, **Байда МВ**. Мультиmodalне знеболювання як складова частина лікувального комплексу у хворих із незрощенням кісток гомілки в періопераційному періоді. Медицина невідкладних станів. 2020;16(6):40-43. doi: <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.22141/2224-0586.16.6.2020.216508> У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

5 [22] Рушай А, **Байда М**, Мартинчук О. Використання антизгортальних препаратів у комплексному лікуванні незрощень кісток гомілки. Медична наука України. 2022;18(4):57-64. doi: <https://doi.org/10.32345/2664-4738.4.2022.09> У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

6 [27] Рушай АК, Данькевич ВП, Мартинчук ОО, **Байда МВ**, Жагдаль АА. Фіксація уламків при складних реконструкціях переломів кісток гомілки. Травма. 2020;21(2):26-33. Доступно з: <http://www.mif-ua.com/archive/article/49162> У періодичному фаховому виданні України категорії Б.

ЗАКЛЮЧЕННЯ

Проводячи аналіз існуючих літературних даних по питанню змінного остеосинтезу при лікуванні переломів гомілки, ми визначили наступні закономірності.

Не існує чітких вказівок по систематизації предикторів, які детермінують види позавогнищевої фіксації у різних клінічних випадках.

Немає чітких характеристик клінічних ситуацій у лікуванні переломів кісток гомілки, які вимагають проведення змінного ситуаційного остеосинтезу. Розвиток ускладнень вимагає системного оцінювання і обґрунтованого індивідуального виду фіксації на кожному етапі. Методи позавогнищевого остеосинтезу різноманітні, деталі використання потребують уточнення.

Розвиток ускладнень репаративного остеогенезу переломів кісток гомілки є дуже складним і багатофакторним процесом. Тому вирішення проблем повинно враховувати порушення в сегменті і організмі постраждалих. Отримання позитивних результатів може бути досягнуто лише при комплексному підході (хірургічне багатоетапне лікування, консервативна терапія, фізіотерапія, масаж і кінезіотерапія). Обсяг кожної складової повинен бути визначеним на кожному етапі.

Хірургічне лікування повинно враховувати ступінь змін в сегменті – стан м'яких тканин, характер ураження фрагментів; поєднуватися з обробкою зони незрощення, фасціотомією; можливо здійснення резекції малогомілкової кістки, пластики зони незрощення складними пломбами.

Всі етапи лікування повинні містити реабілітаційні елементи, які б дозволяли максимально відновити функцію в максимально ранні строки.

Дослідження патологічних змін у постраждалих з ускладненнями переломів кісток гомілки повинні обґрунтовувати принципи системного комплексного лікування. Виявлення найбільш значущих предикторів, їх систематизація є шляхом об'єктивізації вибору КФ і видів застосування. Вирішенню цих проблем і присвячена робота.

Провідними методами обстеження незрощень кісток гомілки після переломів був клінічний огляд та рентгенометричні дослідження. Під час огляду звертали увагу на деформацію, біль, стан м'яких тканин, набряк, наявність норичь та виразок, характер виділень з них, обмеження функції. Перевірялася больова і тактильна чутливість, рухливість суглобів пальців; периферична пульсація і температура стоп в зоні гомілково-ступневого суглобу.

Рентгенографія проводилася цифровим рентген апаратом в двох стандартних проекціях. Можливість цифрової обробки отриманих зйомок дозволяла об'єктивізувати стан ділянок кісткової тканини.

Під час проведення оперативних втручань для проведення Рентгеноконтролю етапів застосовувався електронно-оптичний перетворювач – ЕОП

Введення у норичі Рентгенконтрастних речовин уточнювало клінічну картину і дозволяло більш досконало спланувати хірургічне лікування.

За звичай цих рентгенологічних досліджень було достатньо, лише у 1 випадку була проведена комп'ютерна томографія.

Вибір відповідного виду променевого дослідження у хворих з незрощеннями кісток гомілки дозволяв спланувати правильну тактику хірургічного лікування.

Також виконувалось ультразвукове дослідження (УЗД) апаратом SonoSite із використанням датчика частотою 15 МГц. Під час обстеження гомілки особливу увагу приділяли наявності рідини в підфасціальному просторі, а також стану фасції, м'язів та судин.

Температурні зміни зумовлені порушенням кровообігу і обмінних процесів. На відміну від інших методів вивчення порушень в ураженій кінцівці, визначення динаміки термоасиметрії є інтегративним показником судинних і обмінних порушень без деталізації процесів, які до цього призводять (ефект «чорної шухляди»).

Раніше застосовувалася методика термографії. Але вона була досить складною – потребувала рідкісної апаратури, була дуже чутливою до сторонніх чинників. В даний час в практичній охороні здоров'я термоасиметрія здійснювалася дистанційними інфрачервоними безконтактними термометрами. Нами з цією метою застосовувався універсальний медичний інфрачервоний сертифікований термометр TERMOFOCUS 016301501.

Вимірювання внутрішньотканинного тиску на гоміліці здійснювали апаратом Striker; для цього використовувалися визначені точки.

Експериментальне обґрунтування оптимальних конструкційних властивостей кільцевих спице-стрижневих фіксаторів було на базі Кафедри динаміки та міцності машин і опору матеріалів, Механіко машинобудівного інституту Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

За допомогою універсальної випробувальної машини TIRATEST-2151 визначаються характеристики міцності і деформації матеріалів з максимальним зусиллям до 5 кН. По всіх параметрам, система фіксації кріплення стержня не тільки через планку, а ще й за допомогою «трикутника жорсткості», мала переваги - більшу жорсткість (стиск вздовж вісі кістки 76,3 Н/мм порівняно з 70,8 Н/мм; згин – 1,19 Н/мм порівняно з 0,99 Н/мм і кручення з 1,52 Н/мм порівняно з 1,38 Н/мм) – перед системою кріплення стержня лише через планку. В подальшому вона і була взята за основу при випробуванні властивостей КФ при різноманітному розташуванні спиць.

Жорсткісні характеристики залежать і від розташування спиць. Найбільш вдалою була наступна компоновка - 3 спиці: 2 під кутом, 1 у площині кільця Жорсткість значно покращилися: здавлення до 76,3; згин до 119 і скручування до 1,52. Від стандартного варіанту (2 спиці у площині кільця) досягли таких покращень показників: жорсткість здавлення підвищилася на 14,4% (до 76,3 Н / мм); згинання – на 30,8% (до 1,19 з 0,91 Н / мм) і скручування на 4,8% (до 1,52 Н / мм). Особливо чутливо поліпшуються ці показники при скрученні. Це дуже важливий момент з клінічної точки зору при

заміщенні великих дефектів дистракційним способом. В експерименті виявлено, що найкращі показники жорсткості фіксації мали варіанти компоновки спиць з перехрестям не лише у фронтальній, а й і у сагітальній площинах. Експериментальні данні говорять про значну підвищеність стабільності системи позавогнищевої фіксації у випадку фіксації стрижня з «ребром жорсткості». Виявлені пріоритетні варіанти компоновки КФ спице-стержневого типу були в подальшому застосовані у хворих основної групи (36 пацієнтів).

Критеріями включення постраждалих були вік від 18 до 60 років, наявність незрощень великогомілкової кістки після переломів, які спостерігалися в терміни не менше ніж 6 місяців після втручання. Із дослідження виключали пацієнтів віком до 18 років, пацієнти із системними або будь-якими скелетними захворюваннями і травмами, що впливають на консолідацію кісток; пацієнти, які спостерігалися менше ніж 6 міс. після демонтажу фіксатора.

Критеріям включення відповідали 36 пацієнтів (31 (85,7%) чоловік, 5 (13,9%) жінок) із незрощеннями кісток гомілки, які отримали комплексне лікування за запропонованою методикою (основна група).

Під час огляду було задокументовано: наявність незрощення, сегментарного дефекту (при наявності), його розміри, ступінь судинно-нервової недостатності та стан м'яких тканин. Усіх пацієнтів було проінформовані про приблизну тривалість лікування і пов'язані з ним ускладнення при проведенні реконструктивної хірургії. Для включення пацієнтів у дослідження було отримано їхню інформовану згоду.

Група порівняння складалася з 42 постраждалих. Критерії відбору відповідали таким, як і в основній групі. Відмінність полягала в тому, що лікування проводили з використанням традиційних методик дистракційного остеосинтезу. Апарати були класичного Ілізаровського компонування - у кільцях проводили по парі перехрещених спиць у горизонтальній площині. Остеотомування великогомілкової кістки для отримання низхідного транспорту

проводилось осциляційною пилкою з хірургічного доступу до 4-5 см із введенням «захисників» - елеваторів.

Порівняльне обстеження стану ураженої і здорової кінцівки показало наступне.

Найбільш інформативною нам здається динаміка асиметрії температур ΔT . При аналізі цього показника звертає на себе увагу відсутність значної динаміки на здоровій гомілці з $31,80 \pm 0,24$ °C до $31,3 \pm 0,2$ °C через 3 місяця після зняття апарату. Натомість на ураженій кінцівці динаміка показника склала динаміку з $28,1 \pm 0,2$ °C до $29,1 \pm 0,2$ °C (ΔT $1,0$ °C), що розцінене нами як свідомство покращення венозного кровотоку та нормалізації обмінних порушень.

Основний принцип визначення ефективності лікування базується на загальноприйнятих оціночних шкалах функціональної оцінки, які включають конкретні функціональні та анатомічні показники, виражені в балах. Одна з найбільш поширених систем оцінки в світі є LEFS.

Сума балів предикторів, яка перевищує критичний рівень (10 балів), вказувала на перевагу запропонованих фіксаторів над іншими імплантованими засобами (див. таблицю 5.1.2).

Була систематизована залежність обсягу резекції та способу кісткової пластики за наступними параметрами: ступінь ураження кісткової тканини запальним процесом, ступінь вираженості репаративної регенерації кісткової тканини; обсяг резекції кісткової тканини. Запропонована оціночна система септичних незрощення The scale of choice of types of extrafocal osteosynthesis of septic nonunion при виборі режимів позаосередкової фіксації кільцевими фіксаторами фрагментів кісток гомілки за наступними параметрами: характер порушення репаративної регенерації кісткової тканини; обсяг резекції кісткової тканини; розмір дійсного дефекту. Так, незрощення атрофічне чи нормотрофічне при дійсному дефекті < 4 см здійснювалася адаптаційна резекція, зіставлення уламків і монолокальний ЧКО; при дефекті > 4 см - білокальний ЧКО і у випадках незрощення гіпертрофічного після резекції

ураженої частини проводився монолокальний ЧКО з можливістю дозованого виправлення кутових зсувів. Аналіз запропонованих показників об'єктивізував вибір способу фіксації КФ у хворих з септичними незрощеннями великогомілкової кістки після переломів.

Пластика септичних дефектів гомілки є актуальною, складно вирішуваною проблемою. Її рішення вимагає комплексного індивідуального підходу. Найбільш важливими параметрами при виборі способу пластики септичних мякотьканинних дефектів гомілки була локалізація, площа ураження і стадія запалення (вираженість альтерації).

Аутодермопластика розщепленими клаптями є технічно найбільш простою, однак ненадійною. Застосовувалася вона як етап або у поєднанні з іншими способами (наприклад, при закритті донорських дефектів або пластиці на пересажену медіальну голівку литкового м'яза).

Клаптик на судинній ніжці з дистальним живленням (суральний шкірно-фасціальний клапоть) є більш складним способом пластики. Але він не вимагає проведення судинного шва. При правильному технічному виконанні пластика суральним клаптем в середній і нижній третині гомілки є достатньо надійною і призводить до гарних результатів.

Пластика септичних дефектів верхньої третини гомілки можлива з використанням медіальної головки литкового м'яза в поєднанні з аутодермопластикою розщепленим клаптем. Метод надійний, відносно легко здійснимий з високою ймовірністю отримання хорошого пластичного результату без порушення функції гомілки.

Найскладнішою є пластика вільним комплексом тканин - торакодорзальний клаптем. Виконувалася вона завжди з мікрохірургами. Вона дозволяє замінювати значні дефекти будь-якої локалізації. Накладення судинних швів потенційно може привести до їх тромбозу і загибелі клаптя, що потребує профілактики тромбозу.

Динаміка показників візуально-аналогової шкали ВАШ свідчили про високу ефективність проведеного знеболювання. Оптимальне пері операційне

знеболювання хворих з дефектами тканин і незрощеннями кісток гомілки була спинномозкова анестезія. Вона доповнювалася застосуванням Декскетопрофену з розчином парацетамолу у вигляді премедикації і знеболення в ранньому післяопераційному періоді. Результати знеболювання після втручання оцінювалася хворими як адекватні. Через 12 годин після початку операції біль пацієнтами оцінювалася як терпима $6,75 \pm 0,8$ балів. Підвищення показників ВАШ в порівнянні з доопераційним рівнем ($2,25 \pm 0,8$ балів) свідчило про поступове зменшення дії спинномозкової анестезії і премедикації. На 12 годину після початку операції дію спинномозкової анестезії практично припинялося, а больова імпульсація була значною. Знеболювання забезпечувалося дією Декскетопрофену (придушення механізмів центрального і периферичного генезу болю). Потреба в введенні промедолу зменшувалася. Через 24 і 48 годин після втручання ($3,05 \pm 0,7$ і $2,15 \pm 0,6$ балів відповідно) біль була слабо виражена і легко сприймалася хворими. Це призвело до того, що у переважної більшості прооперованих з використанням декскетопрофену промедол вводився в кількості 1,0 мл одноразово, і лише у 1 знадобилося його повторне введення.

Застосування напівжорсткої індивідуальної системи фіксації дозволяло досягти стабільності, з'являлася можливість почати функціональне навантаження в ранньому періоді. Вільні колінний і гомілковостопний суглоби робили можливим їх функціонування в повному обсязі. Здійснювалася профілактика м'язової атрофії, що робило можливим і проведення пневмомасажу через пов'язку і як загальний результат, поліпшувалися результати реабілітації хворих з незрощеннями гомілки після переломів. Результати лікування постраждалих з незрощеннями великогомілкової кістки з проведенням первинної фіксації спице-стержньовими КФ і подальшим застосуванням напівжорстких систем фіксації на фінальному етапі слід вважати хорошими. Ускладнень, зумовлених запропонованим комплексним лікуванням, не спостерігалось.

Отримані результати, були оцінені як перспективні за шкалою LEFS. У 24 пацієнтів (69,5%) були отримані хороші результати, що становили $30,45 \pm 0,88$ балів. Це значення порівнювалося з початковими характеристиками спостережень (36 хворих з 23 бальною оцінкою функцією) дисперсія між 2 групами 0,188953151; t оцінка даних – 44,10264282; ступінь свободи – 54,00. Значення $p < 0,001$ вказувало на високу статистичну значущість отриманих результатів. Задовільні результати були отримані у 7 хворих; склали $28,0 \pm 0,125$ балів – 19,4%. Дисперсія склала 0,40824829; t оцінка даних - 12,24744871; $p < 0,001$ при ступені свободи 40,00. Погані, незадовільні результати спостерігалися в 1 випадку (2,8%) в основній групі; відмінний функціональний статус – у 3(8,3%); в 4(9,5%) та 1(2,4%) відповідно у групі порівняння.

ВИСНОВКИ

1. Розвиток ускладнень вимагає системного оцінювання і обґрунтованого індивідуального виду фіксації на кожному етапі. Поза вогнищевий остеосинтез септичних незрощень великогомілкової кістки є найкращим вибором. Методи позавогнищевого остеосинтезу різноманітні. Недоліки кільцевих фіксаторів можуть бути покращені на основі підвищення стабільності фіксації з урахуванням експериментальних даних жорсткості. Довготривалість застосування фіксації, необхідність ранньої повноцінної реабілітації робить логічним і необхідним перехід з зовнішньої фіксації до фіксації індивідуальними напівжорсткими функціональними пов'язками. Вибір тактики хірургічного лікування залежить від ступеню змін в сегменті: стан м'яких тканин, характер ураження фрагментів. Методи хірургічного лікування включають обробку зони незрощення, фасціотомію, резекцію малогомілкової кістки, пластику зони незрощення. Всі етапи лікування повинні містити реабілітаційні елементи, які б дозволяли відновити функцію в ранні строки.

2. Анатомо-біомеханічне експериментальне дослідження напружено-деформованого стану в системі фіксатор-кістка довело, що система фіксації кріплення стержня не тільки через планку, а й за допомогою «трикутника жорсткості», має переваги - більшу жорсткість (стиск вздовж вісі кістки 76,3 Н/мм порівняно з 70,8 Н/мм; згин – 1,19 Н/мм порівняно з 0,99 Н/мм і кручення з 1,52 Н/мм порівняно з 1,38 Н/мм) – перед системою кріплення стержня лише через планку. В подальшому вона і була взята за основу при випробуванні властивостей КФ при різноманітному розташуванні спиць.

3. Характеристики жорсткості залежать від розташування спиць. Експериментально доведено ефективність компоновки 3 спиць, 2 з яких під кутом, 1 у площині кільця, що значно підвищило жорсткість конструкції: здавлення до 76,3; згин до 119 і скручування до 1,52. В порівнянні зі стандартним варіантом (2 спиці у площині кільця) досягнуто покращень таких показників: жорсткість здавлення підвищилася на 14,4% (до 76,3 Н / мм);

згинання – на 30,8% (до 1,19 з 0,91 Н / мм) і скручування на 4,8% (до 1,52 Н / мм). З клінічної точки зору, покращення показників при скрученні є найбільш значимими, особливо при заміщенні великих дефектів дистракційним способом.

4. Розроблено алгоритм The scale of choice of types of extrafocal osteosynthesis of septic nonunion [114, 113, 27], призначений для вибору режимів поза осередкової фіксації кісток гомілки з використанням кільцевих фіксаторів за наступними параметрами: характер порушення репаративної регенерації кісткової тканини; обсяг резекції кісткової тканини; розмір дійсного дефекту. При атрофічному чи нормотрофічному незрощенні з дійсним дефектом < 4 см здійснювалася адаптаційна резекція, зіставлення уламків і монолокальний ЧКО; при дефекті >4 см - білокальний ЧКО і у випадках незрошення гіпертрофічного після резекції ураженої частини проводився моно локальний ЧКО з можливістю поступового коригування кутових зміщень. Аналіз запропонованих показників об'єктивізував вибір способу фіксації КФ у хворих із септичними незрошеннями великогомілкової кістки після травматичних переломів.

5. Впровадження розробленого алгоритму та застосування моделі кільцевого фіксатора спице-стерженьового типу при лікуванні пацієнтів з незрошеннями великогомілкової кістки дозволяє достовірно покращити функціональні результати лікування обраної категорії пацієнтів. Ускладнень, зумовлених запропонованим комплексним лікуванням, не спостерігалось. Застосування напівжорсткої індивідуальної системи фіксації дозволяє досягти необхідного рівня стабільності в системі кістка-фіксатор та почати функціональне навантаження в ранньому періоді, при цьому, вільні колінний і гомілковостопний суглоби зберігають функціонування в повному обсязі. Використання напівжорсткої індивідуальної системи фіксації покращує умови кровообігу за рахунок проведення пневмомасажу через пов'язку. Такий комплекс лікувальних заходів забезпечує профілактику м'язової атрофії та поліпшує результати реабілітації пацієнтів з незрошеннями гомілки після

переломів. Аналіз результатів в групах клінічного спостереження показав, що застосування розробленого алгоритму та кільцевого фіксатора спице-стержньового типу у пацієнтів основної групи забезпечило достовірно ($p < 0,05$) кращий функціональний результат відносно групи порівняння, що оцінено за міжнародною шкалою LEFS.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Байда М, Рушай А, Мартинчук А, Мусиенко О. Оптимізація компонування кільцевих шпiце-стрижневих фіксаторів на ґрунті експериментальних даних під час лікування незрощень кісток гомілки Український науковий медичний молодіжний журнал. 2022;134(4):37-43. doi: [https://doi.org/10.32345/USMYJ.4\(134\).2022.37-43](https://doi.org/10.32345/USMYJ.4(134).2022.37-43)
2. Гайко ГВ, Страфун СС, Бур'янов ОА, Борзих ОВ, Долгополов ОВ, Лисак АС, Шипунов ВГ, Ярмолюк ЮО. Компартмент синдром при вогнепальних пораненнях кінцівок. Методичні рекомендації. Київ; 2015: 24.
3. Гельсінська декларація Всесвітньої медичної асоціації "Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження": Декларація ; Всесвітня медична асоціація від 01.06.1964. Редакція від 01.10.2008. Доступно з: https://zakon.rada.gov.ua/go/990_005
4. Грицай М, Колов Г, Сабадош В, Видерко Р, Половий А, Гуцайлюк В. Основні хірургічні методи заміщення критичних кісткових дефектів великогомілкової кістки. Огляд літератури. Ч. 2. Terra orthopaedica. 2024; 2(121): 45-53. <https://doi.org/10.37647/2786-7595-2024-121-2-45-53>
5. Жагдаль А, Рушай А. Індивідуальні напівжорсткі функціональні пов'язки як фінальний етап лікування складних незрощень кісток гомілки після попередньої фіксації кільцевими апаратами Ілізарова. Молодий вчений. 2020;81: 325-328. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-5-81-66>
6. Жагдаль АА, Рушай АК, Мартинчук ОО, Байда МВ. Мультиmodalне знеболювання як складова частина лікувального комплексу у хворих із незрощенням кісток гомілки в періопераційному періоді. Медицина невідкладних станів. 2020;16(6):40-43 doi: <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.22141/2224-0586.16.6.2020.216508>
7. Климовицький ВГ, Черниш ВЮ, Климовицький ФВ. Зовнішній чрезкістковий остеосинтез при лікуванні поза суглобових переломів кісток гомілки. Показання, ускладнення, результати застосування. Травма.

2016;17(2):18–22. Доступно з: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Travma_2016_17_2_5

8. Кубаш ВІ. Діагностика та лікування посттравматичного остеомієліту довгих кісток у хворих в умовах дефіциту йоду. Дис. канд. мед. наук. Харків; 2018. 210 с. https://sytenko.org.ua/wp-content/uploads/thesis/Kubash_VI_Thesis.pdf

9. Кучин ЮЛ, Горошко ВР, Кузнецов АД, Слободянюк АТ, Сич ОС. Аналіз лікування болю в деяких лікувальних закладах міста Києва, які лікують поранених комбатантів. *Pain, anaesthesia & intensive care*, 2024;3(108):21–24. [https://doi.org/10.25284/2519-2078.3\(108\).2024.310494](https://doi.org/10.25284/2519-2078.3(108).2024.310494)

10. Кучин ЮЛ, Кузнецов АД, Гибало РВ, Слободянюк АТ, Мервінський НС, Драч СО, Горошко ВР. Особливості організації знеболювання опіоїдними аналгетиками в пацієнтів з фантомними болями після ампутації кінцівок унаслідок вогнепальних поранень Медицина невідкладних станів. 2023; 19(4): 257–260. <https://doi.org/10.22141/2224-0586.19.4.2023.1593>

11. Кучин ЮЛ, Сташкевич АВ, Тарасенко СО. Вплив початку тромбопрофілактики на частоту геморагічних та тромботичних ускладнень у хворих з травмою. *Досягнення біології та медицини*. 2014; 1(19):57-61. Доступно з: <https://files.odmu.edu.ua/biomed/2012/01/d121.pdf>

12. Кучин ЮЛ. Лікування болю в пацієнтів із травмою: огляд даних доказової медицини. *Новости медицини та фармації*. 2015;(1):14-15. Доступно з: <http://www.mif-ua.com/archive/article/40025>

13. Кучин ЮЛ. Проблеми знеболювання травматологічних та ортопедичних хворих у післяопераційному періоді, яким проводиться тромбопрофілактика: безпечність одночасного призначення нестероїдних протизапальних лікарських засобів та низькомолекулярних гепаринів. *Травма*. 2014;15(5):15-19. Доступно з: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Travma_2014_15_5_4

14. Лакша АА. Біомеханічне обґрунтування застосування систем зовнішньої фіксації в хірургічному лікуванні поранених з вогнепальними переломами довгих кісток (клініко-експериментальне дослідження) Дис. канд мед наук. Лиман; 2018, с. 29.

15. Медична статистика. Доступно з:
http://medstatistic.ru/theory/t_criteria.html
16. Науменко ЛЮ, Костиця КЮ, Маметьєв АО. Особливості консервативного лікування хворих з після травматичними контрактурами міжфалангових суглобів пальців кисті. Травма. 2021;21(2):44–52.
<https://doi.org/10.22141/1608-1706.2.21.2020.202233>
17. Основи законодавства України про охорону здоров'я : Закон України № 2801-ХІІ від 19.11.1992. (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1993, № 4, ст.19). [Редакція від 01.10.2023]. Доступно з:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text>
18. Остафійчук ДІ, Шайко-Шайковський ОГ, Білов МЄ, Чіботару КІ. Термографія, застосування в медицині. Клінічна та експериментальна патологія. 2019;18(1):126-131. <https://doi.org/10.24061/1727-4338.XVIII.1.68.2019.21>
19. Пашенко АВ, Хмизов СО, Тяжелов ОА, Карпінський МЮ, Яресько ОД. Вивчення напружено-деформованого стану системи «інтрамедулярний фіксатор — уламки» на різних етапах відновлення функції сегмента кінцівки після хірургічних втручань. Травма. 2016;17(6):62-75. doi:
<http://dx.doi.org/10.22141/1608-1706.6.17.2016.88619>.
20. Про затвердження Інструкції про проведення клінічних випробувань лікарських засобів та експертизи матеріалів клінічних випробувань та Типового положення про комісію з питань етики : наказ МОЗ України N 281 від 01.11.2000 [зі змінами]. Наказ втратив чинність на підставі Наказу МОЗ N 66 (z0252-06) від 13.02.2006
https://zakononline.com.ua/documents/show/210966_515024
21. Про лікарські засоби : Закон України № 123/96-ВР від 04.04.1996 (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1996, № 22, ст. 86)
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/123/96-%D0%B2%D1%80#Text>
22. Рушай А, Байда М, Мартинчук О. Використання антизгортальних препаратів у комплексному лікуванні незрощень кісток гомілки. Медична наука

України. 2022;18(4):57-64. doi: <https://doi.org/10.32345/2664-4738.4.2022.09>

23. Рушай АК, Байда МВ, Мартинчук ОО, Мусієнко ОС, Фам Д.К. Експериментальне обґрунтування оптимальних конструкційних властивостей кільцевих спице-стрижневих фіксаторів. Травма. 2022;23(4):34–38. doi: <http://dx.doi.org/10.22141/1608-1706.4.23.2022.907>

24. Рушай АК, Байда МВ, Мартинчук ОО, Мусієнко ОС. Параметри жорсткості різних модифікацій кільцевих фіксаторів. Медична наука України, 2022;18(3):35-38. <https://doi.org/10.32345/2664-4738.3.2022.05>

25. Рушай АК, Борзих ОВ, Мартинчук ОО. Реконструкція складних випадків септичних незрощень великогомілкової кістки. Травма. 2021;20(3):17–22. <https://doi.org/10.22141/1608-1706.3.20.2019.172089>

26. Рушай АК, Данькевич ВП, Мартинчук ОО, Байда МВ. Оцінка ролі первинної фіксації переломів кісток гомілки у розвитку асептичних незрощень великогомілкової кістки. Травма. 2020;21(5):10-13 DOI:[10.22141/1608-1706.5.21.2020.217084](https://doi.org/10.22141/1608-1706.5.21.2020.217084)

27. Рушай АК, Данькевич ВП, Мартинчук ОО, Байда МВ, Жагдаль АА. Фіксація уламків при складних реконструкціях переломів кісток гомілки. Травма. 2020;21(2):26-33. <http://www.mif-ua.com/archive/article/49162>

28. Рушай АК, Жагдаль АА, Лісайчук ЮС, Данькевич ВП. Патент на корисну модель № UA138000. Спосіб виконання масажу ураженої кінцівки через напівжорстку систему фіксації Softcast/Scotchcast. 11.11.2019.

29. Рушай АК, Климовицький ВГ, Мартинчук ОО, Байда МВ, Жагдаль АА. Напівжорсткі індивідуальні етапні функціональні пов'язки при дистракційному заміщенні дефекту кісток гомілки після переломів. Травма. 2020;21(2):59-65 <https://doi.org/10.22141/1608-1706.2.21.2020.202235>.

30. Рушай АК, Лісайчук ЮС, Жагдаль АА, Мартинчук ОО, Байда МВ. Напівжорсткі розвантажувальні системи фіксації у хворих з захворюваннями чи травмами кінцівок. International scientific and practical conference. Lublin, Republic of Poland, September 25–26, 2020. Lublin, 2020. 62–64. doi: <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-81-5-1.44>

31. Рушай АК, Лісайчук ЮС, Мартинчук ОО, Байда МВ. Білокальний остеосинтез великогомілкової кістки кільцевими фіксаторами в лікуванні незрощень. Травма. 2020;21(6):41-45 doi: <https://doi.org/10.22141/1608-1706.6.21.2020.223887>
32. Рушай АК, Скиба ВВ, Данькевич ВП, Бебих АР. Позавогнищевий черезкістковий остеосинтез у комплексному лікуванні пацієнтів із несправжніми суглобами великогомілкової кістки. Травм. 2017;18(6):24-29 doi: <http://dx.doi.org/10.22141/1608-1706.6.18.2017.121181>
33. Рушай АК, Скиба ВВ, Лісайчук ЮЛ, Ковальчук ВС, Данькевич ВП, Жагдаль АА, Байда МВ. Профілактика гнійно-некротичних ускладнень у травматологічних хворих (тези). В: II з'їзд ГО «Всеукраїнська асоціація травматології та остеосинтезу» : матеріали з'їзду, 12-13 березня 2020 р. Київ, с.43–44
34. Рушай АК, Скиба ВВ, Лісайчук ЮС, Бабенков ГД, Ковальчук ВС, Данькевич ВП, Мартинчук АА, Жагдаль ОО, Байда МВ, Хомут ЮЮ. Засади пластики септичних дефектів м'яких тканин гомілки. Вісник невідкладної і відновної медицини. 2020;2(1):3–11.
35. Страфун СС, Грицай МП, Вовченко АЯ. Ультразвукова діагностика після травматичних ішемічних ушкоджень гомілки внаслідок перелому її кісток. Травма. 2013; 12(2): 28-32.
36. Страфун СС, Долгополов АВ, Боєр ВА. Оцінка ефективності комплексного лікування хворих з ішемічною контрактурою кисті та стопи. Травма. 2016;17(1):7-16
37. Страфун СС, Шипунов ВГ, Савка ІС, Цівина СА, Борзих НО. Спосіб фасціотомії кістково-фасціальних футлярів при компартмент-синдромі внаслідок вогнепальних поліструктурних ушкоджень кінцівки. [Збірник]. 2020;27(2):371-379. <https://doi.org/10.32751/2310-4910-2020-27-60>
38. Шидловський МС, Лакша АА, Мусієнко ОС. Визначення оптимального розташування стержнів в апаратах для фіксації вогнепальних переломів. Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта. В: Матеріали

XVIII міжнародної науково-технічної конференції (Київ, 29 червня – 1 липня 2017). Київ. 2017; 55-57.

39. Шимон ВМ, Кубаш ВІ. Сучасний стан проблеми остеомієліту (аналітичний огляд літератури). Травма. 2018;19(4):101-104. doi: <https://10.22141/1608-1706.4.19.2018.142113>

40. Acosta Quiroz CO, García-Flores R, Echeverría-Castro SB. The Geriatric Depression Scale (GDS-15): Validation in Mexico and Disorder in the State of Knowledge. *Int J Aging Hum Dev.* 2021 Oct;93(3):854-863. doi: 10.1177/0091415020957387.

41. Adioetomo SM, Mujahid G, Posselt H. Indonesia on the thres hold of population ageing. 2014 [cited 2020 Apr 14]. Available from: https://indonesia.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/BUKU_Monograph_No1_Ageing_03_Low-res.pdf

42. Alalaf SK, Jawad RK, Muhammad PR, Ali MS, Al Tawil NG. Bemiparin versus enoxaparin as thromboprophylaxis following vaginal and abdominal deliveries: a prospective clinical trial. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2015 Mar 28; 15: 72.DOI: 10.1186/s12884-015-0515-2

43. Albuquerque NF, Lopes BS. Musculoskeletal applications of infrared thermography on back and neck syndromes: a systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2021 Jun;57(3):386-396. doi: 10.23736/S1973-9087.20.06287-5.

44. Alford AI, Nicolaou D, Hake M, McBride-Gagy S. Masquelet's induced membrane technique: Review of current concepts and future directions. *J Orthop Res.* 2021 Apr;39(4):707-718. doi: 10.1002/jor.24978.

45. Andrzejowski P, Giannoudis PV. The 'diamond concept' for long bone non-union management. *J Orthop Traumatol.* 2019 Apr 11;20(1):21. doi: 10.1186/s10195-019-0528-0

46. Ankin M, Petryk T, Ladyka V, Roienko V. Preoperative Incidence of Lower Extremity Venous Thrombosis in Patients with Femoral Neck Fractures. *Trauma.* 2022 Jan. 21;17(4):66-9. Available at: <https://trauma.zaslavsky.com.ua/index.php/journal/article/view/450>

47. Ankin ML, Petryk TM, Radomski OA, Ladyka VA, Kerechany IV, Fedoniuk LY, Sas MP. Long-term results of treating patients with open fractures of low-leg bones. *Wiad Lek.* 2022;75(4 pt 1):803-808. <https://doi.org/10.36740/WLek202204110>
48. Ankin NL, Petryk TM, Ladyka VA, Ankin LN. Surgical treatment of victims of soft tissue damage due to open fractures of the shin bones. *Wedge Surgery.* 2017;(12):52-55 Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/KIKh_2017_12_16
49. Ashcherkin N, Patel AA, Algeciras-Schimmich A, Doshi KB. Bone turnover markers to monitor oral bisphosphonate therapy. *Cleve Clin J Med.* 2023 Jan 3;90(1):26-31. doi: 10.3949/ccjm.90a.22002.
50. Baida M, Rushay A, Martynchuk O. Clinical case of treatment of septic defect of bone and soft tissues of the lower leg. *Ukrainian Scientific Medical Youth Journal.* 2024;144(1):125-127.doi: [https://doi.org/10.32345/USMYJ.1\(144\).2024.125-127](https://doi.org/10.32345/USMYJ.1(144).2024.125-127)
51. Bezstarosti H, Metsemakers WJ, van Lieshout EMM, Voskamp LW, Kortram K, McNally MA, Marais LC, Verhofstad MHJ. Management of critical-sized bone defects in the treatment of fracture-related infection: a systematic review and pooled analysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2021 Jul;141(7):1215-1230. doi: 10.1007/s00402-020-03525-0.
52. Bigoni M, Turati M, Afonso D, Glard Y. Compression of tibial septic hypertrophic nonunion using Hexapod external fixator without debridement: a possible option in selected cases. *Minerva ortopedica.* 2017;68(2):126–129. <https://doi.org/10.23736/S0394-3410.17.03784-5>.
53. Bliven EK, Greinwald M, Hackl S, AugatP. External fixation of the lower extremities: Biomechanical perspective and recent innovations. *Injury.* 2019 Jun;50 Suppl 1:S10-S17. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.03.041>.
54. Bowers KM, Anderson DE. Delayed Union and Nonunion: Current Concepts, Prevention, and Correction: A Review. *Bioengineering.* 2024; 11(6):525. <https://doi.org/10.3390/bioengineering11060525>
55. Calori GM, Albisetti W, Agus A, Iori S, Tagliabue L. Risk factors

contributing to fracture non-unions. *Injury*. 2007 May;38 Suppl 2:S11-8. doi: [https://doi.org/10.1016/s0020-1383\(07\)80004-0](https://doi.org/10.1016/s0020-1383(07)80004-0).

56. Calori GM, Colombo M, Mazza EL, Mazzola S, Malagoli E, Marelli N, Corradi A. Validation of the Non-Union Scoring System in 300 long bone non-unions. *Injury*. 2014 Dec;45 Suppl 6:S93-7. doi: 10.1016/j.injury.2014.10.030.

57. Calori GM, Phillips M, Jeetle S, Tagliabue L, Giannoudis PV. Classification of non-union: need for a new scoring system? *Injury*. 2008;39(2):S59–63. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(08\)70016-0.48](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(08)70016-0.48)

58. Cao ZM, Sui XL, Xiao Y, Qing LM, Wu PF, Tang JY. Efficacy comparison of vascularized iliac crest bone flap and Ilizarov bone transport in the treatment of traumatic bone defects of the tibia combined with large soft tissue defects. *J Orthop Surg Res*. 2023 May 11;18(1):349. doi: 10.1186/s13018-023-03783-9.

59. Chalak A, Singh S, Shetty S, Kale S, Singh P, Ghodke A. A Novel technique of three-ring Ilizarov fixator frame in gap non-union of tibia. *J Clin Orthop Trauma*. 2021 Oct 19;23:101639. doi: 10.1016/j.jcot.2021.101639.

60. Chaudhary MM. Infected nonunion of tibia. *Indian J Orthop*. 2017 May-Jun;51(3):256-268. https://doi.org/10.4103/ortho.IJOrtho_199_16.

61. Chow SK, Gao Q, Pius A, Morita M, Ergul Y, Murayama M, Shinohara I, Cekuc MS, Ma C, Susuki Y, Goodman SB. The Advantages and Shortcomings of Stem Cell Therapy for Enhanced Bone Healing. *Tissue Eng Part C Methods*. 2024 Oct;30(10):415-430. doi: 10.1089/ten.TEC.2024.0252.

62. Ciccone MM, Cortese F, Corbo F, Corrales NE, Al-Momen AK, Silva A, Zito A, Pinto M, Gesualdo M, Scicchitano P. Bemiparin, an effective and safe low molecular weight heparin: a review. *Vascul Pharmacol*. 2014 Jul; 62(1): 32–7. DOI: 10.1016/j.vph.2014.03.001

63. Cunningham BP, Brazina S, Morshed S, Miclau T 3rd. Fracture healing: A review of clinical, imaging and laboratory diagnostic options. *Injury*. 2017 Jun;48 Suppl 1:S69-S75. doi: 10.1016/j.injury.2017.04.020.

64. Daolagupu AK, Mudgal A, Agarwala V, Dutta KK. A comparative study

of intramedullary interlocking nailing and minimally invasive plate osteosynthesis in extraarticular distal tibial fractures. *Indian J Orthop.* 2017 May-Jun;51(3):292-298. <https://doi.org/10.4103/0019-5413.205674>.

65. de Munter L, Polinder S, van de Ree CLP, Kruithof N, Lansink KWW, Steyerberg EW, de Jongh MAC. Predicting health status in the first year after trauma. *Br J Surg.* 2019 May;106(6):701-710. doi: 10.1002/bjs.11132

66. Duan A, Xiang Z, Fan Y, Duan W, Wei Q, Duan X. Evaluating the clinical efficacy of the antero lateral thigh flap in lower limb reconstruction surgeries: a systematic review and meta-analysis. *Am J TranslRes.* 2024 Jul 15;16(7):3326-3337. <https://doi.org/10.62347/HFVE6316>

67. Egol KA, Nauth A, Lee M, Pape HC, Watson JT, Borrelli J Jr. Bone Grafting: Sourcing, Timing, Strategies, and Alternatives. *J Orthop Trauma.* 2015 Dec;29 Suppl 12:S10-4. doi: 10.1097/BOT.0000000000000460.

68. Falkner F, Bigdeli AK, Thomas B, Panayi A, Mayer S, Vollbach F, Kneser U, Gazyakan E. A single-center retrospective comparison of musculocutaneous free flaps for posterior elbow defect reconstruction. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2024 Jul 30;97:287-295. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2024.07.052>.

69. Ferreira N, Marais LC, Esterhuizen TM. Factors associated with treatment failure of aseptic tibial nonunions managed by circular external fixation. *J Limb Lengthen Reconstr.* 2017; 3: 31-6. <http://www.jlimblengthrecon.org/text.asp?2017/3/1/31/202211>

70. Fragomen AT, Rozbruch SR. The mechanics of external fixation. *HSS J.* 2007 Feb;3(1):13-29. <https://doi.org/10.1007/s11420-006-9025-0>.

71. Gaddi D, Gatti SD, Piatti M, Poli A, De Rosa L, Riganti A, Zatti G, Bigoni M, Turati M. Non-Union Scoring System (NUSS): Is It Enough in Clinical Practice? *Indian J Orthop.* 2022 Dec 10;57(1):137-145. <https://doi.org/10.1007/s43465-022-00767-5>.

72. Gamulin A, Wuarin L, Zingg M, Belinga P, Cunningham G, Gonzalez AI. Association between open tibia fractures and acute compartment syndrome: A retrospective cohort study. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2022

Sep;108(5):103188.<https://doi.org/10.1016/j.otsr.2021.103188>.

73. García Becerra A, Olguín Tiznado JE, García Alcaraz JL, Camargo Wilson C, López Barreras JA, Cano Gutiérrez JC, Garcia-Rivera RB. Temperature Asymmetry Analysis between Left and Right Wrist with Sensory and Infrared Thermography. *Int J Environ Res and Public Health*. 2022; 19(16):10240. <https://doi.org/10.3390/ijerph191610240>

74. Gaurav N. A study to evaluate the functional and radiological outcome of the Ilizarov ringfixator in the treatment of infected non-union fractures of the tibia. *Int. J. Orthop. Sci.* 2023;9(3):24-28. <https://doi.org/10.22271/ortho.2023.v9.i3a.3401>

75. Gertz AM. The Sawbones Book: The Hilarious, Horrifying Road to Modern Medicine. *Fam Med*. 2019;51(10):865-866. <https://doi.org/10.22454/FamMed.2019.570487>.

76. Grivas TB, Magnissalis EA. The use of twin-ring Ilizarov external fixator constructs: application and biomechanical proof-of-principle with possible clinical indications. *J Orthop Surg Res*. 2011 Aug 11;6:41. <https://doi.org/10.1186/1749-799X-6-41>.

77. Hassan B, Fairchild B, Grant MP, Lamaris GA. The Role of the Fascia-Only Anterolateral Thigh Flap in Extremity Reconstruction: The Fascia-Only Anterolateral Thigh Flap. *Ann Plast Surg*. 2024 Apr 1;92(4):412-417. <https://doi.org/10.1097/SAP.0000000000003878>.

78. Henkelmann R, Frosch KH, Glaab R, Lill H, Schoepp C, Seybold D et al. Infection following fractures of the proximal tibia: a systematic review of incidence and outcome. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18(1):481. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1847-z>.

79. Karsli B, Bahadir Tekin S, Kılınçoğlu V. Does the non-union scoring system (NUSS) affect the treatment approach of non-union. *Exp Biomed Res*. 2021;4(4):262-9 <https://doi.org/10.30714/j-ebr.2021471920>

80. Kawoosa AA, Mantoo SA, Ali N, Dar GN. Clinical - Radiological Results of Tibial Bicondylar Fractures Managed with Ilizarov Technique with or

without Minimal Internal Fixation. *Malays Orthop J.* 2022 Mar;16(1):18-27. <https://doi.org/10.5704/MOJ.2203.004>.

81. Kingsly P, Hementha Kumar G, Mohamed Zubair. A, Buvanesh Janakiraman. Functional out come of infected nonunion of tibia with bone transport. *Int J Acad Med Pharm.* 2023;5(3):2400-2403 <https://doi.org/10.47009/jamp.2023.5.3.471>

82. Klymovytsky V, Chernysh V, Klymovytsky F, Demochka S, Nekhno V. The use of external transosseous osteosynthesis in the practice of the trauma department of a city hospital (on the example of Kramatorsk city hospital No. 3). *Trauma.* 2022;18(2):36–40. <https://doi.org/10.22141/1608-1706.2.18.2017.102556>

83. Klymovytsky VG, Chernysh VY, Klymovytsky FV, Demochka SV, Nekhno VS. The use of external transosseous osteosynthesis in the practice of the specialized trauma department of a city hospital (for example, city hospital No. 3 in Kramatorsk). *Trauma.* 2017;18(2):36-40. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Travma_2017_18_2_7

84. Klymovytsky VG, Chernysh VYu, Lafy Hatem. A differentiated approach to choosing a method of osteosynthesis of non-articular fractures of the shin bones. *Ukrainian Journal of Clinical and Laboratory Medicine.* 2013;8(2):70-74. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ujkl_2013_8_2_18

85. Klymovytskyi VG, Chernysh VYu, Klymovytskyi FV. External transosseous osteosynthesis in the treatment of extra-articular fractures of the tibia: indications, complications, application results. *Trauma.* 2016;17(2):18-22. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Travma_2016_17_2_5

86. Koban KC, Kuhlmann C, Wachtel N, Hirschmann M, Hellweg M, Karcz KW, Giunta RE, Ehrl D. To Shrink or Notta Shrink? An Objective Assessment of Free Gracilis Muscle Volume Change in Lower-Extremity Defect Reconstruction. *J. Clin. Med.* 2024;13:4811. <https://doi.org/10.3390/jcm1316411>

87. Kuchin YL. Neuraxial anesthesia in patients requiring prevention of thrombotic complications using anticoagulants. *Emergency medicine.* 2009;3(4):86-91. Available at: <http://www.mif-ua.com/archive/article/9391>

88. Kuchyn I, Horoshko V. Chronic pain in patients with gunshot wounds. *BMC Anesthesiol.* 2023;23:47. <https://doi.org/10.1186/s12871-023-02005-3>
89. Lee ZH, Daar DA, Yu JW, Kaoutzanis C, Saadeh PB, Thanik V, Levine JP. Updates in Traumatic Lower Extremity Free Flap Reconstruction. *Plast Reconstr Surg.* 2023 Nov 1;152(5):913e-918e <https://doi.org/10.1097/PRS.00000000000010404>.
90. Liu K, Zhang H, Maimaiti X, Yusufu A. Bifocal versus trifocal bone transport for the management of tibial bone defects caused by fracture-related infection: a meta-analysis. *J Orthop Surg Res.* 2023 Feb 25;18(1):140. doi: 10.1186/s13018-023-03636-5.
91. Lovisetti G, Vulcano E, Bettella L, Cook R, Sala F, Muelle JD, Talamonti T. Circular External Fixation as an Alternative Method of Stabilization for Extra-articular Tibia Fractures in the Elderly. 2021 Jan–Jun;7(1):1-7. https://doi.org/10.4103/jllr.jllr_30_20.
92. Maimaiti X, Liu K, Yusufu A, Xie Z. Treatment of tibial bone defects caused by infection: a retrospective comparative study of bone transport using a combined technique of unilateral external fixation over an intramedullary nail versus circular external fixation over an intramedullary nail. *BMC Musculoskelet Disord.* 2024 Apr 12;25(1):284. doi: 10.1186/s12891-024-07377-2.
93. McKellop HA, Llinás A, Sarmiento A. Effects of tibial malalignment on the knee and ankle. *Orthop Clin North Am.* 1994 Jul;25(3):415-23. <https://doi.org/10.2106/00004623>
94. Medcalc Easy-to-use statistical software. Available at: <https://www.medcalc.org/calc/>
95. Mikulska D. Współczesne możliwości zastosowania termografii wizyjnej w diagnostyce medycznej [Contemporary applications of infrared imaging in medical diagnostics]. *Ann Acad Med Stetin.* 2006;52(1):35-9; discussion 39-40. Polish.
96. Mioc ML, Prejbeanu R, Deleanu B, Anglitoiu B, Haragus H, Niculescu M. Extra-articular distal tibia fractures-controversies regarding treatment options. *A*

single-centre prospective comparative study. *Int Orthop*. 2018 Apr;42(4):915-919. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-3775-4>.

97. Moriarty TF, Metsemakers WJ, Morgenstern M, Hofstee MI, Vallejo Diaz A, Cassat JE, Wildemann B, Depypere M, Schwarz EM, Richards RG. Fracture-related infection. *Nat Rev Dis Primers*. 2022 Oct 20;8(1):67. <https://doi.org/10.1038/s41572-022-00396-0>.

98. O'Halloran K, Coale M, Costales T, Zerhusen T Jr, Castillo RC, Nascone JW, O'Toole RV. Will My Tibial Fracture Heal? Predicting Nonunion at the Time of Definitive Fixation Based on Commonly Available Variables. *Clin Orthop Relat Res*. 2016 Jun;474(6):1385-95. doi: 10.1007/s11999-016-4821-4.

99. Oswald J, Salemi S, Michel BA, Sprott H. Use of the Short-Form-36 Health Survey to detect a subgroup of fibromyalgia patients with psychological dysfunction. *Clin Rheumatol*. 2008 Jul;27(7):919-21. doi: <https://doi.org/10.1007/s10067-008-0874-4>

100. O'Toole RV, Gary JL, Reider L, Bosse MJ, Gordon WT, Hutson J, Quinnan SM, Castillo RC, Scharfstein DO, MacKenzie EJ; METRC. A Prospective Randomized Trial to Assess Fixation Strategies for Severe Open Tibia Fractures: Modern Ring External Fixators Versus Internal Fixation (FIXIT Study). *J Orthop Trauma*. 2017 Apr;31 Suppl 1:S10-S17. doi: <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000804>.

101. Özkan S, Nolte PA, van den Bekerom MPJ, Bloemers FW. Diagnosis and management of long-bone nonunions: a nationwide survey. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2019 Feb;45(1):3-11. doi: 10.1007/s00068-018-0905-z.

102. Pal CP, Kumar H, Kumar D, Dinkar KS, Mittal V, Singh NK. Comparative study of the results of compound tibial shaft fractures treated by Ilizarov ring fixators and limb reconstruction system fixators. *Chin J Traumatol*. 2015;18(6):347-51. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2015.08.006>.

103. Paley D, Catagni MA, Argnani F, Villa A, Benedetti GB, Cattaneo R. Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1989;241:146-165. <https://doi.org/10.1097/00003086-198904000->

00017.

104. Perut F, Roncuzzi L, Gómez-Barrena E, Baldini N. Association between Bone Turnover Markers and Fracture Healing in Long Bone Non-Union: A Systematic Review. *J Clin Med.* 2024 Apr 17;13(8):2333. doi: 10.3390/jcm13082333.

105. Pogliacomì F, Schiavi P, Calderazzi F, Ceccarelli F, Vaienti E. When is indicated fibular fixation in extra-articular fractures of the distal tibia? *Acta Biomed.* 2019 Jan 15;89(4):558-563. <https://doi.org/10.23750/abm.v89i4.7775>.

106. Pollak TL. Mechanische Eigenschaften zweier unterschiedlicher Miniimplantat-Designs bei Eindrehen in Knochen und Knochenersatzmaterial. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde der Medizinischen Fakultät der Eberhard Karls Universität zu Tübingen. 2020:85. https://tobias-lib.uni-tuebingen.de/xmlui/bitstream/handle/10900/111666/Dissertation_Pollak.pdf?sequence=1&isAllowed=y

107. Ponkilainen VT, Tukiainen EJ, Uimonen MM, Häkkinen AH, Repo JP. Assessment of the structural validity of three foot and ankle specific patient-reported outcome measures. *Foot Ankle Surg.* 2020;26(2):169–174. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2019.01.009>.

108. Racks of IV. Physiological treatment technology for patients with fractures of the distal metaepiphysis of the tibia (PILON fractures). Dissertation of candidate of medical sciences Kharkov. 2015:169

109. Ratter J, Pellekooren S, Wiertsema S, van Dongen JM, Geleijn E, de Groot V, Bloemers FW, Jansma E, Ostelo RWJG. Content validity and measurement properties of the Lower Extremity Functional Scale in patients with fractures of the lower extremities: a systematic review. *J Patient Rep Outcomes.* 2022 Jan 29;6(1):11. doi: 10.1186/s41687-022-00417-2.

110. Rohilla R, Sharma PK, Wadhvani J, Das J, Singh R, Beniwal D. Prospective randomized comparison of bone transport versus Masquelet technique in infected gap nonunion of tibia. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2022 Aug;142(8):1923-

1932. doi: 10.1007/s00402-021-03935-8.

111. Rouse BJ, Sheridan GA, Page BJ, Fragomen AT, Rozbruch SR. Hypertrophic nonunion management with distraction osteogenesis: a scoping review of the literature. *OTA Int.* 2024 Sep 18;7(4):e342. doi: 10.1097/OI9.0000000000000342.

112. Rushai A, Bebih A. The choice of ring extra focal fixation devices in the treatment of non-union of the tibia. *Trauma.* 2021;19(1):99–104. <https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.19.2018.126668>

113. Rushai A, Lisaychuk Y, Martynchuk A, Baida M. Improvement of transosseous osteosynthesis with ring fixators in the treatment of tibial nonunions. *Trauma.* 2021;22(2):58–63. <https://doi.org/10.22141/1608-1706.2.22.2021.231962>

114. Rushai AK, Lisaychuk YS, Martinchuk OO, Baida MV. Tibial bone nonunion plastic with the use of monolocal osteosynthesis by ring fixators. The problems of traumatology and osteosynthesis. 2021;1(20):34-46. <https://doi.org/10.51309/2411-6858-2021-20-1-34-46>

115. Rushai AK, Skiba VV, Bebykh AP, Soloviev IO. Complex approach in the treatment of patients with false joints of the tibia. *Trauma.* 2017;18(4):98-101. DOI: 10.22141/1608-1706.4.18.2017.1093515.

116. Rushay AK, Borzykh, AB, Martinchuk OO. The reconstruction of complex cases of septic non-union of the tibia. *Trauma.* 2019;20(3):17–22 <https://doi.org/10.22141/1608-1706.3.20.2019.172089>

117. Sahu RL, Ranjan R. Treatment of complex nonunion of the tibia using Ilizarov technique and its functional outcome. *Niger Med J.* 2016 Mar-Apr;57(2):129-33. doi: 10.4103/0300-1652.182076.

118. Sanchis-Sánchez E, Vergara-Hernández C, Cibrián RM, Salvador R, Sanchis E, Codoñer-Franch P. Infra red thermal imaging in the diagnosis of musculoskeletal injuries: a systematic review and meta-analysis. *Am J Roentgenol.* 2014;203(4):875–882. <https://doi.org/10.2214/AJR.13.11716>

119. Sarmiento A, Latta L. The evolution of functional bracing of fractures. *J*

Bone Joint SurgBr. 2006 Feb;88(2):141-8. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.88B2.16381>.

120. Sarmiento A, Latta LL. Ed. The Nonsurgical Treatment of Fractures in Contemporary Orthopedics. Panama: Jaypee – Highlights Medical Pub., Inc., Panama City; 2010. 149 p. Available at: https://www.researchgate.net/publication/300076468_Sarmiento_A_Latta_LL_The_Nonsurgical_Treatment_of_Fractures_in_Contemporary_Orthopedics_Jaypee_-_Highlights_Medical_Pub_Inc_Panama_City_Panama_2010

121. Shah KN, Johnson JP, O'Donnell SW, Gil JA, Born CT, Hayda RA. External Fixation in the Emergency Department for Pilon and Unstable Ankle Fractures. J Am Acad Orthop Surg. 2019 Jun 15;27(12):e577-e584 <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-18-00080>.

122. Sharma AK, Sharma J. Role of distraction compression osteogenesis by ilizarov ring fixator in complex nonunion of long bones. Indian J of Orthopaedics Surg. 2017;3(1):1-5 <https://doi.org/10.18231/2395-1362.2017.0001>

123. Sigmund IK, Ferguson J, Govaert GAM, Stubbs D, McNally MA. Comparison of Ilizarov Bifocal, Acute Shortening and Relengthening with Bone Transport in the Treatment of Infected, Segmental Defects of the Tibia. J Clin Med. 2020 Jan 28;9(2):279. doi: 10.3390/jcm9020279.

124. Simpson AH, Tsang JST. Current treatment of infected non-union after intramedullary nailing. Injury. 2017 Jun;48 Suppl 1:S82-S90. doi: 10.1016/j.injury.2017.04.026.

125. Simpson AHRW, Robiati L, Jalal MMK, Tsang STJ. Non-union: Indications for external fixation. Injury. 2019 Jun;50 Suppl 1:S73-S78. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.03.053>.

126. Sleiman, A, Revelt N, Thuppall S, Bejcek C, Beason A, Besserman K, Delfino K, Gardner MP. Metabolically abnormal underlying nonunion in the adult fracture patient. J Orthop Trauma Rehabilitation, 2024;31(1):48-54. <https://doi.org/10.1177/22104917231191801>

127. Soares AL, Xavier AAP, Michaloski AO. Occupational Risk Evaluation

Through Infrared Thermography: Development and Proposal of a Rapid Screening Tool for Risk Assessment Arising from Repetitive Actions of the Upper Limbs. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 May 13;17(10):3390. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103390>.

128. Sonawane K, Dhamotharan P, Dixit H, Gurumoorthi P. Coping with the Fear of Compartment Syndrome Without Compromising Analgesia: A Narrative Review. *Cureus*. 2022 Oct 27;14(10):e30776. <https://doi.org/10.7759/cureus.30776>.

129. Star A. Differentiating Lower Extremity Wounds: Arterial, Venous, Neurotrophic. *Semin Intervent Radiol*. 2018;35(5):399-405. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1676362>.

130. Starlinger J, Santol J, Kaiser G, Sarahrudi K. Close negative correlation of local and circulating Dickkopf-1 and Sclerostin levels during human fracture healing. *Sci Rep*. 2024 Mar 19;14(1):6524. doi: 10.1038/s41598-024-55756-5.

131. Stewart SK. Fracture Non-Union: A Review of Clinical Challenges and Future Research Needs. *Malays Orthop J*. 2019 Jul;13(2):1-10. doi: 10.5704/MOJ.1907.001

132. Strafun S, Tkach A, Strafun A, Saliy A. The Risk of Local Hypertensive Ischemic Syndrome in Trauma. *Trauma*. 2014 May 1 [cited 2024 Nov. 6];15(3):5-10. Available at: <https://trauma.zaslavsky.com.ua/index.php/journal/article/view/225>

133. Strafun SS, Tkach AV, Strafun AS, Saliy AP. Risk of developing local hypertension syndrome in trauma. *Injury*. 2013;15(3):5-10.

134. Subramanyam KN, Tammanaiyah M, Mundargi AV, Bhoskar RN, Reddy PS. Out come of complex tibial plate aufractures with Ilizarov external fixation with or with out minimal internal fixation. *Chin J Traumatol*. 2019 Jun;22(3):166-171. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2018.11.003>.

135. Suchkov IA, Martinez-Gonzalez J, Schellong SM, Garbade T, Falciani M; Bemiparin DVT Study Group. Comparison of Once-Daily Bemiparin with Twice-Daily Enoxaparin for Acute Deep Vein Thrombosis: A Multicenter, Open-Label, Randomized Controlled Trial. *Clin Drug Investig*. 2018 Feb;38(2):181-189. doi: 10.1007/s40261-017-0600-6.

136. Sun DD, Lv D, Zhou K, Chen J, Gao LL, Sun ML. External fixator combined with three-dimensional fixation method of fibula for treatment of extra-articular open fractures of distal tibia and fibula: a retrospective study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021 Jan 4;22(1):1. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03840-y>
137. Takematsu E, Murphy M, Hou S, Steininger H, Alam A, Ambrosi TH, Chan CKF. Optimizing Delivery of Therapeutic Growth Factors for Bone and Cartilage Regeneration. *Gels*. 2023 May 3;9(5):377. doi: 10.3390/gels9050377.
138. Tarr RR, Resnick RT, Wagner KW, Sarmiento A. Changes in tibio talar joint contact areas following experimentally induced tibial angular deformities. *Clin Orthop* 1985;199:72–80. <https://doi.org/10.1097/00003086-198510000-00011>
139. Testa G, Vescio A, Aloj DC, Costa D, Papotto G, Gurrieri L, Sessa G, Pavone V. Treatment of Infected Tibial Non-Unions with Ilizarov Technique: A Case Series. *J Clin Med*. 2020 May 5;9(5):1352. doi: 10.3390/jcm9051352
140. Tian R, Zheng F, Zhao W, Zhang Y, Yuan J, Zhang B, Li L. Prevalence and influencing factors of nonunion in patients with tibial fracture: systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. 2020 Sep 3;15(1):377. doi: 10.1186/s13018-020-01904-2.
141. t-критерій Стьюдента. Available at: <https://www.eztests.xyz/criteria/ttest/>
142. Vaienti E, Schiavi P, Ceccarelli F, Pogliacomì F. Treatment of distal tibial fractures: prospective comparative study evaluating two surgical procedures with investigation for predictive factors of unfavourable outcome. *Int Orthop*. 2019 Jan;43(1):201-207. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-4121-6>.
143. van Basten Batenburg M, Houben IB, Blokhuis TJ. The Non-Union Scoring System: an interobserver reliability study. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2019 Feb;45(1):13-19. doi: 10.1007/s00068-017-0796-4.
144. Vanderkarr MF, Ruppenkamp JW, Vanderkarr M, Holy CE, Blauth M. Risk factors and health care cost associated with long bone fracture non-union: a retrospective US claims data base analysis. *J Orthop Surg Res*. 2023 Oct 3;18(1):745.

<https://doi.org/10.1186/s13018-023-04232-3>.

145. Walter N, Kerschbaum M, Pfeifer C, Popp D, Freigang V, Hinterberger T, Alt V, Rupp M. Long-term patient-related quality of life after successfully treated aseptic non-unions of the long bones. *Injury*. 2021;52(7):1880-1885. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2021.04.041>.

146. Wang D, Xiang JP, Chen XH, Zhu QT. A Meta-Analysis for Postoperative Complications in Tibial Plafond Fracture: Open Reduction and Internal Fixation Versus Limited Internal Fixation Combined With External Fixator. *J Foot Ankle Surg*. 2015 Jul-Aug;54(4):646-51. doi: 10.1053/j.jfas.2014.06.007

147. Wani IH, Ul Gani N, Yaseen M, Bashir A, Bhat MS, Farooq M. Operative Management of Distal Tibial Extra-articular Fractures - Intramedullary Nail Versus Minimally Invasive Percutaneous Plate Osteosynthesis. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2017 Dec 30;19(6):537-541. doi: 10.5604/01.3001.0010.8045.

148. Wani NB, Syed B. Ilizarov ring fixator in the management of infected non-unions of tibia. *SICOT J*. 2015 Jul 29;1:22. doi: 10.1051/sicotj/2015022

149. Ware JE Jr, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care*. 1992 Jun;30(6):473-83. <https://doi.org/10.1097/00005650-199206000-00002>

150. Weber CD, Hildebrand F, Kobbe P, Lefering R, Sellei RM, Pape HC; Trauma Register DGU. Epidemiology of open tibia fractures in a population-based database: update on current risk factors and clinical implications. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2019 Jun;45(3):445-453. doi: 10.1007/s00068-018-0916-9.

151. Wu Y, Yin Q, Rui Y, Sun Z, Gu S. Ilizarov technique: Bone transport versus bone shortening-lengthening for tibial bone and soft-tissue defects. *J Orthop Sci*. 2018 Mar;23(2):341-345. doi: 10.1016/j.jos.2017.12.002

152. Xu J, Zhong WR, Cheng L, Wang CY, Wen G, Han P, Chai YM. The Combined Use of a Neurocutaneous Flap and the Ilizarov Technique for Reconstruction of Large Soft Tissue Defects and Bone Loss in the Tibia. *Ann Plast Surg*. 2017 May;78(5):543-548. doi: 10.1097/SAP.0000000000000921

153. Yeung TS, Wessel J, Stratford P, Macdermid J. Reliability, validity, and

responsiveness of the lower extremity functional scale for inpatients of an orthopaedic rehabilitation ward. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009 Jun;39(6):468-77. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2971>.

154. Yousry AH. Treatment of femoral and tibial fractures a septic nonunion after intramedullary nailing by plate augmentation and bonegraft. *Egypt Orthop J.* 2019;54:40-4. <http://www.eoj.eg.net/text.asp?2019/54/1/40/267731>

155. Zhang Q, Kang Y, Wu Y, Ma Y, Jia X, Zhang M, Lin F, Rui Y. Masquelet combined with free-flap technique versus the Ilizarov bone transport technique for severe composite tibial and soft-tissue defects. *Injury.* 2024 Jun;55(6):111521. doi: 10.1016/j.injury.2024.111521.

156. Zhou Y, Wang Y, Liu L, Zhou Z, Cao X. Locking compression plate as an external fixator in the treatment of closed distal tibial fractures. *Int Orthop.* 2015 Nov;39(11):2227-37. doi: 10.1007/s00264-015-2903-7.

157. Zi-Chen Hao, Yan Xia, De-Meng Xia, Yun-Tong Zhang and Shuo-Gui Xu. Treatment of open tibial diaphyseal fractures by external fixation combined with limited internal fixation versus simple external fixation: a retrospective cohort study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019;20:311-20. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2679-9>

158. Байда М.В. Ефективні конструктивні удосконалення кістково-транспортної техніки лікування дефектів великогомілкової кістки. Актуальні проблеми ортопедії та травматології: Ювілейний збірник наукових праць. [Інтернет]. Харків, 2024: 5-14. <https://archive.sytenko.org.ua/items/051b5ca5-d76f-4108-ab29-a94f62a45168>

159. Yeung TS, Wessel J, Stratford P, Macdermid J. Reliability, validity, and responsiveness of the lower extremity functional scale for inpatients of an orthopaedic rehabilitation ward. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009 Jun;39(6):468-77. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2971>.

160. Ratter, J., Pellekooren, S., Wiertsema, S. et al. Content validity and measurement properties of the Lower Extremity Functional Scale in patients with fractures of the lower extremities: a systematic review. *J Patient Rep Outcomes*

2022;6: 11-17 <https://doi.org/10.1186/s41687-022-00417-2> de

161. Munter L, Polinder S, van de Ree CLP, Kruithof N, Lansink KWW, Steyerberg EW et al. Predicting health status in the first year after trauma. *BrJSurg* 2019;106(6):701–710 <https://doi.org/10.1002/bjs.11132>

Список публікацій здобувача

1. Рушай АК, Данькевич ВП, Мартинчук ОО, **Байда МВ**. Оцінка ролі первинної фіксації переломів кісток гомілки у розвитку асептичних незрощень великогомілкової кістки. Травма. 2020;21(5):10-13 doi: [10.22141/1608-1706.5.21.2020.217084](https://doi.org/10.22141/1608-1706.5.21.2020.217084) У періодичному фаховому виданні України категорії Б. *(Дисертант провів угруповання та обробку даних, підготував огляд літератури, сформулював висновки).*
2. Рушай АК, Климовицький ВГ, Мартинчук ОО, **Байда МВ**, Жагдаль АА. Напівжорсткі індивідуальні етапні функціональні пов'язки при дистракційному заміщенні дефекту кісток гомілки після переломів. Травма. 2020;21(2):59-65. doi: <https://doi.org/10.22141/1608-1706.2.21.2020.202235>. У періодичному фаховому виданні України категорії Б. *(Дисертант провів угруповання та обробку даних, підготував огляд літератури, сформулював висновки).*
3. Рушай АК, Данькевич ВП, Мартинчук ОО, **Байда МВ**, Жагдаль АА. Фіксація уламків при складних реконструкціях переломів кісток гомілки. Травма. 2020;21(2):26-33. Доступно з: <http://www.mif-ua.com/archive/article/49162> У періодичному фаховому виданні України категорії Б. *(Дисертант сформулював реабілітаційні принципи на усіх етапах лікування складних незрощень, узагальнив отримані результати з застосуванням оціночних шкал, узагальнив висновки).*
4. Рушай АК, Скиба ВВ, Лісайчук ЮС, Бабенков ГД, Ковальчук ВС, Данькевич ВП, Мартинчук АА, Жагдаль ОО, **Байда МВ**, Хомут ЮЮ. Засади пластики септичних дефектів м'яких тканин гомілки. Вісник невідкладної і відновної медицини. 2020;2(1):3–11. У періодичному фаховому виданні України категорії Б. *(Дисертантом проведено пошук та аналіз джерел літератури, він брав участь у обговоренні та формуванні висновків спільно з*

науковими керівниками).

5. Rushai AK, Lisaychuk YS, Martinchuk OO, **Baida MV**. Tibial bone nonunion plastic with the use of monolocal osteosynthesis by ring fixators. The problems of traumatology and osteosynthesis. 2021;1(20):34-46. doi: <https://doi.org/10.51309/2411-6858-2021-20-1-34-46> У періодичному фаховому виданні України категорії Б. (Дисертантом самостійно виконано формування комп'ютерної бази даних, він провів аналіз клінічного матеріалу, статистичну обробку, брав участь в розробці дизайну дослідження).

6. Rushai A, Lisaychuk Y, Martynchuk A, **Baida M**. Improvement of transosseous osteosynthesis with ring fixators in the treatment of tibial nonunions. Trauma. 2021;22(2):58–63. doi: <https://doi.org/10.22141/1608-1706.2.22.2021.231962>. У періодичному фаховому виданні України категорії Б. (Дисертант самостійно провів огляд літератури, сформував дизайн дослідження, напрямки удосконалення лікування, проведено пошук та аналіз джерел літератури).

7. Жагдаль АА, Рушай АК, Мартинчук ОО, **Байда МВ**. Мультиמודальне знеболювання як складова частина лікувального комплексу у хворих із незрощенням кісток гомілки в періопераційному періоді. Медицина невідкладних станів. 2020;16(6):40-43. doi: <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.22141/2224-0586.16.6.2020.216508> У періодичному фаховому виданні України категорії Б. (Дисертантом проведено пошук та аналіз джерел літератури, він брав участь у обговоренні та формуванні висновків спільно з науковими керівниками).

8. **Байда М**, Рушай А, Мартинчук А, Мусиенко О. Оптимізація компонування кільцевих шпiце-стрижневих фіксаторів на ґрунті експериментальних даних під час лікування незрощень кісток гомілки Український науковий медичний молодіжний журнал. 2022;134(4):37-43. doi: [https://doi.org/10.32345/USMYJ.4\(134\).2022.37-43](https://doi.org/10.32345/USMYJ.4(134).2022.37-43) У періодичному фаховому виданні України категорії Б. (Дисертантом самостійно виконано формування комп'ютерної бази даних, він провів аналіз клінічного матеріалу, статистичну

обробку, брав участь в розробці дизайну дослідження).

9. Рушай АК, Лісайчук ЮС, Мартинчук ОО, **Байда МВ**. Білокальний остеосинтез великогомілкової кістки кільцевими фіксаторами в лікуванні незрощень. Травма. 2020;21(6):41-45 doi: <https://doi.org/10.22141/1608-1706.6.21.2020.223887>. У періодичному фаховому виданні України категорії Б. *(Дисертантом самостійно виконано формування комп'ютерної бази даних, він провів аналіз клінічного матеріалу, статистичну обробку, брав участь в розробці дизайну дослідження)*

10. Рушай А, **Байда М**, Мартинчук О. Використання антизгортальних препаратів у комплексному лікуванні незрощень кісток гомілки. Медична наука України. 2022;18(4):57-64. doi: <https://doi.org/10.32345/2664-4738.4.2022.09> У періодичному фаховому виданні України категорії Б. *(Дисертантом самостійно виконано формування комп'ютерної бази даних, він провів аналіз клінічного матеріалу, статистичну обробку, брав участь в розробці дизайну дослідження)*

11. Рушай АК, **Байда МВ**, Мартинчук ОО, Мусієнко ОС. Параметри жорсткості різних модифікацій кільцевих фіксаторів. Медична наука України, 2022;18(3):35-38. doi: <https://doi.org/10.32345/2664-4738.3.2022.05> У періодичному фаховому виданні України категорії Б. *(Дисертантом проведено пошук та аналіз джерел літератури, виготовлені експериментальні моделі. Здобувач брав участь у проведенні експериментальних дослідженнях, обговоренні та формуванні висновків).*

12. Рушай АК, **Байда МВ**, Мартинчук ОО, Мусієнко ОС, Фам Д.К. Експериментальне обґрунтування оптимальних конструкційних властивостей кільцевих спице-стрижневих фіксаторів. Травма. 2022;23(4):34–38. doi: <http://dx.doi.org/10.22141/1608-1706.4.23.2022.907> У періодичному фаховому виданні України категорії Б. Включений в міжнародні науково-метричної бази Scopus. У періодичному фаховому виданні України категорії Б. *(Дисертант провів угрупування та обробку даних, підготував огляд літератури, сформулював висновки).*

13. **Baida M**, Rushay A, Martynchuk O. Clinical case of treatment of septic defect of bone and soft tissues of the lower leg. Ukrainian Scientific Medical Youth Journal. 2024;144(1):125-127.doi:

[https://doi.org/10.32345/USMYJ.1\(144\).2024.125-127](https://doi.org/10.32345/USMYJ.1(144).2024.125-127) У періодичному фаховому виданні України категорії Б. *(Дисертант самостійно провів огляд літератури, сформував дизайн дослідження, напрямки удосконалення лікування, проведено пошук та аналіз джерел літератури).*

14. Рушай АК, Лісайчук ЮС, Жагдаль АА, Мартинчук ОО, **Байда МВ**. Напівжорсткі розвантажувальні системи фіксації у хворих з захворюваннями чи травмами кінцівок. International scientific and practical conference. Lublin, Republic of Poland, September 25–26, 2020. Lublin; 2020, p. 62–64. doi: <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-81-5-1.44> *(Дисертантом проведено пошук та аналіз джерел літератури, здійснено набір пацієнтів, виконано клінічні та інструментально-лабораторні обстеження. Здобувач брав участь у проведенні оперативних втручань, проводив доопераційну підготовку пацієнтів та їх післяопераційне ведення, виконав аналіз та статистично опрацював результати).*

15. Байда М.В. Ефективні конструктивні удосконалення кістково-транспортної техніки лікування дефектів великогомілкової кістки. Актуальні проблеми ортопедії та травматології: Ювілейний збірник наукових праць. [Інтернет]. Харків, 2024: 5-14. <https://archive.sytenko.org.ua/items/051b5ca5-d76f-4108-ab29-a94f62a45168> *(Дисертантом проведено пошук та аналіз джерел літератури, виготовлені експериментальні моделі. Здобувач брав участь у проведенні експериментальних дослідженнях, обговоренні та формуванні висновків).*

Апробація результатів дисертації

За основними положеннями роботи були зроблені доповіді:

1. Рушай АК, Лісайчук ЮС, Данькевич ВП, Ковальчук ВС, Мартинчук ОО, **Байда МВ**. Вибір тактики остеосинтезу при переломах гомілки та розвиток незрощень. В: Щорічна науково-практична конференція «Інтегративна

медицина: досягнення та перспективи», Маріуполь, 20-21 травня 2021 р.
Доступно з: <https://zaslavskiy.esclick.me/mJPAtJM8quq>

2. Рушай АК, Лісайчук ЮС, Данькевич ВП, Ковальчук ВС, Мартинчук ОО, Байда МВ. Стимуляція репаративних процесів з використання кільцевих апаратів при незрощеннях великогомілкової кістки. Постерна доповідь. В: Щорічна науково-практична конференція «Інтегративна медицина: досягнення та перспективи», Маріуполь, 20-21 травня 2021 р. Доступно з: <https://zaslavskiy.esclick.me/mJPAtJM8quq>

3. Rushai AK, Skyba VV, Lysaichuk YuS, Kovalchuk VS, Martynchuk OO, Bayda MV. The characteristic is disturbed in the affected segment in patients with non-union of the lower leg bones [Kharakterystyka narushenyi v porazhennom sehmence u bolnykh s nesrashcheniyamy kostei holeny]. In: The XXVII International Science Conference «Multidisciplinary academic research and innovation», May 25 – 28, 2021:264-269. Amsterdam, Netherlands. Доступно з: <https://10.46299/ISG.2021.I.XXVII> <https://isg-konf.com/wp-content/uploads/2021/05/XXVII-Conference-May-25-28-2021.pdf> (Дисертант проводив збір і аналіз клінічного матеріалу, брав участь в розробці дизайну дослідження, редагуванні статті.)

4. Rushai AK, Lysaichuk YuS, Kovalchuk VS, Martynchuk AA, Bayda MV. Ring retainers in the treatment of unfused bones of the lower leg [Koltsevyye fyksatory v lechenyy nesrashcheniy kostei holeny]. Priority directions of science and technology development. Proceedings of the 8th International scientific and practical conference. SPC “Sci-conf.com.ua”. Kyiv, Ukraine. 2021. с. 140-145 Форма участі: дистанційна. Доступно з: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2021/04/PRIORITY-DIRECTIONS-OF-SCIENCE-AND-TECHNOLOGY-DEVELOPMENT-18-20.04.21.pdf>

5. Рушай АК, Мартинчук ОО, Байда МВ, Зборовський ОМ. Використання кільцевих фіксаторів при незрощеннях великогомілкової кістки. В: Науково-практичної конференції з міжнародною участю

«Мультидисциплінарний підхід у невідкладній і відновній медицині» 27-28 травня 2021 р. ІНВХ ім. В.К. Гусака НАМН України

6. Рушай А, Мартинчук А, **Байда М.** Лікування септичних незрощень кісток гомілки після переломів. В: Сучасні теоретичні та практичні аспекти остеосинтезу. Засідання Донецького наукового товариства травматологів-ортопедів. Святогорськ, 21 – 22 червня 2019 р.