

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ДУ «ІНСТИТУТ ТРАВМАТОЛОГІЇ ТА ОРТОПЕДІЇ»

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

ЧІП ЄВГЕНІЙ ЕДУАРДОВИЧ

УДК 616.718.51 – 001.515 – 089

ХІРУРГІЧНЕ ЛІКУВАННЯ ПЕРЕЛОМІВ ПРОКСИМАЛЬНОГО ВІДДІЛУ
ВЕЛИКОГОМІЛКОВОЇ КІСТКИ

(клінічне дослідження)

14.01.21 – ортопедія-травматологія

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук

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

_____ Чіп Є.Е.

Науковий керівник
А. В. КАЛАШНІКОВ
доктор медичних наук,
професор

Київ – 2021

АНОТАЦІЯ

Чин Є.Е. **Хірургічне лікування переломів проксимального відділу великогомілкової кістки (клінічне дослідження).** – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук за спеціальністю 14.01.21 – ортопедія-травматологія (222 – Медицина). – ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», Київ, 2021.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуального наукового завдання травматології та ортопедії – покращенню ефективності хірургічного лікування переломів проксимального відділу великогомілкової кістки.

Для вирішення поставленої задачі було проведено ретроспективний та проспективний аналіз ефективності лікування 125 хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки (ППВБК). Всі хворі були поділені на три групи відповідно до методу лікування: дослідна група (хворі які лікувалися за допомогою БІОС та LCP), де використовувався розроблений диференційований підхід до хірургічного лікування хворих з ППВБК; 1 контрольна група (хворі які лікувалися за допомогою DCP, АЗФ та гвинтами); 2 контрольна група (хворі які лікувалися консервативно). Ефективність проведеного хірургічного лікування оцінювали після консолідації перелому (через 1 рік після початку лікування) за шкалами Oxford та Neer-Grantham-Shelton.

Визначено що найбільш ефективним способом лікування хворих з ППВБК є використання БІОС та LCP, частка добрих та відмінних результатів при цьому склала 88,33 %, негативних результатів – 3,34 %, що статистично достовірно ($p \leq 0,01$) відрізняється від результатів лікування хворих, де використовувались традиційні способи остеосинтезу.

З метою визначення оптимального розташування металевого фіксатора при ППВБК проведено математичне моделювання стану пружних деформацій в системі кістка-фіксатор та ступеня переміщення фрагментів кісток залежно від типу фіксаторів та їх розміщення. Розроблено 4 моделі

фіксації кісткових відламків із застосуванням пластин з кутовою стабільністю та інтрамедулярного блокуючого остеосинтезу металевим стрижнем: модель 1 – із застосуванням LCP по медіальній поверхні великогомілкової кістки; модель 2 – із застосуванням LCP по латеральній поверхні великогомілкової кістки; модель 3 – із застосуванням двох LCP по медіальній і латеральній поверхні великогомілкової кістки; модель 4 – із застосуванням блокуючого інтрамедулярного стрижня.

За даними теоретично-біомеханічного моделювання визначено, що деформація та напруження, які виникають в системі фіксатор-кістка-міжкісткова мембрана-зв'язки достовірно нижча ($p \leq 0,05$) при білатеральному розташуванні накісткових пластин. Показники НДС металофіксатора при білатеральному застосуванні пластин складає 382,00 МПа, при медіальному – 1095,2 МПа, при латеральному – 880,56 МПа; НДС міжкісткової мембрани визначалися 5,94 МПа при білатеральному розташуванні пластин, 12,89 МПа при медіальному та 14,73 при латеральному розташуванні; переміщення моделей склали 1,41 мм для білатерального, 2,53 мм для медіального та 2,66 мм для латерального розташування пластин відповідно. Тобто оптимальним методом фіксації кісткових уламків при накістковому остеосинтезі уламкового перелому є фіксація обох опорних колон.

Застосування БІОС сприяє зменшенню напружень на елементи моделей фіксатор-кістка-міжкісткова мембрана-зв'язки та складає 250,4 МПа для фіксатора; 4,76 МПа для міжкісткової мембрани; переміщення моделі – 2,47мм. Значення НДС статистично достовірно відмінні ($p \leq 0,05$) від показників НДС при фіксації пластинами унілатерально та не мають статистично достовірної різниці між білатеральним розташуванням накісткових фіксаторів. Переміщення елементів моделі при БІОС склало 2,47 мм, що зумовлено конструктивними особливостями системи «стрижень-кістка», дане переміщення рівномірно розподіляється по всій довжині фіксатора та сприяє репаративному остеогенезу. Крім того фіксація за методикою БІОС та білатерального плейтіngu збільшує максимально

допустимі навантаження на великогомілкову кістку в післяопераційному періоді, а саме 1109,55 Н при білатеральному розміщенні накісткових фіксаторів та 1341,78 Н при БІОС, що достовірно відрізняється ($p \leq 0,05$) у порівнянні з медіальним (534,23 Н) та латеральним (644,65 Н) розташуванням накісткових пластин.

Відмова від оперативного лікування в 45,16 % призводить до незадовільних результатів лікування хворих з ППВБК (за шкалою Oxford) та 58,06 % (за шкалою Neer – Grantham – Shelton) випадків.

На основі проведених власних комплексних клінічних та біомеханічних досліджень, даних літературних джерел розроблений диференційований підхід до хірургічного лікування та реабілітації хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки. Розроблені схеми застосування хірургічного втручання залежно від загального стану хворого та м'яких тканин ушкодженого сегменту; наявності та тяжкості перелому малогомілкової кістки; величини проксимального фрагменту великогомілкової та можливості фіксації малогомілкової кісток; типу перелому за класифікацією АО; наявністю важких супутніх пошкоджень та системного остеопорозу. Вказані ознаки визначають вибір операційного доступу при застосуванні LCP та БІОС; вибір способу репозиції кісткових відламків та особливості післяопераційної реабілітації, а саме визначення рекомендованого навантаження на прооперовану кінцівку залежно від способу фіксації кісткових уламків.

З'ясовано, що питома вага відмінних та добрих результатів лікування за шкалою Neer-Grantham-Shelton в дослідній групі спостереження, де застосовувались методики БІОС та LCP склала 88,33 % (38,33 % відмінних та 50 % добрих результатів), що статистично достовірно ($p \leq 0,01$) відрізняється в порівнянні з даними першої контрольної групи спостереження (20,59 % відмінних та 29,41 % добрих результатів), де використовувався традиційний остеосинтез. Отримано статистично достовірне ($p \leq 0,01$) зменшення незадовільних результатів лікування хворих саме в дослідній групі, що

склало 3,34 % в порівнянні з даними першої (традиційний остеосинтез) (14,71%) та другої (консервативне лікування) (58,06 %) контрольних груп. Результати впровадження диференційного підходу до застосування остеосинтезу дозволили покращити ефективність хірургічного лікування на 30,39 %.

Ключові слова: переломи проксимального відділу великогомілкової кістки, аналіз ефективності лікування, біомеханічне обґрунтування застосування остеосинтезу, диференційований підхід до оперативного лікування, реабілітація.

ANNOTATION

Chip Y.E. **Surgical Treatment of Proximal Tibial Fractures (clinical study)**. – Qualifying scientific work as a manuscript.

Thesis for a Candidate degree in Medical Sciences, specialty 14.01.21 - orthopedics-traumatology (222 - Medicine). - State Institution "The Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv, 2021.

The dissertation is devoted to the current scientific problem of traumatology and orthopedics – how to improve the effectiveness of surgical treatment of proximal tibial fractures.

To study the treatment efficiency, we carried out retrospective and prospective analyses of 125 patients with fractures of the proximal tibia (FPT). Patients split into three groups according to the method of treatment: an experimental group (patients treated with BIOS and LCP), where we used the developed differentiated approach to FPT surgery; a control group (patients treated with DCP, external fixation devices, and screws); the 2nd control group (patients treated conservatively). The efficiency of surgery has been evaluated after fracture consolidation (1 year after the treatment started) on the Oxford and Neer-Grantham-Shelton scales.

The research found IM nailing and LCP the most efficient methods for proximal tibial fracture management. The share of its goods and excellent results was 88.33 %, while negative results stayed within 3,34 %. This difference is statistically significant ($p \leq 0.01$) compared to the outcomes of patients after conservative treatment and the traditional metal osteosynthesis.

Mathematical modeling of the elastic deformations in the bone-fixator system in proximal tibial fractures; and the extent of bone fragments displacement enabled us to determine the optimal placement of a metal fixing device in FPT. 4 elaborated models simulated bone fragments' fixation systems, involving LCP and IM nailing with a metal nail: model 1 with an LCP along the medial tibial surface;

model 2 with an LCP on the lateral tibial surface; model 3 with two LCP on medial and lateral surfaces of the tibia; model 4 with an intramedullary locking nail.

The theoretical biomechanical modeling has demonstrated that the deformities and strains arising in the system fixator-bone-interosseous membrane-ligaments are significantly lower ($p \leq 0.05$) in the bilateral placement of bone plates. For the fixators placed bilaterally, the value of the strain-deformed conditions equals 382.00 MPa; for those placed medially – 1095.2 MPa, if laterally – 880.56 MPa; the interosseous membrane's stain-deformed condition value was 5.94 MPa for bilaterally placed bone plates, 12.89 MPa for medial, and 14.73 for lateral placement; displacements in the model equal 1.41 mm for the bilateral; 2.53 mm for medial, and 2.66 for plates placed laterally, respectively. Thus, optimal bone fragments' fixation method of bone osteosynthesis of a comminuted fracture is the fixation of both support pillars.

IM nailing promotes the decrease of strains in all elements of the fixator-bone-interosseous membrane-ligaments system and equals 250.4 MPa for the fixator; 4.76 for the interosseous membrane; the model's displacement is 2.47 mm. The values of elastic deformations show a statistically significant difference ($p \leq 0.05$) from the same of the unilateral plate fixation and no significant difference from the bilateral placement of the plates. The displacement of the elements in the simulated IM nailing was 2.47 mm due to the design features of the nail-bone system. It distributes evenly along the whole length and promotes reparative osteogenesis. Moreover, the fixation using IM nailing and bilateral plating increase maximum allowed loads on the tibial bone in the post-surgical period, namely 1109,5 N for the bilateral plates and 1341.78 in the case of IM nailing. The difference is significant ($p \leq 0.05$) compared to medial (534.23 N) and lateral (644.65 N) placement.

The patients with proximal tibial fractures who waived surgical treatment had poor outcomes (in 45.16% of cases according to the Oxford scale and 58.06% according to Neer-Grantham-Shelton).

Based on our comprehensive clinical and biomechanical studies, literature data, a differentiated approach to surgical treatment and rehabilitation of patients with proximal tibial fractures, we have elaborated a differentiated approach to the surgery and rehabilitation after proximal tibial fractures. The schemes for surgery consider a patient's general health conditions; soft tissues of the damaged extremity; existence and severity of a fracture to a fibular bone; the size of the proximal tibial fragment and the possibility to fix fibular bone; AO fracture type; the presence of severe concomitant injuries and system osteoporosis. The mentioned matters determine the choice of surgical approach for LCP and IM nailing; method for bone fragments' reposition and specificity of the post-surgical rehabilitation, namely the recommended load on the extremity in question depending on the methods of bone fragments' fixation.

According to the Neer-Grantham-Shelton scale, the experimental group of IM nailing and LCP showed excellent and good outcomes in 38.33 % and 50 %, respectively. The difference is statistically significant ($p \leq 0.01$) contrasted to the first control group (20.59 % of excellent and 29.41 % of good results) with a traditional osteosynthesis. Significant statistically ($p \leq 0.01$) was the decrease in poor outcomes in the experimental group, namely 3.34 % compared to 14.71 % in the first control group and 58.06 % in the second one. The implementation of the differentiated approach to osteosynthesis improved the efficiency of the surgical treatment by 30.39 %.

Keywords: proximal tibial fractures, treatment efficiency analysis, biomechanical grounding of osteosynthesis, differentiated approach to the surgery, rehabilitation.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Калашніков АВ, Чіп ЄЕ. Лікування відкритого вогнепального перелому проксимального відділу великогомілкової кістки (клінічний випадок). Проблеми травматології та остеосинтезу. 2019;15-16(1-2):59-72.

2. Чіп ЄЕ. Лікування переломів проксимального відділу великогомілкової кістки (літературний огляд). Проблеми травматології та остеосинтезу. 2019;17(3):57-80.

3. Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ, Чалайдюк ТП. Визначення ефективності різних методів лікування переломів проксимального відділу великогомілкової кістки. Вісник ортопедії, травматології та протезування. 2019;(4):31-38.

4. Лазарев ІА, Чіп ЄЕ, Калашніков АВ, Скибан МВ. Біомеханічний аналіз надійності фіксації кісткових відламків при остеосинтезі переломів проксимального відділу великогомілкової кістки LCP-пластиною та інтрамедулярним блокованим стрижнем. Травма. 2020;21(5):20-26.

5. Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ. Алгоритм тактики оперативного лікування хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки. Світ медицини та біології. 2020;17(4):103-8.

6. Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ. Визначення ефективності використання супрапателярного доступу при виконанні блокованого інтрамедулярного остеосинтезу у хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки. Проблеми травматології та остеосинтезу. 2020;20(3):57-80.

7. Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ, винахідники; ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», патентовласник. Спосіб лікування переломів проксимального відділу великогомілкової кістки. Патент України на корисну модель № 139460. 2020 лют. 10.

8. Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ, винахідники; ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», патентовласник. Пристрій для розсвердлювання кістково-мозкового каналу. Патент України на корисну модель № 146246. 2021 лют. 03.

9. Калашніков АВ, Котюк ВВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ, Ставинський ЮО, Літун ЮМ, Вдовіченко КВ. Пристрій для проникнення в кістково-мозковий канал. Журнал Національної академії медичних наук України (додаток). Інформаційний бюлетень. 2020;39:193.

10. Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ. Хірургічне лікування переломів проксимального відділу великогомілкової кістки. В: Матеріали XVIII з'їзду ортопедів-травматологів України; 2019 жовт. 9-11; Івано-Франківськ. Івано-Франківськ; 2019. с. 332.

11. Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ, Чалайдюк ТП. Ефективність застосування різних методів лікування переломів проксимального відділу великогомілкової кістки. В: Матеріали III з'їзду ГО «Всеукраїнська асоціація травматології та остеосинтезу»; 2020 бер. 12-13; Київ. Київ: ГО «Всеукраїнська асоціація травматології та остеосинтезу»; 2020. с. 21-22.

12. Kalashnikov A, Lazarev I, Chip Y, Stavinskyi I. Optimal variants of proximal tibial fractures fixation. Eur J Trauma Emerg Surg. 2020;46 (1):S21-S22.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	2
СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ	9
ЗМІСТ	11
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	13
ВСТУП	14
РОЗДІЛ 1. МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ	45
1.1. Методики клінічних та інструментальних обстежень хворих	45
1.1.1. Клінічні методи дослідження хворих	45
1.1.2. Променеві методи дослідження	50
1.1.3. Ультразвуковий метод дослідження	52
1.2 Біомеханічне моделювання напружено-деформованого стану різних металофіксаторів в умовах фіксації переломів проксимального відділу великогомілкової кістки	52
1.3. Статистичне дослідження	57
РОЗДІЛ 2 БІОМЕХАНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ОСТЕОСИНТЕЗУ ПЕРЕЛОМІВ ПРОКСИМАЛЬНОГО ВІДДІЛУ ВЕЛИКОГОМІЛКОВОЇ КІСТКИ	58
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ПІДХОДУ ДО ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ОСТЕОСИНТЕЗУ ПРИ ОПЕРАТИВНОМУ ЛІКУВАННІ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОГРАМИ РЕАБІЛІТАЦІЇ ХВОРИХ З ПЕРЕЛОМАМИ ПРОКСИМАЛЬНОГО ВІДДІЛУ ВЕЛИКОГОМІЛКОВОЇ КІСТКИ	75
3.1. Результати клінічних обстежень хворих	75
3.2 Диференційований підхід до застосування остеосинтезу при оперативному лікуванні хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки	80
3.3 Реабілітаційні заходи в післяопераційному періоді хворих з	90

переломами проксимального відділу великогомілкової кістки	
3.4. Застосування нових технологій при оперативному лікуванні хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки	95
АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	127
ВИСНОВКИ	141
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	143
ДОДАТОК 1	162
ДОДАТОК 2	167
ДОДАТОК 3	184

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АО	“АО foundation” організація, яка займається покращенням догляду за людьми з травмами опорно-рухового апарату та їх наслідками за допомогою досліджень, розробок, освіти та забезпечення якості в принципах, практиці та результатах лікування переломів.
АЗФ	апарат зовнішньої фіксації
БІОС	блокуючий інтрамедулярний остеосинтез
ВООЗ	Всесвітня організація охорони здоров'я
ЕОП	електронно-оптичний перетворювач
КТ	комп'ютерна томографія
МІРО	мінімально інвазивний остеосинтез накістковими пластинами
МКЕ	метод кінцевих елементів
МРТ	магнітно-резонансна томографія
НДР	науково-дослідна робота
НДС	напружено-деформований стан
ППВВК	перелом проксимального відділу великогомілкової кістки
РРО	розлади репаративного остеогенезу
УЗД	ультразвукове дослідження
ДСР	динамічна компресійна пластина
ЛСР	блокуюча компресійна пластина з кутовою стабільністю

ВСТУП

Актуальність та обґрунтування проблеми. Переломи проксимального відділу великогомілкової кістки (ППВВК) відносяться до тяжких пошкоджень нижніх кінцівок і складають від 2 до 5 % серед всіх переломів кісток скелета. Даний вид ушкоджень часто супроводжується імпресією кісткової тканини з боку суглобової поверхні і пошкодженням важливих м'якотканних структур, що впливає з складності кінематики та особливостей будови колінного суглоба (відсутність значної м'язової маси, близьке розташування магістральних судин, нервів) [1,2]. При переломах виростків великогомілкової кістки пошкодження зв'язкового апарату виявляються в 60 % випадків, з них понад 50 % припадає на меніски; 6-43 % – на ізольоване пошкодження однієї з колатеральних зв'язок; передня хрестоподібна зв'язка може пошкоджуватися в 23 % [3,4,5]. Актуальність даної проблематики визначається тим, що для переломів ППВВК характерна висока частота несприятливих функціональних результатів: нерідко в віддаленому періоді після травми розвивається остеоартроз, контрактури, нестабільність колінного суглоба. За даними ряду авторів, перераховані вище ускладнення зустрічаються від 5,8 % до 28 %, при цьому вихід на інвалідність досягає 5,9-9,1 % [6,7,8]. Для вибору оптимальної тактики лікування, профілактики розвитку післяопераційних ускладнень потрібна деталізація характеру перелому, визначення кількості і розмірів кісткових фрагментів, їх зміщення, виявлення ступеня імпресії тібіального плато і пошкодження м'якотканних структур, необхідні знання анатомії і біомеханіки колінного суглоба [9,10].

Механогенез травми обумовлений положенням, в якому знаходиться колінний суглоб в момент травми, і напрямом дії травмуючої сили. Robert

R.S. зі співавторами [11] поділяє переломи по силі дії – внаслідок високоенергетичної травми, при цьому падіння з висоти складають 20 %, дорожньо-транспортні пригоди – 50 %, і низькоенергетичні травми – навантаження по осі і ротація, а також падіння з висоти власного зросту – 30%, причому літні пацієнти з остеопорозом складають групу ризику.

Загальноприйняті три класифікації ППВБК. Класифікація за Мюллером М.Е. зі спів., прийнята Ортопедичною травматологічною асоціацією (ОТА), використовує алфавітно-цифрову систему згідно загальним принципам методу АО: переломи типу А є позасуглобовими, переломи типу В – часткові суглобові (частина суглобової поверхні залишається в контакті з діяфізом) і переломи типу С мають повні суглобові переломи з відшарування фрагментів від діяфіза. Кожна група руйнувань далі підрозділяється (1, 2 і 3), що описує ступінь фрагментації і більш детальні характеристики. Подальший підрозділ переломів типу С включає С1 (суглобовий і метафізарний простий), С2 (суглобовий простий і метафізарний мультифрагментарний) і С3 (суглобовий мультифрагментарний). Переломи С3 великогомілкового плато поділяються на С3.1 (латеральний мультифрагментарний), С3.2 (медіальний мультифрагментарний) і С3.3 (двобічний мультифрагментарний) [12].

В Північній Америці з 1979 року широко застосовується класифікація ППВБК за Schatzker J. et al [13]. У своєму дослідженні автори 94 переломи великогомілкової кістки класифікували в 6 групах, групи визначали за схемою перелому і потім порівнювали з результатом (з все гіршим прогнозом). Тип I є простим переломом бічного відділу великогомілкової кістки, тип II є поєднанням перелому з депресією латерального плато великогомілкової кістки, тип III являє собою чисту центральну депресію латерального великогомілкового плато, IV тип – перелом медіального відділу великогомілкової кістки та плато, тип V – біконтділярні переломи, що імітують перевернуту літеру Y і тип VI – переломи плато великогомілкової кістки з повною дисоціацією метафізу та діяфізу. За даними автора, переломи

I і IV типів частіше виникають при впливі високоенергетичної травмуючої сили, в той час як III тип пошкоджень відбувається при дії незначного за величиною зусилля у осіб похилого віку. Третій тип переломів виростків великогомілкової кістки виникає досить часто, в 31-42% випадків. У молодих людей частіше виникають переломи IV типу [14].

В класифікації ППВБК за Moore T.M. виділяється 5 типів ушкоджень. Ця класифікація допомагає більш чітко зрозуміти ступінь нестабільності та пов'язаних з нею травм. I тип – простий перелом плато великогомілкової кістки, який зміщується дистально, II тип – перелом плато великогомілкової кістки, який поширюється на контралатеральну сторону, III тип – переломи вибухового ряду з високою частотою супутніх нервово-судинних травм, переломи типу IV – це переломи виростків, зміщені і роздавлені з частою супутньою колатеральною зв'язковою травмою., тип V являє собою чотирьохвідламковий перелом, де міжвиросткове підвищення великогомілкової кістки відокремлено від діафізу і обох виростків, що часто пов'язано з судинними ушкодженнями [15].

Залежно від особливостей анатомічної будови спостерігаються різні типи переломів ППВБК. Стегнова і великогомілкова кістки при зчленуванні утворюють невеликий кут, відкритий назовні – фізіологічний genu valgum, який формується в результаті різниці між вальгусним кутом $8,4^{\circ}$ між виростками стегнової і варусним кутом $3,5^{\circ}$ між виростками великогомілкової кісток (ВГК) і становить близько 5° . Вальгусна установка в колінному суглобі сприяє тому, що при травмі відбувається зміщення гомілки назовні. При цьому латеральний виросток ВГК піддається стисненню між міцнішим латеральним виростком стегна і метадіафізу ВГК. За даними ряду авторів [16,17,18], переломи латерального виростка ВГК зустрічаються значно частіше переломів медіального виростка. Крім того, при зігнутому положенні гомілки частіше виникають імпресійні переломи, а при розігнутому положенні – переломи по типу відколу [19,20,21].

При діагностиці ушкоджень в ділянці колінного суглоба

травматологи, на жаль, до сих пір обмежуються використанням таких традиційних методів як огляд, пальпація і виконання рентгенографії в двох стандартних проекціях. Однак, на думку Дьячкова Г.В. (2008, 2013) [3,22], Hu Y.L. (2009) [23], Mustonen A.O. (2008) [24], Krishna Chaitanya (2020) [25] традиційне обстеження не володіє достатньою інформативністю і часто призводить до діагностичних і тактичних помилок, не дозволяє отримати об'єктивну інформацію про кількість фрагментів, їх величині, формі і ступеня зміщення. На сьогоднішній день «золотим стандартом» діагностики та деталізації анатомії переломів ППВБК є комп'ютерна томографія (КТ), що дозволяє виявити більш тонкі структурні зміни всіх складових колінного суглоба, що значно розширює можливості лікувальних і реабілітаційних заходів [23,26,27]. Абсолютним показанням для проведення КТ-дослідження є складні двовиросткові переломи проксимального відділу великогомілкової кістки [7].

Дуже актуальним в даний час стає питання про проведення магнітно-резонансної томографії (МРТ) при внутрішньосуглобовій травмі. Markhardk В.К (2009) [28], проводячи порівняльний аналіз результатів традиційної рентгенографії та магнітно-резонансної томографії при травматичних ушкодженнях колінного суглоба, виявив діагностичні помилки більш ніж в 54 % випадків. Так, у 47 пацієнтів при проведенні МРТ визначені імпресійні переломи, а при стандартному рентгенологічному дослідженні переломи діагностовано тільки у 19 з них. За даними Mustonen A.O. (2008) [24], при виконанні МРТ у 60 % хворих з діагнозом «забій колінного суглоба» діагностовано внутрішньосуглобові переломи, у 20 % постраждалих з діагнозом «гемартроз колінного суглоба» – переломи і остеохондральні пошкодження.

Метою лікування ППВБК є отримання хороших результатів – збереження функції суглоба, відновлення анатомічних і функціональних особливостей травмованої кінцівки. Точна репозиція, міцна фіксація уламків і ранній початок рухів в колінному суглобі – це ключ до розв'язання цих

питань [29,30,31].

Прихильники консервативного лікування ППВБК пропонують застосовувати його у випадках зі стабільними підвиростковими і черезвиростковими переломами без зміщення уламків або з мінімальним зміщенням, а також у випадках з важкими супутніми соматичними захворюваннями, де оперативне лікування протипоказано [32]. Репозиція вважається задовільною, якщо зміщення уламків не перевищує 2 мм. Основним методом пропонованого лікування хворих є ручна репозиція з гіпсової іммобілізацією до 6-8 тижнів з наступним реабілітаційно-відновлювальних лікуванням. Недолік методу – наростання дегенеративних змін в гіаліновому хрящі при виключенні фізіологічної функції суглоба, що є наслідком тривалої іммобілізації, контрактури в колінному суглобі.

За даними Ключевського В.В. зі спів. (2010) [29] показанням до лікування перелому скелетним витягненням є підвиросткові переломи, Т- і V-подібні підчерезвиросткові переломи, а також переломи одного виростка [33]. Дана методика проста у виконанні, можливе спостереження за пошкодженою ділянкою при лікуванні, ранні функціональне лікування та фізіотерапія. Однак недоліком методу є неповна іммобілізація уламків, гіподинамія хворого, ймовірність інфікування шкірних покривів навколо спиці, а також великі затрати на обслуговування пацієнта [34].

За даними численних морфологічних досліджень в області кісткової структури проксимального відділу ВГК через тонкий кортикальний шар і відсутність окістя репаративний остеогенез протікає ендостально. Навіть при незначному зміщенні уламків відбувається лише фіброзне зрощення на тлі відсутності ендостального і периостального кісткоутворення. У разі діастазу між уламками зрощення не відбувається зовсім. Оптимальні умови для регенерації губчастої кісткової тканини виникають тільки при максимальному зближенні кісткових уламків. В цьому випадку загоєння перелому відбувається через утворення інтермедіарної мозолі, минаючи хрящову фазу [34,35]. При вивченні регенерації суглобового хряща Backus

J.D. зі спів. (2011) [34] встановили, що при наявності між уламками виростків діастаза більше 1 мм утворення гіалінового хряща на місці дефекту не відбувається. Дефект заповнюється фіброгіаліновою тканиною. Регенерація суглобового хряща виникає лише при щільному контакті уламків з відновленням конгруентності суглобових поверхонь. При цьому гіаліновий хрящ утворюється шляхом проліферації слабо диференційованих клітин субхондрального кістковомозкового простору [34,35]. Таким чином, особливості репаративного остеогенезу ППВВК, неможливість точної репозиції кісткових фрагментів і відтворення анатомії суглобової поверхні свідчать на користь активної хірургічної тактики.

Для хірургічного лікування переломів проксимального відділу великогомілкової кістки запропоновано велика кількість оперативних методик [12,36,37,38,39,40]. При аналізі літератури з приводу показань до оперативного лікування переломів проксимального відділу великогомілкової кістки виявляється відсутність єдиної думки щодо тактики і методики лікування цієї категорії хворих.

У 1973 р. Сергєєвим В.М. був застосований трисекційний апарат Ілізарова в комбінації зі спицями з упорними майданчиками для Т- і Y-подібних переломів виростків великогомілкової і стегнової кісток. Для оптимізації лікування і досягнення повного анатомічного відновлення суглобових поверхонь з ранньої функціональної навантаженням часто використовувався апарат Волкова-Оганесяна з шарнірно-дистракційним пристроєм. Апарат дозволяє поступово і дозовано нарощувати пасивні рухи в суглобі від повного згинання до повного розгинання. При цих умовах поліпшується консолідація уламків завдяки розвантаженню суглоба [41,38]. Фіксацію стегна в апараті зовнішньої фіксації можна виконувати, на думку авторів – прихильників апаратного лікування, за рахунок установки брейс-апарату. В цьому випадку до АЗФ, накладеного на гомілку, фіксується стегновий компонент шарнірного ортезу, що забезпечує можливість ранньої розробки рухів при розвантаженні пошкодженого виростка. Дана методика

вимагає спеціалізованого нагляду за пацієнтом і має ускладнення у вигляді інфікування тканин і прорізування шпичь.

Застосування з метою фіксації кісткових відламків ППВБК накісткових пластин та інтрамедулярних стрижнів на даний час є основними методиками вибору хірургічного лікування цієї категорії пацієнтів. Проте залишаються остаточно не вирішеними ціла низка проблемних питань пов'язаних з їх використанням, а саме: вибір між пластинкою чи стрижнем (межі застосування); використання супрапателярного чи традиційного інфрапателярного доступу при виконанні БІОС; застосування полерних гвинтів; доцільність виконання остеосинтезу маломілкової кістки, остеотомії маломілкової кістки, застосування традиційного чи заднього доступу до великомілкової кістки, особливості ведення хворих при відкритих переломах і т. і.

Проведений аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури визначив, що експериментальному моделюванню різних варіантів остеосинтезу присвячена невелика кількість публікацій. В своїх дослідженнях автори використовували штучні великомілкові кістки з викликаним переломом плато або ПВБК [Zhi-Min Zeng, \(2011, 2012\)](#), Yoo B.J. (2010), Mueller K.L. (2003), Giordano V. (2020) [42,43,44,45,46] та 3D - реконструкцію даного виду переломів Pan S. (2021) [47]. В цих роботах експериментально досліджувались біомеханічні показники навантаження різних LSP та DCP-пластинок. В одному експериментальному дослідженні досліджується біомеханічне навантаження на інтрамедулярний стрижень Cross Mark [48]. Експериментальних досліджень, що порівнюють біомеханічні показники навантаження LSP пластинок та інтрамедулярних стрижней при ППВБК не знайдено.

На сьогоднішній день загальноприйнятим «золотим стандартом» при позасуглобових ППВБК є використання блокованого інтрамедулярного остеосинтезу, при внутрішньо суглобових – використовують накісткові

пластини та гвинти [12,36,49,50,51,52].

Позасуглобові ППВБК (41-A2, 41-A3, 42 за класифікацією АО) можуть бути фіксовані методом БІОС, також описано успішне використання інтрамедулярного остеосинтезу при простих внутрішньосуглобових переломах (41-B1 і 41-B2 за класифікацією АО) [53,54]. Досліджень, що визначають мінімальну відстань від суглобової поверхні до лінії перелому, при якому можливе використання інтрамедулярного остеосинтезу, немає. Складні внутрішньосуглобові переломи з імпресією суглобової поверхні прийнято вважати показаннями до накісткового остеосинтезу, проте за даними Garnavos С., 2017 [55], БІОС показав високу ефективність навіть при даному типі переломів.

Однією з найбільших переваг блокуючого інтрамедулярного остеосинтезу є можливість виконання закритої репозиції та здійснення хірургічного доступу поза межами ушкоджених тканин. Хоча закриту репозицію можна провести також і при накістковому остеосинтезі, доступ в безпосередньому наближенні до місця зламу та ушкоджених м'яких тканин супроводжується більш високою інвазивністю та ризиком розвитку інфекційних ускладнень.

З біомеханічної точки зору БІОС має ряд переваг перед накістковим остеосинтезом. Хоча в сагітальній площині проксимальна частина стрижня має відхилення від механічної осі нижньої кінцівки (вигин Herzog), але у фронтальній площині його розміщення майже повністю співпадає із віссю кінцівки, роблячи таку фіксацію більш стійкою до осьового навантаження [56,57,58].

Не співпадіння з анатомічною віссю гомілки проксимальної частини стрижня в сагітальній площині, розширення кістковомозкового каналу в бік епіфізу та короткий проксимальний уламок являються біомеханічними факторами, що не дають можливості досягнути стабільної фіксації уламків проксимального відділу великогомілкової кістки. Тим не менш, таке розміщення стрижня з біомеханічної точки зору є більш вигідним ніж

ексцентричне розміщення пластини при умові збереження стабільної фіксації проксимального уламка [56,59,60].

Стандартна техніка БІОС передбачає виконання інфрапателярного доступу та репозицію уламків на зігнутому колінному суглобі під кутом 90 градусів та менше. В літературі описані доступи через власну зв'язку надколінка, так і медіальніше або латеральніше від неї [2,61]. Слід зазначити, що інфрапателярний доступ пов'язаний із високим ризиком розвитку больового синдрому в передніх відділах колінного суглоба, котрі згідно даних мета-аналізу, проведеного E. Katsoulis та співавт. спостерігаються в 47,7 % випадків [62]. Необхідність виконання БІОС на зігнутому колінному суглобі обмежує можливість методу при проксимальних переломах. Це пояснюється тим, що під час згинання колінного суглоба до 90 градусів спостерігається максимальна різнонаправлена дії м'язів на уламки, що призводить в свою чергу до характерної антекурваційної вальгусної деформації. Таким чином підтримання репозиції під час заведення інтрамедулярного стрижня на зігнутому колінному суглобі є вкрай складним завданням.

В останні роки в зарубіжних літературних джерелах ведеться дискусія, щодо традиційного чи супрапателярного доступу до точки введення інтрамедулярного стрижня [63,64]. Більшість авторів рекомендує введення штифта при зігнутому до 15° колінному суглобі, однак повної ясності щодо оптимального для репозиції кута згинання немає [65,66]. Однак дія квадріцепсу стегна на проксимальний уламок великогомілкової кістки, а литкового м'язу – на дистальний призводять до характерної антекурваційної деформації. Функціонування передньої групи м'язів гомілки сприяє розвитку вальгусної деформації. Під час усунення всіх кутових зміщень часто зберігається зміщення уламків по ширині в сагітальній площині. При згинанні колінного суглоба різнонаправлена тяга м'язів збільшується, ускладнюючи стандартну техніку інтрамедулярного остеосинтезу. Доведено, що при традиційному доступі при введенні стрижня кінцівку згинають під

кутом більше 90 градусів у колінному суглобі, що в свою чергу в 80 % призводить до зміщення відламків при ППВБК [67], та не спостерігається при супрапателлярному доступі. Дані експериментальної роботи на трупах теж підтверджують те, що супрапателлярний доступ є більш мало травматичним в порівнянні із традиційним [68].

Тим часом суттєвим обмеженням даного методу є складність при досягненні і підтримці репозиції уламків. За даними літератури, частота консолидації в неправильному положенні досягає 84 %, тому автори рекомендують утриматися від даного методу при лікуванні переломів ППВБК. При цьому варто відзначити, що дані дослідження були проведено понад 20 років тому, а автори використовували техніки інтрамедулярного остеосинтезу і імпланти, розроблені для лікування діафізарних переломів [69,70]. Мінімально інвазивна техніка, можливість початку ранньої реабілітації та розуміння специфічних анатомічних і біомеханічних особливостей проксимального відділу гомілки змусили травматологічне суспільство передивитись погляди на можливості інтрамедулярного остеосинтезу при лікуванні поза суглобових ППВБК. Використання різних хірургічних прийомів і нових імплантатів дозволяє домогтися бажаної репозиції і стабільної фіксації, покращуючи результати лікування [20,36].

В літературі описані різноманітні способи досягання якісної репозиції при БІОС. Серед них слід виділити: вибір стрижня відповідного дизайну, остеосинтез на напіврозігнутому колінному суглобі, латералізація чи медіалізація точки введення стрижня в кістковомозковий канал, застосування полерних гвинтів або шпиль, використання допоміжних пластин, серкляжів, компресійних гвинтів, репозиційних пристроїв а також звичайних репозиційних щипців [11,24,53,54,71,72].

Дизайн стрижня відіграє важливу роль під час репозиції та фіксації перелому верхньої третини великогомілкової кістки. Труднощі під час репозиції виникають при виборі стрижнів з вигином Herzog, що розміщений дистальніше лінії зламу. В цьому випадку стрижень відштовхує дистальний

уламком дозadu і спостерігається «ефект клину» [59].

При лікуванні переломів проксимального відділу великогомілкової кістки активно використовуються стрижні з меншим кутом та відстанню до нього від проксимального кінця стрижня. Важливо відмітити, що кут введення стрижня по відношенню до осі великогомілкової кістки в сагітальній площині повинен бути рівним куту Herzog. Найбільш частою помилкою при БІОС ППВБК є введення стрижня під дуже великим кутом, що призводить до характерної антекурваційної деформації [59,73].

В літературі описана методика усунення залишкових зміщень при БІОС навколосуглобових переломів за допомогою стрижнів, що мають різьбові отвори для блокування. При закручуванні гвинта, введеного з боку вершини деформації усуваються залишкові зміщення за рахунок підтягування уламку до стрижня голівкою гвинта. На теперішній час досліджень, що дозволяють оцінити ефективність даної методики недостатньо [73].

В біомеханічних дослідженнях було показано, що фіксація проксимального уламку двома гвинтами недостатня, тому автори рекомендують віддавати перевагу тим стрижням, дизайн котрих дозволяє використовувати три блокуючих гвинти в проксимальному уламку. Також важливо, що чим більший кут між гвинтами, тим вища кутова стабільність фіксації [56,59].

Для підвищення стійкості до бокових навантажень були розроблені блокуючі гвинти з кутовою стабільністю. Завдяки спеціальному дизайну та біодеградуючим накладкам гвинти можна заблокувати в стрижні. В проведених дослідженнях на тему ефективності застосування таких гвинтів отримані суперечливі результати. D. Wähnert зі співавт. в біомеханічному дослідженні на прикладі великогомілкової кістки свині відмітили ефективність застосування гвинтів з кутовою стабільністю та рекомендували їх застосування у пацієнтів з остеопорозом. Проте інші автори не вважають, що блокування такими гвинтами підвищують стабільність фіксації [74].

В літературі описаний спосіб підвищення стабільності фіксації проксимального уламку при БІОС за допомогою блокуючих гвинтів. Дана методика показала високу ефективність при лікуванні проксимального відділу стегнової та плечової кістки у пацієнтів з остеопорозом. Однак в даний момент досліджень, що достовірно довели ефективність даної методики та абсолютних показань до її застосування при ППВБК недостатньо [75,76,77].

Завдяки високій частоті вторинної втрати репозиції при БІОС ППВБК вивчення і розробка методик, що підвищують стабільність фіксації проксимального уламку, викликає велику цікавість з боку дослідників.

При остеосинтезі на напіврозігнутому колінному суглобі вдається нейтралізувати різнонаправлені вектори сил м'язів на уламки. Більшість авторів рекомендують введення стрижня при зігнутому до 15 градусів колінному суглобі [65,66], проте повної ясності відносно оптимального для репозиції кута згинання немає.

Р. Tornetta зі співавторів описали альтернативний хірургічний доступ для виконання БІОС великогомілкової кістки на напіврозігнутому колінному суглобі. Вони запропонували парапателлярний доступ, при якому розріз виконується ззовні від надколінка. Після розсічення утримувача надколінка та виконання артротомії надколінок вивихується медіально. Направник встановлюється по міжвиростковій борозні стегнової кістки та вказує на точку введення стрижня [78]. Недоліком даного доступу багато авторів вважає його травматичність.

Пізніше був описаний менш інвазивний парапателлярний доступ, при якому здійснювалось розсічення утримувача надколінка без виконання артротомії. Доступ здійснювався медіально або латерально від надколінка в залежності від ступеню його мобільності. Недоліком цього доступу є більш складна техніка репозиції в порівнянні з такою при серединних доступах [2,73].

В останній час супрапателлярний (ретропателлярний,

наднадколінковий) доступ став одним із найбільш широко застосовуваних при ППВБК [79,80]. В літературі описані медіальний, латеральний та серединний доступи. Найбільш популярним є серединний доступ, при якому розріз, довжиною 2,5 см. здійснюється проксимальніше надколінка по серединній лінії. Доступ здійснюється через чотириголовий м'яз стегна та проходить через колінний суглоб [67].

Противники даного доступу вважають його надзвичайно травматичним та призводить до раннього розвитку остеоартрозу [68]. Враховуючи відносну новизну даного доступу, достовірність даних, що підтверджують цю гіпотезу, поки що немає. Однак встановлено, що ушкодження внутрішньосуглобових структур при супрапателлярному доступі спостерігається рідше, ніж при парапателлярному або інфрапателлярному. В біомеханічному дослідженні було показано, що тиск направника на хрящ в ділянці пателофеморального зчленування значно нижчий тиску, необхідного для того, щоб викликати гибель хондроцитів. Більш того, біль в колінному суглобі при супрапателлярному доступі зустрічається рідше ніж при інфрапателлярному [66,67,81,82,83].

Деякі автори виражають занепокоєння відносно потрапляння кісткових фрагментів в порожнину колінного суглоба при розсвердлюванні кістковомозкового каналу через супрапателлярний доступ. Деякі автори відмічали утворення хондральних тіл у 4 % випадків застосування супрапателлярного доступу, тому рекомендують виконувати промивання колінного суглоба перед закінченням операції [84].

Згідно з літературними даними стандартною при БІОС великогомілкової кістки прийнято вважати наступну точку трепанації кістки для введення стрижня (точка введення): в прямій проекції дана точка по внутрішньому краю латерального міжвиросткового підвищення, в боковій проекції – проксимальніше горбистості великогомілкової кістки. Т. McCormnell зі співавторами назвали описану вище ділянку «безпечною зоною» [85].

В своїй роботі Tornetta P. та спів. відмітили важливість вибору більш проксимальної точки трепанації кістковомозкового каналу при БІОС ППВБК. Станом на сьогодні дана точка визнана загальноприйнятою при лікуванні БІОС переломів верхньої третини великогомілкової кістки. Зміщення точки проксимальніше дає більше простору для установки стрижня, таким чином щоб вигин Herzog знаходився у проксимальному уламкові. Це обумовлює очевидні переваги при репозиції та фіксації короткого проксимального фрагменту, завдяки зменшенню відстані між анатомічною віссю кістки та точкою вводу, а також збільшення довжини частини стрижня, що знаходиться в проксимальному уламку, забезпечуючи можливість блокування стрижня як мінімум трьома гвинтами [54,86].

Для досягнення кращої репозиції багато авторів рекомендують більш латерально розміщену точку введення при БІОС ППВБК [86,87]. Це дозволяє попередити утворення характерної вальгусної деформації при введенні стрижня. Ряд дослідників указують на доцільність визначення точки введення в залежності від фактичної рентгенологічної картини. У випадку варусної деформації рекомендується використовувати більш медіальну точку введення, а при вальгусній - більш латеральну [88,89,90,91]. Слід зазначити, що зміщення точки введення відносно серединної лінії може негативно вплинути на положення механічної осі нижньої кінцівки, проте в літературі немає публікацій, котрі б описували дану проблему.

За останні декілька років поняття «полерний гвинт» (від англ. «poller screw») часто зустрічається в різних наукових публікаціях. Застосування полерних гвинтів – ефективний метод досягнення та підтримки репозиції при БІОС навколосуглобових переломів проксимальної гомілки. За рахунок штучного звуження кістковомозкового каналу. Як свідчать дані літератури полерні гвинти можуть виконувати дві різні функції: відхиляючу та блокуючу. Відхиляючі гвинти або шпиці необхідні для досягнення репозиції, а блокуючі (поза стрижнем) гвинти – для її підтримки [53,92].

Правильно введені відхиляючі полерні гвинти відштовхують

стрижень у потрібному напрямку. Вони повинні використовуватись в короткому уламку з увігнутого боку деформації. Деякі автори описують оптимальне положення полерних гвинтів як 6-7 мм. Від центру каналу на 1 см. проксимальніше лінії зламу. Однак слід зазначити, що вибір оптимальної точки введення полерних елементів залежить від їх товщини, товщини стрижня та характеру зміщення уламків. Гвинт введений латеральніше ходу стрижня, в сагітальній площині попереджує вальгусне зміщення, а гвинт, заведений у фронтальній площині позаду ходу стрижня, сприяє усуненню антекурваційної деформації [53].

При використанні полерних гвинтів описані наступні проблеми: гіперкорекція деформації, поява поперечного зміщення, перелом та згинання гвинтів, заклинювання стрижня при введенні, розколювання кістки. Це пов'язано з неточністю місця введення гвинтів та недооцінкою траєкторії проходження стрижня. Виявлення референтних позицій та передопераційне планування з урахуванням анатомічних особливостей кістки пацієнта та дизайну стрижня можуть потенційно вирішити цю проблему [86].

На думку деяких авторів, використання полерних шпиць більш виправдане. Через меншу товщину та більшу гнучкість шпиць, заклинювання стрижня спостерігається значно рідше. Також використання шпиць попереджає розколювання кістки. Помилка при невірному введенні шпиці менш критична ніж при неправильному введенні гвинта [92,93].

Полерні гвинти, залишені поза стрижнем підвищують ступінь фіксації шляхом обмеження каналу в більш широкій його проксимальній частині. Враховуючи схильність до втрати фіксації, використання таких гвинтів дуже важливе при БІОС ППВВК. Тим не менш деякі автори впевнені, що при наявності 3-4 блокуючих гвинтів (через отвори в стрижні) залишати полерні гвинти немає необхідності [94]. На сьогоднішній день в літературі не приведено біомеханічних досліджень та чітких рекомендацій відносно кількості та референтних положень полерних гвинтів в залежності від типу перелому.

При внутрішньосуглобових ППВВК операційні доступи повинні забезпечити можливість виконання точної репозиції, та залежать від локалізації ушкодження. Загальноприйнятим є стандартний (антеролатеральний доступ) до великогомілкової кістки, що передбачає розріз, центр якого проходить через горбок Жердині (місце прикріплення іліотібіального тракту) в формі слабо вигнутою літери «S» або хокейної ключки. Фасція відокремлюється і піднімається від горбистості великогомілкової кістки, щоб виділити зовнішній виросток великогомілкової кістки. Виконується артротомія під меніском для візуалізації суглобової поверхні [95,96]. Також виконується постеромедіальний доступ при переломах внутрішнього виростка і трансфібулярний доступ до задньозовнішньої частини суглобового плато. Постеромедіальний доступ дозволяє здійснити візуальний контроль в задній частині суглобової поверхні внутрішнього виростка і виконується за допомогою розрізу між внутрішньою бічною і зовнішньою косою зв'язками колінного суглоба. Найбільший інтерес представляє зовнішній доступ з виділенням малогомілкового нерва і остеотомією малогомілкової кістки на рівні шийки, з розтином проксимального міжгомілкового синдесмозу [97]. Цей доступ дозволяє розслабити зовнішню бічну зв'язку при відведенні головки малогомілкової кістки вгору, що в свою чергу дозволяє ротувати гомілку досередини і відкрити доступ до задньої частини суглоба. Перевага цього методу – значне зниження появи парезу малогомілкового нерва. Авторами застосовувалися два доступи одночасно при черезвиросткових переломах. Загальний недолік – травматичність доступу [98,99,100,101].

В даний час для остеосинтезу переломів ППВВК широко застосовується накістковий остеосинтез пластинами, який забезпечує надійну, тривалу і стабільну фіксацію, це дозволяє приступити до ранньої розробки рухів в колінному суглобі [27,102,103,104]. Однією з популярних серед травматологів, на сьогоднішній день, є концепція «біологічного остеосинтезу», що має на увазі максимальне збереження джерел кровообігу в

області перелому і мінімізацію хірургічного доступу. Концепція дозволяє відмовитися від точного зіставлення відламків заради зменшення хірургічної травми при доступі. Однак при внутрішньосуглобових переломах необхідність точної анатомічної репозиції залишається актуальною. Багато хірургів бачать реалізацію цих принципів в застосуванні LCP (Locking Compression Plate) з обмеженим або точковим контактом з кісткою [105,106,107]. Рельєф на внутрішній поверхні LCP має на меті обмежити контакт пластини з окістям для збереження періостальних судин. Додаткова жорсткість фіксації LCP досягається за рахунок наявності з'єднання «гвинт-пластина». Половина отворів пластини призначена для проведення стандартних гвинтів, а інші отвори мають різьблення для гвинтів з аналогічною різьбою на головці (locking head screw), завдяки чому забезпечується не тільки кутова, але і аксіальна стабільність. Застосування таких пластин дозволяє зберегти окістя і зменшити зону контактного остеонекрозу [26,108,109]. Для остеосинтезу переломів виростків великогомілкової кістки розроблені пластини з кутовою стабільністю певної форми для зовнішнього і внутрішнього виростків. При біомеханічному дослідженні на трупах, проведеному Gosling T, et al в 2004 році [110,111], LCP показали найбільшу стійкість до вертикальних навантажень в порівнянні з іншими фіксаторами, а методика їх імплантації – найменшу травматичність. Загальним недоліком даного методу є утруднення візуального контролю репозиції, що, в свою чергу, призводить до можливого виникнення ротаційних деформацій і осьових відхилень. В результаті неповного прилягання фіксатора до анатомічної поверхні кістки в деяких випадках відбувається загальна деформація перелому [112,113]. D.P. Barei і S.E. Nork (2006) при переломах обох виростків великогомілкової кістки запропонували використання короткої протиковзної опорної пластини по медіальній поверхні. Остеосинтез виконується з передньолатерального і задньомедіального доступів. Використання двох пластин надає більшу стабільність, але супроводжується збільшенням частоти гнійних ускладнень

у зв'язку зі збільшенням кількості хірургічних доступів і їх травматичністю [114,115,116,117]. Малотравматичним методом є закритий, малоінвазивний остеосинтез переломів гвинтами. Недолік при цьому способі – відсутність стабільної фіксації уламків, що призводить до використання гіпсової пов'язки для додаткової іммобілізації, а це в свою чергу призводить до пізньої реабілітації [40].

Подальший розвиток технологій малоінвазивної хірургічної стабілізації внутрішньосуглобових переломів виростків великогомілкової кістки призвело до появи системи LISS (Less Invasive Stabilization System) [118,119]. Конструкція LISS реалізує сучасні підходи до лікування переломів і передбачає можливість максимального збереження джерел кровопостачання відламків, малу травматичність хірургічної техніки із застосуванням мінімально інвазивних доступів і високу стабільність фіксації. Контактна поверхня пластин LISS має рельєфну форму, що передбачає обмежений контакт пластини з кісткою і збереження окістя [120]. Гвинти системи LISS, що вводяться в метафізарний області, розташовані під кутом один до одного. Це дозволяє значно підвищити жорсткість фіксації пластини до кістки, що особливо важливо при остеопорозі. Крім того, в пластинах LISS передбачена можливість використовувати блокуючі гвинти (LHS), які можуть бути встановлені, в разі необхідності, в режимі монокортикальної фіксації [26].

Анатомічною особливістю гомілки є наявність двох різних за своїм функціональному призначенню довгих кісток – великогомілкової та малогомілкової. Великомілкова кістка виконує основну опорну та формоутворювальну функцію. Малогомілкова приймає участь в утворенні суглобів: в проксимальному відділі до її головки кріпляться зв'язки колінного суглоба, в дистальному відділі ця кістка формує вилку гомілково-ступневого суглоба [63]. За рахунок вказаних особливостей при діафізарних переломах основні зусилля направлені на забезпечення консолідації великогомілкової кістки. Зрощенню діафізу малогомілкової кістки, як правило, приділяють набагато менше уваги. Необхідно відмітити, що

регенераторні особливості цієї кістки дуже високі, вона зростається практично завжди, утворення несправжніх суглобів – казуїстика. Строки консолідації діяфізу малоюмілкової кістки приблизно в 3-5 разів коротше, ніж великоюмілкової на тому ж рівні [63,64]. Нерідко доводиться констатувати спонтанне міжюмілкове синостозовання при переломах кісток юмілки. Як правило, це явище спостерігається при пошкодженні обох кісток на одному рівні і зустрічається в 7-9,5 % подібних випадків. Подібне явище можна вважати місцевою компенсаторною реакцією організму на травму, яка спрямована на консолідацію пошкоджених кісток [63,121]. Нерідко консолідація цих кісток відбувається в неправильному положенні, що призводить до кутових деформацій в колінному суглобі, які зустрічаються в 19 % до 26 % випадків [122,123] та потребують виконання корегувальної остеотомії малоюмілкової кістки [124]. Відносно доцільності виконання остеосинтезу малоюмілкової кістки при її переломах на одному рівні з ППВК єдиної думки на даний час немає [125,126].

У 1997 р Г.Д. Лазілішвілі і співав. запропонували метод остеосинтезу під артроскопічним контролем при лікуванні внутрішньосуглобових переломів виростків великоюмілкової кістки [127]. Дана методика використовувалася авторами при імпресійних переломах виростків. У місці імпресії по артроскопічному напрямку проводиться шпиця, по якій канюльованим свердлом розсвердлюється канал діаметром 6-7 мм. Спеціальним кондуктором усувається компресія виростка. По шпицям проводиться фіксація перелому за допомогою канюльованих гвинтів. Післяопераційна іммобілізація проводиться ортезами з бічними шарнірами.

Дана методика знайшла своє застосування у багатьох зарубіжних спеціалістів [128,129,130], але має обмежені показання.

Імпресійні переломи плато великоюмілкової кістки зустрічаються як ізольовано, так і в поєднанні з іншими типами переломів проксимального епіметафізу великоюмілкової кістки. При піднятті виростка утворюється дефект кісткової тканини, який необхідно заповнити для збереження

результатів репозиції [107,131,132]. «Золотим стандартом» остеопластики при оперативному лікуванні переломів ППВБК є аутопластика з гребеня клубової кістки. Аутокістка не тільки заповнює кістковий дефект, але і володіє остеоіндуктивними властивостями. Після імплантації аутокістки активізуються біологічно активні речовини, завдяки яким йде перебудова і диференціація мезенхімальних клітин в кісткові [133].

В останні роки при лікуванні переломів типу В2 і В3 за класифікацією АО багато авторів використовують алло-і аутотрансплантати, такі як препарати гідроксиапатиту, пористу кераміку, вуглецеві імплантати [134]. Імплантати поділяються на остеоіндуктивні, або остеогенні, і остеокондуктивні. До остеоіндуктивних відносяться імплантати, що стимулюють остеогенез: аутокістка, кістковий морфогенний білок (BMP), демінералізована кісткова матриця (DBN) і рідше аллокістка. Остеокондуктивні імплантати не стимулюють зрощення, а тільки заповнюють дефект, при цьому поступово проростають кістковою тканиною, так як подібні з її мінеральним компонентом. У випадках переломів плато великогомілкової кістки застосовуються остеокондуктивні імплантати. Deijkers (1999), ґрунтуючись на своїх дослідженнях, вважає, що використання аллотрансплантатів може ускладнитися реакцією відторгнення, навіть якщо трансплантати заморожені і позбавлені кісткового мозку. Він називає аллотрансплантат «складом антигенів, що забезпечує безперервну імунну відповідь протягом кількох років» [135].

Особливий підхід до лікування відмічено у хворих із вогнепальними ППВБК. Незважаючи на досягнення сучасної науки, в тому числі, застосування антибіотиків останніх поколінь і нових медичних технологій, частота гнійних ускладнень вогнепальних ран залишається високою і становить 25 - 38 % після вогнепальних поранень [136]. Розглядаючи питання вибору оптимальної тактики лікування постраждалих з вогнепальними ППВБК слід зазначити, що, на думку багатьох дослідників, першочерговою умовою успішного лікування таких хворих є, й не так спосіб

фіксації уламків, скільки правильне лікування пошкоджень м'яких тканин, яке визначається за класифікацією Gustillo-Anderson [78,137,138,139]. Так, було встановлено, що при подібних пошкодженнях саме характер травм м'яких тканин визначає частоту розвитку ранніх місцевих інфекційних ускладнень [140,141]. Тому, одним з основних завдань лікування пацієнтів з важкими відкритими травмами кінцівок є забезпечення неускладненого перебігу ранового процесу [142,143]. В останні роки, перш за все серед зарубіжних фахівців, широке поширення отримав метод лікування ран кінцівок у постраждалих з вогнепальними переломами кісток (ВПК) в умовах постійного негативного тиску (методика NPWT). Ця методика дозволяє постійно видаляти серозний або гнійний рановий ексудат, посилює місцевий кровообіг, зменшує локальний набряк безпосередньо пораненої поверхні і прилеглих до неї тканин. Вакуумна терапія ран покращує рівень такого показника, як мікробна забрудненість рани, прискорюється поява грануляцій та час загоєння рани, відбувається поліпшення перебігу всіх стадій процесу загоєння постійно підтримується вологе середовище в рані, яке необхідне для процесу загоєння. Його численні позитивні властивості забезпечують зниження частоти розвитку інфекційних ускладнень, зменшення потреби в реконструктивно-пластичних операціях, спрямованих на закриття рани, а також скорочує терміни і вартість лікування [144,145]. Для профілактики і лікування місцевих інфекційних ускладнень у постраждалих з важкими ВПК в даний час широко використовується методика тимчасового заповнення ран цементними кульками з антибіотиками, з'єднаними у вигляді бус [146,147]. Використання цементних бус в поєднанні з фіксацією ВПК блокованими штифтами дозволяє в чотири рази скоротити частоту глибоких інфекційних ускладнень [148]. Для постраждалих з ВПК загальноприйнятою є двоетапна схема лікування, першим етапом якої є ПХО рани і хірургічна фіксація кінцівки зовнішніми апаратами з усуненням грубих зсувів уламків, а після загоєння рани – демонтаж апарату і внутрішній остеосинтез [149,150]. При цьому строки заміни зовнішнього фіксатора на внутрішній на даний час не

регламентовані та у рівній мірі визначаються як загальним станом хворого, так і станом травмованої кінцівки [151].

Проведений огляд літературних джерел довів, що не дивлячись на велику низку різних методик лікування дискусійними та не вирішеними залишаються ще велика кількість питань, а саме:

1. Потребує висвітлення питання наявності та рівня ушкодження маломілкової кістки.
2. Межа застосування БІОС чи накісткового остеосинтезу.
3. Раціональне розташування пластин при проведенні накісткового остеосинтезу.
4. Розташування точки введення стрижня та застосування полерних гвинтів.
5. Особливості остеосинтезу при ушкодженні маломілкової кістки.
6. Вибір оптимального хірургічного доступу для оперативного лікування ППВБК.

Таким чином за результатами проведеного інформаційно-аналітичного дослідження визначено, що основними шляхами для покращення ефективності лікування хворих із ППВБК є: диференційоване застосування накісткового та інтрамедулярного остеосинтезу, удосконалення хірургічних доступів, удосконалення техніки виконання БІОС, урахування супутніх пошкоджень маломілкової кістки. Вирішення цих актуальних питань дозволить збільшити ефективність лікування цієї складної категорії хворих, зменшити кількість операційних ускладнень та негативних функціональних результатів.

Останні дані про питання, що вивчається

За даними Г.В. Гайко із спів. серед загальної структури осіб, що вперше визнані інвалідами у 25 % осіб інвалідність та тривала непрацездатність викликані порушеннями зрощення кісток після переломів (в порівнянні з розвиненими країнами вище у 3-4 рази) [152,153].

Несприятливим фактором впливу на інвалідність та тривалу непрацездатність є застосування застарілих методик лікування, слабка обізнаність лікарів та відсутність матеріально-технічної бази для впровадження новітніх методик оперативного лікування. При зміні економічної моделі функціонування охорони здоров'я особливо гостро відчувається потреба у використанні високотехнологічних, малотравматичних, високоефективних технологій.

Оперативні методики БІОС регламентовані, проте при вивченні факторів негативного впливу на репаративний остеогенез встановлено, що первинні (об'єктивні) фактори – важкість первинного ушкодження, важка соматична патологія – були основними в виникненні розладів репаративного остеогенезу тільки у 20,3 % потерпілих. У 79,7 % випадків мало місце неякісне надання спеціалізованої допомоги хворим на різних етапах лікування [154].

Таким чином актуальним науково-практичним завданням є вдосконалення показань до вибору методів внутрішньої фіксації при переломах проксимального відділу великогомілкової кістки, а також розробка алгоритму диференційованого застосування засобів остеосинтезу залежно від важкості ушкоджень кісткової та м'язової тканин.

Хто і де розробляє цю тему

У вітчизняній та зарубіжній літературі знайдено невелика кількість джерел, де приділяється увага розробці диференційованого застосування видів остеосинтезу при лікуванні хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки [12,137]. Недостатньо публікацій, які висвітлюють шляхи вирішення цієї проблеми. Відсутні публікації у вітчизняній медичній літературі, щодо застосування БІОС при лікуванні таких пошкоджень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами: робота виконується згідно плану науково-дослідної роботи Інституту травматології

та ортопедії Академії Медичних Наук України і є фрагментом НДР, № держреєстрації 0105U000180 „Розробити технології блокуючого інтрамедулярного остеосинтезу металевими стрижнями в лікуванні переломів довгих кісток та розладів репаративного остеогенезу”.

Мета дослідження. Покращити результати лікування хворих із переломами проксимального відділу великогомілкової кістки шляхом удосконалення діагностики та розробки диференційованого підходу до виконання хірургічних втручань, удосконалення технології лікування, профілактики післяопераційних ускладнень та реабілітації пацієнтів.

Завдання дослідження.

1. Провести інформаційно-аналітичне дослідження для визначення шляхів покращення ефективності лікування хворих з ППВБК.
2. На основі аналізу НДС системи «фіксатор-кістка-міжкістковий мембранозв'язковий апарат» визначити оптимальне розташування фіксуючих елементів при накістковому остеосинтезі ППВБК
3. За даними теоретичного біомеханічного моделювання обґрунтувати можливість застосування БІОС при лікуванні хворих із ППВБК.
4. Удосконалити технологію передопераційного планування, розробити підходи до диференційованого застосування остеосинтезу та удосконалити програму післяопераційної реабілітації при лікуванні хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки
5. Провести порівняльний аналіз ефективності розробленої та традиційної технології хірургічного лікування хворих із переломами проксимального відділу великогомілкової кістки.

Об'єкт дослідження: переломи проксимального відділу великогомілкової кістки.

Проаналізовано результати лікування 125 хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки пролікованих за допомогою

розробленого алгоритму із застосуванням БІОС та пластин з кутовою стабільністю, пролікованих за допомогою традиційних методик остеосинтезу та за допомогою консервативного лікування.

Предмет дослідження: результати лікування хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки. Напружно-деформований стан кісткової тканини та металевих фіксаторів при застосуванні різних способів оперативного лікування.

Предмет експериментального дослідження – пружно-еластичні деформації у великогомілковій та малоомілковій кістках при застосуванні різних типів фіксації ППВБК.

Медична документація: документація, що знаходиться в архівах ДУ «ІТО НАМН України», Глобинської ЦРЛ, Миргородської ЦРЛ, ЛІЛ Кременчуцька.

Методи дослідження: клінічний, рентгенологічний, комп'ютерно-томографічний, ультразвуковий, доплерографічний, статистичний.

Метод променевої діагностики. При надходженні пацієнтів до лікарні, рентгенологічне обстеження було виконане в прямих і бокових проекціях. При вивченні рентгенограм оцінювались масштаби ушкоджень, залучення суглобових поверхонь, ступінь зміщення кістки, тип переломів. При необхідності, для кращої деталізації та візуалізації переломів і визначення точного розміру кістки додатково були виконані рентгенограми в косих проекціях. Інтраопераційно для найкращої візуалізації переломів та репозиції фрагментів використовувались рентгенограми в двох стандартних проекціях.

Магнітно-резонансна (МРТ) і комп'ютерна томографії (КТ) колінного суглоба дозволили діагностувати структуру пошкодженої кісткової тканини, суглобову поверхню, виконувати об'ємні і плоскі реконструкції в різних площинах. Створювались 3Д-реконструкції зображення та виконувались морфометричні дослідження для точного визначення

характеру ушкодження проксимального відділу гомілки. Дослідження МРТ дозволило визначити масштаби пошкоджень внутрішньосуглобових структур (меніски, капсула, зв'язки, хрящова частина суглобової поверхні колінного суглоба).

Математичне моделювання. Проведене математичне моделювання стану пружних деформацій в системі кістка-фіксатор при переломах проксимального відділу великогомілкової кістки та ступеня переміщення фрагментів кісток залежно від пошкодження передньої та задньої міжгомілкової зв'язки, міжкісткової мембрани. Для побудови моделі використана остеотомія великогомілкової кістки із наявним дефектом 1 см на рівні 8 см нижче колінного суглоба. Також при відсутності ушкодження малогомілкової кістки (або при відновленні її цілісності) було враховано та створено 4 типи моделей фіксації:

1. Фіксацію пластиною тільки медіальної опорної колони.
2. Фіксацію пластиною тільки латеральної опорної колони.
3. Фіксацію пластинами обох опорних колон.
4. Фіксацію за допомогою блокуючого інтрамедулярного стрижня.

Статистичний метод. Матеріалом для медичного та статистичного аналізу стали медичні карти 125 хворих з переломами проксимальної гомілки, дані з них увійшли в спеціально розроблену анкету та комп'ютерну програму для досліджених пацієнтів, що складаються з секцій з демографічними даними, контактами, часом і обставинами травмування, типу перелому за АО, дати та виду оперативного лікування та ін.

Аналіз найближчих і віддалених результатів оперативного лікування колінного суглоба було проведено за шкалами Oxford knee score та Neer-Grantham- Shelton. Дані шкали включають в себе наступні пункти: ступінь болю, амплітуда рухів, стабільність в колінному суглобі, наявність варусної чи вальгусної деформації, ходьба по прямій лінії, ходьба по сходах, ходьба з додатковою підтримкою, здатність до самообслуговування.

Обробку отриманих результатів проводили у відповідності з правилами медико-біологічної статистики із використанням критерію Крускала-Уолліса (непараметричний аналог однофакторного дисперсійного аналізу), критерію χ^2 та кореляційного аналізу якісних ознак із застосуванням поліхоричного показника зв'язку

Використане обладнання: рентгенівські апарати; комп'ютерний томограф; магнітно-резонансний томограф; персональний комп'ютер; інтрамедулярні блокуючі стрижні; LCP; DCP; АЗФ; гвинти; шпиці; УЗД-апарати.

Наукова новизна отриманих результатів

1. Вперше на основі даних біомеханічних досліджень визначено що, деформація та напруження, які виникають в системі «фіксатор-кістка-міжкісткова мембрана-зв'язки» при накістковому остеосинтезі достовірно нижча ($p \leq 0,05$) при білатеральному розташуванні пластин. Показники НДС металофіксатора при білатеральному застосуванні пластин складає 382,00 МПа, при медіальному – 1095,2 МПа, при латеральному – 880,56 МПа; НДС міжкісткової мембрани визначалися 5,94 МПа при білатеральному розташуванні пластин, 12,89 МПа при медіальному та 14,73 при латеральному розташуванні; переміщення моделей склали 1,41 мм для білатерального, 2,53 мм для медіального та 2,66 мм. для латерального розташування пластин відповідно. Тому оптимальним методом фіксації кісткових уламків при накістковому остеосинтезі уламкового перелому проксимального відділу великогомілкової кістки є фіксація обох опорних колон.

2. Вперше на основі даних біомеханічних досліджень визначено що, застосування БІОС сприяє зменшенню напружень на елементи моделей фіксатор-кістка-міжкісткова мембрана-зв'язки та складає 250,4 МПа для фіксатора; 4,76 МПа для міжкісткової мембрани; переміщення моделі –

2,47мм. Значення НДС статистично достовірно відмінні ($p \leq 0,05$) від показників НДС при фіксації пластинами унілатерально та не мають статистично достовірної різниці між білатеральним розташуванням накісткових фіксаторів. Переміщення елементів моделі при БІОС склало 2,47 мм, що зумовлено конструктивними особливостями системи «стрижень-кістка», дане переміщення рівномірно розподіляється по всій довжині фіксатора та сприяє репаративному остеогенезу. Крім того фіксація за методикою БІОС та білатерального плейтінгу збільшує максимально допустимі навантаження на великогомілкову кістку в післяопераційному періоді, а саме 1109,55 Н при білатеральному розміщенні накісткових фіксаторів та 1341,78 Н при БІОС, що достовірно відрізняється ($p \leq 0,05$) у порівнянні з медіальним (534,23 Н) та латеральним (644,65 Н) розташуванням накісткових пластин.

3. Диференційний підхід до застосування остеосинтезу при лікуванні ППВБК ґрунтується на врахуванні типу перелому, ушкодження малогомілкової кістки, довжини проксимального фрагмента великогомілкової та малогомілкової кісток, виду перелому, наявності коморбідних станів, остеопорозу, віку пацієнта, стану шкірних покривів у ділянці оперативного доступу, потреби у виконанні кісткової аутопластики. Вперше розроблена програма післяопераційної реабілітації хворих з якої ґрунтується на врахуванні виду фіксації кісткових уламків та використаного хірургічного доступу.

4. На основі порівняльного аналізу застосування розробленої та традиційної технології хірургічного лікування у хворих із переломами проксимального відділу великогомілкової кістки доведено, що застосування розробленого підходу до лікування забезпечує найкращі результати. З'ясовано, що питома вага відмінних та добрих результатів лікування за шкалою Neer– Grantham – Shelton в дослідній групі спостереження, де застосовувались методики БІОС та LCP склала 38,33% та 50% відповідно, що статистично достовірно ($p \leq 0,01$) відрізняється в порівнянні з даними першої

контрольної групи спостереження (20,59% відмінних та 29,41% добрих результатів), де використовувались традиційний остеосинтез. Отримано статистично достовірне ($p \leq 0,01$) зменшення незадовільних результатів лікування хворих саме в дослідній групі, що склало 3,34% в порівнянні з даними першої (традиційний остеосинтез) (14,71%) та другої (консервативне лікування) (58,06%) контрольних груп. Результати впровадження диференційного підходу до застосування остеосинтезу дозволили покращити ефективність хірургічного лікування на 30,39%.

Практичне значення роботи

Створені схеми, уточнені показання та розроблений диференційований підхід до хірургічного лікування та післяопераційної реабілітації хворих із переломами проксимального відділу великогомілкової кістки.

Розроблений спосіб БІОС ППВБК із застосуванням супрапателлярного доступу, розроблений власний хірургічний інструментарій для виконання цієї операції, на що отримано 2 патенти України на корисну модель та 1 нововведення [155,156,157] Дана технологія лікування була застосована вперше на теренах України. Застосування розробленого диференційованого підходу до вибору методу хірургічного лікування дозволило розпочати ранню післяопераційну реабілітацію, що забезпечило застосування реабілітаційних заходів та покращення результатів лікування на 30,39 %, дозволило скоротити терміни перебування хворих в стаціонарі та терміни тимчасової непрацездатності.

Особиста участь дисертанта у виконанні роботи

Дисертантом сформульовані цілі та завдання дисертаційної роботи, проаналізовано вітчизняну та закордонну літературу. Розроблено два патенти на корисну модель та одне нововведення. Особисто виконано 54 оперативні втручання у хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки. Самостійно здійснено патентний пошук, проведено аналіз медичної документації

125 хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки. Написано усі розділи дисертації, сформульовано висновки та практичні рекомендації.

Апробація отриманих результатів

Основні положення та результати роботи були обговорені на: засіданні Полтавського товариства ортопедів-травматологів (м. Полтава, 2018 р.), науково-практичній конференції «Актуальні питання травматології та остеосинтезу» (м. Вінниця, 2019 р.), на XIX з'їзді ортопедів травматологів (м. Івано-Франківськ, 2019 р.), III з'їзді Всеукраїнської асоціації травматології та остеосинтезу (м. Київ, 2020 р.).

Впровадження в клінічну практику

Результати дисертаційного дослідження впроваджено в практику відділу проблем травматології та остеосинтезу ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», травматологічного відділення КНМП «Глобинська ЦРЛ», КНМП «Миргородська ЦРЛ» КНМП «ЛІЛ Кременчуцька», «ЛІЛ I рівня м. Горішні Плавні» та Житомирської ОКЛ ім. О.Ф. Гербачевського.

Публікації

Результати дисертаційного дослідження відображають 12 опублікованих праць за темою дисертації, з них 6 статей у провідних фахових виданнях, що наведені в переліку затверджених ДАК МОН України, 1 стаття в журналі, що входить до наукометричної бази Web of Science. Опубліковано одне нововведення в Інформаційному бюлетені НАМН України та отримано 2 Патенти України на корисну модель.

Структура дисертації

Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, аналізу та узагальнення результатів дослідження, висновків, списку літератури та додатків. Робота викладена на 186 сторінках машинописного тексту

включаючи список літератури та додатки. Текст ілюстровано 54 рисунками, вміщує 26 таблиць. Список літератури складають 177 джерел, з них вітчизняних та російськомовних – 57, англомовних – 120.

За матеріалами розділу здобувачем опубліковані такі наукові праці:

[52] Чіп ЄЕ. Лікування переломів проксимального відділу великогомілкової кістки (літературний огляд). Проблеми травматології та остеосинтезу. 2019;17(3):57-80.

[155] Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ, винахідники; ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», патентовласник. Спосіб лікування переломів проксимального відділу великогомілкової кістки. Патент України на корисну модель № 139460. 2020 лют. 10.

[156] Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ, винахідники; ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», патентовласник. Пристрій для розсвердлювання кістково-мозкового каналу. Патент України на корисну

[157] Калашніков АВ, Котюк ВВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ, Ставинський ЮО, Літун ЮМ, Вдовіченко КВ. Пристрій для проникнення в кістково-мозковий канал. Журнал Національної академії медичних наук України (додаток). Інформаційний бюлетень. 2020;39:193.

РОЗДІЛ 1

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Методики клінічних та інструментальних обстежень хворих

1.1.1 Клінічні методи дослідження хворих

На до операційному етапі клінічне дослідження включало в себе стандартну схему обстеження хворих з травматичними пошкодженнями. Особлива увага приділялася даним про обставини та механізм травми, своєчасність, об'єм та якісний характер надання медичної допомоги, наявність супутніх пошкоджень. Із анамнезу відмічали наявність супутніх захворювань, травм, оперативних втручань, функцію рухової системи до теперішньої травми.

Клінічно при поступленні визначали порушення вісі кінцівки, цілісність шкірного покриву, інтенсивність набряку, наявність випоту в суглобі. Виключали можливі пошкодження магістральних судин та нервів. Визначали ступінь патологічної рухливості, довжину кінцівки та сегментів, оцінювали вкорочення. Локальний статус вивчали, використовуючи методики обстеження хворих з ортопедичними захворюваннями за В. О. Марксом [158].

Дослідження базується на порівняльному аналізі результатів лікування 125 хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки. Всі хворі були поділені на три групи відповідно до методу лікування:

дослідна група (хворі які лікувалися за допомогою БІОС та накісткового МОС), де використовувався розроблений диференційований підхід до хірургічного лікування хворих на ППВБК;

1 контрольна група (хворі які лікувалися за допомогою традиційного МОС пластинами або гвинтами);

2 контрольна група (хворі які лікувалися консервативно). Розподіл хворих груп спостереження за статтю та віком представлено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Розподіл хворих груп спостереження за статтю та віком

Групи спостереження	Стать				Середній вік ($\bar{X} \pm m_x$)	Всього	
	жіноча		чоловіча				
	п	%	п	%		п	%
Дослідна	29	48,3	31	51,7	53,12±1,86	60	48,0
1 контрольна	15	44,1	19	55,9	50,00±2,31	34	27,2
2 контрольна	15	48,4	16	51,6	51,10±2,93	31	24,8
Всього	59	47,2	66	52,8	51,41±2,37	125	100,0

Аналізуючи дані представлені в табл. 1.1 треба відмітити однорідність груп дослідження за статтю та віком (статистичної різниці в групах спостереження за цими показниками не відмічено) (додаток 1). Спостерігається незначне переважання осіб чоловічої статі (52,8 % від загальної кількості хворих), середній вік обстежених пацієнтів склав 51,41 роки, що відповідає характеристиці осіб найбільш працездатного середнього віку за класифікацією ВООЗ [159], та ще раз доводить велику соціальну та економічну значимість лікування цих пацієнтів.

Розподіл хворих груп спостереження за типом перелому по класифікації АО [12] представлено в табл. 1.2.

Аналізуючи дані представлені в табл. 1.2 треба відмітити однорідність груп дослідження за типом перелому (статистичної різниці в групах спостереження за цими показниками не відмічено) (додаток 1). Спостерігається переважання осіб з переломами типу В (47,2 % від загальної кількості хворих).

**Розподіл хворих груп спостереження за типом перелому
по класифікації АО [12]**

Групи спосте- реження	Тип перелому за класифікацією АО						Всього	
	А (А2, А3)		В (В1, В2, В3)		С (С1, С2, С3)			
	п	%	п	%	п	%	п	%
Дослідна	16	26,67	30	50,0	14	23,33	60	48,00
1 контрольна	10	29,41	13	38,24	11	32,35	34	27,20
2 контрольна	7	22,58	16	51,61	8	25,81	31	24,80
Всього	33	26,40	59	47,20	33	26,40	125	100,00

Оцінка функціональних результатів лікування хворих проводилась у динаміці в 3 міс., 6 міс. та 1 рік після операції. Результати лікування оцінювали клінічно і рентгенологічно, враховуючи картину зрощення перелому, суб'єктивні відчуття хворого, наявність біомеханічних порушень, відновлення працездатності і наявність обмежень рухів в суміжних суглобах, нейротрофічних порушень, деформацій і вкорочень. Ефективність проведеного лікування оцінювали після консолідації перелому (через 1 рік після початку лікування) за шкалами Oxford та Neer– Grantham – Shelton [67,160].

Для оцінки результатів лікування хворих нами була використана шкала Neer-Grantham-Shelton, в модифікації Черкез-Заде, що включає оцінку шести параметрів, виражених в балах [67] (табл.1.3).

Відмінним результатом вважали суму балів понад 85, добрим – 70-85 балів, задовільними – 55-70 балів, менше 55 балів – результат вважали незадовільним. Бальну оцінку проводили в термін, приблизно, один рік після операції.

Також нами була використана шкала Oxford, що включає оцінку дванадцяти параметрів, виражених в балах (табл.1.4) [160].

Відмінним результатом вважали суму балів понад 37, добрим – 25-36 балів, задовільними – 13-24 балів, менше 12 балів – результат вважали незадовільним

Таблиця 1.3

Схема оцінки результатів лікування Neer - Grantham – Shelton [67]

Біль	Бали		Працездатність	Бали
Немає	20		Також як і до травми	10
Нетривалий чи метеорологічний	16		Збережена, але наявні утруднення	8
Після навантаження	12		Порушена	6
Викликана обмеженням функції кінцівки	8		Легка праця	4
Постійний чи нічний	4-0		Непрацездатність	2-0
Функція			Рентгенологічні дані	
Також як до травми	20		Практично норма	15
Незначне обмеження	16		5° девіації чи 0,5 см зміщення	12
Обмежена (використання поручнів)	12		10° девіації чи 2 см зміщення	9
Виражене обмеження (використання тростини)	8		15° девіації чи 3 см зміщення	6
Використання милиць чи ортезу	4-0		Консолідація з деформацією, діастаз виростків, артроз	3
Рухи в суглобі			Анатомія	
Норма чи 135°	20		Неоартроз чи інфекційне ускладнення	0
100°	16		М'язова гіпотрофія відсутня	15
80°	12		5° девіації чи 0,5 см вкорочення	12
60°	8		10° девіації чи 2 см зміщення	9
40°	4		15° девіації чи 3 см зміщення	6

В редакторі таблиць Microsoft Excel 2017 було створено спеціальну анкету, в котрій кожен пацієнт вносив свої суб'єктивні дані згідно тих питань, що задаються. Програма автоматично підраховувала кількість отриманих балів

Таблиця 1.4

Оксфордська шкала оцінки функції колінного суглоба [160].

1. Протягом останніх 4 тижнів Як би ви описали біль у вашому коліні? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">☐</td><td>Немає</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Незначний</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Помірний</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Сильний</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Нестерпний</td></tr> </table>	☐	Немає	☐	Незначний	☐	Помірний	☐	Сильний	☐	Нестерпний	7. Протягом останніх 4 тижнів Ви кульгаєте при ходьбі, через коліно? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">☐</td><td>Рідко/ніколи</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Іноді, або просто спочатку</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Часто</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Більшу частину часу</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Весь час</td></tr> </table>	☐	Рідко/ніколи	☐	Іноді, або просто спочатку	☐	Часто	☐	Більшу частину часу	☐	Весь час
☐	Немає																				
☐	Незначний																				
☐	Помірний																				
☐	Сильний																				
☐	Нестерпний																				
☐	Рідко/ніколи																				
☐	Іноді, або просто спочатку																				
☐	Часто																				
☐	Більшу частину часу																				
☐	Весь час																				
2. Протягом останніх 4 тижнів Наскільки довго ви були б в змозі ходити до появи болю в коліні, або коли біль стає серйозним? (з палицею, або без палиці) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">☐</td><td>Немає болю / більше 30хв.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>16-30 хв</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>5-15 хв</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Можу ходити тільки вдома</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Взагалі не можу – біль сильний при ходьбі</td></tr> </table>	☐	Немає болю / більше 30хв.	☐	16-30 хв	☐	5-15 хв	☐	Можу ходити тільки вдома	☐	Взагалі не можу – біль сильний при ходьбі	8. Протягом останніх 4 тижнів Ви відчували, що ваше коліно може раптово підвести вас? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">☐</td><td>Рідко/ніколи</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Іноді</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Часто</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Більшу частину часу</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Весь час</td></tr> </table>	☐	Рідко/ніколи	☐	Іноді	☐	Часто	☐	Більшу частину часу	☐	Весь час
☐	Немає болю / більше 30хв.																				
☐	16-30 хв																				
☐	5-15 хв																				
☐	Можу ходити тільки вдома																				
☐	Взагалі не можу – біль сильний при ходьбі																				
☐	Рідко/ніколи																				
☐	Іноді																				
☐	Часто																				
☐	Більшу частину часу																				
☐	Весь час																				
3. Протягом останніх 4 тижнів Після їжі (сидячи за столом), як болісно було для вас встати з крісла із-за коліна? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">☐</td><td>Безболісно</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Злегка болісно</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Помірно болісно</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Дуже болісно</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Нестерпно</td></tr> </table>	☐	Безболісно	☐	Злегка болісно	☐	Помірно болісно	☐	Дуже болісно	☐	Нестерпно	9. Протягом останніх 4 тижнів Можете Ви присісти і знову потім встати? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">☐</td><td>Так, легко</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>З невеликою складністю</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>З помірними труднощами</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Зі значними труднощами</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Ні, неможливо</td></tr> </table>	☐	Так, легко	☐	З невеликою складністю	☐	З помірними труднощами	☐	Зі значними труднощами	☐	Ні, неможливо
☐	Безболісно																				
☐	Злегка болісно																				
☐	Помірно болісно																				
☐	Дуже болісно																				
☐	Нестерпно																				
☐	Так, легко																				
☐	З невеликою складністю																				
☐	З помірними труднощами																				
☐	Зі значними труднощами																				
☐	Ні, неможливо																				
4. Протягом останніх 4 тижнів Ви були стурбовані болем від коліна в ліжку вночі, на ніч? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">☐</td><td>Ніколи</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Лише за 1 або 2 ночі</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Кілька ночей</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Більшість ночей</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Щоночі</td></tr> </table>	☐	Ніколи	☐	Лише за 1 або 2 ночі	☐	Кілька ночей	☐	Більшість ночей	☐	Щоночі	10. Протягом останніх 4 тижнів чи виникали у вас проблеми з гігієною (під час прийняття душу або ванної) пов'язані з вашим коліном? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">☐</td><td>Ніяких проблем</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Дуже мало проблем</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Помірні проблеми</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Дуже багато проблем</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Неможливо зробити</td></tr> </table>	☐	Ніяких проблем	☐	Дуже мало проблем	☐	Помірні проблеми	☐	Дуже багато проблем	☐	Неможливо зробити
☐	Ніколи																				
☐	Лише за 1 або 2 ночі																				
☐	Кілька ночей																				
☐	Більшість ночей																				
☐	Щоночі																				
☐	Ніяких проблем																				
☐	Дуже мало проблем																				
☐	Помірні проблеми																				
☐	Дуже багато проблем																				
☐	Неможливо зробити																				
5. Протягом останніх 4 тижнів Наскільки біль від коліна заважає вашій звичайній роботі (включаючи роботу по дому)? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">☐</td><td>Не заважає</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Трохи</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Помірно</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Значно</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Повністю</td></tr> </table>	☐	Не заважає	☐	Трохи	☐	Помірно	☐	Значно	☐	Повністю	11. Протягом останніх 4 тижнів Чи були у вас проблеми з водінням автомобіля або пересуванням за допомогою громадського транспорту через коліно? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">☐</td><td>Ніяких проблем</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Дуже мало проблем</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Помірні проблеми</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Дуже багато проблем</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Неможливо зробити</td></tr> </table>	☐	Ніяких проблем	☐	Дуже мало проблем	☐	Помірні проблеми	☐	Дуже багато проблем	☐	Неможливо зробити
☐	Не заважає																				
☐	Трохи																				
☐	Помірно																				
☐	Значно																				
☐	Повністю																				
☐	Ніяких проблем																				
☐	Дуже мало проблем																				
☐	Помірні проблеми																				
☐	Дуже багато проблем																				
☐	Неможливо зробити																				
6. Протягом останніх 4 тижнів Може ви пройти вниз один проліт сходів? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">☐</td><td>Так, легко</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>З невеликою складністю</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>З помірними труднощами</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Зі значними труднощами</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Ні, неможливо</td></tr> </table>	☐	Так, легко	☐	З невеликою складністю	☐	З помірними труднощами	☐	Зі значними труднощами	☐	Ні, неможливо	12. Протягом останніх 4 тижнів Чи могли б ви вести домашнє господарство на свій розсуд? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">☐</td><td>Так, легко</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>З невеликою складністю</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>З помірними труднощами</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Зі значними труднощами</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">☐</td><td>Ні, неможливо</td></tr> </table>	☐	Так, легко	☐	З невеликою складністю	☐	З помірними труднощами	☐	Зі значними труднощами	☐	Ні, неможливо
☐	Так, легко																				
☐	З невеликою складністю																				
☐	З помірними труднощами																				
☐	Зі значними труднощами																				
☐	Ні, неможливо																				
☐	Так, легко																				
☐	З невеликою складністю																				
☐	З помірними труднощами																				
☐	Зі значними труднощами																				
☐	Ні, неможливо																				

1.1.2 Променеві методи дослідження

Рентгенологічний метод використовували для обстеження усіх хворих з пошкодженням проксимального відділу великогомілкової кістки до початку та

на етапах лікування. Для цієї мети використовували рентгендіагностичну апаратуру Philips BV - 29, спіральний комп'ютерний томограф Siemens Somaton.

Рентгенографію стегнової кістки та колінного суглоба в прямій та бокових проекціях виконували при поступленні усім хворим. Передопераційне планування до закритого інтрамедулярного остеосинтезу включало два рентгенівські знімки непошкодженої великогомілкової кістки з центруванням на проксимальний та дистальний її відділи з рентген позитивною лінійкою для точного визначення довжини стержня, що планується. Аналізуючи рентгенограми оцінювали розміри найширшої частини кісткового каналу (істмуса) великогомілкової кістки та визначали можливе положення стержня в проксимальному уламку.

Етапні рентгенограми виконували в термінах 3 міс., 6 міс. та 1 рік після операції. В залежності від клінічної ситуації, виконували рентгенограми в інші строки. На етапних рентгенограмах визначали рентгенологічну динаміку зрощення перелому, положення фіксатора та вторинне зміщення.

Метод комп'ютерної томографії використовували як для вивчення особливостей регенерації кісткової тканини та оцінки результатів лікування. Враховуючи, що при черезвиросткових переломах проксимального відділу великогомілкової кістки в патологічному процесі задіяні пара-, та периартикулярні тканини виконували комп'ютерну томографію колінного суглоба у 32 (25,3%) хворих.

Комп'ютерну томографію проводили в залежності від відстані до зони перелому, до площини колінного суглоба за один чи два етапи. При черезвиросткових, внутрішньосуглобових переломах - сканування виконувалось єдиним діапазоном. При метафізарних, метадіафізарних переломах першим етапом виконували сканування колінного суглоба, другим - сканування ділянки гомілки на рівні перелому. В таких випадках діапазон сканування встановлювали дистально від краю кісткової мозолі до проксимальної межі першого діапазону. Для зменшення променевого навантаження на пацієнта, крок та товщина зрізу при спіральному скануванні збільшувалась до 5 - 7,5мм відповідно. Додаткова реконструкція отриманих зображень при сталій товщині сканування з максимально

можливим збільшенням кількості зображень. Отримані серії зображень опрацьовувались на робочій станції експертного класу LEONARDO фірми Siemens. На томографії оцінювали форму та співвідношення кісток, що формують колінний суглоб, структуру виростків великогомілкової та стегнової кісток, наявність дистрофічних змін кісткового та м'язового компоненту. При дослідженні зони консолидації переломів великогомілкової кістки оцінювали характер зрощення, репозицію уламків, якість кісткової мозолі, втягування в процес м'яких тканин.

Оцінка вище вказаних параметрів проводилась в декілька етапів. На першому етапі отримані аксіальні зображення досліджувались в кістковому та м'якотканинному вікнах. Оцінювали стан кісткових та м'якотканних структур колінного суглоба, зони перелому, проводили визначення площини та щільності поперечних зрізів головок та сухожильних часток м'язів гомілки та стегна. На другому етапі отримували серії зображень в режимі мультипланарних реконструкцій, які також оцінювались в кістковому та м'якотканинному вікнах. Оцінювали співвідношення, рентгеноморфологічні зміни кісткових та м'якотканних структур колінного суглоба, зони перелому. Третій етап включав аналіз топографо-анатомічних змін в режимі 3D - реконструкцій з використанням кісткових та м'якотканних фільтрів на робочій станції експертного класу LENARDO фірми Siemens.

Таким чином, отримували серії якісних висококонтрастних томограм ураженої ділянки кінцівки в різних площинах, під час аналізу яких формується повне тривимірне уявлення про морфологічні та топографо-анатомічні зміни в кістці та оточуючих м'яких тканинах.

1.1.3 Ультразвуковий метод дослідження

З метою профілактики тромбозу глибоких вен нижніх кінцівок виконували ультразвукову діагностику стану вен нижніх кінцівок. Сонографію м'яких тканин дистального відділу стегна та колінного суглоба проводили на апаратах Sonoline (Siemens) та Volusion-730 (Austria). Дослідження проводили в до операційному періоді на першу, третю, п'яту та сьому добу з моменту отримання травми. УЗ-сканування проводили за загальноприйнятою методикою з використанням датчика

чутливістю 5-10 МГц, а також кольорового датчика.

Результати дослідження оцінювали за станом компресії вен і їх розширення, наявності статичних ехосигналів, рухливості стулок венозних клапанів, наявності реакції на посилення кровотоку. Дослідження проведено у 27 (21,4%) хворих.

1.2 Біомеханічне моделювання напружено-деформованого стану різних металофіксаторів в умовах фіксації переломів проксимального відділу великогомілкової кістки

Математичні розрахунки біомеханічних систем в ортопедії та травматології дозволяють не тільки проаналізувати результати використання різних варіантів остеосинтезу до проведення оперативного втручання, але і суттєво скоротити витрати на проведення експериментальних досліджень. Відмінною рисою побудови математичних моделей великогомілкової кістки є можливість побудови складних тривимірних моделей, що враховують як анатомічні особливості, так і різні механічні характеристики кісткової тканини, що відрізняються для кортикального шару та метадіафізарних відділів кістки. Найбільш поширеним для аналізу зміни напружено-деформованого стану біомеханічних систем є метод кінцевих елементів (МКЕ), який не лише враховує вище перераховані особливості, але й дозволяє створювати складні схеми навантаження та закріплення моделі.

Одним з напрямків в використанні методу кінцевих елементів в математичних розрахунках біомеханічних систем є побудова моделей для аналізу та оцінки різних варіантів остеосинтезу.

Проведене математичне моделювання стану пружних деформацій в системі кістка-фіксатор при переломах проксимального відділу великогомілкової кістки та ступеня переміщення фрагментів кісток залежно від пошкодження передньої та задньої міжгомілкової зв'язки, міжкісткової мембрани. Для побудови моделі використана остеотомія великогомілкової кістки із наявним дефектом 1 см на рівні 8 см нижче колінного суглоба.

На початковому етапі за даними анатомічних моделей та КТ-сканів засобами Solid Works створено твердотільну 3D модель гомілки, яка налічувала елементи – великогомілкова та малогомілкова кістки, міжкісткова мембрана, зв'язки проксимального та дистального міжгомількового сполучення та відтворено перелом проксимального відділу великогомілкової кістки за схемою (рис.1.1). В подальшому розроблено 4 моделі фіксації кісткових відламків із застосуванням пластин LCP та інтрамедулярного блокуючого остеосинтезу металевим стрижнем:

Модель 1 - із застосуванням пластини LCP по медіальній поверхні великогомілкової кістки;

Модель 2 - із застосуванням пластини LCP по латеральній поверхні великогомілкової кістки;

Модель 3 - із застосуванням двох пластин LCP по медіальній і латеральній поверхні великогомілкової кістки;

Модель 4 - із застосуванням блокуючого інтрамедулярного стрижня (Рис.1.2).

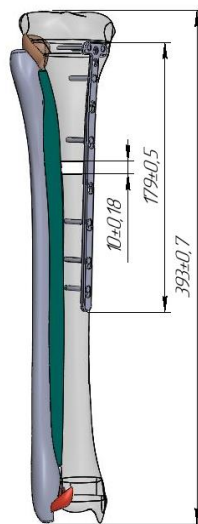


Рис.1.1. Твердотільна 3D модель гомілки

На наступному етапі завдано граничні умови закріплення та навантаження моделі вагою тіла, яка відповідає середньостатистичній масі тіла 75 кг (750Н) та створено скінченноелементну модель, яка налічувала

381787 вузлів та 206583 елементів. У контактних ділянках, для підвищення точності розрахунків, скінченноелементну сітку було ущільнено (рис.1.3).

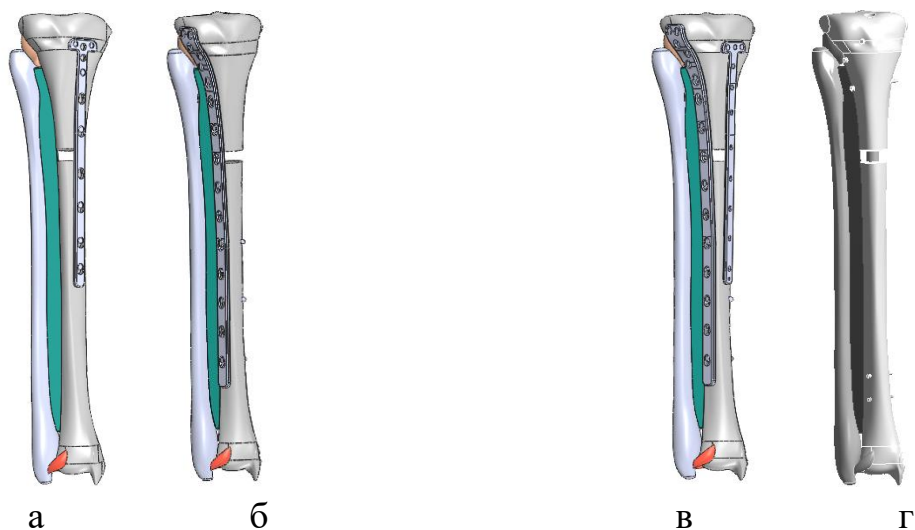


Рис.1.2 Варіанти фіксації кісткових відламків із застосуванням пластин LCP: унілатерально по медіальній поверхні великогомілкової кістки (а), унілатерально по латеральній поверхні великогомілкової кістки (б), білатерально (в) та інтрамедулярного блокуючого остеосинтезу металевим стрижнем (г).

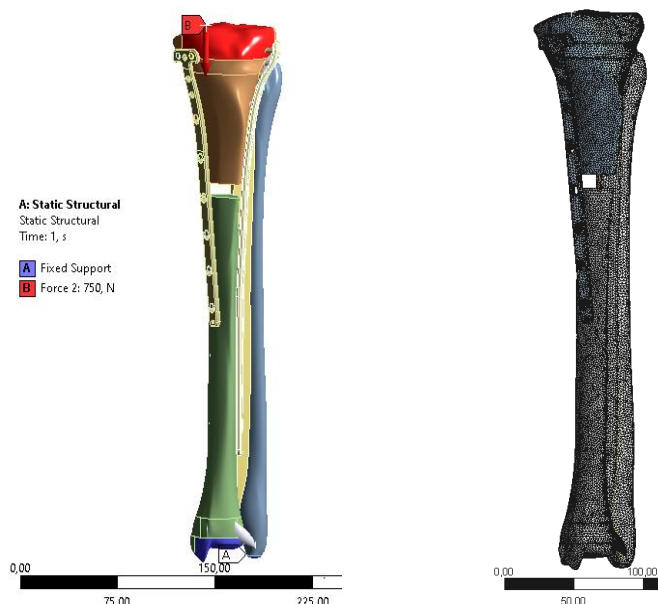


Рис.1.3 Граничні умови закріплення-навантаження та скінченноелементна модель.

Механічні властивості матеріалів, які застосовували для розрахунків [161], наведені у табл. 1.5.

Таблиця 1.5.

Механічні властивості матеріалів моделі

	Модуль Юнга, E (МПа)	Коефіцієнт Пуассона, μ
Компактна кістка	17 600	0,3
Спонгіозна кістка	500	0,3
Хрящ	50	0,45
Зв'язка	400	0,45
Медична сталь 17X18H9	200 000	0,3

Введено поняття «допустимі напруження» $[\sigma]$ які рівні:

$$[\sigma] = \min \left\{ \frac{R_m^T}{n_m}; \frac{R_{p0,2}^T}{n_{0,2}} \right\},$$

де $n_m = 2,6$, для кістки та $n_m = 1,5$ - для зв'язки та фіксаторів $n_{0,2} = 1,5$;

Так як границя міцності металевих фіксаторів у даному випадку:

$$[\sigma] = \frac{R_m^T}{n_m} = 568 \text{ МПа.}$$

Так як границя розтягу для кістки у даному випадку не відома, то

$$[\sigma] = \frac{R_m^T}{n_m} = \frac{28..120}{2,6} = 10,77...46,15 \text{ МПа.}$$

Згідно з [24] границя міцності сполучної тканини зв'язок варіюється від 4,02 до 41,19 МПа.

$$\text{Тому } [\sigma] = \frac{R_m^T}{n_m} = \frac{4,02..41,19}{1,5} = 2,68...27,46 \text{ МПа.}$$

Отже максимальні значення напружень на кістці не повинні перевищувати діапазон міцності для кісткової тканини 10.77-46,15 МПа, а на зв'язках – 2,68-27,46 МПа. У найгірших ситуаціях до уваги приймаються

мінімальні значення цього діапазону (10,77 МПа та 2,68 МПа відповідно). У зв'язку з тим, що напружено-деформований стан суглобового хряща у даних задачах впливає на значення НДС моделі не суттєво, а межі його міцності значно варіюють, то значення НДС на ньому розглядаються оглядово і напруження не значно відрізняються від норми для всіх розрахунків.

Розрахунки здійснювали в універсальній програмній системі скінченноелементного (СЕ) аналізу ANSYS, яка застосовується в сфері автоматизованих інженерних розрахунків (САПР, або CAE) і СЕ рішення лінійних і нелінійних, стаціонарних і нестаціонарних просторових задач механіки деформованого твердого тіла і механіки конструкцій (включаючи нестаціонарні геометрично і фізично нелінійні задачі контактної взаємодії елементів конструкцій), механіки зв'язаних полів та інше [162,163,164].

Розрахунки НДС методом МКЕ проводили у всіх 4 запропонованих моделях. Оцінювали показники НДС біомеханічних систем «металевий фіксатор-кістка» в різних варіантах остеосинтезу на всіх елементах моделі: на моделі в цілому, великогомілкової кістки, малогомілкової кістки, металевому фіксаторі, міжкістковій мембрані, зв'язках голівки малогомілкової кістки та зовнішньої кісточки.

1.3 Статистичне дослідження

Обробку отриманих результатів проводили у відповідності з правилами медико-біологічної статистики із використанням критерію Крускала-Уолліса (непараметричний аналог однофакторного дисперсійного аналізу), критерію χ^2 та кореляційного аналізу якісних ознак із застосуванням поліхоричного показника зв'язку [165,166,167].

Опис методів:

Критерій χ^2 :

Нехай група з n спостережень одночасно класифікується за двома різними ознаками відповідно до табл. 1.6.

Таблиця 1.6

Таблиця для визначення критерію χ^2

Градація за другою ознакою	Градація за першою ознакою				n_j
	1	2	...	j	
1	n_{11}	n_{21}	...	n_{j1}	Σ
2	n_{12}	n_{22}		n_{j2}	Σ
...	...	...	...	...	Σ
J	n_{1j}	n_{2j}	...	n_{ij}	Σ
...	...	...	...	...	Σ
n_j	Σ	Σ	Σ	Σ	n

У табл. 1.6 n_{ij} - кількість об'єктів, що одночасно відповідають i -й градації за першою ознакою і j -й градації за другою ознакою; $n_i = \sum_i n_{ij}$ - сума чисел n_{ij} у i -му стовпчику; $n_j = \sum_j n_{ij}$ - сума чисел n_{ij} у j -му рядку; $n = \sum n_{ij} = \sum n_j$ - загальна сума чисел n_{ij} за всіма клітинами таблиці.

Міра розбіжності

$$\chi^2 = \sum_{ij} \frac{\left(n_{ij} - \overset{\circ}{n}_{ij} \right)^2}{\overset{\circ}{n}_{ij}},$$

де $\overset{\circ}{n}_{ij}$ - сподівані значення величини χ^2 за припущенням відсутності зв'язку між ознаками, що визначають за формулою $\overset{\circ}{n}_{ij} = \frac{n_i n_j}{n}$.

Число ступенів вільності величини χ^2 визначають так $n' = (k_1 - 1)(k_2 - 1)$, де k_1, k_2 - числа градації за першою і другою ознаками.

Порядок застосування критерію:

1. Складаємо таблицю сполученості.

2. Підраховуємо кількість об'єктів у кожному рядку і в кожному стовпчику, знаходимо, яку долю від загальної кількості об'єктів складають ці значення.

3. Підраховуємо сподівані значення.

4. Знаходимо міру розбіжності χ^2 .

Обчислюємо число ступенів вільності, обираємо рівень значущості та по таблиці граничних значень критерію χ^2 знаходимо ймовірність p появи значень χ^2 більших, ніж отримані. Якщо ця ймовірність мала міжгрупові розбіжності вважаються суттєвими.

Критерій Крускала-Уолліса (непараметричний аналог однофакторного дисперсійного аналізу).

За допомогою критерію Крускала-Уолліса оцінюємо значимість отриманих відмінностей.

Для побудови критерію здійснюють наступні дії:

1) всі отримані дані, незалежно від того, якій групі вони належать, розташовують в порядку зростання ознаки в єдиний ранжируваний ряд; порядкові номери кожної із варіант в цьому ряду визначають їх ранги;

2) визначають суми рангів, які відносяться до кожної групи, і для кожної групи визначають середній ранг;

3) визначають значення критерію Крускала-Уолліса H яке є мірою розходження середніх рангів.

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \cdot \sum_{m=1}^m n_m (\bar{R}_m - \bar{R})^2$$

де, m – кількість груп, n_m – чисельність m групи, $\bar{R}$ – середній ранг для об'єднаної групи, $\bar{R}_m$ – середній ранг для кожної групи, N – загальний об'єм всіх груп.

При великій кількості співпадаючих рангів значення H необхідно поділити на коефіцієнт

$$1 - \frac{\sum (\tau_i - 1)\tau_i(\tau_i + 1)}{N(N^2 - 1)};$$

порівнюють визначене значення H_k з критичним значенням χ^2 для числа ступеня вільності, на одиницю меншої кількості груп. Якщо значення H_k більше критичного значенням χ^2 то відмінність груп статистично значима

Для відповіді на питання які групи відрізняються друг від друга, а які схожі використовуємо критерій Данна (метод множинних порівнянь).

$$Q = \frac{\overline{R}_A - \overline{R}_B}{\sqrt{\frac{N(N+1)}{12} \left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)}},$$

де $\overline{R}_A$ та $\overline{R}_B$ - середні ранги двох груп, які порівнюються, n_A та n_B - їх об'єми, а N - загальний об'єм всіх груп.

Якщо критичне значення Q менше вибіркового, то відмінності груп статистично значимі.

Поліхоричний показник зв'язку.

У випадку, коли кожна з ознак має кілька якісних градацій, зв'язок між ознаками можна оцінити за допомогою поліхоричного показника зв'язку. Для визначення цього показника складали кореляційну таблицю (табл. 1.7).

Таблиця 1.7

Типова кореляційна таблиця для визначення поліхоричного показника кореляційного зв'язку

Градація другої ознаки	Градація першої ознаки			n_j
	1	2	3	
1	n_{11}	n_{21}	n_{31}	Σ
2	n_{12}	n_{22}	n_{32}	Σ
3	n_{13}	n_{23}	n_{33}	Σ
n_i	Σ	Σ	Σ	n

За наявності кореляційної таблиці поліхоричний показник зв'язку дорівнює:

$$\rho = \frac{a-1}{\sqrt{(k_1-1)(k_2-1)}},$$

де k_1, k_2 – кількість якісних градацій першої та другої ознак;

$$a = \sum_i \left(\frac{\sum_j \frac{n_{ij}^2}{n_j}}{n_j} \right).$$

Тут n_{ij} – число спостережень, що одночасно відповідають i -ї градації першої ознаки та j -ї градації другої

$$n_i = \sum_j n_{ij}; \quad n_j = \sum_i n_{ij}$$

Індекси i та j під знаками суми означають, що підсумування в першому випадку за стовпчиками, а в другому – по рядках кореляційної таблиці.

Оцінку значущості знайденого значення ρ виконували за допомогою розподілу χ^2 для числа ступенів вільності $n'=(k_1-1)(k_2-1)$:

$$\chi^2 = n(a-1),$$

де n – загальна кількість вибірки.

РОЗДІЛ 2

БІОМЕХАНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ОСТЕОСИНТЕЗУ ПЕРЕЛОМІВ ПРОКСИМАЛЬНОГО ВІДДІЛУ ВЕЛИКОГОМІЛКОВОЇ КІСТКИ

Результати розрахунків НДС біомеханічної системи «фіксатор-кістка» при фіксації кісткових відламків із застосуванням пластини LCP унілатерально по медіальній поверхні великогомілкової кістки (модель 1) представлено на рис. 2.3.

Аналіз результатів максимальних напружень на моделі 1 довів, що вони локалізовані на металевій пластині, яка сприймає основне навантаження. При цьому показники НДС на металевому фіксаторі при навантаженні вагою тіла (750Н) перевищує межі міцності матеріалу майже у 2 рази (1095,2 МПа), на великогомілковій та малогомілковій кістках знаходиться у межах «допустимих напружень» діапазону міцності для кісткової тканини (10,77-46,15 МПа), але перевищуючи його мінімальний показник міцності на великогомілковій у 2,5 рази, на малогомілковій – на 20 %.

При детальному аналізі максимальних значень НДС на кістках гомілки спостерігаються точкові концентрації напружень під різьбою у місці введення фіксуючих гвинтів у проксимальному відламку великогомілкової кістки та на дистальному епіфізі малогомілкової кістки на верхівці латеральної кісточки. Зминання цих ділянок під навантаженням не призводить до локальних або глобальних змін та не порушують загальну цілісність моделі. Для подальшого аналізу обрано наступне значення за шкалою напружень на великогомілковій та малогомілковій кістках (15,12 МПа та 7,21МПа відповідно). Ці значення перевищують мінімальний

показник міцності великогомілкової кістки у 1,4 рази, на малоюмілкової – не перевищують межі міцності матеріалів [168,169].

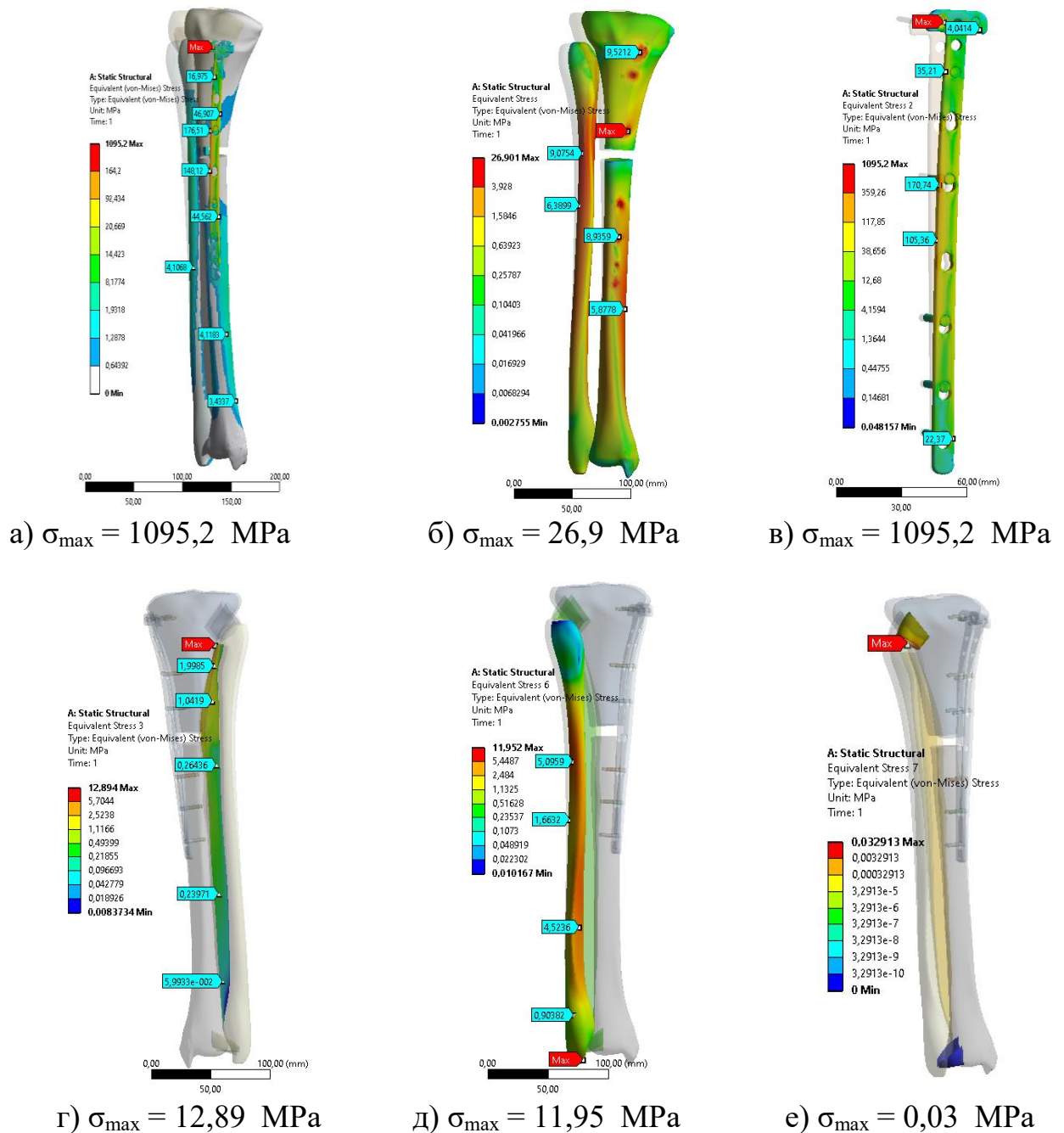
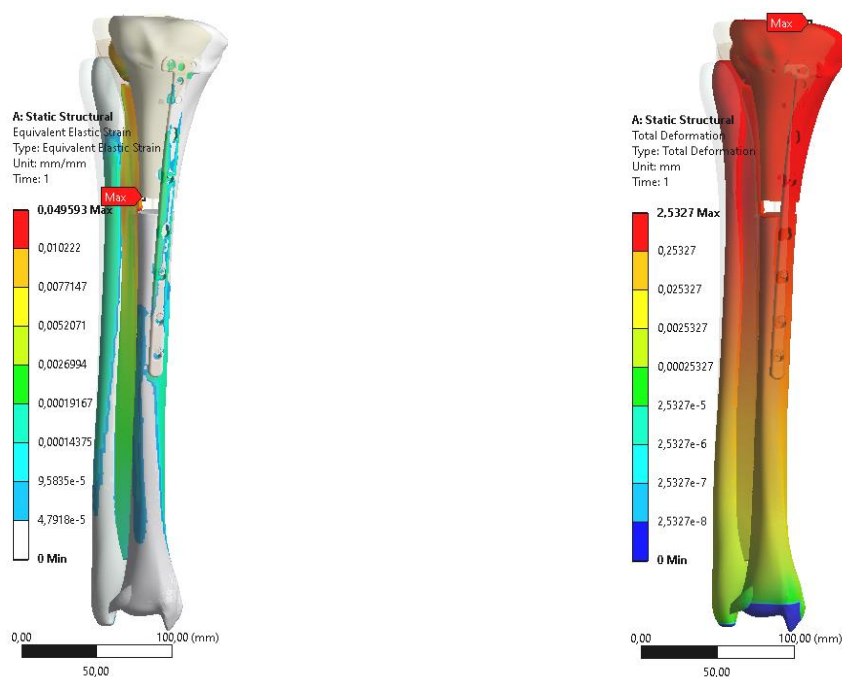


Рис.2.3 Результати вимірювання напруження при фіксації кісткових уламків із застосуванням LCP унілатерально по медіальній поверхні великогомілкової кістки: на моделі в цілому (а), великогомілкової кістки (б), металевому фіксаторі (в), міжкістковій мембрані (г), малоюмілкової кістки (д), зв'язках голівки малоюмілкової кістки та зовнішньої кісточки (е)

Результати вимірювання деформацій та загальних переміщень (Total Deformation) моделі 1 представлено на рис. 2.4.



а) $\epsilon_{\max}=0,0496$ мм

б) $\Delta l = 2,53$ мм

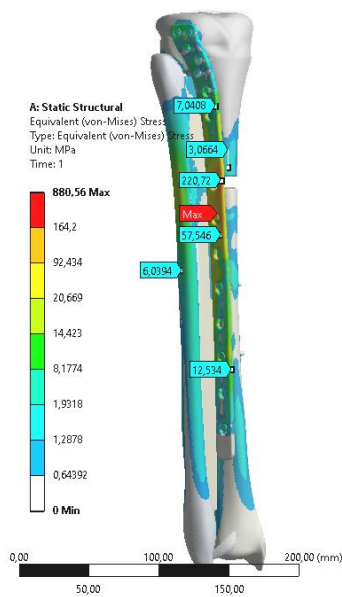
Рис.2.4 Результати вимірювання деформацій (а) та переміщень (б) при фіксації кісткових уламків із застосуванням LCP унілатерально по медіальній поверхні великогомілкової кістки

Максимальні переміщення кісткових відламків досягають ($\Delta = 2,53$ мм), що є несприятливим фактором до первинного зрощення кісткових уламків та може призводити до розладів репаративного осстеогенезу (PRO).

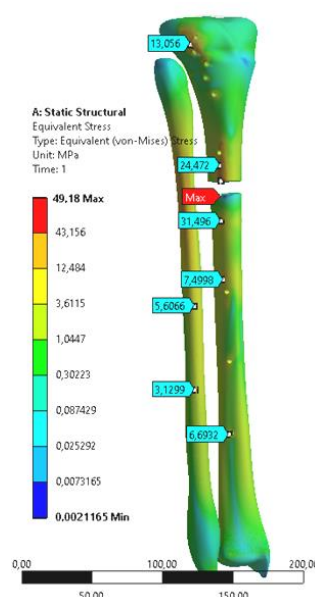
Таким чином використання з метою фіксації ППВБК LCP унілатерально по медіальній поверхні великогомілкової кістки призводить до значного зростання показників НДС елементів моделі з перевищенням допустимих значень напружень як на металофіксатор, так і на великогомілкову кістку та переміщень кісткових уламків, що може призвести до зламу металевого фіксатора та незрощення перелому.

Результати розрахунків НДС біомеханічної системи «фіксатор-кістка» при фіксації кісткових відламків із застосуванням LCP унілатерально по

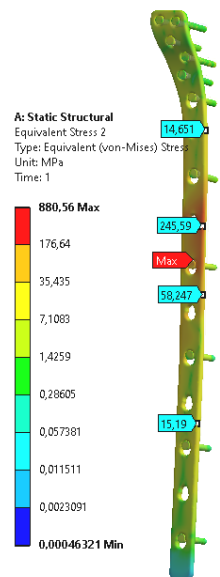
латеральній поверхні великогомілкової кістки (модель 2) представлено на рисунку 2.5.



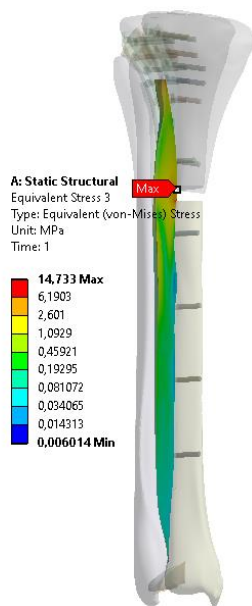
а) $\sigma_{\max} = 880,56$ МПа



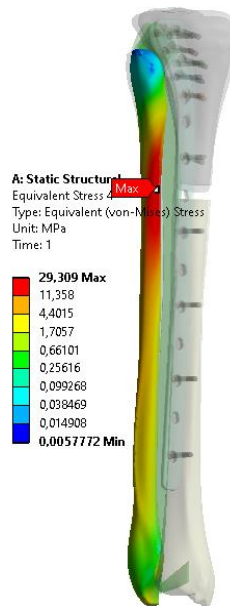
б) $\sigma_{\max} = 49,18$ МПа



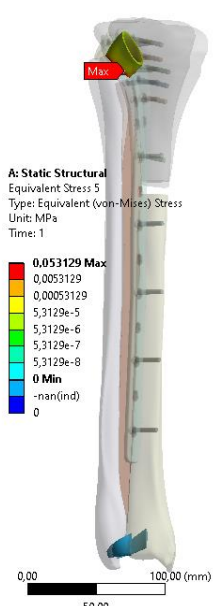
в) $\sigma_{\max} = 880,56$ МПа



г) $\sigma_{\max} = 14,73$ МПа



д) $\sigma_{\max} = 29,31$ МПа



е) $\sigma_{\max} = 0,05$ МПа

Рис.2.5 Результати вимірювання напруження при фіксації кісткових уламків із застосуванням LCP унілатерально по латеральній поверхні великогомілкової кістки: на моделі в цілому (а), великогомілковій кістці (б), металевому фіксаторі (в), міжкістковій мембрані (г), малогомілковій кістці (д), зв'язках голівки малогомілкової

кістки та зовнішньої кісточки (е)

Аналіз результатів максимальних напружень на моделі 2 довів, що вони локалізовані на металевій пластині, яка сприймає основне навантаження. При цьому показники НДС на металевому фіксаторі при навантаженні вагою тіла (750Н) перевищують межі міцності матеріалу у 1,5 рази (880,56 МПа), аналогічно, на великогомілкової та малогомілкової кістках перевищують межі «допустимих напружень» діапазону міцності для кісткової тканини (10,77-46,15 МПа), значно перевищуючи його мінімальний показник на великогомілкової кістці – майже у 4,6 рази, на малогомілкової – у 2,7 рази.

При детальному аналізі максимальних значень НДС на кістках гомілки спостерігаються точкове концентрація напружень під різьбою у місці введення фіксуючих гвинтів у проксимальному відламку великогомілкової кістки та на ділянці контакту краю дистального відламку великогомілкової кістки з металевою пластиною. Змінання цих ділянок під навантаженням не призводить до локальних або глобальних змін та не порушують загальну цілісність моделі. Для подальшого аналізу обрано наступне значення за шкалою напружень на великогомілкової кістці (12,53 МПа). Ці значення перевищують мінімальний показник міцності великогомілкової кістки у 1,2 рази.

Результати вимірювання деформацій та загальних переміщень (Total Deformation) моделі 2 представлено на рис. 2.6.

Максимальні переміщення досягають ($\Delta = 2,657$ мм), що є несприятливим фактором до первинного зрощення кісткових уламків та може призводити до розладів репаративного остеогенезу (РРО).

Таким чином, використання з метою фіксації ППВБК LCP унілатерально по латеральній поверхні великогомілкової кістки також, аналогічно моделі 1, призводить до значного зростання показників НДС елементів моделі з перевищенням допустимих значень напружень як на

металофіксатор так і на великогомілкову кістку та переміщень кісткових уламків, що може призвести до зламу металевого фіксатора та РРО.

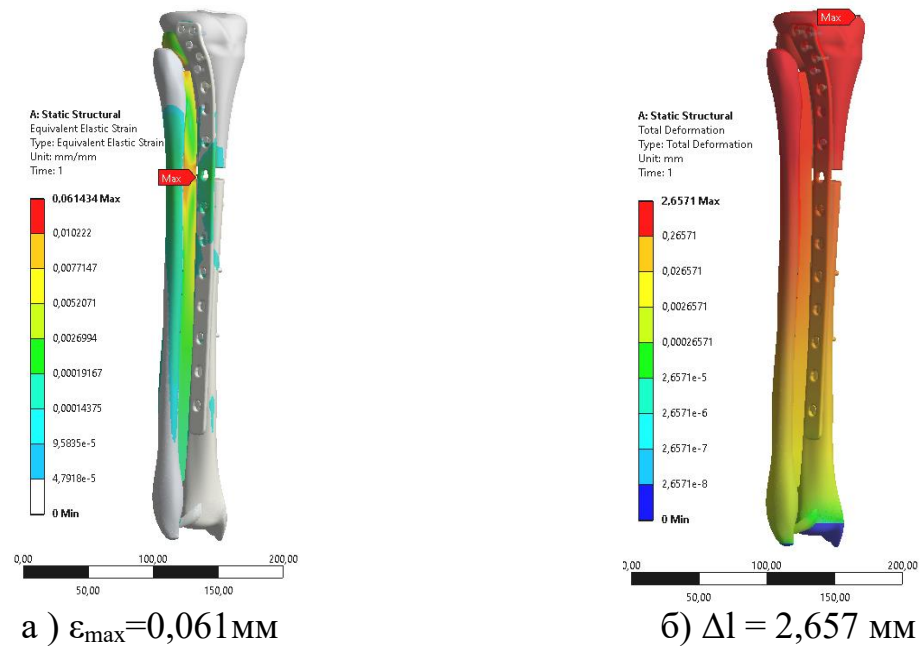
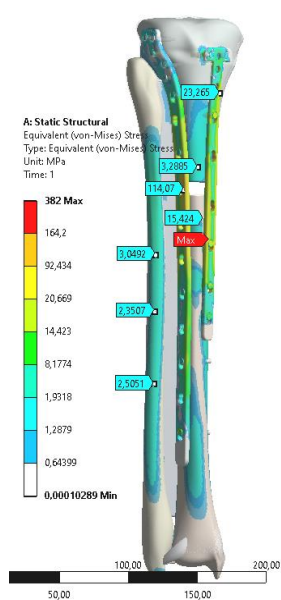


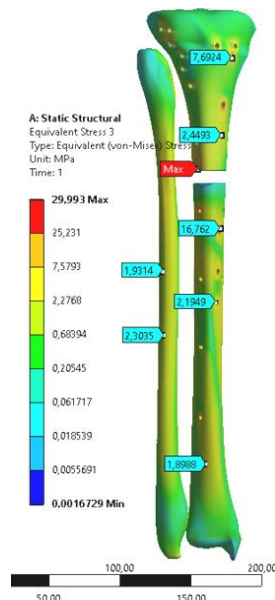
Рис.2.6 Результати вимірювання деформацій (а) та переміщень (б) при фіксації кісткових уламків із застосуванням LCP унілатерально по латеральній поверхні великогомілкової кістки

Результати розрахунків НДС біомеханічної системи «фіксатор-кістка» при фіксації кісткових відламків із застосуванням LCP білатерально по медіальній та латеральній поверхні великогомілкової кістки (модель 3) представлено на рис. 2.7.

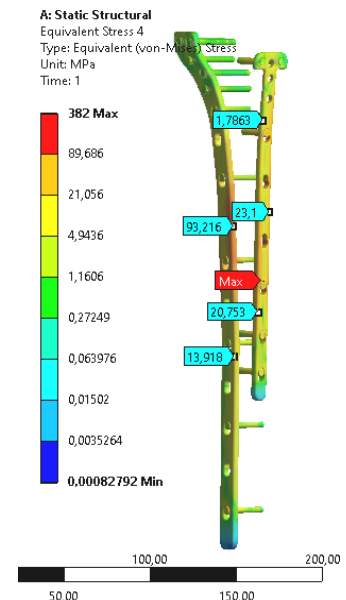
Аналіз результатів максимальних напружень на моделі 3 довів, що вони локалізовані на металевій пластині, яка сприймає основне навантаження (382 МПа). При цьому показники НДС на металевому фіксаторі при навантаженні вагою тіла (750Н), на відміну від показників в моделі 1 та 2 (1095,2 та 880,56 МПа) не перевищують межі міцності матеріалу. На великогомілковій та малогомілковій кістках значення НДС знаходиться у межах «допустимих напружень» діапазону міцності для кісткової тканини (10,77-46,15 МПа).



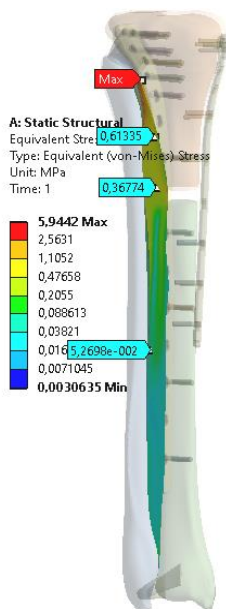
а) $\sigma_{\max} = 382,0 \text{ MPa}$



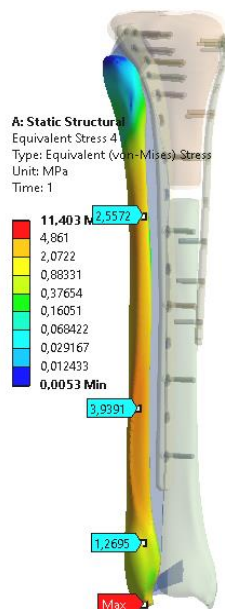
б) $\sigma_{\max} = 29,99 \text{ MPa}$



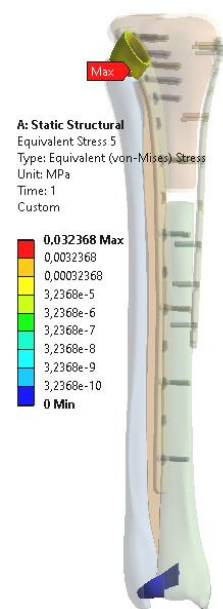
в) $\sigma_{\max} = 382,0 \text{ MPa}$



г) $\sigma_{\max} = 5,94 \text{ MPa}$



д) $\sigma_{\max} = 11,40 \text{ MPa}$



е) $\sigma_{\max} = 0,03 \text{ MPa}$

Рис 2.7 Результати вимірювання напруження при фіксації кісткових уламків із застосуванням LCP білатерально: на моделі в цілому (а), великогомілкової кістці (б), металевому фіксаторі (в), міжкістковій мембрані (г), малогомілкової кістці (д), зв'язках голівки малогомілкової кістки та зовнішньої кісточки (е)

При детальному аналізі максимальних значень НДС на кістках гомілки спостерігаються точкові концентрації напружень на дистальному епіфізі малогомілкової кістки на верхівці латеральної кісточки. Змінання цих

ділянок під навантаженням не призводить до локальних або глобальних змін та не порушують загальну цілісність моделі. Для подальшого аналізу обрано наступне значення за шкалою напружень на великогомілкової та малогомілкової кістках (7,28 МПа та 4,09 МПа відповідно), що значно менше ніж ці показники представлені в моделях 1 та 2 (відповідно 15,12 та 12,53 МПа для великогомілкової кістки). Значення отримані на моделі 3 не перевищують мінімальний показник міцності кісткової тканини.

Результати вимірювання деформацій та загальних переміщень (Total Deformation) моделі 3 представлено на рис. 2.8.

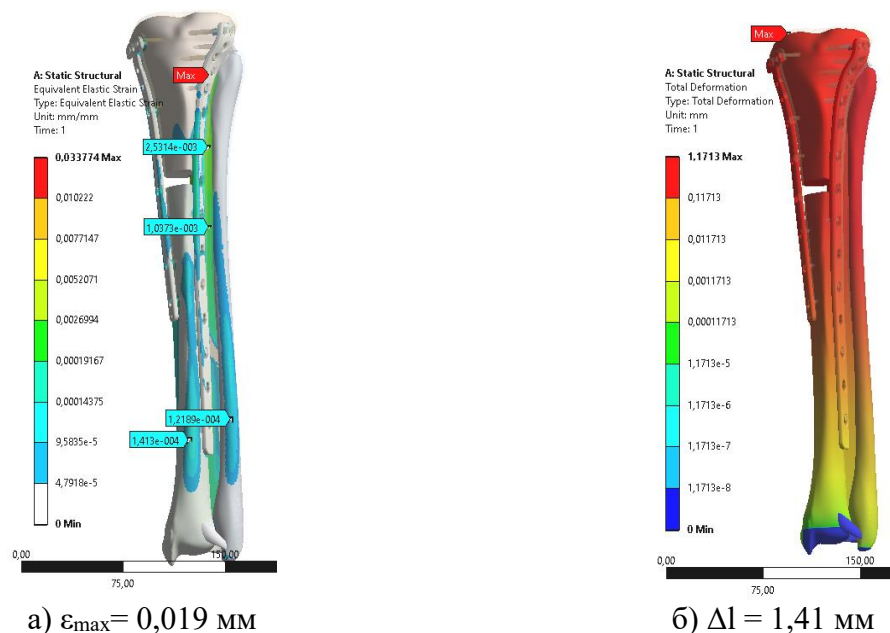


Рис.2.8 Результати вимірювання деформацій (а) та переміщень (б) при фіксації кісткових відламків із застосуванням пластини LCP білатерально

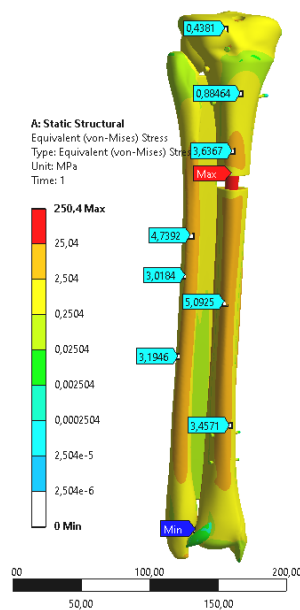
На рисунку 2.8 представлені результати аналізу максимальних деформацій та переміщень моделі 3. Максимальні переміщення досягають ($\Delta = 1,41$ мм), що є значно меншими ніж показники переміщень в моделі 1 та 2 (2,53 та 2,657 мм відповідно) та показує більш стабільну фіксацію кісткових відламків саме при білатеральному розміщенні LCP.

Таким чином визначено, що використання з метою фіксації ППВБК LCP білатерально не призводить до значного зростання показників НДС елементів моделі 3, значення напружень як на металофіксатор так і на великогомілкову кістку не перевищують значення норми, переміщення кісткових уламків мінімальне.

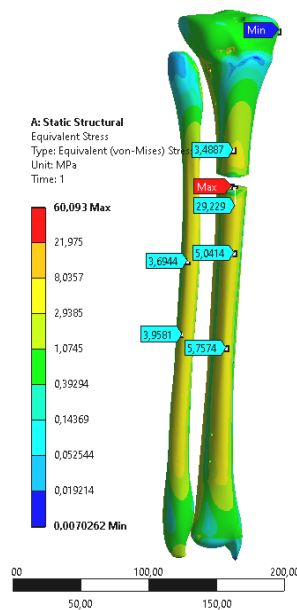
Результати розрахунків НДС біомеханічної системи «фіксатор-кістка» при фіксації кісткових уламків із застосуванням інтрамедулярного блокуючого металевго стрижня (модель 4) представлено на рис. 2.9.

Аналіз результатів максимальних напружень на моделі 4 довів, що вони локалізовані на металевому стрижні, який сприймає основне навантаження (250,4 МПа), при цьому показники НДС на металевому фіксаторі при навантаженні вагою тіла (750Н) не перевищують межі міцності матеріалу.

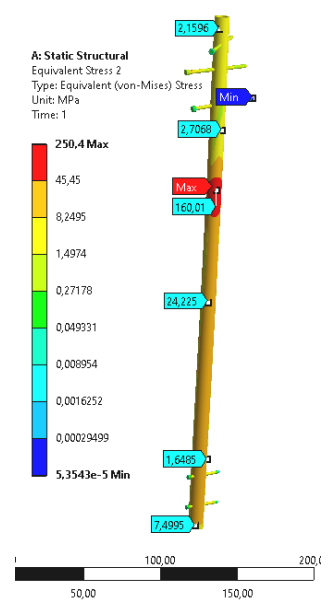
При детальному аналізі максимальних значень на кістках гомілки спостерігаються точкові концентрації напружень у ділянці контакту стрижня з краєм кістково-мозкового каналу по лінії перелому та на дистальному епіфізі малогомілкової кістки на верхівці латеральної кісточки. Змінання цих ділянок під навантаженням не призводить до локальних або глобальних змін та не порушують загальну цілісність моделі. Для подальшого аналізу обрано наступне значення за шкалою напружень (6,02 МПа та 4,32 МПа відповідно), що значно менше чим ці показники представлені в моделях 1 та 2 (15,12 та 12,53 МПа для великогомілкової кістки). Ці значення не перевищують мінімальний показник міцності кісткової тканини.



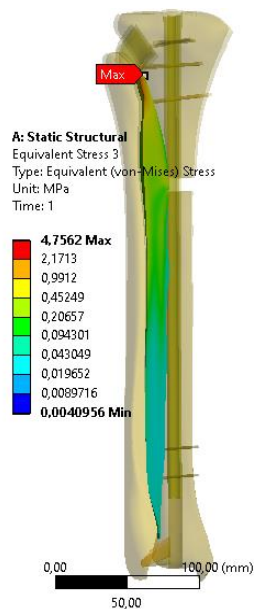
а) $\sigma_{\max} = 250,4 \text{ MPa}$



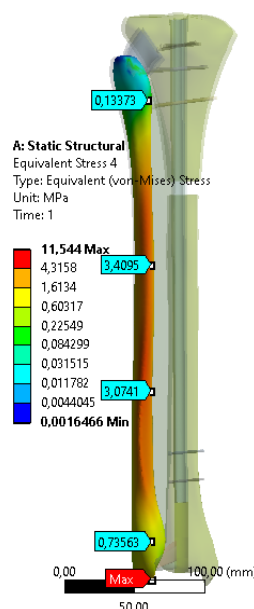
б) $\sigma_{\max} = 60,09 \text{ MPa}$



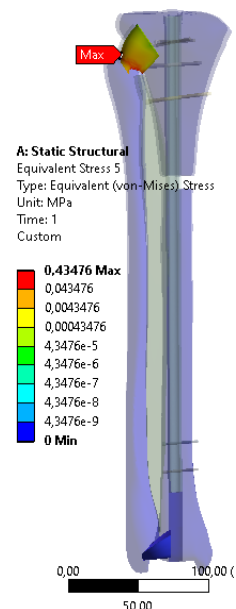
в) $\sigma_{\max} = 250,4 \text{ MPa}$



г) $\sigma_{\max} = 4,76 \text{ MPa}$



д) $\sigma_{\max} = 11,54 \text{ MPa}$



е) $\sigma_{\max} = 0,44 \text{ MPa}$

Рис.2.9 Результати вимірювання напруження при фіксації кісткових уламків із застосуванням інтрамедулярного блокуючого стрижня: на моделі в цілому (а), великогомілкової кістки (б), металевому фіксаторі (в), міжкістковій мембрані (г), малогомілкової кістки (д), зв'язках голівки малогомілкової кістки та зовнішньої кісточки (е)

Результати вимірювання деформацій та загальних переміщень (Total Deformation) моделі 4 представлено на рис. 2.10.

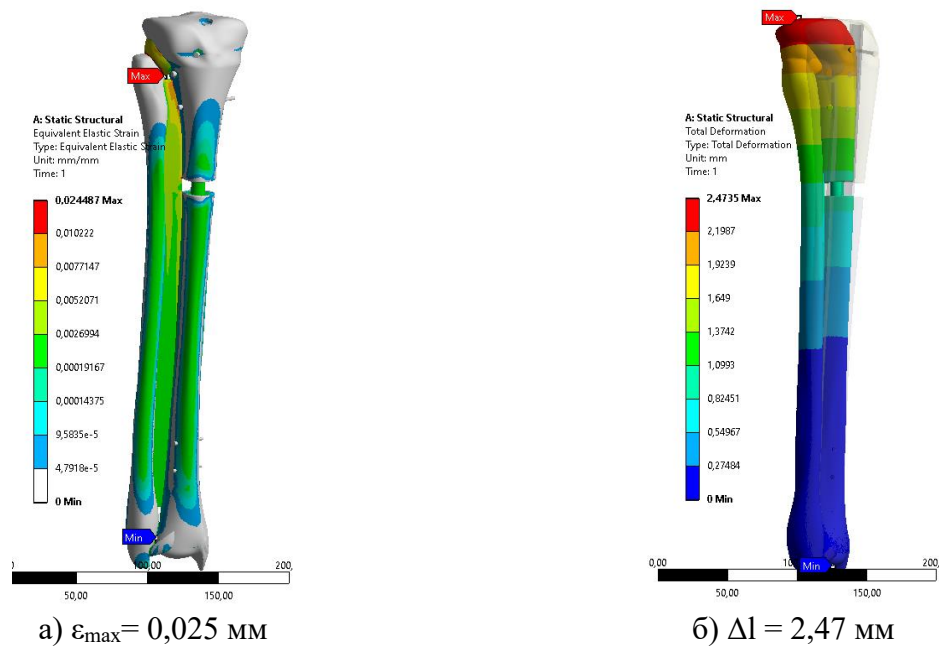


Рис.2.10 Результати вимірювання деформацій (а) та переміщень (б) при фіксації кісткових уламків із застосуванням інтрамедулярного блокуючого стрижня

Максимальні переміщення досягають ($\Delta = 2,47 \text{ mm}$), що обумовлено конструктивними особливостями даного виду остеосинтезу, мінімальна рухливість кісткових уламків сприятиме їх консолідації [65,72]. За стабільність фіксації уламків свідчить мінімальна деформація конструкції ($\epsilon_{\max} = 0,025 \text{ mm}$), що є значно менше ніж показники переміщень в моделі 1 та 2 ($\epsilon_{\max} = 0,0496$ та $0,061 \text{ mm}$ відповідно).

Таким чином визначено, що використання з метою фіксації ППВБК інтрамедулярного блокуючого металевго стрижня не призводить до значного зростання показників НДС елементів моделі 4, значення напружень як на металофіксатор так і на великогомілкову кістку не перевищують значення норми, деформація конструкції мінімальна.

Отримані зведені показники НДС моделей представлено в табл. 2.3 та рис. 2.11.

Таблиця 2.3

Показники НДС досліджених моделей

Варіант фіксації кісткових відламків	Елемент моделі					Деформації моделі, мм	Переміщення моделі, мм
	велико-гомількова кістка, МПа	металевий фіксатор, МПа	мало-гомількова кістка, МПа	міжкісткова мембрана, МПа	зв'язки, МПа		
Модель 1	26,90 (15,12)	1095,2	11,95 (7,21)	12,89	0,03	0,05	2,53
Модель 2	49,18 (12,53)	880,56	29,31	14,73	0,05	0,06	2,66
Модель 3	29,99 (7,28)*	382,00*	11,40 (4,09)*	5,94*	0,03	0,02*	1,41*
Модель 4	60,09 (6,02)*	250,4*	11,54 (4,32) *	4,76*	0,44	0,03*	2,47

Примітки: 1. в дужках наведені наступні значення за шкалою напружень, за виключенням значень її концентрації (основні значення);

2. *– показники статистично достовірно відмінні ($p \leq 0,05$) в порівнянні з показниками моделі 1 та 2.

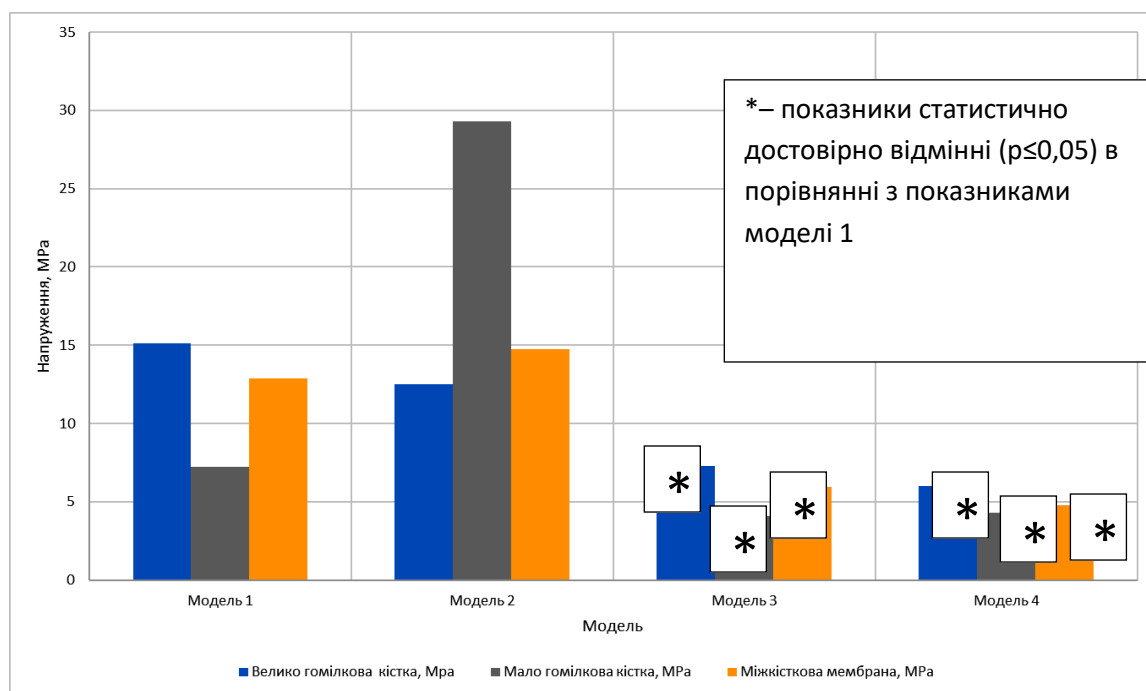


Рис.2.11 Порівняльні характеристики показників НДС кожної моделі

Аналізуючи отримані в табл. 2.3 та рис. 2.11 результати показників НДС, при навантаженні вагою тіла визначено, що більш рівномірний розподіл напружень на всіх елементах моделі відбувається при застосуванні інтрамедулярного блокуючого стрижня (модель 4), напруження на металевий фіксатор, кісткову тканину та зв'язковий апарат знаходиться в межах норми та статистично достовірно ($p \leq 0,05$) менші чим напруження на елементи моделі 1 та 2. Показники деформацій моделі при цьому також незначні, статистично достовірно ($p \leq 0,05$) менші чим деформація на елементи моделі 1 та 2, що говорить про достатню стабільність відламків та способу остеосинтезу в цілому. Переміщення моделі у випадку застосування БІОС зумовлено конструктивними особливостями системи «стрижень-кістка» та є фактором, що сприяє репаративному остеогенезу.

Аналогічну ситуацію спостерігали і в випадку застосування LCP при її білатеральному застосуванні (модель 3), однак з незначно більшими показниками НДС на великогомілкової кістки та металевих конструкціях. Напруження на металевий фіксатор, кісткову тканину та зв'язковий апарат знаходиться в межах норми та статистично достовірно ($p \leq 0,05$) менші чим напруження на елементи моделі 1 та 2. Показники загальних переміщень (Total Deformation) та деформацій моделі при цьому також незначні, статистично достовірно ($p \leq 0,05$) менші чим деформація на елементи моделі 1 та 2, що говорить про достатню стабільність відламків та способу остеосинтезу в цілому.

Застосування LCP при її унілатеральному розташуванні по медіальній та латеральній поверхні великогомілкової кістки (модель 1 та 2) не забезпечує стабільну фіксацію кісткових уламків, показники напружень на металеві фіксатори, кісткову тканину та зв'язковий апарат значно перевищують межі міцності, що може призвести до переломів металевих фіксаторів та сповільнення кісткового зростання. Показники загальних переміщень (Total Deformation) моделі 1 та 2 при цьому складають 2,53 та

2,657 мм, що для даного виду остеосинтезу є великими та в свою чергу можуть бути важливим фактором розвитку РРО.

Для визначення подальших термінів реабілітації відповідно отриманих результатів визначено максимально допустимі навантаження на кожен модель, при яких показники НДС на основних елементах моделі знаходяться у межах допустимих напружень мінімального значення діапазону міцності матеріалів (тканин, металу). Результати розрахунку допустимих навантажень представлено у табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Максимально допустимі навантаження на елементи моделі

Варіант фіксації кісткових відламків	Допустимі навантаження на великогомілкову кістку, Н	Допустимі навантаження на малогомілкову кістку, Н	Допустимі навантаження на фіксатор, Н
Модель 1	534,23	388,97	1120,32
Модель 2	644,65	483,78	275,59
Модель 3	1109,55*	1115,18*	1974,94*
Модель 4	1341,78*	1701,28*	1869,79*

Примітка. 1. * – показники статистично достовірно відмінні ($p \leq 0,05$) в порівнянні з показниками моделі 1.

Аналізуючи результати отримані з таблиці 2.4 можна відзначити, що найбільше статистично достовірне ($p \leq 0,05$), порівняно з моделями 1 та 2 статичне навантаження на металевий фіксатор, великогомілкову та малогомілкову кістку витримує модель 4 (1869,79; 1341,78 та 1701,28 Н відповідно), при застосуванні інтрамедулярного блокуючого стрижня. Також визначено статистично достовірне ($p \leq 0,05$), порівняно з моделями 1 та 2 можливість більшого статичного навантаження на металевий фіксатор, великогомілкову та малогомілкову кістку моделі 3 (1974,94; 1115,18 та

1109,55Н відповідно), при застосуванні LCP білатерально. Все це ще раз доводить стабільність фіксації кісткових уламків використання інтрамедулярного блокованого стрижня та LCP білатерально при ППВБК та можливість ранньої реабілітації хворих при застосуванні саме цих методів остеосинтезу.

Таким чином проведене комп'ютерне моделювання напружень на різні металофіксатори в умовах фіксації ППВБК переконливо довело доцільність використання саме БІОС та LCP, при розташуванні їх білатерально, для цієї категорії хворих.

Важливим, на нашу думку, є те, що в клінічній практиці не завжди можливим є застосування 2-ох пластин при остеосинтезі внаслідок проблем із шкірою. Тому БІОС є методом вибору у цих випадках. Також, значущим є те, що показники НДС міжкісткової мембрани є найнижчими при застосуванні БІОС та 2-ох накісткових пластин. Тому можна очікувати, що супутнє пошкодження маломілкової кістки у верхній третині гомілки у цих випадках не потребує остеосинтезу. Натомість застосування пластин унілатерально повинно передбачати остеосинтез маломілкової кістки для усунення зміщення кісткових фрагментів великогомілкової кістки шляхом нейтралізації векторів сил, які сприяють значному збільшенню НДС у міжкістковій мембрані.

Отримані в результаті дослідження дані в подальшому слугували базисом для розробки алгоритму хірургічного лікування хворих із ППВБК.

Таким чином проведене комп'ютерне моделювання напружень на різні металофіксатори (використання LCP унілатерально медіально, латерально і білатерально та БІОС) в умовах фіксації ППВБК свідчить, що:

1. Деформація та напруження на металевий фіксатор, кісткову тканину та зв'язковий апарат знаходиться в межах норми та статистично достовірно ($p \leq 0,05$) менші чим напруження на елементи моделей з використанням пластин унілатерально медіально і латерально у моделей

фіксації кісткових відламків за допомогою БІОС та накісткових пластин розташованих білатерально, що говорить про достатню стабільність відламків та способів остеосинтезу в цілому;

2. Найбільше статистично достовірне ($p \leq 0,05$), порівняно з моделями 1 та 2 статичне навантаження на металевий фіксатор, великогомілкову та малоогомілкову кістку витримують моделі з застосуванням БІОС та накісткових пластин розташованих білатерально, що обумовлює ранню можливість реабілітації хворих при застосуванні саме цих методів остеосинтезу;

3. Застосування з метою фіксації ППВБК накісткових-пластин унілатерально медіально і латерально потребує більш ощадного режиму активності в післяопераційному періоді для профілактики зламу металевих фіксаторів та розвитку розладів репаративного остеогенезу.

За матеріалами розділу здобувачем опубліковані такі наукові праці:

[168] Лазарев ІА, Чіп ЄЕ, Калашніков АВ, Скибан МВ. Біомеханічний аналіз надійності фіксації кісткових відламків при остеосинтезі переломів проксимального відділу великогомілкової кістки LCP-пластиною та інтрамедулярним блокованим стрижнем. Травма. 2020;21(5):20-26.

[169] Kalashnikov A, Lazarev I, Chip Y, Stavinskyi I. Optimal variants of proximal tibial fractures fixation. Eur J Trauma Emerg Surg. 2020;46 (1):S21-S22.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ПІДХОДУ ДО ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ОСТЕОСИНТЕЗУ ПРИ ОПЕРАТИВНОМУ ЛІКУВАННІ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОГРАМИ РЕАБІЛІТАЦІЇ ХВОРИХ З ПЕРЕЛОМАМИ ПРОКСИМАЛЬНОГО ВІДДІЛУ ВЕЛИКОГОМІЛКОВОЇ КІСТКИ

3.1 Результати клінічних обстежень хворих

Визначення ефективності лікування груп спостереження

Результати оцінки ефективності лікування хворих груп спостереження за шкалою Oxford [67] представлено в табл. 3.1 та рис. 3.1 [170,171,172].

Таблиця 3.1

Результати оцінки ефективності лікування груп спостереження за шкалою Oxford [67].

Групи спосте- реження	Результати ефективності лікування за шкалою Oxford								Всього	
	відмінний		добрий		задовільний		незадо- вільний			
	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%
Дослідна	26	43,33	27	45,00	6	10,00	1	1,67	60	48,00
1 Контрольна	8	23,53*	10	29,41*	11	32,35*	5	14,71*	34	27,20
2 Контрольна	—	—	9	29,03*	8	25,81*	14	45,16*	31	24,80
Всього	34	27,20	46	36,80	25	20,00	20	16,00	125	100,00

Примітка. * – дані статистично достовірно ($p \leq 0,01$) відмінні від даних дослідної групи хворих

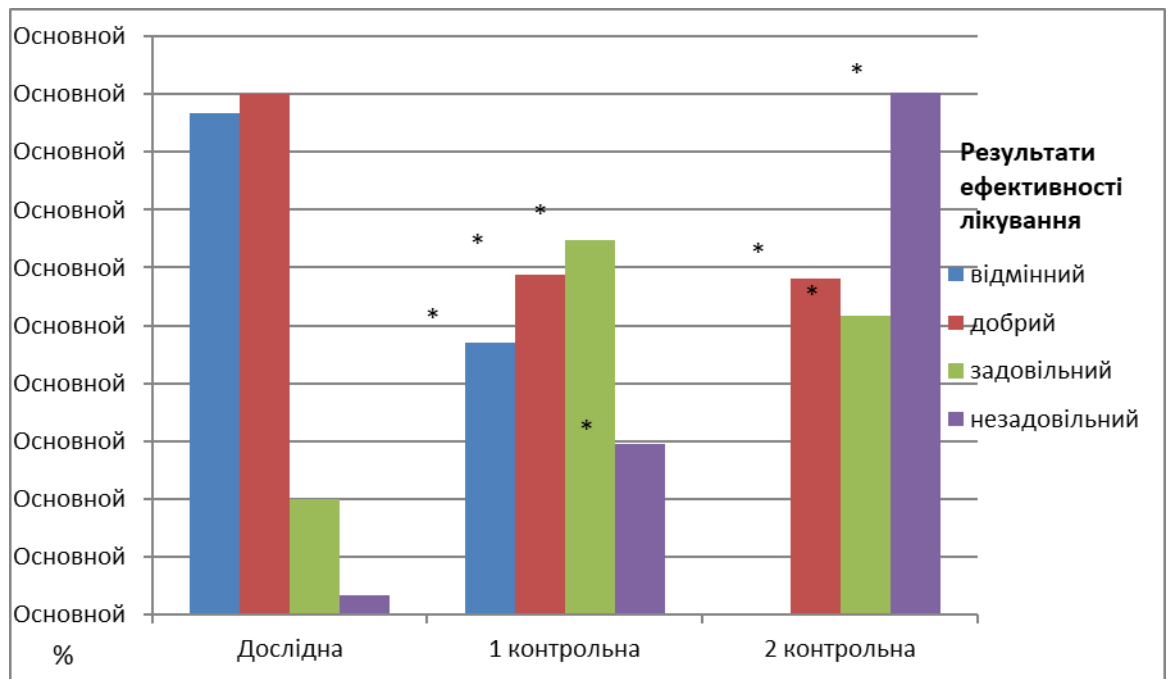


Рис.3.1 Результати ефективності лікування груп спостереження за шкалою Oxford

При аналізі даних оцінювалась ефективність лікування хворих за допомогою шкали Oxford, треба відмітити статистично достовірне ($p \leq 0,01$) переважання відмінних та добрих результатів лікування хворих із ППВБК в дослідній групі спостереження, де використовувались сучасні методики остеосинтезу (43,33 % та 45 %) в порівнянні з даними 1 та 2 контрольних груп спостереження (23,53 % – відмінних та 29,41 % – добрих результатів в першій контрольній групі, де використовувались DCP, АЗФ та гвинти; відсутність відмінних результатів та 29,03 % – добрих результатів в другій контрольній групі, де використовувався консервативний метод лікування. Також відмічається статистично достовірне ($p \leq 0,01$) зменшення незадовільних результатів лікування хворих саме в групі хворих, де використовувались сучасні методики остеосинтезу (1,67 %) в порівнянні з даними 1 та 2 контрольних груп (14,71 та 45,16 % відповідно) (додаток 2). Все це доводить ефективність використання сучасних методик остеосинтезу (БІОС, LCP в лікуванні хворих із ППВБК.

Найгірші показники ефективності лікування визначені у хворих, які лікувалися консервативно – 2 контрольна група – 45,16 % незадовільних результатів.

Аналогічні результати отримані про аналізі ефективності лікування груп хворих з переломами типу А за допомогою шкали Oxford, які представлені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Результати оцінки ефективності лікування груп спостереження (з переломами типу А) за шкалою Oxford [24].

Групи спосте- реження	Результати ефективності лікування за шкалою Oxford								Всього	
	відмінний		добрий		задовільний		незадо- вільний			
	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%
Дослідна	7	43,75	7	43,75	2	12,50	—	—	16	48,49
1 Контрольна	2	20,00*	3	30,00*	3	30,00*	2	20,00*	10	30,30
2 Контрольна	—	—	1	14,29*	2	28,57*	4	57,14*	7	21,21
Всього	9	27,28	11	33,33	7	21,21	6	18,18	33	100,00

Примітка. * – дані статистично достовірно ($p \leq 0,01$) відмінні від даних дослідної групи хворих

Кількість відмінних та добрих результатів лікування хворих дослідної групи (з типом перелому А за класифікацією АО [12]) при оцінці ефективності лікування за шкалою Oxford [67] склала 87,50 %, що статистично достовірно ($p \leq 0,01$) відрізнялося від результатів 1 контрольної (50 %) та 2 контрольної групи (14,29 %). Незадовільні результати лікування в 1 контрольній групі склали 20,00 % і 57,14 % в 2 контрольній групі відповідно, в дослідній групі – незадовільних результатів лікування не спостерігали.

Результати оцінки ефективності лікування груп спостереження за шкалою Neer– Grantham – Shelton [160] представлено в табл. 3.3 та рис. 3.2.

Таблиця 3.3

Результати оцінки ефективності лікування груп спостереження за шкалою Neer– Grantham – Shelton [25]

Групи спосте- реження	Результати ефективності лікування за шкалою Neer								Всього	
	відмінний		добрий		задовільний		незадо- вільний			
	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%
Дослідна	23	38,33	30	50,00	5	8,33	2	3,34	60	48,00
1 Контрольна	7	20,59*	10	29,41*	12	35,29*	5	14,71*	34	27,20
2 Контрольна	—	—	3	9,68*	10	32,26*	18	58,06*	31	24,80
Всього	30	24,00	43	34,40	27	21,60	25	20,00	125	100,00

Примітка. * – дані статистично достовірно ($p \leq 0,01$) відмінні від даних дослідної групи хворих

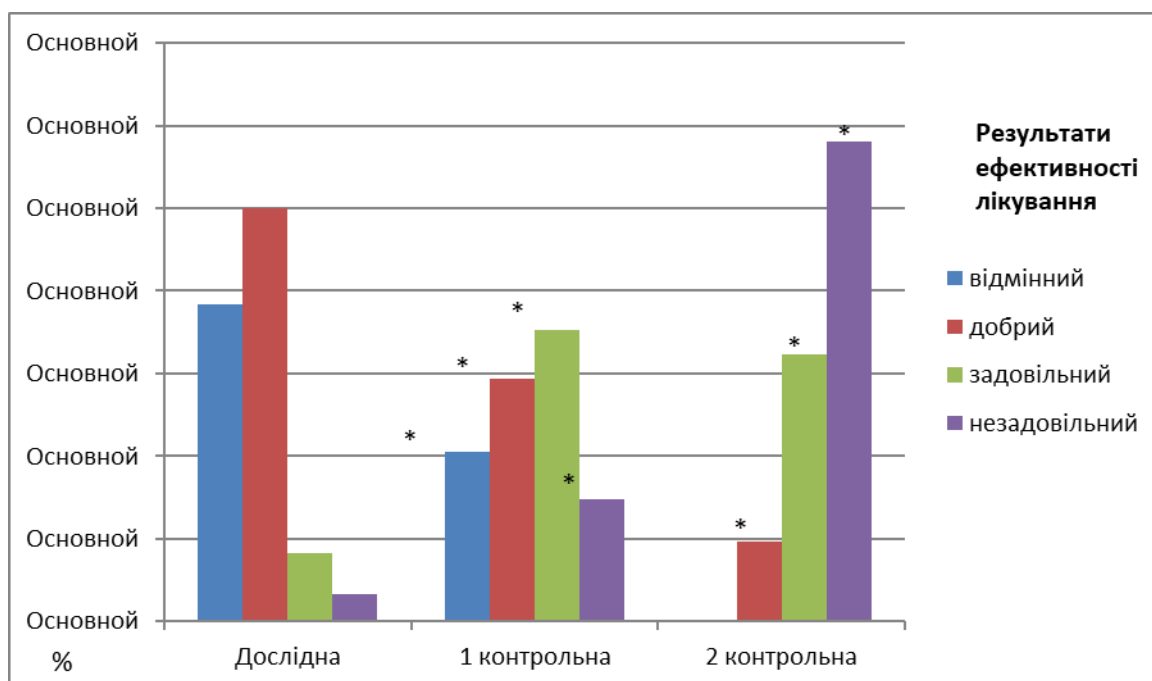


Рис. 3.2 Результати ефективності лікування груп спостереження за шкалою Neer– Grantham – Shelton.

Аналізуючі дані представлені в табл. 3.2 та рис. 3.2, де оцінювалась ефективність лікування хворих за допомогою шкали Neer – Grantham –

Shelton хворих із ППВБК, отримані аналогічні шкалі Oxford результати. Так відмінні та добрі результати лікування в дослідній групі спостереження, де використовувались сучасні методики остеосинтезу склали 38,33 та 50 %, що статистично достовірно ($p \leq 0,01$) більше в порівнянні з даними 1 та 2 контрольних груп спостереження (20,59 % – відмінних та 29,41 % – добрих результатів в першій контрольній групі, де використовувались DCP, АЗФ та гвинти; відсутність відмінних результатів та 9,68 % – добрих результатів в другій контрольній групі, де використовувався консервативний метод лікування. Також відмічається статистично достовірне ($p \leq 0,01$) зменшення незадовільних результатів лікування хворих саме в групі хворих, де використовувались сучасні методики остеосинтезу (3,34 %) в порівнянні з даними 1 та 2 контрольних груп (14,71 та 58,06 % відповідно) (додаток 2).

Аналогічні результати отримані про аналізі ефективності лікування груп хворих з переломами типу А за допомогою шкали Neer – Grantham – Shelton, які представлені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Результати оцінки ефективності лікування груп спостереження (з переломами типу А) за шкалою Neer – Grantham – Shelton [160]

Групи спосте- реження	Результати ефективності лікування за шкалою Neer								Всього	
	відмінний		добрий		задовільний		незадо- вільний			
	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%
Дослідна	6	37,50	8	50,00	2	12,50	—	—	16	48,49
1 Контрольна	2	20,00*	3	30,00*	4	40,00*	1	10,00*	10	30,30
2 Контрольна	—	—	1	14,28*	2	28,57*	4	57,15*	7	21,21
Всього	8	24,24	12	36,37	8	24,24	5	15,15	33	100,00

Примітка. * – дані статистично достовірно ($p \leq 0,01$) відмінні від даних дослідної групи хворих

Кількість відмінних та добрих результатів лікування хворих дослідної групи (з типом перелому А за класифікацією АО [2]) при оцінці ефективності лікування за шкалою Neer – Grantham – Shelton [25] склала 87,50 %, що статистично достовірно ($p \leq 0,01$) відрізнялося від результатів 1 контрольної (50 %) та 2 контрольної групи (14, 28 %). Незадовільні результати лікування в 1 контрольній групі склали 10, 00 % і 57,15 % в 2 контрольній групі відповідно, в дослідній групі – незадовільних результатів лікування не спостерігали.

Таким чином, проведений проспективний та ретроспективний аналіз ефективності лікування 125 хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки яким проводилось консервативне та оперативне лікування (традиційні та сучасні способи остеосинтезу), виявив наступне:

1. Визначено що найбільш ефективним способом лікування хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки є використання БІОС та LCP, частка добрих та відмінних результатів склала 88,33 %, негативні результати в межах 3, 34 %, що статистично достовірно ($p \leq 0,01$) відрізняється від результатів лікування хворих яким проводилось консервативне та використовувались традиційні способи остеосинтезу.

2. Відмова від оперативного лікування призводить до значної кількості незадовільних результатів лікування хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки в 45,16 % (за шкалою Oxford) та 58,06 % (за шкалою Neer– Grantham – Shelton) випадків.

3.2 Диференційований підхід до застосування остеосинтезу при оперативному лікуванні хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки

Для покращення лікування хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки нами розроблений диференційований підхід вибору тактики їх оперативного лікування який включає в себе використання

різних методик остеосинтезу, вибору імплантів, оптимальних доступів для їх постановки, репозиції уламків та ін.

В основі застосування диференційованого підходу закладені відповіді на наступні запитання:

1. Який тип перелому за класифікацією АО та Gustilo-Anderson [12]?
2. Наявний відкритий чи закритий перелом?
3. Чи наявний перелом малогомілкової кістки?
4. Яка довжина проксимального фрагмента великогомілкової кістки?
5. Чи наявні важкі супутні ушкодження (ушкодження внутрішніх органів, черепно-мозкова травма)?
6. Чи наявний системний остеопороз?
7. Який вік пацієнта?
8. Чи є потреба у виконанні кісткової пластики?
9. Який стан шкірних покривів у ділянці операційного доступу?

Відповідно диференційований підхід вибору тактики оперативного лікування хворих з ППВБК розділяється на наступні етапи:

Етап I. Огляд та обстеження пацієнта (визначаються основні клініко-інструментальні методи обстеження, тактика оперативного лікування залежно від наявності супутніх пошкоджень, стану пацієнту та шкірних покривів при відкритих переломах за Gustilo-Anderson [12], наявності компартмент-синдрому.

Етап II. Передопераційне планування (вибір методів фіксації), який в свою чергу поділяється на наступні під етапи:

Підетап 2.1. Вибір методу фіксації залежно від наявності та тяжкості перелому малогомілкової кістки.

Підетап 2.2. Вибір методу фіксації залежно від величини проксимального фрагменту великогомілкової та можливості фіксації малогомілкової кісток.

Підетап 2.3 Вибір методу фіксації залежно від типу перелому за класифікацією АО [12], наявності важких супутніх пошкоджень та

системного остеопорозу.

Підетап 2.4 Вибір методу фіксації залежно від потреби в виконанні кісткової пластики.

Етап III. Передопераційне планування (вибір операційних доступів), що в свою чергу розподіляється на наступні під етапи:

Підетап 3.1. Вибір операційного доступу при виконанні БІОС.

Підетап 3.2. Вибір операційного доступу при виконанні накісткового остеосинтезу.

I етап. В день госпіталізації після проведення лікувально-діагностичних заходів постраждалим, за неможливості виконання оперативного лікування в першу добу, виконували скелетний витяг за п'яткову кістку, призначали протизапальні та знеболюючі препарати. Для попередження тромбоемболічних ускладнень призначали непрямі антикоагулянти в профілактичних дозах. При необхідності проводили додаткове обстеження, огляд терапевта, хірурга, анестезіолога-реаніматолога та ін. суміжних спеціалістів з визначенням супутніх пошкоджень та загального стану пацієнта. Передопераційне планування включало в себе рентгенологічне обстеження ушкодженої та непошкодженої великогомілкової кістки в 2 проекціях з centruванням на проксимальний та дистальний її відділи, при необхідності проводилось КТ- та МРТ-обстеження ураженого сегменту. Ми вважаємо, що при політравмі, тяжкому стані пацієнта, обумовленим супутніми захворюваннями, відкритих переломах ППВБК III ст. за класифікацією Gustilo-Anderson [12] та а також при наявності компартмент-синдрому доцільно використовувати як перший етап тимчасову фіксацію уламків апаратом зовнішньої фіксації, в подальшому – заміною методу фіксації з використанням методик занурюючого остеосинтезу (рис. 4.1). Занурюючий остеосинтез можливий при ізольованих закритих та відкритих переломах ППВБК I-II ст. за класифікацією Gustilo-Anderson [12].

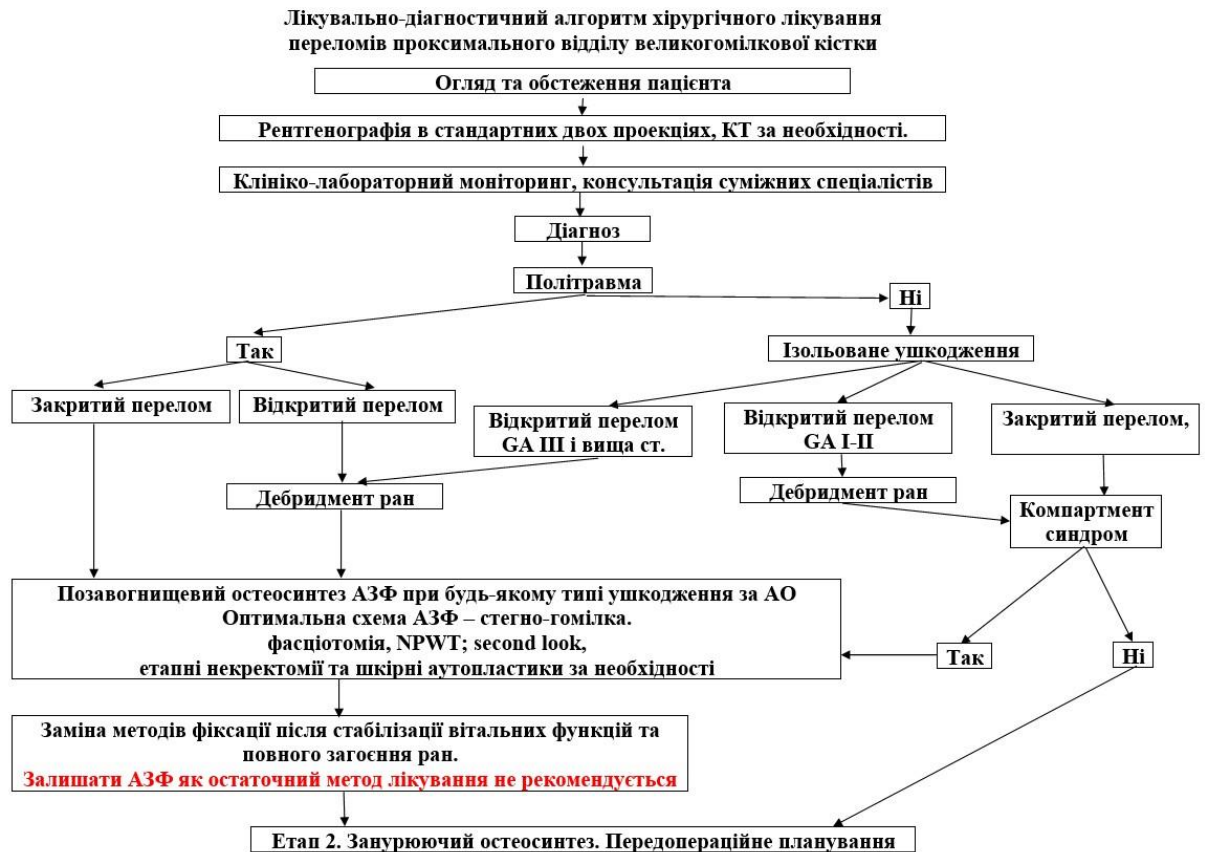
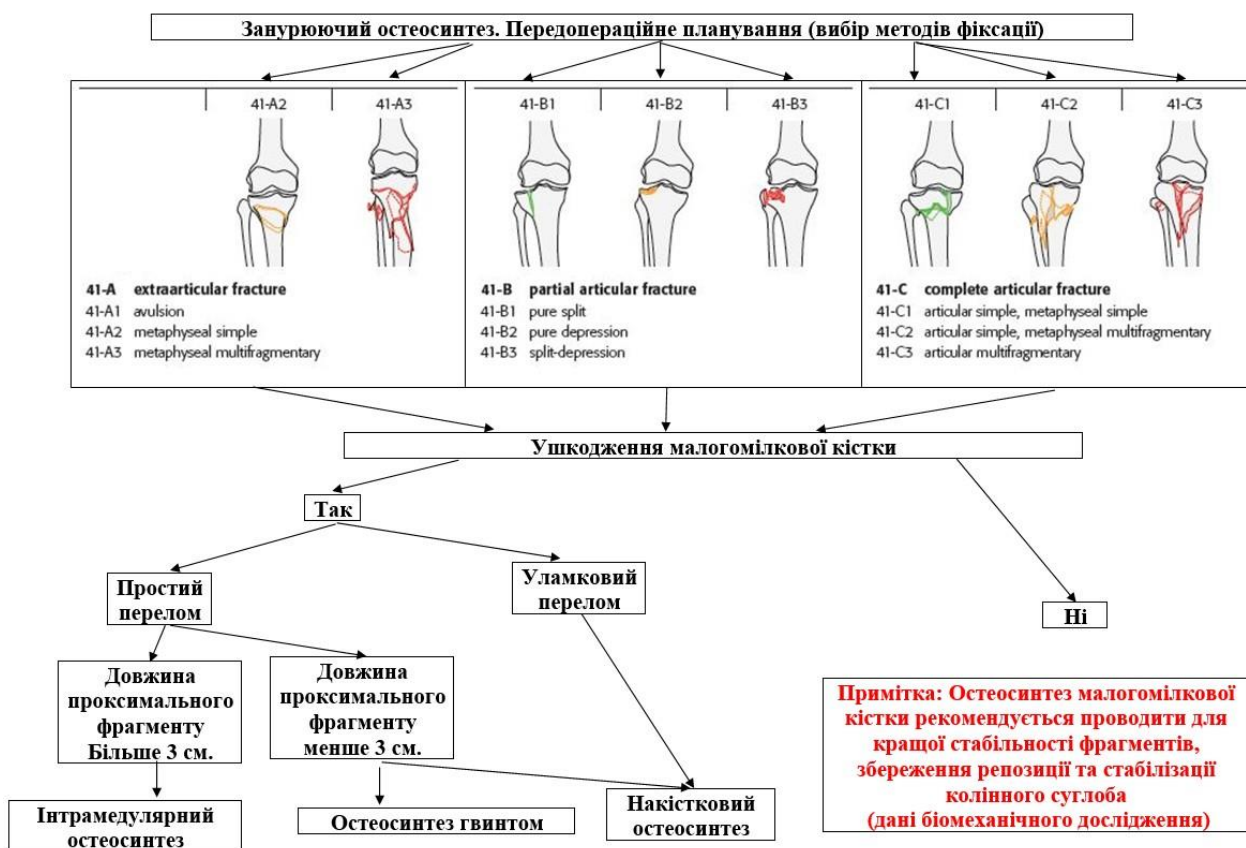


Рис. 3.3 Диференційований підхід вибору тактики оперативного лікування ППВБК. Етап 1: огляд та обстеження пацієнта

II етап. При багато уламкових переломах ППВБК за наявності перелому малогомілкової кістки рекомендується її остеосинтез, задля кращої стабільності колінного суглоба та фрагментів великогомілкової кістки та утримання репозиції в післяопераційному періоді. Якщо довжина проксимального фрагмента малогомілкової кістки більше 3 см. то краще здійснювати її фіксацію за допомогою інтрамедулярного стрижня. При уламковому переломі та висоті проксимального фрагмента менше 3 см. – рекомендований остеосинтез пластиною. Остеосинтез гвинтом малогомілкової кістки показаний при простому типі перелому та висоті проксимального уламка менше 3 см [41,173] (рис. 3.4).

Малогомілкова кістка повинна бути відновлена при застосуванні однієї пластини (унілатеральне розташування). При застосуванні БІОС та 2

накісткових пластин (білатеральне розташування) це є не обов'язковим.



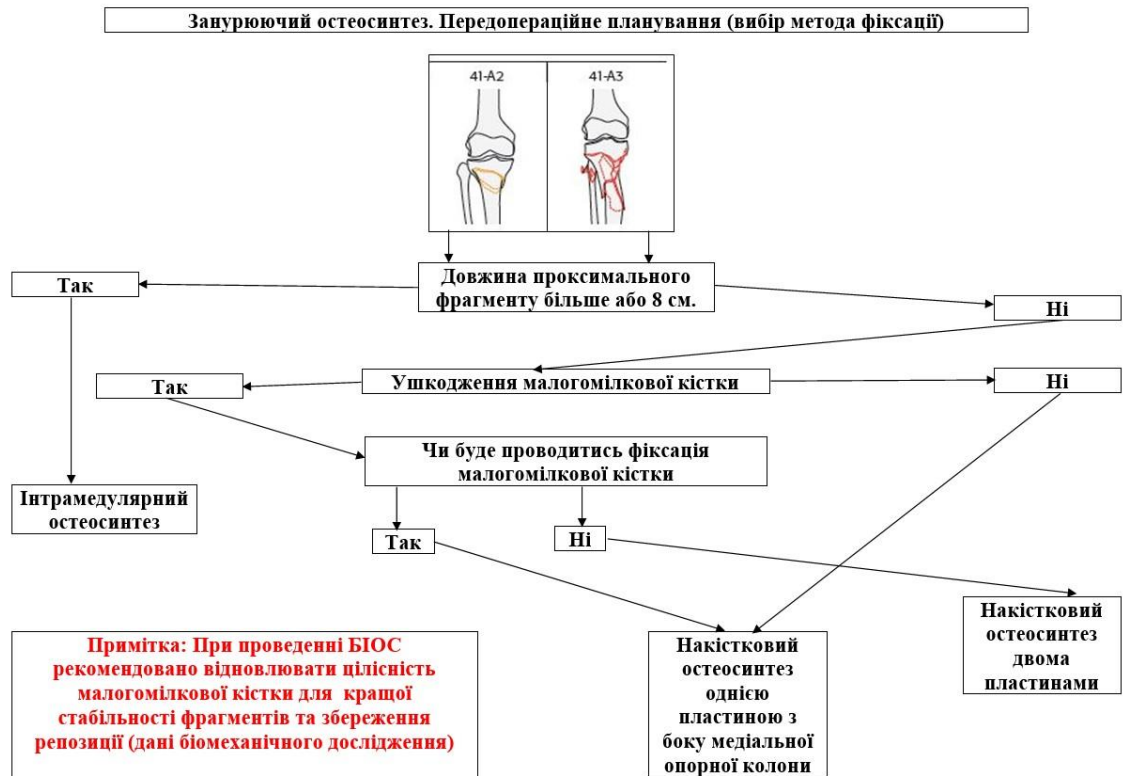


Рис. 3.5 Диференційований підхід вибору тактики оперативного лікування ППВВК. Підетап 2.2: вибір методу фіксації залежно від величини проксимального фрагменту в/гомілкової та можливості фіксації м/гомілкової кісток

При наявності проксимального фрагмента довше 8 см, типу перелому А2 та А3, наявності важких супутніх пошкоджень та системного остеопорозу на нашу думку, найбільш доцільним є тимчасова фіксація уламків в АЗФ. Згодом, після стабілізації стану пацієнта виконувати БІОС статичним методом. Якщо перелом типу А2 знаходиться на відстані більше 8 см від поверхні колінного суглоба, при відсутності важких супутніх пошкоджень та системного остеопорозу виконували БІОС динамічним методом. При переломі типу А2, наявності системного остеопорозу доцільно виконувати БІОС за статичним методом. При переломі типу А3 без наявності супутніх ушкоджень – одразу використовувати БІОС зі статичним типом дистального блокування (рис.3.6).

При переломах типу A2 та A3 з довжиною проксимального фрагмента менше 8 см, за наявності системного остеопорозу слід використовувати накісткові фіксатори типу LCP. При переломі типу A2 у пацієнтів без супутніх ушкоджень та відсутності системного остеопорозу можливе застосування в якості металофіксаторів DCP. При наявності у пацієнтів супутніх уражень при переломах типу A2 та A3 доцільно використовувати АЗФ з наступною заміною методу фіксації на LCP з метою кращого утримання репозиції післяопераційному періоді (рис. 3.6).

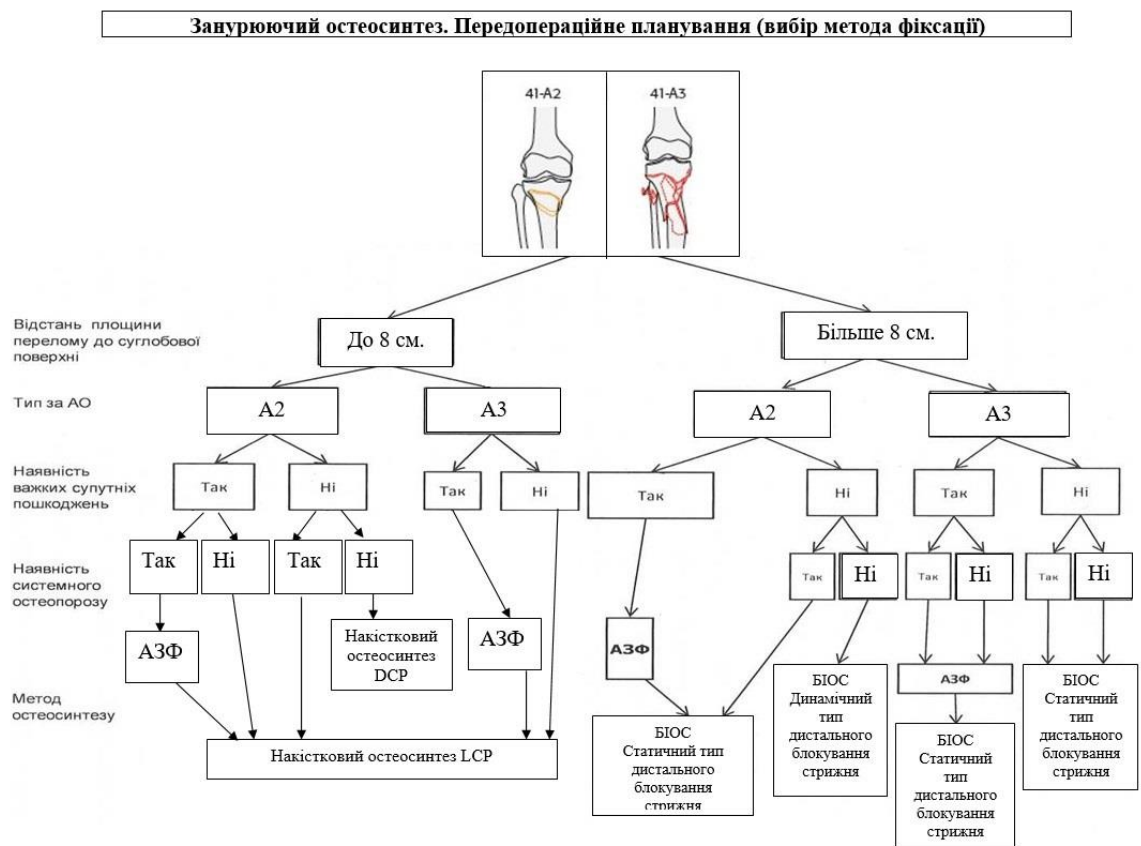


Рис. 3.6. Диференційований підхід вибору тактики оперативного лікування ППВВК. Підетап 2.3: вибір методу фіксації залежно від типу перелому за класифікацією АО [12], наявністю важких супутніх пошкоджень та системного остеопорозу

При внутрішньосуглобових переломах типу В та С часто спостерігається потреба у виконанні кісткової пластики. Якщо вік пацієнта

молодший 40 років при переломі типу В1, можливе використання динамічної компресійної пластини. У всіх інших випадках на нашу думку оптимальним фіксатором є пластини з кутовою стабільністю.

III етап. При виборі доступів до виконання БІОС на нашу думку супрапателлярний доступ є менш складним, тому що досягнення репозиції простіше на розігнутому коліні так як на проксимальний фрагмент великогомілкової кістки екстензійні сили м'язів стегна не діють, тим самим значно зменшується потреба у застосуванні відхиляючих (полерних) шпиль та гвинтів. Абсолютним показанням до виконання супрапателлярного доступу є: 1) наявність ушкодження шкіри у ділянці власної зв'язки надколінника; 2) розгинальна контрактура колінного суглоба (рис.3.7).



Рис.3.7 Диференційований підхід вибору тактики оперативного лікування ППВБК. Підетап 3.1: вибір операційного доступу при виконанні БІОС.

Стандартний (антеролатеральний доступ) до великогомілкової кістки виконувався наступним чином. Центр розрізу проходив через горбок Жердині (місце прикріплення іліотібіального тракту) в формі слабо вигнутою

літери «S» або хокейної ключки. Фасція відокремлювалася і піднімала від горбистості великогомілкової кістки, щоб виділити зовнішній виросток великогомілкової кістки. Виконувалася артротомія під меніском для візуалізації суглобової поверхні.

Постеромедіальний доступ дозволяє здійснити візуальний контроль в задній частині суглобової поверхні внутрішнього виростка і виконується за допомогою розрізу між внутрішньою бічною і зовнішньої косою зв'язками колінного суглоба.

IV етап. Відомо, що репозиція є однією із найважливіших складових вдало проведеної операції, а правильний вибір методів репозиції суттєво скорочує тривалість та травматичність самої операції та покращує результати лікування в післяопераційному періоді. При використанні БІОС ми вбачаємо за необхідне застосовувати максимально закриті способи репозиції з використанням полерних шпичь або гвинтів. При простих позасуглобових переломах оптимальним методом вибору є напіввідкрита анатомічна репозиція з мінімально-інвазивних доступів з міжфрагментарною компресією за умови відсутності остеопорузу.

При виборі доступів до накісткового остеосинтезу необхідно враховувати: 1) стан шкіри в зоні доступів; 2) наявності шкірних пластик в зоні доступів. 3) важких супутніх патологій пацієнта, що підвищує ризик інфекційних ускладнень (рис.3.8).

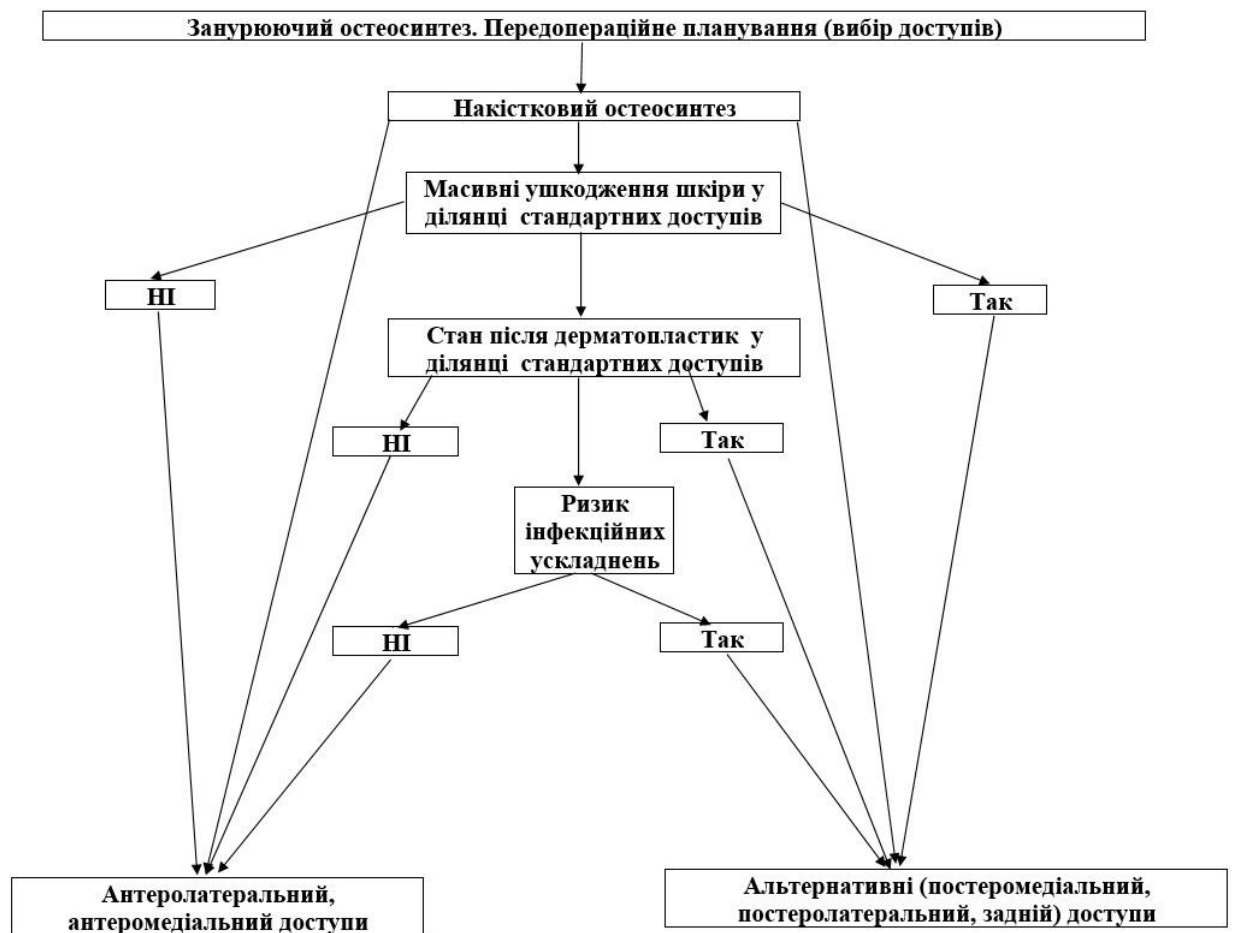


Рис. 3.8. Диференційований підхід вибору тактики оперативного лікування ППВБК. Підетап 3.2: вибір операційного доступу при виконанні накісткового остеосинтезу.

Найбільш доцільним методом вибору при скалкових позасуглобових переломах проксимального метаепіфізу великогомілкової кістки є мінімально-інвазивна репозиція відламків (МІРО). Для лікування внутрішньосуглобових переломів показана відкрита репозиція з міжфрагментарною компресією уламків, кісткова пластика за необхідності. Використання дистрактора суттєво полегшує виконання репозиції за рахунок лігаментотаксису та утримання репозиції під час виконання операції (рис.3.9).

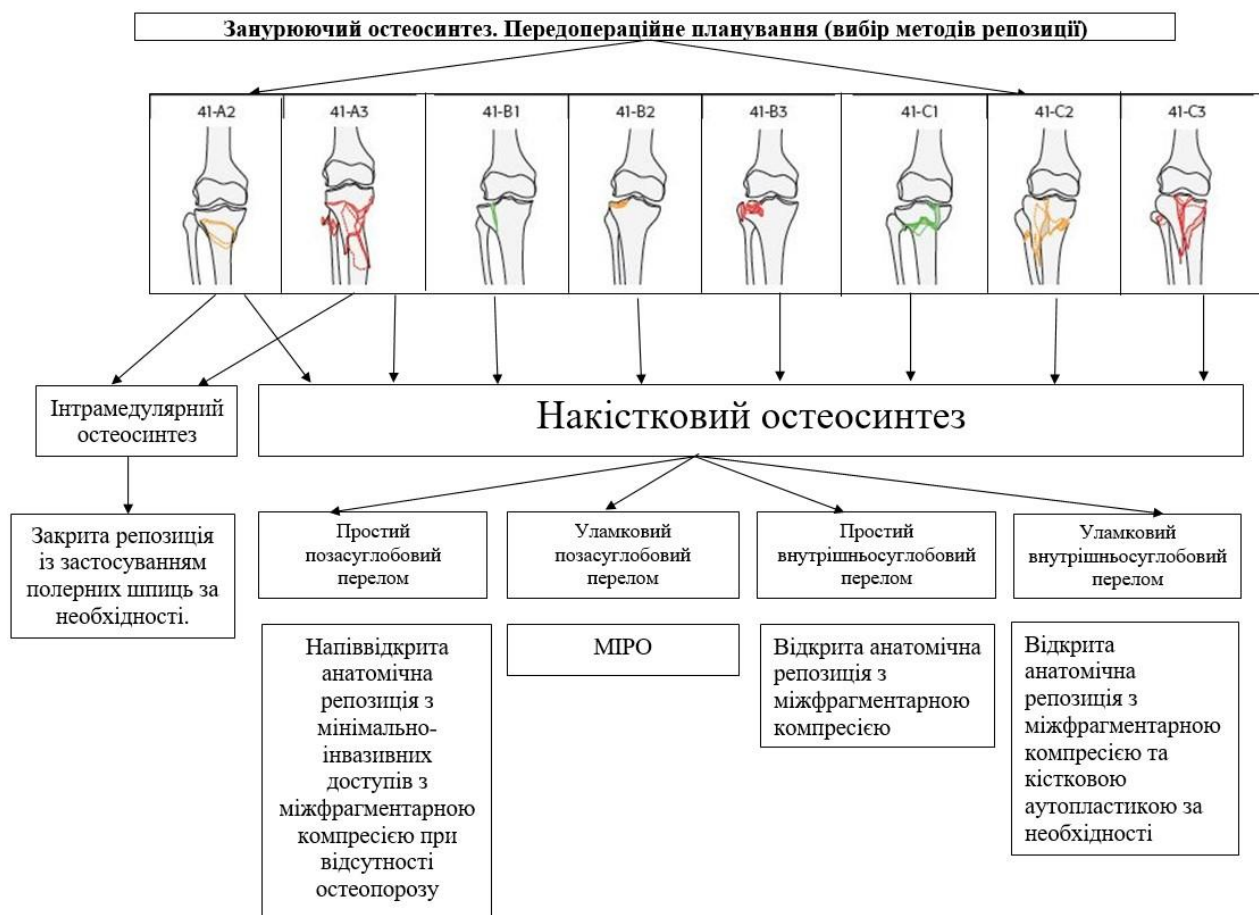


Рис. 3.9. Диференційований підхід вибору тактики оперативного лікування ППВБК. Етап 4: занурюючий остеосинтез, передопераційне планування (вибір методів репозиції)

3.3 Реабілітаційні заходи в післяопераційному періоді хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки

В післяопераційному періоді проводили заходи, направлені на профілактику розвитку інфекційних та соматичних ускладнень, а також на ранню активізацію хворого, відновлення рухливості суглобів суміжних з пошкодженим сегментом та опороздатності кінцівки. При цьому враховували тип перелому та використаний фіксатор, наявність поєднаних та множинних пошкоджень, супутньої патології та ваги пацієнта.

Задачами раннього післяопераційного періоду були:

1. Профілактика методами лікувальної фізкультури можливих

післяопераційних ускладнень з боку дихальної та серцево-судинної систем;

2. Активізація периферичного кровообігу в нижніх кінцівках;

3. Покращання емоційного стану хворого;

4. Післяопераційна активізація хворого (навчання присіданням; вставанню, хода за допомогою милиць, виконання гімнастичних вправ).

Протягом першої доби після оперативного втручання призначали ліжковий режим. Кінцівці надавали підвищене положення на шині Белера.

На наступний день після операції виконували заміну пов'язок. При наявності гемартрозу виконували пункцію колінного суглоба. Контролювали показники червоної крові, пульс, артеріальний тиск. За показанням виконувалась внутрішньовенна інфузія кристалоїдними чи колоїдними розчинами. Гемотрансфузію виконували в окремих випадках тільки хворим з множинними ушкодженнями.

Основну увагу приділяли активізації хворого, профілактиці утворення контрактур колінного суглоба. Для цього з другої доби після операції хворі займались лікувальною фізкультурою під наглядом інструктора лікувальної фізкультури.

Однією з основних переваг сучасних методик остеосинтезу є відсутність імобілізації, що дає можливість проведення заходів з профілактики тромбоемболічних ускладнень, контрактур суміжних суглобів, атрофії м'язів у ранньому післяопераційному періоді, що є особливістю проведення відновного лікування у цієї категорії хворих.

Програма реабілітації включала ортопедичний режим, масаж, фізіотерапію, лікувальну гімнастику з дотриманням дозованого навантаження на оперовану кінцівку. В більшості випадків при незначному терміні після травми вдавалося досягти пасивного згинання в колінному суглобі до 90 - 100° протягом перших тижнів після операції.

В перші дні після оперативного лікування хворих з позасуглобовими переломами з застосуванням БІОС дозволялось дозоване навантаження пошкодженої кінцівки. При використанні накісткового остеосинтезу цей

термін збільшували до 30-45 діб.

Динамізацію блокуючого інтрамедулярного стрижня виконували в середньому через 1,5-2 місяці після оперативного втручання у 9 випадках статичного блокування стрижня. Показанням вважали, якщо на рентгенограмі первинну кісткову мозоль визначали у вигляді “туману” під час ультразвукового дослідження виявляли наявність кісткової (хрящової) мозолі, судин у зоні формування регенерату за наявності міжфрагментарної щілини. Рентгенологічно до 9-12 тижнів визначали консолідацію і поступово збільшували дозволене навантаження на оперовану кінцівку До 75 %, з 13-16 тижня рекомендували повне навантаження.

На рис. 3.10 зображена схема рекомендованого навантаження на кінцівку в післяопераційному періоді у хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки.

Після динамічного варіанту БІОС визначали навантаження в межах 40% у перші 4 тижні після оперативного втручання, з 5-8 тижня навантаження становило 75 %, а з 9-12 тижня - повне, що сприяло більш швидкому поверненню хворого до активного життя.

При внутрішньосуглобових переломах з використанням динамічної компресійної пластини до 5 тижня дозволяли лише активні рухи. Потім – вправи із застосуванням гумового м'яча у вигляді качання його по підлозі. З 9-12 тижня дозволяли осьове навантаження до 20 % від маси тіла, з 13-16 тижня – навантаження до 50 %, з 17 тижня 75 %. Повне навантаження на оперовану кінцівку дозволяли з 20 тижня з метою кращого відновлення хрящової тканини.

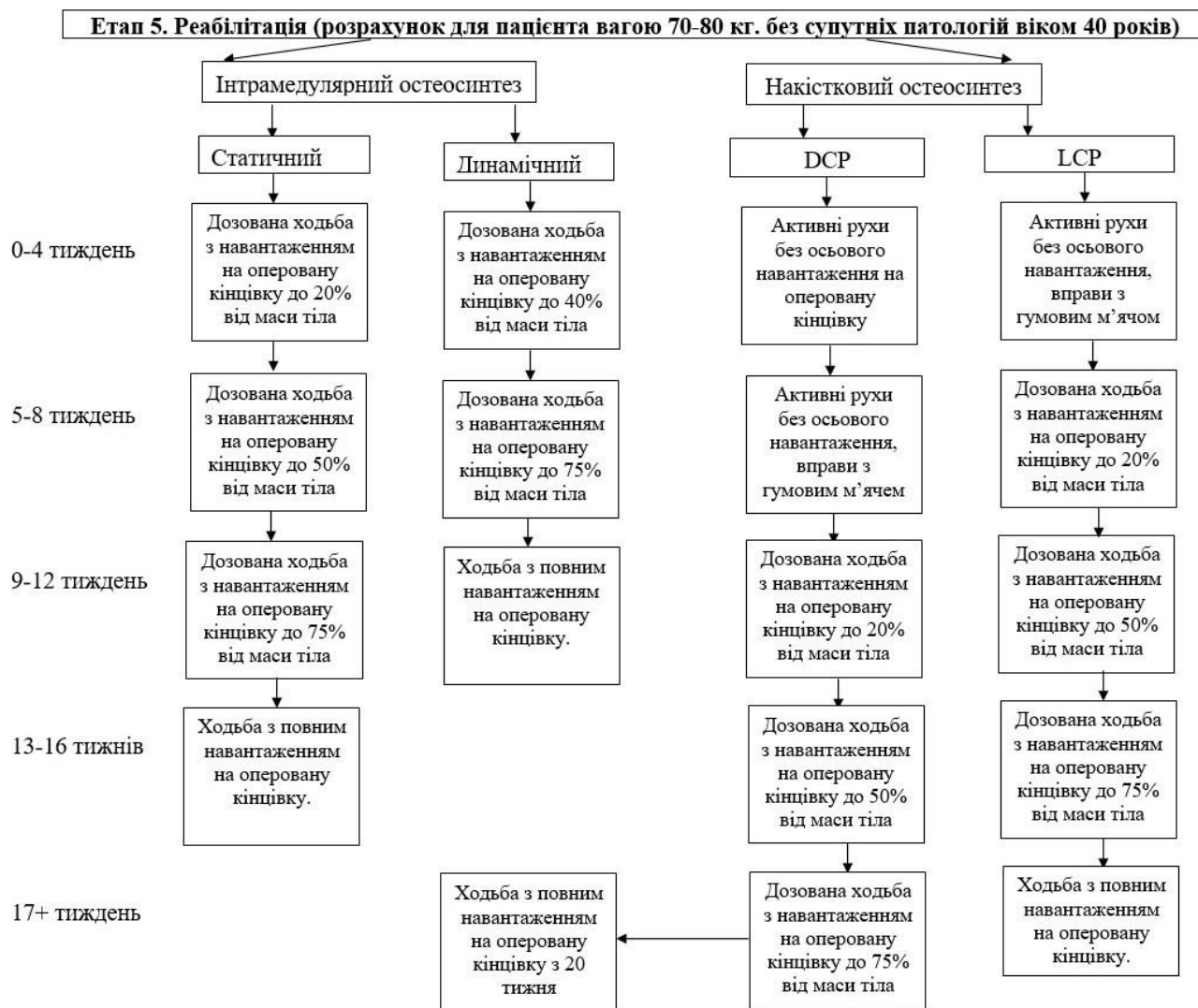


Рис. 3.10 Схема рекомендованого навантаження на кінцівку в післяопераційному періоді хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки

У випадку використання пластин з кутовою стабільністю дозволяли вправи з м'ячем з третьої доби після операції. Ходьбу з навантаженням до 20 % від маси тіла дозволяли на 5-8 тижднів. Навантаження 50 % дозволяли з 9-12 тижня. На 13-16 тижднів – рекомендували дозовану ходьбу з навантаженням на оперовану кінцівку 75%. Повне навантаження дозволяли з 17 тижня.

Питання про навантаження, від часткового до повного, вирішували індивідуально в залежності від типу перелому, маси тіла та віку хворого під час динамічного спостереження.

Програма рухової реабілітації хворих, яким виконали остеосинтез при переломах проксимального відділу великогомілкової кістки, поділялась на три етапи:

- ранній післяопераційний період (до 10 діб);
- пізній післяопераційний період (до 90 діб);
- віддалений чи резидуальний (більше 3 місяців).

Незалежно від виду оперативного втручання при БІОС широко використовували механотерапію для профілактики контрактур великих суглобів нижньої кінцівки на апаратах безперервних рухів. Вибір методу фізіотерапевтичного лікування залежав від провідного синдрому, характерного для кожного з етапів репаративної регенерації: больового, набрякового, дистрофічного, судинних та метаболічних порушень.

При застосуванні БІОС пасивне згинання в кульшовому суглобі до 40° відбувалося вже на 7-й день, а активне - на 5 днів пізніше. Згинання понад 100° (активне та пасивне) рекомендували через 2 тижні після оперативного втручання. Пасивне відведення в кульшовому суглобі до 20° досягали на 8-й день, а активне - на 12-й день.

Основною метою проведення реабілітаційних заходів було досягнення повного пасивного розгинання в колінному суглобі на 3-4 день після оперативного втручання та активного - на 10-12 день. Пасивне згинання до 90° досягали на 5-7-й день, а активне - на 10-12 добу. Згинання понад 90° (активне та пасивне) дозволяли через 3-4 тижні після оперативного втручання.

Запропоновані різновиди реабілітаційних програм дали можливість всім хворим провести ефективне відновне лікування.

3.4 Застосування нових технологій при оперативному лікуванні

хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки

Використання супрапателярного доступу при оперативному лікуванні переломів верхньої третини великогомілкової кістки інтрамедулярним блокованим стрижнем.

Нами вперше на теренах України застосована технологія БІОС при лікуванні ППВБК. З метою її удосконалення, покращення умов для репозиції відламків при ППВБК та попередження їх вторинного зміщення ми використовували супрапателярний доступ, на модифікацію якого отримано патент України на корисну модель [155]. Цей доступ є більш простішим у функціональному плані ніж традиційний інфрапателярний, так як на розігнutoму колінному суглобі легше здійснювати репозицію кісткових уламків [174].

Пацієнта клали на спину на плоскому рентген-прозорому операційному столі. До початку репозиції уламків великогомілкової кістки виконували рентгенологічне дослідження проксимального відділу неушкодженої стегнової кістки в прямій проекції. Це зображення виводилось на монітор ЕОП. При цьому кінцівці надавали вірне положення, звертаючи особливу увагу на відсутність внутрішньої та зовнішньої ротації дистального відділу великогомілкової кістки.

Відомо, що при використанні супрапателярного доступу існує ризик формування хондральних тіл в порожнині колінного суглоба, внаслідок того, що стружка при формуванні точки введення стрижня та розсвердлюванні кістковомозкового каналу потрапляє в порожнину суглоба [175]. Тому з метою скорочення часу операції та профілактики формування хондральних тіл створено інструментарій для формування точки введення стрижня (рис. 3.11), на що отримано патент України на корисну модель та запропоновано нововведення [156,157].



а

б

в

Рис. 3.11 Бур для формування точки введення та забору стружки – а; циліндричний канюльований остеотом – б; канюльований провідник для остеотому – в

В першому етапі проводили закриту репозицію великогомілкової кістки пошкодженої кінцівки. З цією метою зазвичай використовували дистрактор, накладений на середню третину стегнової та великогомілкової кісток. Під контролем електронно-оптичного перетворювача (ЕОП) намагались досягти максимального співпадіння рентгенологічної картини проксимального відділу великогомілкової кістки пошкодженої кінцівки з аналогічним зображенням непошкодженої гомілки, збереженим на моніторі. Положення, при якому контури проксимальних відділів великогомілкових кісток співпадали, фіксували за допомогою дистрактора.

Після стандартної обробки операційного поля в асептичних умовах проводили супрапателлярний доступ до точки введення інтрамедулярного стрижня, вводили захисник вироблений з поліетиленового шприца, з метою зменшення травмизації та зменшення тиску на хрящ (рис. 3.12).

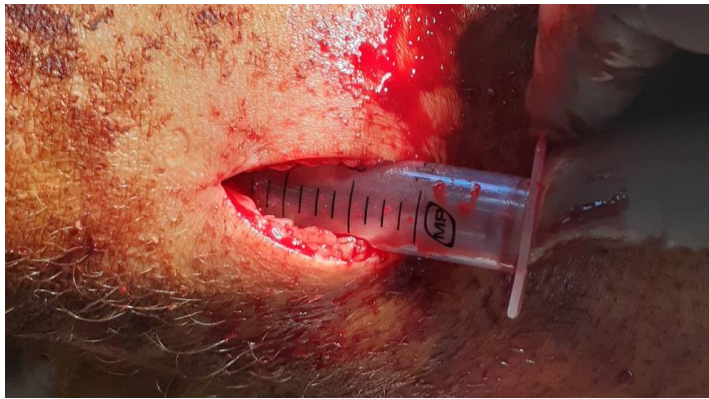


Рис. 3.12. Етапи проведення супрапателлярного доступу (введення поліетиленового захисника)

Далі за допомогою направляючого канюльованого шила заводили в проксимальний фрагмент великогомілкової кістки шпицю (рис. 3.13).

Потім по шпиці вводили циліндричний канюльований остеотом (рис.3.11 б) з провідником. За допомогою молотка здійснювали занурення остеотому в кістку (рис.3.14). Після здійснення вище згаданої маніпуляції шпицю видаляли.

По циліндричному канюльованому остеотому заводили бур (рис. 3.11 а). За допомогою обертальних рухів здійснювали його занурення до спеціальної відмітки (рис.3.15 а та б).



Рис. 3.13 Етапи проведення супрапателлярного доступу (введення шпиці по направляючому канюльованому шилу)



Рис. 3.14 Етапи проведення супрапателярного доступу (введення циліндричного канюльованого остеотому з провідником)

Після видалення остеотому та захисника здійснювали введення стрижня в проксимальний уламок великогомілкової кістки. Зміна положення стрижня в проксимальному уламку великогомілкової кістки суттєво впливає на розташування фрагментів. У випадках багато уламкових переломів, коли анатомічна репозиція не вдавалась, з метою попередження деформації великогомілкової кістки використовували полерні 2 мм шпиці, що вводили в проксимальний уламок на шляху проходження стрижня, які змінювали напрямок його просування в потрібний бік. На наш погляд, використання шпиць для центрації стрижня є більш ефективним ніж використання гвинтів, так як відсутній ризик заклинення стрижня під час його введення та ризик зламу кістки при надмірному звуженні кістково-мозкового каналу. Шпиця не створювала перепон для проходження стрижня, завдячуючи можливості її згину.

В подальшому бур разом зі стружкою та фрагментами хряща видаляли (рис. 3.15 в).

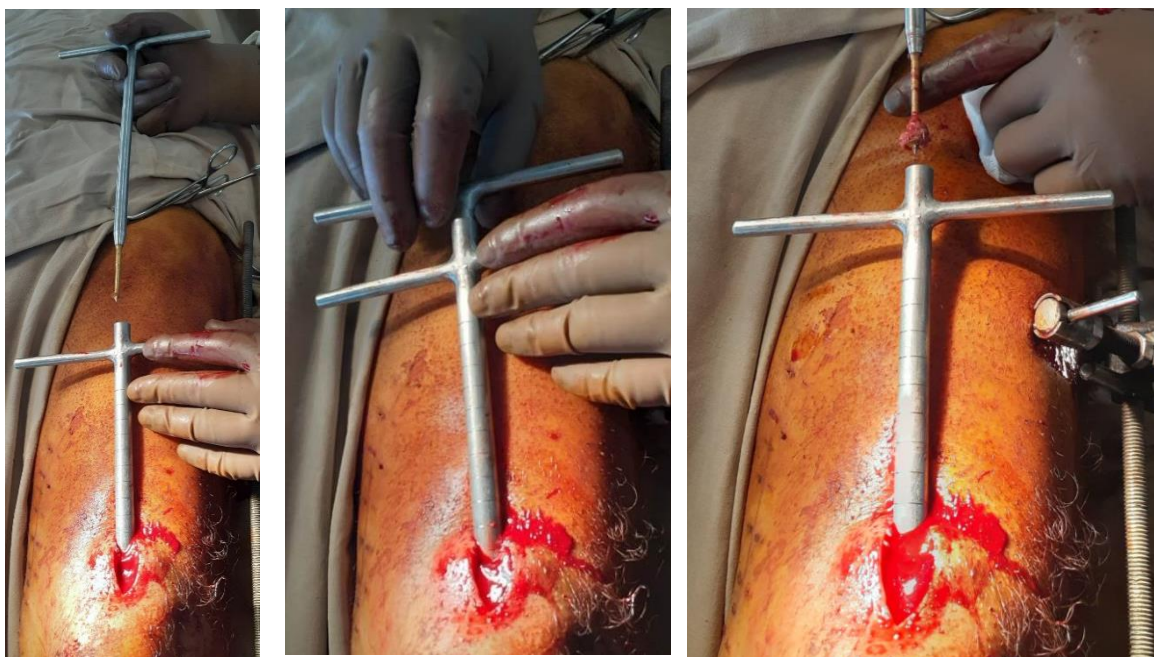


Рис. 3.15 Етапи проведення супрапателлярного доступу (введення (а) занурення (б) та видалення (в) бура для формування точки введення та забору кісткової стружки).

Для корекції деформації шпигу вводили в сагітальній площині в медіальну зону проксимального уламку на шляху траєкторії руху стрижня, відхиляючи його в зовнішній бік. Для корекції анте- чи рекрувації проводили відхиляючу шпигу у фронтальній площині. За рахунок зміни траєкторії руху стрижня також було можливо усунути залишкове зміщення по ширині.

Наступним етапом оперативного втручання було введення дистальних блокованих гвинтів. З цією метою використовували метод формування отворів в кістці за допомогою довгого гнучкого свердла, положення якого контролювали ЕОП без ризику опромінення рук [176].

Кількість та площина введення дистальних блокуючих гвинтів залежала від типу використаного стрижня та від стабільності, що досягалась в процесі остеосинтезу. Якщо після зняття репонуєчих зусиль зберігався

ризик зміщення за шириною чи з'являлися осьові деформації, то вважали необхідним додаткове блокування в сагітальній площині. Другим фактором, що свідчив про недостатню стабільність фіксації, був виражений остеопороз, який визначався слабким опором кістки введенню гвинтів.

Після введення дистальних блокуючих гвинтів виконували рентгенологічне обстеження з метою контролю положення уламків. При наявності багатоуламкового перелому виконували рентгенографію великогомілкової кістки для визначення її довжини з захватом обох суглобових кінців в прямій проекції з фіксованою рентген-негативною лінійкою.

Враховуючи, що блокуючі гвинти на цьому етапі оперативного втручання введені тільки в дистальний уламок, після визначення довжини залишалась можливість корекції довжини великогомілкової кістки. При наявності подовження зменшували дистракційні зусилля в дистракційному апараті, виконували компресію уламків, рухаючи стрижень проксимально. В тих випадках, коли не була відновлена довжина сегменту ударами молотка просували стрижень дистально, одночасно створивши додаткові розтягуючі зусилля в дистракційному апараті.

У проксимальний уламок великогомілкової кістки гвинти вводили за допомогою кондуктора після завершення репозиції перелому та відновлення її довжини. Як правило, виконували статичне блокування. Первинне динамічне блокування виконували тільки при переломах типу A2 за відсутності важких супутніх пошкоджень та системного остеопорозу. При інших типах переломів при динамічному блокуванні системи «стрижень-кістка» була присутня небезпека зменшення довжини та деформації великогомілкової кістки при навантаженні пошкодженої нижньої кінцівки в післяопераційному періоді.

Після імплантації стрижня проводили контрольну рентгенографію, накладання швів на шкіру та асептичних пов'язок.

Розроблена технологія виконання БІОС із супрапателярного доступу представлена на нативному препараті колінного суглоба (рис.3.16). Встановлено, що травми хряща стегнової кістки та надколінка відсутні, сформований отвір знаходиться в зоні відсутності осьового навантаження, кістково-хрящової стружки в порожнині суглоба немає.



Рис. 3.16 Нативний препарат колінного суглобу після проведення супрапателярного доступу. Відсутність ушкодження хряща стегнової кістки та надколінка, сформований отвір знаходиться в зоні відсутності осьового навантаження, кістково-хрящової стружки в порожнині суглоба немає

Для ілюстрації впровадження тактики оперативного лікування та реабілітації хворих з ППВБК наводимо клінічні приклади лікування хворих.

Клінічний приклад №1

Хворий П., 58 років, історія хвороби № 5554 доставлений до травматологічного відділення Глобинської ЦРЛ з діагнозом: відкритий перелом в/3 лівої великогомілкової кістки 41-A3 (Gustillo-Anderson – III A) [12]. Травматичний шок II ст. Загальний вигляд рани (а, б) та рентгенограма

лівої гомілки (в) у прямій проекції до оперативного втручання представлена на рис. 3.17.

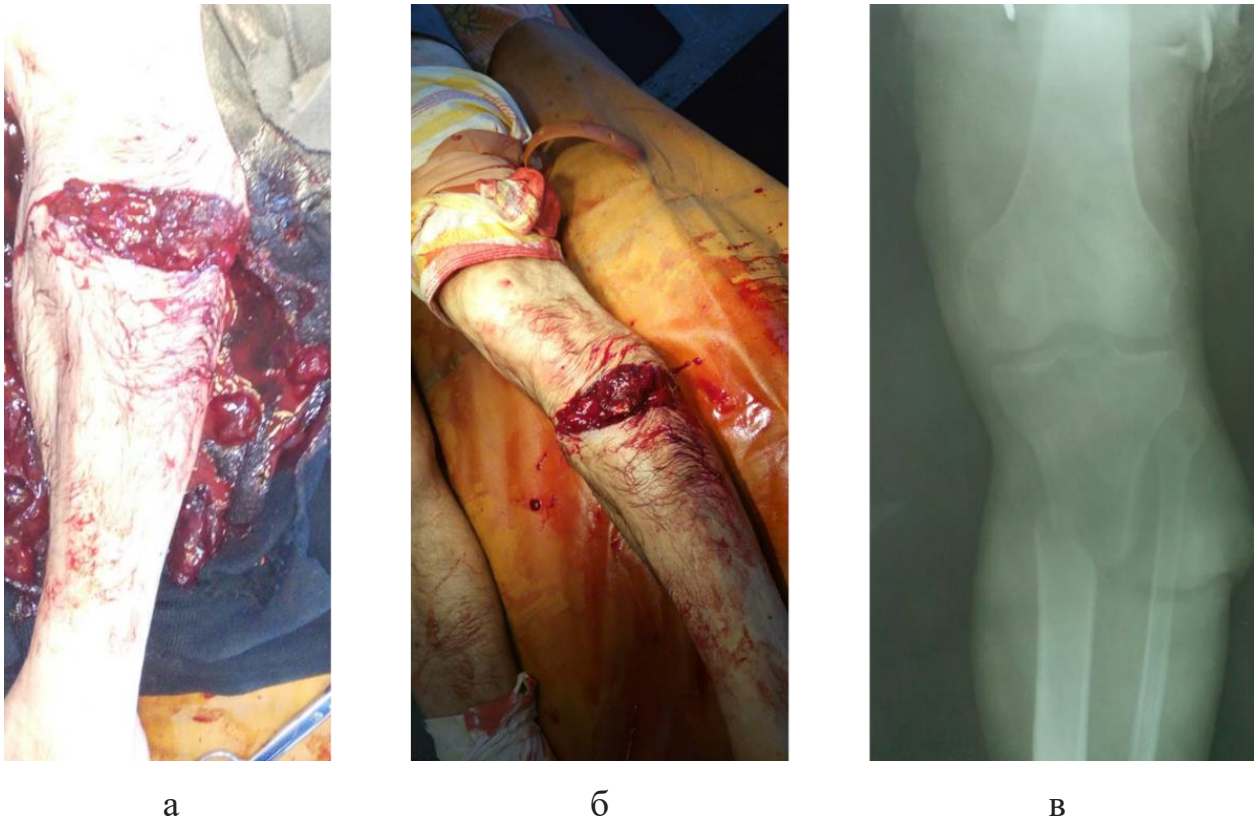


Рис. 3.17 Загальний вид рани (а, б) та рентгенограма лівої гомілки (в) хворого П., під час надходження в стаціонар

В ургентному порядку виконано: ПХО рани, позавогнищевий остеосинтез АЗФ уламків лівої великогомілкової кістки. Рентгенограми лівої гомілки хворого П. після накладання АЗФ пряма (а) та бокова (б) проекції представлені на рис. 3.18.

На 14 добу після травми, після стабілізації загального стану хворого та відсутності запальної реакції післяопераційної рани в/з лівої гомілки хворому виконано заміна методу фіксації: демонтаж АЗФ, остеосинтез лівої великогомілкової кістки інтрамедулярним блокованим стрижнем за розробленим нами лікування із застосуванням супрапателлярного доступу (на що отримано патенти України на корисну модель № 139460) [155] та власно розроблений інструментарій (патент України на корисну модель № 146246,

нововведення) [156,157].



а



б

Рис. 3.18 Рентгенограми лівої гомілки хворого П. після накладання АЗФ пряма (а) та бокова (б) проекції. Стабілізація кісткових відламків лівої великогомілкової кістки

Загальний вигляд лівої кінцівки під час оперативного втручання (а) та рентгенограма лівої гомілки хворого П. після виконання БІОС пряма (б) проекція представлені на рис. 3.19.



а



б

Рис. 3.19 Загальний вигляд лівої кінцівки під час оперативного втручання (а) та рентгенограма лівої гомілки хворого П. після виконання БІОС пряма проекція (б)

Контрольний огляд хворого П. через 24 місяця після оперативного втручання: на рентгенограмах лівої гомілки консолідовані переломи в/з лівої великогомілкової та малогомілкової кісток. Стан після БІОС лівої великогомілкової кістки (рис 3.20 а – бокова, рис.3.20 б – пряма проекції).



а

б

Рис. 3.20 Рентгенограми лівої гомілки хворого П. через 24 місяця після БІОС бокова (а) та пряма (б) проекції. Консолідовані переломи в/з лівої великогомілкової та малогомілкової кісток. Стан після остеостинтезу лівої великогомілкової кістки

Загальний стан лівої нижньої кінцівки (а) та функціональний результат (б-д) хворого П. через 12 міс. після оперативного втручання представлено на рис. 3.21. Опороздатність відновлена повністю, згинання в колінному суглобі 115 градусів, розгинання повне. Результат лікування оцінений як відмінний (88 балів за шкалою Neer-Grantham-Shelton [160]).



а



б



в



г



д

Рис. 3.21 Загальний стан лівої нижньої кінцівки (а) та функціональний результат (б-д) хворого П. через 12 міс. після оперативного втручання. Відновлена опороздатність лівої нижньої кінцівки – б, згинання в лівому колінному суглобі 115 градусів – в,д, розгинання повне – г

Клінічний приклад №2 [177]

Хворий Ш, історія хвороби № 467, 50 років доставлений до травматологічного відділення Глобинської ЦРЛ з діагнозом: вогнепальний скалковий перелом проксимального відділу лівої великогомілкової кістки та

лівої маломілкової кістки зі зміщенням відламків, значним дефектом кісткової тканини (41.C3) (6x1,5 см) та м'яких тканин гомілки (Gustillo-Anderson – III B) [12]. Сторонні тіла (свинцевий дріб) в/з лівої гомілки. Загальний вигляд рани представлений на рис.3.22.



Рис. 3.22. Загальний вид рани лівої гомілки хворого Ш, під час поступлення в стаціонар

Хворому в ургентному порядку виконано: ПХО рани лівої гомілки, фасціотомія, позавогнищевий остеосинтез АЗФ типу АО (стегно-гомілка). Для закриття ранової поверхні використана вакуумна пов'язка NPWT, контрольна рентгенографія (рис.3.23).



а

б

в



г

Рис. 3.23 Вигляд рани хворого Ш. після виконання ПХО (а), накладення АЗФ (б) і вакуумної пов'язки NPWT (г) та контрольної рентгенографії (в)

На третю добу після ПХО рани хворому Ш. виконано second look, debridment рани та заповнення кісткового дефекту цементними «бусами» насиченими гентаміцином (рис.3.24), продовжено лікування за допомогою пов'язки NPWT.



а

б

Рис. 3.24 Вигляд рани хворого Ш. після проведення дебридменту (а) та заповнення кісткових дефектів цементними «бусами» насиченими антибіотиком (б). 3 доба після ПХО

Контрольна рентгенографія лівої гомілки та загальний хворого на 10 добу після ПХО представлено на рис. 3.25.



а

б

в

Рис. 3.25 Контрольна рентгенографія пряма (а) і бокова (б) проекції лівої гомілки та загальний вигляд хворого Ш. 10 доба після ПХО.

На 46 добу після проведення ПХО хворому виконана шкірна пластика дефекту вільним шкірним клаптем, продовжено лікування в пов'язці NPWT. Вигляд рани після шкірної пластики станом на 51 добу після ПХО, при виписці зі стаціонару, представлено на рис. 3.26.

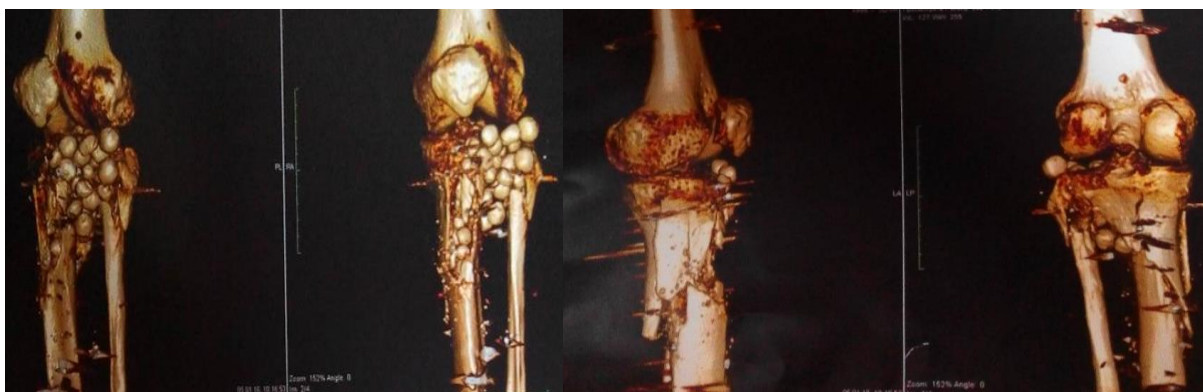


Рис. 3.26 Вигляд операційної рани хворого Ш. після проведення шкірної пластики. 51 доба після ПХО.

Повторна госпіталізація в травматологічний стаціонар хворого Ш., історія хвороби № 5742, на 107 добу після ПХО. Загальний стан хворого задовільний, гнійних виділень з післяопераційної рани немає. Результати КТ та 3-Д реконструкції лівої гомілки представлені на рис 3.27.



а



б

Рис 3.27 КТ томографія (а) та 3-Д реконструкція (б) лівої гомілки хворого Ш. (невірноконсолідуєний перелом проксимального відділу лівої великогомілкової кістки, наявність цементних бус). 105 доба після ПХО.

На 108 добу після проведення ПХО хворому Ш. виконано: забір кісткового аутотрансплантата з крила правої та лівої здухвинної кістки, демонтаж АЗФ, видалення цементних бусин із дефекту лівої великогомілкової кістки, остеосинтез проксимального метафізу лівої

великогомілкової кістки двома LCP з кістковою аутопластикою (рис.3.28), вакуумна пов'язка NPWT.

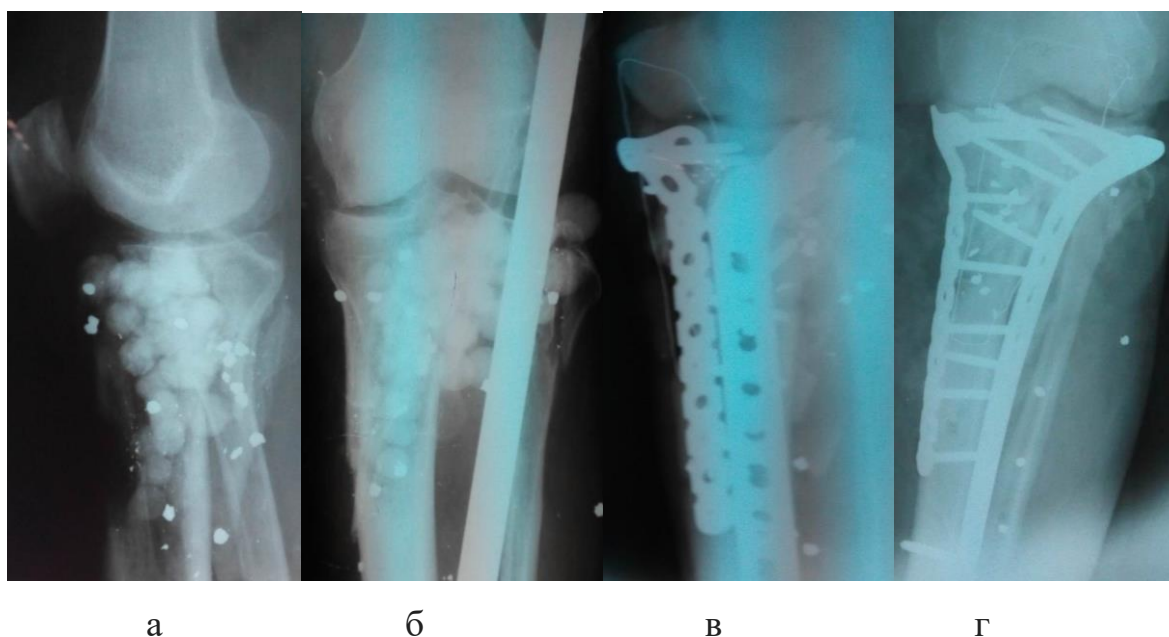


Рис. 3.28 Рентгенографія лівої гомілки хворого Ш. пряма (а) та бокова (б) проекції до операції (невірноконсолідуєний перелом проксимального відділу лівої великогомілкової кістки, наявність цементних «бусин») та після оперативного втручання – пряма (г) та бокова (в) проекції (остеосинтез проксимального метафізу лівої великогомілкової кістки двома LCP з кістковою аутопластикою)

На 14 добу після виконання оперативного втручання (122 доба після ПХО) хворий Ш. у задовільному стані без ознак запалення п/операційної рани виписаний зі стаціонару.

Контрольний огляд та рентгенографія лівої гомілки хворого Ш. через 3 місяці з моменту виписки зі стаціонару (212 доба після ПХО). На контрольних рентгенограмах лівої гомілки консолідовані переломи обох виростків та метафізу великогомілкової кістки, наявність металевих конструкцій, п/операційна рана без ознак запалення (рис.3.29).

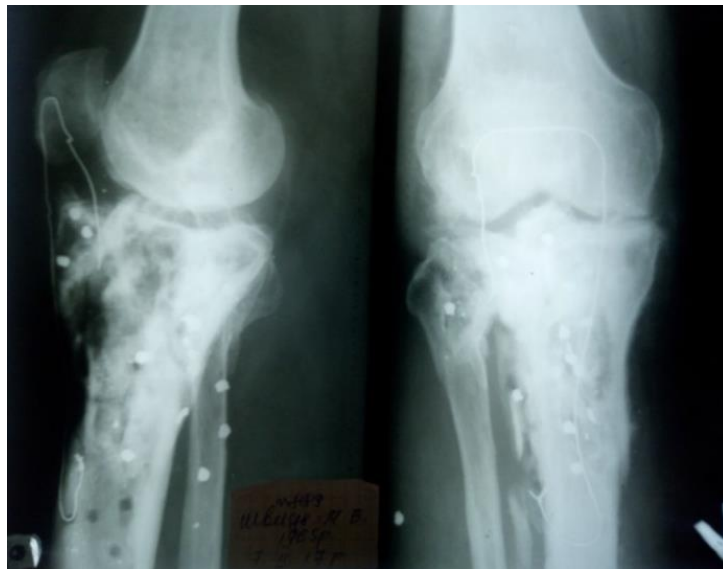


а

б

Рис. 3.29 Загальний вид п/операційної рани (а) та контрольна рентгенографія (б) хворого Ш. (консолідовані переломи обох виростків та метафізу лівої великогомілкової кістки, наявність металевих конструкцій). 212 доба після ПХО

Металеві фіксатори видалено через 1 рік після контрольної рентгенографії, історія хвороби № 4642. Віддалений огляд та контрольна рентгенографія лівої гомілки пряма (а) та бокова (б) проекції хворого Ш. (рис.3.30) через 24 місяця після видалення фіксаторів (консолідовані переломи обох виростків та метафізу лівої великогомілкової кістки. Посттравматичний 3 ст. лівобічний гонартроз. Наявність дробин в м'яких тканинах гомілки). Ознак запалення п/операційного рубця немає.



а

б

Рис. 3.30 Контрольна рентгенографія лівої гомілки хворого Ш. пряма (б) та бокова (а) проекції (консолідовані переломи обох виростків та метафізу лівої великогомілкової кістки. Посттравматичний 3 ст. лівобічний гонартроз. Наявність дробин в м'яких тканинах гомілки). 24 місяці після видалення фіксаторів

Віддалений огляд та КТ лівої гомілки (рис. 3.31) хворого Ш. через 36 місяців після видалення фіксаторів.

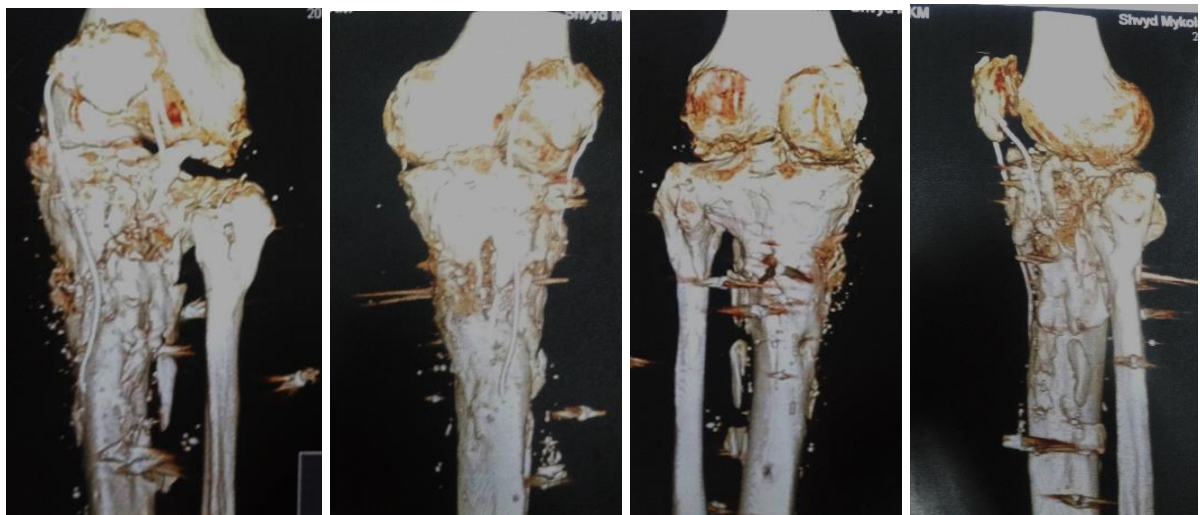


Рис. 3.31 КТ обстеження лівої гомілки хворого Ш: консолидовані переломи обох виростків та метафізу лівої великогомілкової та малоомілкової кістки. Наявність сторонніх тіл м'яких тканин гомілки. Посттравматичний 3 ст. лівобічний гонартроз

На рис. 3.32 представлений функціональний результат проведеного оперативного лікування хворого Ш. Відновлена опороздатність лівої нижньої кінцівки, згинання в лівому колінному суглобі в межах 20 градусів, розгинання повне, що дозволяє постраждалому ходити без додаткової опори. Хворий задоволений отриманим функціональним результатом. Від подальших реконструктивних операцій по збільшенню рухів в колінному суглобі відмовляється. Результат оцінено як добрий.



а

б

Рис. 3.32 Функціональний результат оперативного лікування хворого Ш. Відновлена опороздатність лівої нижньої кінцівки – а, згинання в лівому колінному суглобі в межах 20 градусів – б

Клінічний приклад №3

Хвора Н, історія хвороби № 3551, 68 років доставлена до травматологічного відділення Глобинської ЦРЛ з діагнозом: закритий

скалковий черезвиростковий перелом правої великогомілкової кістки (41-С2) зі зміщенням уламків. Закритий субкапітальний перелом правої малогомілкової кістки зі зміщенням уламків. Рентгенограма правої гомілки в прямій (а) боковій (б) проекціях до оперативного втручання представлена на рис. 3.33.



Рис. 3.33 Рентгенограма пряма (а) і бокова (б) проекції правої гомілки хворої Н. до оперативного втручання. Скалковий черезвиростковий перелом правої великогомілкової кістки (41-С2) зі зміщенням уламків. Субкапітальний перелом правої малогомілкової кістки зі зміщенням уламків

В післяопераційному періоді хвора Н. проходила курс реабілітації згідно розробленої схеми навантаження на прооперовану кінцівку та загальних методик.



а

б

Рис. 3.34 Рентгенограма пряма (а) і бокова (б) проекції правої гомілки хворої Н. після оперативного втручання. Остеосинтез виростків великогомілкової кістки двома LCP та фіксація малогомілкової кістки maleoлярним гвинтом

Контрольна рентгенограма правої гомілки хворої Н. в прямій (а) боковій (б) проекціях через 12 місяців після оперативного втручання представлена на рис. 3.35. Консолідовані переломи правої великогомілкової та малогомілкової кісток правої гомілки. Стан після остеосинтезу.



а

б

Рис. 3.35 Рентгенограма пряма (а) і бокова (б) проекції правої гомілки хворої Н. через 12 міс. після оперативного втручання. Консолідовані переломи правої великогомілкової та малогомілкової кісток. Стан після остеосинтезу

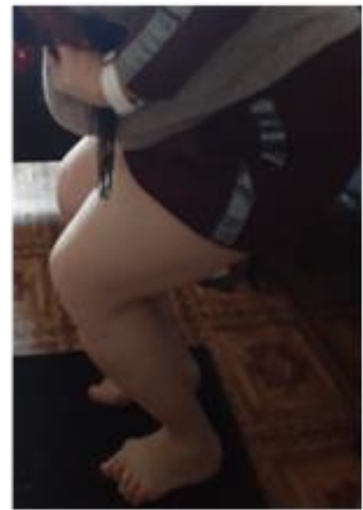
Загальний стан правої нижньої кінцівки (а) та функціональний результат (б та в) хворої Н. через 12 міс. після оперативного втручання представлено на рис. 3.36. Опороздатність відновлена повністю, згинання в колінному суглобі 110 градусів, розгинання повне. Результат лікування оцінений як відмінний (86 балів за шкалою Neer-Grantham-Shelton [160]).



а



б



в

Рис. 3.36 Загальний стан правої нижньої кінцівки (а) та функціональний результат (б та в) хворої Н. через 12 міс. після оперативного втручання. Згинання в правому колінному суглобі 110 градусів, розгинання повне – б.; відновлена опороздатність правої н/кінцівки – в

Клінічний приклад №4

Хворий Г., 35 років, історія хвороби № 3407 доставлений до травматологічного відділення Глобинської ЦРЛ з діагнозом: Закритий скалковий черезвиростковий перелом лівої великогомілкової кістки (41-С3) зі зміщенням уламків. Закритий перелом скалковий в/3 лівої малогомілкової кістки зі зміщенням уламків. Компартмент синдром.

Загальний вигляд лівої нижньої кінцівки (а) та рентгенограми лівої гомілки (б, в) у прямій та боковій проекціях до оперативного втручання представлена на рис. 3.37.



а

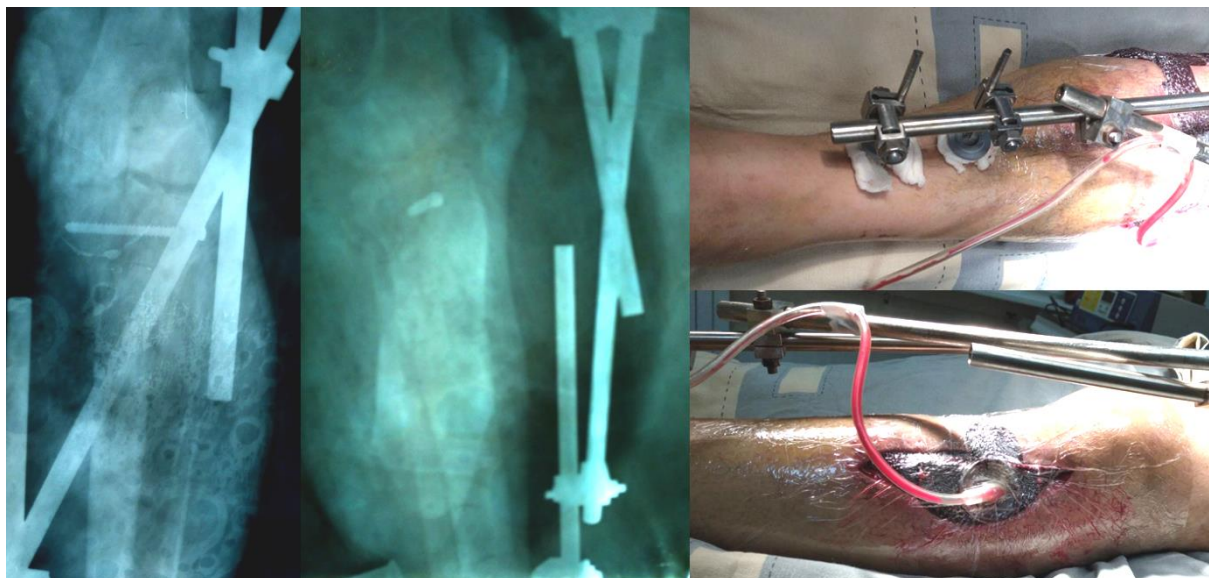
б

в

Рис. 3.37 Загальний вид гомілки (а) та рентгенограма лівої гомілки (б, в) хворого Г. під час надходження в стаціонар

В ургентному порядку виконано: фасціотомію, проміжний остеосинтез виростків лівої великогомілкової кістки гвинтом, позавогнищевий остеосинтез лівої гомілки АЗФ типу АО (стегно-гомілка) Рентгенограми лівої гомілки хворого Г. після накладання АЗФ пряма (а) та бокова (б) проекції, загальний вигляд кінцівки (в) представлені на рис. 3.38.

На шосту добу після травми було здійснено: second look, накладено вторинні шви, продовжено лікування в системі NPWT. Загальний вигляд ран до та після вторинних швів представлено на рис. 3.39.



а

б

в

Рис. 3.38 Рентгенограми лівої гомілки хворого Г. після накладання АЗФ пряма (а) та бокова (б) проекції, загальний вигляд кінцівки (в). Стабілізація кісткових відламків лівої великогомілкової кістки



Рис. 3.39 Загальний вигляд ран хворого Г. до та після вторинних швів

На 20 добу після травми, після стабілізації загального стану хворого та відсутності запальної реакції післяопераційної ран в/з лівої гомілки хворому

виконано заміна методу фіксації: демонтаж АЗФ, видалення гвинта, остеосинтез лівої великогомілкової кістки двома LCP. Рентгенограма лівої гомілки хворого Г. після виконання остеосинтезу пряма (а) та бокова (б) проекції представлені на рис. 3.40.

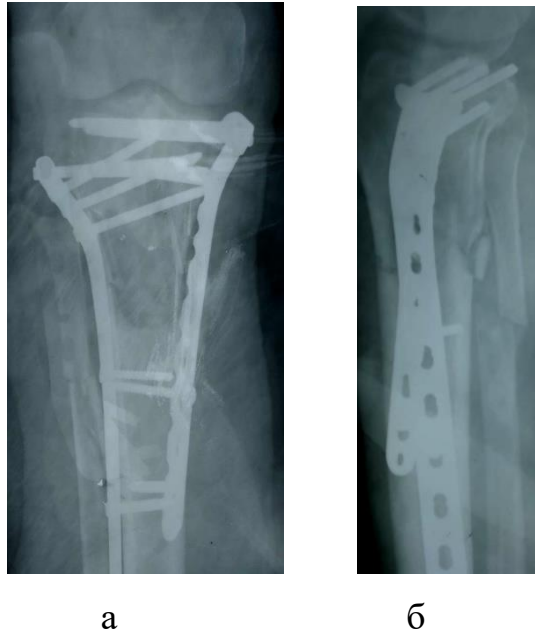


Рис. 3.40 Рентгенограма лівої гомілки хворого Г. після виконання остеосинтезу пряма (а) та бокова (б) проекції.

Контрольний огляд хворого г. через 6 місяців після оперативного втручання: на рентгенограмах лівої гомілки консолідуючі переломи в/з лівої великогомілкової та малогомілкової кісток. Стан після остеосинтезу лівої великогомілкової кістки (рис 3.41 а – бокова, рис. 3.41 б – пряма проекції).



а

б

Рис. 3.41 Рентгенограма лівої гомілки хворого Г. через 6 місяців після виконання остеосинтезу бокова (а) та пряма (б) проекції. Консолідує переломи в/з лівої великогомілкової та малогомілкової кісток. Стан після остеосинтезу лівої великогомілкової кістки

Функціональний результат хворого Г. через 6 міс. після оперативного втручання представлено на рис. 3.42 (а-г). Опороздатність відновлена повністю, функція колінного суглоба відновлена повністю. Результат лікування оцінений як відмінний (96 балів за шкалою Neer-Grantham-Shelton [160]).



а

б



в

г

Рис. 3.42 Функціональний результат (а-г) хворого Г. через 6 міс. після оперативного втручання. Відновлена опороздатність лівої нижньої кінцівки – а, б, розгинання в лівому колінному суглобі повне – в, згинання повне – г.

За матеріалами розділу здобувачем опубліковані такі наукові праці:

[168] Лазарев ІА, Чіп ЄЕ, Калашніков АВ, Скибан МВ. Біомеханічний аналіз надійності фіксації кісткових відламків при остеосинтезі переломів проксимального відділу великогомілкової кістки LCP-пластиною та інтрамедулярним блокованим стрижнем. Травма. 2020;21(5):20-26.

[169] Kalashnikov A, Lazarev I, Chip Y, Stavinskyi I. Optimal variants of proximal tibial fractures fixation. Eur J Trauma Emerg Surg. 2020;46 (1):S21-S22.

[170] Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ, Чалайдюк ТП. Визначення ефективності різних методів лікування переломів проксимального відділу великогомілкової кістки. Вісник ортопедії, травматології та протезування. 2019;(4):31-38.

[171] Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ. Хірургічне лікування переломів проксимального відділу великогомілкової кістки. В: Матеріали XVIII з'їзду ортопедів-травматологів України; 2019 жовт. 9-11; Івано-Франківськ. Івано-Франківськ; 2019. с. 332.

[172] Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ, Чалайдюк ТП. Ефективність застосування різних методів лікування переломів проксимального відділу великогомілкової кістки. В: Матеріали III з'їзду ГО «Всеукраїнська асоціація травматології та остеосинтезу»; 2020 бер. 12-13; Київ. Київ: ГО «Всеукраїнська асоціація травматології та остеосинтезу»; 2020. с. 21-22.

[173] Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ. Алгоритм тактики оперативного лікування хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки. Світ медицини та біології. 2020;17(4):103-8.

[174] Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ. Визначення ефективності використання супрапателлярного доступу при виконанні блокованого інтрамедулярного остеосинтезу у хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки. Проблеми травматології та остеосинтезу. 2020;20(3):57-80.

[177] Калашніков АВ, Чіп ЄЕ. Лікування відкритого вогнепального перелому проксимального відділу великогомілкової кістки (клінічний випадок). Проблеми травматології та остеосинтезу. 2019;15-16(1-2):59-72.

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Переломи проксимального відділу великогомілкової кістки (ППВБК) є одними з найбільш важких ушкоджень і складають 1,5-6 % від усіх переломів довгих кісток, традиційно займають чільне місце серед причин первинної інвалідності та тривалої тимчасової непрацездатності у хворих після травм. Даний вид ушкоджень часто супроводжується імпресією кісткової тканини з боку суглобової поверхні і пошкодженням важливих м'якотканних структур, що впливає з складності кінематики та особливостей будови колінного суглоба (відсутність значної м'язової маси, близьке розташування магістральних судин, нервів).

Актуальність даної проблематики визначається тим, що для переломів ППВБК характерна висока частота несприятливих функціональних результатів: нерідко в віддаленому періоді після травми розвивається деформуючий остеоартроз, контрактури, нестабільність колінного суглоба. За даними ряду авторів, перераховані вище ускладнення зустрічаються від 5,8 % до 28 %, при цьому вихід на інвалідність досягає 5,9-9,1 %. Основним фактором, що впливає на негативність результатів є недосконалість остеосинтезу, нестабільна фіксація уламків, встановлення імпланту не за показаннями.

До останнього часу пріоритет в оперативному лікуванні вище згаданих ушкоджень віддавався накістковому остеосинтезу (plating DCP, LC-DCP, LCP), наразі з'явилися перші повідомлення щодо використання технології блокованого інтрамедулярного остеосинтезу (БІОС), проте дані за його використання є недостатньо систематизовані а дані про результати його застосування в Україні відсутні. Є поодинокі дослідження порівняльного характеру його використання з накістковим остеосинтезом. Враховуючи стрімкий розвиток застосування БІОС, кардинальних змін в самій цій

технології з моменту його першого застосування, з'явилась потреба в подальшому вивченні особливостей технології застосування БІОС для лікування ППВБК, а саме: планування доступів та точок введення стрижнів, застосування додаткових гвинтів (blocking, poller screw) та супрапателлярного доступу, методик та доцільності фіксації малогомілкової кістки. На цей час чітко не визначена межа застосування пластин та стрижнів у лікуванні ушкоджень проксимального відділу великогомілкової кістки.

Тому вивчення вищезазначених питань має велике наукове та практичне значення а вирішення цих актуальних питань дозволить збільшити ефективність лікування цієї складної категорії хворих, зменшити кількість операційних ускладнень та негативних функціональних результатів.

Робота виконана на клінічному матеріалі.

На доопераційному етапі клінічне дослідження включало в себе стандартну схему обстеження хворих. Особлива увага приділялася даним про обставини та механізм травми, своєчасність, об'єм та якісний характер надання медичної допомоги, наявність супутніх пошкоджень. Із анамнезу відмічали наявність супутніх захворювань, травм, оперативних втручань, функцію рухової системи до теперішньої травми.

Клінічно при поступленні визначали порушення осі кінцівки, цілісність шкірного покриву, інтенсивність набряку, наявність випоту в суглобі. Виключали можливі пошкодження магістральних судин та нервів. Визначали ступінь патологічної рухливості, довжину кінцівки та сегментів, оцінювали вкорочення. Локальний статус вивчали, використовуючи методики обстеження хворих з ортопедичними захворюваннями за В. О. Марксом.

При виконанні дослідження був проведений порівняльний аналіз результатів лікування 125 хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки. Всі хворі умовно були поділені на три групи відповідно до методу лікування:

дослідна група (хворі які лікувалися за допомогою БІОС та LCP), де використовувався розроблений диференційований підхід до хірургічного лікування хворих на ППВБК (проспективне дослідження);

1 контрольна група (хворі які лікувалися за допомогою DCP, АЗФ та гвинтами) (ретроспективне дослідження);

2 контрольна група (хворі які лікувалися консервативно) (ретроспективне дослідження).

Оцінка функціональних результатів лікування хворих проводилась у динаміці в 3 міс., 6 міс. та 1 рік після операції. Результати лікування оцінювали клінічно і рентгенологічно, враховуючи картину зрощення перелому, суб'єктивні відчуття хворого, наявність біомеханічних порушень, відновлення працездатності і наявність обмежень рухів в суміжних суглобах, нейротрофічних порушень, деформацій і вкорочень. Ефективність проведеного лікування оцінювали після консолідації перелому (через 1 рік після початку лікування) за шкалами Oxford та Neer– Grantham – Shelton.

Рентгенологічний метод використовували для обстеження усіх хворих з пошкодженням проксимального відділу великогомілкової кістки до початку та на етапах лікування. Для цієї мети використовували рентгендіагностичну апаратуру Philips BV - 29, спіральний комп'ютерний томограф Siemens Somatom. Етапні рентгенограми виконували в термінах 3 міс., 6 міс. та 1 рік після операції. В залежності від клінічної ситуації, виконували рентгенограми в інші строки. На етапних рентгенограмах визначали рентгенологічну динаміку зрощення перелому, положення фіксатора та вторинне зміщення.

Метод комп'ютерної томографії використовували як для вивчення особливостей регенерації кісткової тканини та оцінки результатів лікування. Враховуючи, що при черезвиросткових переломах проксимального відділу великогомілкової кістки в патологічному процесі задіяні пара-, та периартикулярні тканини виконували магнітно-резонансну томографію колінного суглоба у 32 (25,3%) хворих.

З метою профілактики тромбозу глибоких вен нижніх кінцівок виконували ультразвукову діагностику стану вен нижніх кінцівок. Сонографію м'яких тканин дистального відділу стегна та колінного суглоба проводили на апаратах Sonoline (Siemens) та Volusion-730 (Austria). Дослідження проводили в доопераційному періоді на першу, третю, п'яту та сьому добу з моменту отримання травми. УЗ-сканування проводили за загальноприйнятою методикою з використанням датчика чутливістю 5-10 МГц, а також кольорового датчика. Результати дослідження оцінювали за станом компресії вен і їх розширення, наявності статичних ехо-сигналів, рухливості стулок венозних клапанів, наявності реакції на посилення кровотоку. Дослідження проведено у 27 (21,4 %) хворих.

Для визначення оптимального варіанту остеосинтезу при ППВБК нами проведено математичне моделювання стану пружних деформацій в системі кістка-фіксатор при переломах проксимального відділу великогомілкової кістки та ступеня переміщення фрагментів кісток залежно від пошкодження передньої та задньої міжгомілкової зв'язки, міжкісткової мембрани. Для побудови моделі використана остеотомія великогомілкової кістки із наявним дефектом 1 см на рівні 8 см нижче колінного суглоба.

На початковому етапі за даними анатомічних моделей та КТ-сканів засобами Solid Works створено твердотільну 3D модель гомілки, яка налічувала елементи – великогомілкова та малогомілкова кістки, міжкісткова мембрана, зв'язки проксимального та дистального міжгомілкового сполучення та відтворено перелом проксимального відділу великогомілкової кістки. В подальшому розроблено 4 моделі фіксації кісткових відламків із застосуванням LCP та інтрамедулярного блокуючого остеосинтезу металевим стрижнем:

Модель 1 - із застосуванням LCP по медіальній поверхні великогомілкової кістки;

Модель 2 - із застосуванням LCP по латеральній поверхні великогомілкової кістки;

Модель 3 - із застосуванням двох LCP по медіальній і латеральній поверхні великогомілкової кістки;

Модель 4 - із застосуванням блокуючого інтрамедулярного стрижня.

Розрахунки НДС елементів моделей методом МКЕ проводили у всіх 4 запропонованих моделях. Оцінювали показники НДС біомеханічних систем «металевий фіксатор-кістка» в різних варіантах остеосинтезу на всіх елементах моделі: на моделі в цілому, великогомілковій кістці, малогомілковій кістці, металевому фіксаторі, міжкістковій мембрані, зв'язках голівки малогомілкової кістки та зовнішньої кісточки.

Обробку отриманих результатів проводили у відповідності з правилами медико-біологічної статистики із використанням критерію Крускала-Уолліса (непараметричний аналог однофакторного дисперсійного аналізу), критерію χ^2 та кореляційного аналізу якісних ознак із застосуванням поліхоричного показника зв'язку.

Перша глава досліджень (друга за змістом) присвячена біомеханічному обґрунтуванню способів остеосинтезу переломів проксимального відділу великогомілкової кістки.

Проведений аналіз результатів комп'ютерного моделювання напружень на різні металофіксатори (використання LCP унілатерально медіально, латерально і білатерально та БІОС) в умовах фіксації ППВБК.

Оцінюючи результати біомеханічного дослідження показників НДС, при навантаженні вагою тіла визначено, що більш рівномірний розподіл напружень на всіх елементах моделі відбувається при застосуванні інтрамедулярного блокуючого стрижня (модель 4), напруження на металевий фіксатор, кісткову тканину та зв'язковий апарат знаходиться в межах норми та статистично достовірно ($p \leq 0,05$) менші чим напруження на елементи моделі 1 та 2. Показники деформацій моделі при цьому також незначні, статистично достовірно ($p \leq 0,05$) менші чим деформація на елементи моделі 1 та 2, що говорить про достатню стабільність відламків та способу остеосинтезу в цілому. Переміщення моделі у випадку застосування БІОС

зумовлено конструктивними особливостями системи «стрижень-кістка» та є фактором, що сприяє репаративному остеогенезу.

Аналогічну ситуацію спостерігали і в випадку застосування LCP при їх білатеральному застосуванні (модель 3), однак з незначно більшими показниками НДС на великогомілкової кістки та металевих конструкціях. Напруження на металевий фіксатор, кісткову тканину та зв'язковий апарат знаходиться в межах норми та статистично достовірно ($p \leq 0,05$) менші чим напруження на елементи моделі 1 та 2. Показники загальних переміщень (Total Deformation) та деформацій моделі при цьому також незначні, статистично достовірно ($p \leq 0,05$) менші чим деформація на елементи моделі 1 та 2, що говорить про достатню стабільність відламків та способу остеосинтезу в цілому.

Застосування LCP при її унілатеральному розташуванні по медіальній та латеральній поверхні великогомілкової кістки (модель 1 та 2) не забезпечує стабільну фіксацію кісткових відламків, показники напружень на металеві фіксатори, кісткову тканину та зв'язковий апарат значно перевищують межі міцності, що може призвести до переломів металевих фіксаторів та сповільнення кісткового зрощення. Показники загальних переміщень (Total Deformation) моделі 1 та 2 при цьому складають 2,53 та 2,657 мм, що для даного виду остеосинтезу є великими та в свою чергу можуть бути важливим фактором розвитку РРО.

Для визначення подальших термінів реабілітації відповідно отриманих результатів визначено максимально допустимі навантаження на кожну модель, при яких показники НДС на основних елементах моделі знаходяться у межах допустимих напружень мінімального значення діапазону міцності матеріалів (тканин, металу). Найбільш статистично достовірно ($p \leq 0,05$), порівняно з моделями 1 та 2 статичне навантаження на металевий фіксатор, великогомілкову та малогомілкову кістку витримує модель 4 (1869,79; 1341,78 та 1701,28 Н відповідно), при застосуванні інтрамедулярного блокуючого стрижня. Також визначено статистично

достовірні ($p \leq 0,05$) відмінності НДС елементів моделей 3 та 4 у порівнянні до моделей 1 та 2, можливість більшого статичного навантаження на металевий фіксатор, великогомілкову та малоогомілкову кістку моделі 3 (1974,94; 1115,18 та 1109,55Н відповідно), при застосуванні LCP білатерально. Все це ще раз доводить стабільність фіксації кісткових уламків при використанні інтрамедулярного блокованого стрижня та LCP білатерально при ППВБК та можливість ранньої реабілітації хворих при застосуванні саме цих методів остеосинтезу.

Таким чином проведене комп'ютерне моделювання напружень на різні металофіксатори в умовах фіксації ППВБК переконливо довело доцільність використання саме інтрамедулярного блокованого остеосинтезу (БІОС) та LCP, при розташуванні їх білатерально, для лікування цієї категорії хворих.

Друга глава досліджень присвячена розробці підходу до диференційованого застосування остеосинтезу при оперативному лікуванні та удосконалення програми реабілітації хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки.

Проведений аналіз ефективності лікування в контрольній та 2 дослідних групах. Аналізуючи дані де оцінювалась ефективність лікування хворих за допомогою шкали Oxford, треба відмітити статистично достовірне ($p \leq 0,01$) переважання відмінних та добрих результатів лікування хворих із ППВБК в дослідній групі спостереження, (43,33 та 45 %) в порівнянні з даними 1 та 2 контрольних груп спостереження (25,53 % – відмінних та 29,41 % – добрих результатів в першій контрольній групі; відсутність відмінних результатів та 29,03 % – добрих результатів в другій контрольній групі, де використовувався консервативний метод лікування. Також відмічається статистично достовірне ($p \leq 0,01$) зменшення незадовільних результатів лікування хворих саме в групі хворих, де використовувались удосконалені технології БІОС та накісткового остеосинтезу (1, 67 %) в порівнянні з даними 1 та 2 контрольних груп (14,71 та 45,16 % відповідно). Все це доводить

ефективність розробленої технології застосування сучасних методик остеосинтезу (БІОС та LCP) в лікуванні хворих із ППВБК.

При аналізі ефективності лікування хворих за допомогою шкали Neer – Grantham – Shelton хворих із ППВБК, отримані аналогічні шкалі Oxford результати. Так відмінні та добрі результати лікування в дослідній групі спостереження, склали 38,33 та 50 %, що статистично достовірно ($p \leq 0,01$) більше в порівнянні з даними 1 та 2 контрольних груп спостереження (20,59 % – відмінних та 29,41 % – добрих результатів в першій контрольній групі, відсутність відмінних результатів та 9,68 % – добрих результатів в другій контрольній групі. Також відмічається статистично достовірне ($p \leq 0,01$) зменшення незадовільних результатів лікування хворих саме в групі хворих, де використовувались розроблені технології лікування (3,34 %) в порівнянні з даними 1 та 2 контрольних груп (14,71 та 58,06 % відповідно).

Для покращення лікування хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки нами розроблений диференційований підхід до вибору тактики їх оперативного лікування який включає в себе використання різних методик остеосинтезу, вибору імплантів, оптимальних доступів для їх постановки, репозиції уламків та ін. В основі застосування диференційованого підходу закладені відповіді на наступні запитання:

10. Який тип перелому за класифікацією АО та Gustilo-Anderson?
11. Наявний відкритий чи закритий перелом?
12. Чи наявний перелом малогомілкової кістки?
13. Яка довжина проксимального фрагмента великогомілкової кістки?
14. Чи наявні важкі супутні ушкодження (ушкодження внутрішніх органів, черепно-мозкова травма)?
15. Чи наявний системний остеопороз?
16. Який вік пацієнта?
17. Чи є потреба у виконанні кісткової пластики?

18. Який стан шкірних покривів у ділянці операційного доступу?

Відповідно диференційований підхід вибору тактики оперативного лікування хворих з ППВБК розділяється на наступні етапи:

Етап I Огляд та обстеження пацієнта (визначається основні клініко-інструментальні методи обстеження, тактика оперативного лікування залежно від наявності супутніх пошкоджень, стану пацієнту та шкірних покривів при відкритих переломах за Gustilo-Anderson, наявності компартмент-синдрому).

Етап II. Передопераційне планування (вибір методів фіксації), який в свою чергу поділяється на наступні під етапи:

Підетап 2.1. Вибір методу фіксації залежно від наявності та тяжкості перелому малогомілкової кістки.

Підетап 2.2. Вибір методу фіксації залежно від величини проксимального фрагменту в/гомілкової та можливості фіксації м/гомілкової кісток.

Підетап 2.3 Вибір методу фіксації залежно від типу перелому за класифікацією АО [12], наявності важких супутніх пошкоджень та системного остеопорозу.

Підетап 2.4 Вибір методу фіксації залежно від потреби в виконанні кісткової пластики.

Етап III. Передопераційне планування (вибір операційних доступів), що в свою чергу розподіляється на наступні під етапи:

Підетап 3.1. Вибір операційного доступу при виконанні БІОС.

Підетап 3.2. Вибір операційного доступу при виконанні накісткового остеосинтезу.

I етап. При політравмі, тяжкому стані пацієнта, обумовленим супутніми захворюваннями, відкритих переломах ППВБК III ст. за класифікацією Gustilo-Anderson та а також при наявності компартмент-синдрому доцільно використовувати як перший етап тимчасову фіксацію уламків апаратом зовнішньої фіксації, в подальшому – заміною методів

фіксації з використанням методик занурюючого остеосинтезу. Занурюючий остеосинтез можливий при ізольованих закритих та відкритих переломах ППВБК I-II ст. за класифікацією Gustilo-Anderson .

Підетан 2.1. При багатуламкових нестабільних переломах за наявності ушкодження маломілкової кістки рекомендується здійснювати її відновлення задля кращої стабільності колінного суглоба та фрагментів великомілкової кістки та утримання репозиції в післяопераційному періоді.

Маломілкова кістка повинна бути відновлена при застосуванні однієї пластини (унілатеральне розташування). При застосуванні БІОС та 2 накісткових пластин (білатеральне розташування) це є не обов'язковим.

Підетан 2.2. Якщо довжина проксимального фрагмента великомілкової кістки 8 см, або більше від суглобової поверхні, тип перелому A2 або A3 доцільно використовувати блокуючий інтрамедулярний остеосинтез. При відсутності ушкодження, або запланованому відновленні маломілкової кістки та довжині фрагмента великомілкової кістки менше 8 см. можливе використання пластини з боку медіальної опорної колони, так як маломілкова кістка за допомогою міжкісткової мембрани та зв'язок здійснює часткову функцію зовнішньої опорної колони. Також можливе використання двох пластин з медіального та латерального боку великомілкової кістки, що підтверджено проведенням біомеханічними дослідженнями

Підетан 2.3. При наявності проксимального фрагмента довше 8 см, типу перелому A2 та A3, наявності важких супутніх пошкоджень та системного остеопору на нашу думку, найбільш доцільним є використання апарату зовнішньої фіксації. Згодом після стабілізації стану пацієнта виконувати БІОС статичним методом. Якщо виявлений перелом типу A2 на відстані більше 8 см від поверхні колінного суглоба, за відсутності важких супутніх пошкоджень а системного остеопору відсутності супутніх важких ушкоджень, наявності системного остеопору доцільно одразу виконувати БІОС за динамічним типом. При переломі типу A2, відсутності супутніх

важких ушкоджень, наявності системного остеопорозу доцільно виконувати БІОС за статичним типом. При переломі типу А3 без наявності супутніх ушкоджень – одразу використовувати БІОС зі статичним типом дистального блокування.

При переломах типу А2, А3 з довжиною проксимального фрагмента менше 8 см, при наявності системного остеопорозу слід використовувати накісткові блоковані пластини. При переломі типу А2 у пацієнтів без супутніх ушкоджень та відсутності системного остеопорозу можливе застосування в якості метало фіксаторів також пластини DCP. При наявності у пацієнтів супутніх уражень при переломах типу А2, А3 доцільно використовувати АЗФ з наступною заміною методу фіксації на накісткові блоковані пластини не зважаючи на наявність чи відсутність системного остеопорозу з метою кращого утримання репозиції післяопераційному періоді.

При внутрішньосуглобових переломах типу В та С часто спостерігається потреба у виконанні кісткової пластики. Якщо вік пацієнта молодший 40 років при переломі типу В1, можливе використання динамічної компресійної пластини. У всіх інших випадках на нашу думку оптимальним фіксатором є пластини з кутовою стабільністю

Підетан 3.1. При виборі доступів до виконання БІОС на нашу думку супрапателлярний доступ є менш складним, тому що досягнення репозиції простіше на розігнутому коліні так як на проксимальний фрагмент великогомілкової кістки екстензійні сили м'язів стегна не діють, тим самим значно зменшується потреба у застосуванні відхиляючих (полерних) шпиць та гвинтів. Абсолютним показанням до виконання супрапателлярного доступу є: 1) наявність ушкодження шкіри у ділянці власної зв'язки надколінника; 2) розгинальна контрактура колінного суглоба.

Підетан 3.2. При виборі доступів до накісткового остеосинтезу необхідно враховувати: 1) стан шкіри в зоні доступів; 2) наявності шкірних

пластик в зоні доступів. 3) важких супутніх патологій пацієнта, що підвищує ризик інфекційних ускладнень.

Етап 4. Найбільш доцільним методом вибору при скалкових позасуглобових переломах проксимального метаепіфізу великогомілкової кістки є мінімально-інвазивна репозиція відламків (МІРО). Для лікування внутрішньосуглобових переломів показана відкрита репозиція з міжфрагментарною компресією уламків, кісткова пластика за необхідності. Використання дистрактора суттєво полегшує виконання репозиції за рахунок лігаментотаксису та утримання репозиції під час виконання операції.

В перші дні після оперативного лікування хворих з позасуглобовими переломами з застосуванням БІОС дозволялось дозоване навантаження пошкодженої кінцівки. При використанні накісткового остеосинтезу цей термін збільшували до 30-45 діб.

Динамізацію блокуючого інтрамедулярного стрижня виконували в середньому через 1,5 - 2 місяці після оперативного втручання у 9 випадках статичного блокування стрижня. Показанням вважали, якщо на рентгенограмі первинну кісткову мозоль визначали у вигляді “туману” під час ультразвукового дослідження виявляли наявність кісткової (хрящової) мозолі, судин у зоні формування регенерату за наявності міжфрагментарної щілини. Рентгенологічно до 9 - 12 тижнів визначали консолідацію і поступово збільшували дозволене навантаження на оперовану кінцівку. До 75 %, з 13-16 тижня рекомендували повне навантаження.

Розроблена схема рекомендованого навантаження на кінцівку в післяопераційному періоді у хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки. Після динамічного варіанту БІОС визначали навантаження в межах 40% у перші 4 тижні після оперативного втручання, з 5-8 тижня навантаження становило 75 %, а з 9-12 тижня - повне, що сприяло більш швидкому поверненню хворого до активного життя. При внутрішньосуглобових переломах з використанням динамічної компресійної пластини до 5 тижня дозволяли лише активні рухи. Потім – вправи із

застосуванням гумового м'яча у вигляді качання його по підлозі. З 9-12 тижня дозволяли осьове навантаження до 20 % від маси тіла, з 13-16 тижня – навантаження до 50 %, з 17 тижня 75 %. Повне навантаження на оперовану кінцівку дозволяли з 20 тижня з метою кращого відновлення хрящової тканини.

У випадку використання пластин з кутовою стабільністю дозволяли вправи з м'ячем з третьої доби після операції. Ходу з навантаженням до 20% від маси тіла дозволяли на 5-8 тиждень. Навантаження 50% дозволяли з 9-12 тижня. На 13-16 тиждень – можлива дозована ходьба з навантаженням на оперовану кінцівку 75%. Повне навантаження дозволяли з 17 тижня.

При застосуванні БІОС пасивне згинання в кульшовому суглобі до 40° відбувалося вже на 7-й день, а активне - на 5 днів пізніше. Згинання понад 100° (активне та пасивне) рекомендували через 2 тижні після оперативного втручання. Пасивне відведення в кульшовому суглобі до 20° досягали на 8-й день, а активне - на 12-й день.

Основною метою проведення реабілітаційних заходів було досягнення повного пасивного розгинання в колінному суглобі на 3-4 день після оперативного втручання та активного - на 10-12 день. Пасивне згинання до 90° досягали на 5-7-й день, а активне - на 10-12 добу. Згинання понад 90° (активне та пасивне) дозволяли через 3-4 тижні після оперативного втручання.

Впровадження запропонованого диференційованого підходу до застосування остеосинтезу при оперативному лікуванні хворих з ППВБК та його удосконалення дали можливість провести ефективне лікування та в 88,33 % добитися добрих та відмінних результатів лікування, збільшити його ефективність на 30,39 % (порівняно з групою, де проводилось за допомогою ДСР-пластин, АЗФ та гвинтами).

Третій розділ глави присвячений застосуванню нових технологій при оперативному лікуванні хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки, зокрема використанню БІОС із застосуванням

супрапателярного доступу при оперативному лікуванні переломів верхньої третини великогомілкової кістки інтрамедулярним блокованим стрижнем, на що отримано патент України на корисну модель. Дана технологія є передовою і вперше застосована автором на теренах України.

Відомо, що при використанні супрапателярного доступу існує ризик формування хондральних тіл в порожнині колінного суглоба, внаслідок того, що стружка при формуванні точки введення стрижня та розсвердлюванні кістковомозкового каналу потрапляє в порожнину суглоба. Тому з метою скорочення часу операції та профілактики формування хондральних тіл створено інструментарій для формування точки введення стрижня (бур для формування точки введення та забору стружки, циліндричний канюльований остеотом, канюльований провідник для остеотому і т.і.), на що отримано патент України на корисну модель та запропоновано і впроваджено нововведення.

Таким чином, проведене клінічне дослідження дозволило розв'язати важливе науково-практичне завдання – покращити результати лікування хворих із ППВБК. Проведеними біомеханічними дослідженнями вперше визначена кількість та тип фіксаторів, які найбільш забезпечують оптимальні умови для консолідації відламків при нестабільних ППВБК. На основі власних клінічних та біомеханічних досліджень та даних літературних джерел розроблений диференційований підхід до лікування хворих та доведені його переваги перед традиційними підходами до лікування цієї категорії постраждалих.

ВИСНОВКИ

1. За результатами проведеного інформаційно-аналітичного дослідження визначено, що основними шляхами для покращення ефективності лікування хворих із ППВБК є: диференційоване застосування накісткового та інтрамедулярного остеосинтезу, удосконалення хірургічних доступів, удосконалення техніки виконання БІОС, урахування супутніх пошкоджень маломілкової кістки.

2. За даними теоретично-біомеханічного моделювання визначено, що деформація та напруження, які виникають в системі фіксатор-кістка-міжкісткова мембрана-зв'язки достовірно нижча ($p \leq 0,05$) при білатеральному розташуванні накісткових пластин. Показники НДС металофіксатора при білатеральному застосуванні пластин складає 382,00 МПа, при медіальному – 1095,2 МПа, при латеральному – 880,56 МПа; НДС міжкісткової мембрани визначалися 5,94 МПа при білатеральному розташуванні пластин, 12,89 МПа при медіальному та 14,73 при латеральному розташуванні; переміщення моделей склали 1,41 мм для білатерального, 2,53 мм. для медіального та 2,66 мм. для латерального розташування пластин відповідно. Тобто оптимальним методом фіксації кісткових уламків при накістковому остеосинтезі уламкового перелому є фіксація обох опорних колон.

3. Застосування БІОС сприяє зменшенню напружень на елементи моделей фіксатор-кістка-міжкісткова мембрана-зв'язки та складає 250,4 МПа для фіксатора; 4,76 МПа для міжкісткової мембрани; переміщення моделі – 2,47мм. Значення НДС статистично достовірно відмінні ($p \leq 0,05$) від показників НДС при фіксації пластинами унілатерально та не мають статистично достовірної різниці між білатеральним розташуванням накісткових фіксаторів. Переміщення елементів моделі при БІОС склало 2,47

мм, що зумовлено конструктивними особливостями системи «стрижень-кістка», дане переміщення рівномірно розподіляється по всій довжині фіксатора та сприяє репаративному остеогенезу. Крім того фіксація за методикою БІОС та білатерального плейтіngu збільшує максимально допустимі навантаження на великогомілкову кістку в післяопераційному періоді, а саме 1109,55 Н при білатеральному розміщенні накістових фіксаторів та 1341,78 Н при БІОС, що достовірно відрізняється ($p \leq 0,05$) у порівнянні з медіальним (534,23 Н) та латеральним (644,65 Н) розташуванням накісткових пластин.

4. Диференційний підхід до застосування остеосинтезу при лікуванні переломів проксимального відділу великогомілкової кістки повинен ґрунтуватися на врахуванні типу перелому, ушкодженні малогомілкової кістки, довжини проксимального фрагмента великогомілкової та малогомілкової кісток, виду перелому, наявності коморбідних станів, остеопорозу, віку пацієнта, стану шкірних покривів у ділянці оперативного доступу, потреби у виконанні кісткової аутопластики. Розроблена програма післяопераційної реабілітації хворих з ППВБК яка ґрунтується на врахуванні виду фіксації кісткових уламків та використаного хірургічного доступу.

5. З'ясовано, що питома вага відмінних та добрих результатів лікування за шкалою Neer– Grantham – Shelton в дослідній групі спостереження, де застосовувались методики БІОС та LCP склала 38,33 % та 50% відповідно, що статистично достовірно ($p \leq 0,01$) відрізняється в порівнянні з даними першої контрольної групи спостереження (20,59 % відмінних та 29,41 % добрих результатів), де використовувались традиційний остеосинтез. Отримано статистично достовірне ($p \leq 0,01$) зменшення незадовільних результатів лікування хворих саме в дослідній групі, що склало 3,34 % в порівнянні з даними першої (традиційний остеосинтез) (14,71 %) та другої (консервативне лікування) (58,06 %) контрольних груп. Результати впровадження диференційного підходу до

застосування остеосинтезу дозволили покращити ефективність хірургічного лікування на 30,39 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гилев МВ, Волокитина ЕА, Антониади ЮВ, Черницын ДН. Новые подходы к лечению внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости. Уральский медицинский журнал. 2012;(6):121-7.
2. Беленький ИГ, Кочиш АЮ, Кислицын МА. Переломы мыщелков большеберцовой кости: современные подходы к лечению и хирургические доступы (обзор литературы). Гений ортопедии. 2016;(4):114-22.
3. Дьячкова ГВ, Суходолова ЛВ, Степанов РВ, Дьячков КА, Бакарджиева АН, Карасев ЕА. МРТ в изучении процесса перестройки костей коленного сустава после переломов. Медицинская визуализация. 2008;(5):111-6.
4. Беленький ИГ, Кислицын МА. Оперативное лечение переломов задних отделов плато большеберцовой кости. Сборник тезисов Второго Всероссийского конгресса по травматологии с международным участием Медицинская помощь при травмах: новое в организации и технологиях; 17-18 февраля 2017 г.; Санкт-Петербург. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская общественная организация «Человек и его здоровье»; 2017. с. 11-12.
5. Гиршин ОГ, Лазишвили ГД. Коленный сустав (повреждения и болевые синдромы). М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН; 2007. 352 с.
6. Sathy AK, Prabhakar P, Harirah M, Hay M. Use of a Novel Tibial Traction Triangle for Intramedullary Nailing of Tibia Fractures. Journal of Orthopaedic Trauma. 2019;33(3):e100-e103.

7. Mankar SH, Golhar AV, Shukla M, Badwaik PS, Faizan M, Kalkotwar S. Outcome of complex tibial plateau fractures treated with external fixator. *Indian J. Orthop.* 2012;46(5):570-4.
8. Aldebeyan W, Liddell A, Steffen T, Beckman L, Martineau PA. Proximal tibial fracture following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a biomechanical analysis of the tibial tunnel as a stress riser. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2015;(25):2397-404.
9. Белецкий АВ, Шалатонина ОИ, Кандыбо ИВ, Бондарев ОН, Ситник АА. Функциональный контроль эффективности хирургического лечения переломов проксимального отдела большеберцовой кости. *Известия национальной академии наук Беларуси, серия медицинских наук.* 2014;(3):20-6.
10. Гилев МВ. Хирургическое лечение внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости. *Гений ортопедии.* 2014;(1):75-81.
11. Robert RS, Scott CS, Steven JK. *Emergency Orthopedics.* Fifth Edition. 2008;(15):16.
12. Мюллер МЕ, Альговер М, Шнайдер Р, Виллингер ХМ. *Руководство по внутреннему остеосинтезу.* М.: Медицина; 1996. 750 с.
13. Schatzker J, Tile M. *The rationale of operative fracture care.* 3th ed. Berlin: Springer Verlag 1996. Fractures of the tibial plateau; p. 447-469.
14. Karunakar MA, Egol KA, Peindl R, Harrow ME, Bosse MJ, Kellam JF. Split depression. tibial plateau fractures: a biomechanical study. *J. Orthop. Trauma.* 2002;16(3):172-7.
15. Moore TM. Fracture-dislocation of the knee. *Clin. Orthop.* 1981;(156):128-40.
16. Резник ЛБ, Здебский ИП. Хирургическое лечение внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости. *Гений ортопедии.* 2009;(1):28-32.

17. Chen HW, Chen CQ, Yi XH. Posterior tibial plateau fracture: a new treatment-oriented classification and surgical management. *Int. J. Clin. Exp. Med.* 2015;8(1):472-9.
18. Yoon RS, Bible JE, Marcus MS, Donegan DJ, Bergmann KA, Siebler JC, et al. Outcomes following combined intramedullary nail and plate fixation for complex tibia fractures: A multi-centre study. *Injury.* 2015;46(6):1097-101.
19. Keppler AM, Küssner K, Schulze A-L, Suero EM, Neuerburg C, Weigert M, et al. Radiographic cortical thickness parameters as predictors of rotational alignment in proximal tibial shaft fractures: a cadaveric study. *BMC Musculoskel Dis.* 2021;22(590):2-11.
20. Krause M, Preiss A, Muller G, Madert J, Fehske K, Neumann MV, et al. Intra-articular tibial plateau fracture characteristics according to the "Ten segment classification". *Injury.* 2016;47(11):2551-7.
21. Li Q, Zhang YQ, Chang SM. Posterolateral fragment characteristics in tibial plateau fractures. *Int. Orthop.* 2014;38(3):681-2.
22. Дьячкова ГВ, Дьячков КА, Корабельников МА, Бакарджиева АН, Карасева ТЮ. Роль МРТ и УЗИ в оценке структур коленного сустава при внутрисуставных переломах. *Гений ортопедии.* 2013;(2):31-6.
23. Hu YL, Ye FG, Ji AY, Qiao GX, Liu HF. Three-dimensional computed tomography imaging increases the reliability of classification systems for tibial plateau fractures. *Injury.* 2009;40(12):1282-5.
24. Mustonen AO, Koivikko MP, Lindahl J, Koskinen SK. MRI of acute meniscal injury associated with tibial plateau fractures: prevalence, type, and location. *AJR. Am. J. Roentgenol.* 2008;191(4):1002-9.
25. Chaitanya K, Arunkumar C, Satchidanandan AT, Reddy N, Venkatachalam K. Magnetic resonance imaging (MRI) in evaluating soft tissue injuries of acute tibial plateau fractures. *Annals of Tropical Medicine and Public Health.* 2020;23(20):232-41.

26. Musahl V, Tarkin I, Kobbe P, Tzioupis C, Siska PA, Pape HC. New trends and techniques in open reduction and internal fixation of fractures of the tibial plateau. *J. Bone Joint Surg. Br.* 2009;91(4):426-33.
27. Brunner A, Horisberger M, Ulmar B, Hoffmann A, Babstaet R. Classification systems for tibial plateau fractures; does computed tomography scanning improve their reliability? *Injury.* 2010;41(2):173-8.
28. Markhardt BK, Gross JM, Monu JU. Schatzker classification of tibial plateau fractures: use of CT and MR imaging improves assessment. *Radiographics.* 2009;29(2):585-97.
29. Ключевский ВВ, Герасимов МР, Хадж Салех, Манджликян АН. Лечение внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости. *Травматология и ортопедия России.* 2010;(1):71-4.
30. Yoon RS, Liporace FA. Intramedullary nail and plate combination fixation for complex distal tibia fractures: when and how? *J Orthop Trauma.* 2016;30(4):S17-S21.
31. Bhatt P, Nikose S, Bapat AV. Functional and Radiological Evaluation of the Management of Tibial Plateau Fractures. *Int J. Cur Res Rev.* 2020;12(22):102-4.
32. Rudran B, Little Ch, Wiik A, Logishetty K. Tibial plateau fracture: anatomy, diagnosis and management. *Br J Hosp Med (Lond).* 2020;81(10):1-9.
33. Резник ЛБ, Здебский ИП. Хирургическое лечение внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости. *Гений ортопедии.* 2009;(1):28-32.
34. Backus JD, Furman BD, Swimmer T, Kent CL, McNulty AL, DeFrate LE, et al. Cartilage viability and catabolism in the intact porcine knee following transarticular impact loading with and without articular fracture. *J. Orthop. Res.* 2011;29(4):501-10.

35. Masrouha KZ, Anderson DD, Thomas TP, Kuhl LL, Brown TD, Marsh JL. Acute articular fracture severity and chronic cartilage stress challenge as quantitative risk factors for post-traumatic osteoarthritis: illustrative cases. *Iowa Orthop. J.* 2010;(30):47-54.

36. Челноков АН, Бекреев ДА. Интрамедуллярный остеосинтез при переломах верхней трети большеберцовой кости – техника на основе чрескостного остеосинтеза. *Гений ортопедии.* 2011;(2):102-6.

37. Burdin G. Arthroscopic management of tibial plateau fractures: surgical technique. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2013;99(1):208-18.

38. Боймурадов ГА, Дурсунов АМ, Шодиев БУ. Спице-стержневое устройство для остеосинтеза при внутри- и околоуставных переломах коленного сустава. *Гений ортопедии.* 2010;(2):79-80.

39. Загородний НВ, Ломтатидзе ЕИШ, Никитин СС, Семенистый АЮ, Федорук ГВ, Волна АА, и др. Внутренний остеосинтез при переломах плато большеберцовой кости. *Вестн. травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2009;(2):10-14.

40. Lin CA. The Drape Tower: A “Hands-Free” Draping Technique for Intraoperative Lateral Fluoroscopy Views. *Journal of Orthopaedic Trauma.* 2020;(3):8-12.

41. Еникеев МГ. Опорный остеосинтез переломов мыщелков большеберцовой кости [диссертация]. Москва: Российский Университет дружбы народов; 2007. 162 с.

42. Zeng ZM, Luo CF, Putnis S, Zeng BF. Biomechanical analysis of posteromedial tibial plateau split fracture fixation. *Knee.* 2011;18(1):51-4.

43. Zhang W, Luo CF, Putnis S, Sun H, Zeng ZM, Zeng BF, et al. Biomechanical analysis of four different fixations for the posterolateral shearing tibial plateau fracture. *Knee.* 2012;19(2):94-8.

44. Yoo BJ, Beingessner DM, Barei DP. Stabilization of the posteromedial fragment in bicondylar tibial plateau fractures: a mechanical

comparison of locking and nonlocking single and dual plating methods. J. Trauma. 2010;69(1):148-55.

45. Mueller KL, Karunakar MA, Frankenburg EP, Scott DS. Bicondylar tibial plateau fractures: a biomechanical study. Clin Orthop Relat Res. 2003;(412):189-95.

46. Giordano V, Belangero WD, Sá BA, Rivas D, Souto D, Portnoi E, et al. Plate-screw and screw-washer stability in a Schatzker type-I lateral tibial plateau fracture: a comparative biomechanical study. Rev Col Bras Cir. 2020;(47):1-6.

47. Pan S, Peng AQ, Hu YN, Wang S, Zhang YL, Wang Y. Injury pattern simulation and mapping of complex tibial plateau fractures that involve the posterior plateau with three-dimensional computed tomography. Ann Transl Med. 2021;9(4):302-32.

48. Hadeed MM, Prakash H, Yarboro SR, Weiss DB. Intramedullary nailing of extra-articular distal tibial fractures: biomechanical evaluation of stability immediately after fixation in a synthetic bone model. Bone Joint J. 2021;103-B(2):294-8.

49. Воронкевич ИА. Остеосинтез переломов мыщелков большеберцовой кости в экстренном порядке с использованием пластин отечественного производства. Травматология и ортопедия России. 2011;(1):87-91.

50. Кесян ГА, Арсеньев ИГ, Уразгильдеев РЗ, Берченко ГН. Оскольчатые внутрисуставные переломы плато большеберцовой кости. Лечение, профилактика гонартроза. Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2015;(4):62-66.

51. Burande VG, Namdev JP, Deepak LR, Dhaniwala NS. Result of intramedullary interlock nailing in fracture proximal third tibia in rural hospital. International Journal of Orthopaedics Sciences. 2017;3(2):7-11.

52. Чіп ЄЕ. Лікування переломів проксимального відділу великогомілкової кістки (літературний огляд). Проблеми травматології та остеосинтезу. 2019;17(3):57-80.

53. Krettek C, Stephan C, Schandelmaier P, Richter M, Pape HC, Miclau T. The use of Poller screws as blocking screws in stabilising tibial fractures treated with small diameter intramedullary nails. J. Bone Joint Surg. Br. 1999;81(6):963-8.

54. Tornetta P, Collins E. Semiextended position of in-tramedullary nailing of the proximal tibia. Clin. Orthop. Relat. Res. 1996;(328):185-9.

55. Garnavos C. Intramedullary nailing with a suprapatellar approach and condylar bolts for the treatment of bicondylar fractures of the tibial plateau. JBJS Open Access. 2017;2(2):34-6.

56. Lee Seong-Man, Oh Chang-Wug, Oh Jong-Keon, Kim Joon-Woo, Lee Hyun-Joo, Chon Chang-Soo, et al. Biomechanical analysis of operative methods in the treatment of extra-articular fracture of the proximal tibia. Clinics in Orthopedic Surgery. 2014;(6):312-17.

57. Jain S, Verma R, Gaur S, Gohiya A. To compare the outcome of intramedullary nailing and locking compression plate fixation in treatment of proximal one third tibia fracture: A randomized control trial. International J. Medical Research and Review. 2016;4(2):245-53.

58. Meena RC, Meena UK, Gupta GL, Gahlot N, Gaba S. Intramedullary nailing versus proximal plating in the management of closed extra-articular proximal tibial fracture: a randomized controlled trial. J. Orthopaed Traumatol. 2015(16):203-08.

59. Wolinsky PR, Dennis D, Crist BD, Curtiss Sh, Hazelwood SJ. The biomechanics of varied proximal locking screw configurations in a synthetic model of proximal third tibial fracture fixation. J. Orthop. Trauma. 2011;25(3):175-9.

60. Githens M, Bishop J. Complex Tibial Fractures: Tips and Tricks for Intramedullary Nail Fixation. *Clinical Medicine Insights: Trauma and Intensive Medicine*. 2014;(5):19-25.

61. Mahajan NP, Pawar ED, Supe AC, Mangukiya HJ. Role of tibia interlocking nail in treating distal tibial metadiaphyseal fractures: study of 46 cases. *Int. J. Res. Orthop*. 2018;4(1):65-71.

62. Wysocki RW, Kapotas JS, Virkus WW. Intramedullary nailing of proximal and distal one-third tibial shaft fractures with intraoperative two-pin external fixation. *J. Trauma*. 2009;(66):1135-9.

63. Byun Seong-Eun, Maher MH, Mauffrey C, Parry J. The standard sagittal starting point and entry angle for tibia intramedullary nails results in malreduction of proximal tibial fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2020;30:1057-60.

64. Sperone E, Iglesias M, Bigatti A, Torterola I, Atilmis Y, Vadell M. Suprapatellar intramedullary nailing of the tibia. *J. Foot & Ankle*. 2020;14(2):153-57.

65. Hak DJ. Intramedullary nailing of proximal third tibial fractures: techniques to improve reduction. *Orthopedics*. 2011;(34):532-35.

66. Brink O. Suprapatellar nailing of tibial fractures: surgical hints. *Curr. Orthop. Prac*. 2016;27(1):107-12.

67. Murray D, Rogers K, Pandit H, Beard D, Carr A, Dawson J. The use of the Oxford hip and knee scores. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 2007;89B(8):1010-14.

68. Eastman JG, Tseng SS, Lee MA, Yoo BJ. The retropatellar portal as an alternative site for tibial nail insertion: a cadaveric study. *J. Orthop. Trauma*. 2010;24(11):659-64.

69. Freedman EL, Johnson EE. Radiographic analysis of tibial fracture malalignment following intramedullary nailing. *Clin. Orthop. Relat. Res*. 1995;(315):25-33.

70. Lang GJ, Cohen BE, Bosse MJ. Proximal third tibial shaft fractures. Should they be nailed? Clin. Orthop. Relat. Res. 1995;(315):64-74.

71. Бекреев ДА. Закрытый интрамедуллярный остеосинтез при лечении больных с переломами верхней трети большеберцовой кости и их последствиями [автореферат дис. на соискание уч. степ. канд. мед. наук]. Уфа: Башкирский гос. мед. ун-т; 2012. 22 с.

72. Kim KC, Lee JK, Yang JY, Hwang DS, Kim YM. Provisional unicortical plating with reamed intramedullary nailing in segmental tibial fractures involving the high proximal metaphysis. Orthopedics. 2007;30(3):189-92.

73. Алабут АВ. Клинико-анатомическое обоснование малоинвазивных технологий в хирургии коленного сустава [автореферат дис. на соискание уч. степ. доктора мед. наук]. Ростов-на-Дону: Рос. ун-т дружбы народов; 2014. 38 с.

74. Gueorguiev B, Wähnert D, Albrecht D, Ockert B, Windolf M, Schwieger K. Effect on dynamic mechanical stability and interfragmentary movement of angle-stable locking of intramedullary nails in unstable distal tibia fractures: a biomechanical study. The Journal of Trauma. 2011;70(2):358-65.

75. Коструб ОО, Литовченко ВО, Горячий ЄВ, Березка МІ, Григорук ВВ, Толмачов МГ. Блокуючий інтрамедулярний остеосинтез у постраждалих з множинними та поєднаними пошкодженнями. Вісник ортопедії, травматології та протезування. 2009;(1):52-5.

76. Paller DJ, Frenzen SW, Bartlett CS, Beardsley ChL, Beynnon BD. A three-dimensional comparison of intramedullary nail constructs for osteopenic supracondylar femur fractures. J. Orthop. Trauma. 2013;27(2):93-9.

77. Mukherjee S, Arambam MS, Waikhom S, Masatwar PV, Maske RG. Interlocking Nailing Versus Plating in Tibial Shaft Fractures in Adults:

A Comparative Study. J. Clinical and Diagnostic Research. 2017;1.11(4):8-13.

78. Evangelopoulos D, Chalikias S, Michalos M, Vasilakos D, Pappa E, Zisis K, et al. Medium-Term Results after Surgical Treatment of High-Energy Tibial Plateau Fractures. J Knee Surg. 2020;33(4):394-98.

79. Leary J, Werger M, Sagebien C. Novel Technique for Percutaneous Removal of a Suprapatellar Intramedullary. Am. J. Orthop. 2013;42(3):136-40.

80. Courtney PM, Boniello A, Donegan D, Ahn J, Mehta S. Functional Knee Outcomes in Infrapatellar and Suprapatellar Tibial Nailing: Does Approach Matter? Am. J. Orthop. 2015;44(12):513-16.

81. Beltran MJ, Collinge CA, Patzkowski CJ, Masini BD, Blease RE, Hsu JR. Intra-Articular Risks of Suprapatellar Nailing. Am. J. Orthop. 2012;41(12):546-50.

82. Liqing Y, Sunand Y, Li G. Comparison of suprapatellar and infrapatellar intramedullary nailing for tibial shaft fractures: a systematic review and meta-analysis. J. Orthopaedic Surgery and Research. 2018;(13):146-59.

83. Gaines RJ, Rockwood J, Garland J, Ellingson C, DeMaio M. Suprapatellar and Infrapatellar Portals for Tibial Nailing. Orthopedics. 2013;36(9):155-58.

84. Kuhn S, Hansen M, Rommer PM. Extending the indication of intramedullary nailing of tibial fractures. Eur. J. Trauma Emerg. Surg. 2008;75(2):77-87.

85. McConnell T, Tornetta P, Tilzey J, Casey D. Tibial portal placement: the radiographic correlate of the anatomic safe zone. J. Orthop. Trauma. 2001;15(3):207-9.

86. Tornetta P, Riina J, Geller J, Purban W. Intraarticular anatomic risks of tibial nailing. J. Orthop. Trauma. 1999;13(4):247-51.

87. Walker RM, Zdero R, McKee MD, Waddell JP, Schemitsch EH. Ideal tibial intramedullary nail insertion point varies with tibial rotation. *J. Orthop Trauma*. 2011;25(12):726-30.
88. Scolaro JA, Broghammer FH, Donegan DJ. Intramedullary Tibial Nail Fixation of Simple Intraarticular Distal Tibia Fractures. *J. Orthop. Trauma*. 2016;30(4):12-6.
89. Busel GA, Mir H. Suprapatellar Tibial Nailing. *Orthop. Clin. North. Am*. 2019;50(3):289-95.
90. Feibel RJ, Lewis G, Zirkle Jr. Use of Interlocking Intramedullary Tibial Nails in Developing Countries. *Tech. Orthop*. 2009;(24):233-46.
91. Chan DS, Serrano-Riera R, Griffing R, Steverson B, Infante A, Watson D, et al. Suprapatellar Versus Infrapatellar Tibial Nail Insertion: A Prospective Randomized Control Pilot Study. *Orthop. Trauma*. 2016;30(3):130-34.
92. Kulkarni SG, Varshneya A, Kulkarni S, Kulkarni GS, Kulkarni MG, Kulkarni VS, et al. Intramedullary nailing supplemented with Poller screws for proximal tibial fractures. *J. Orthop. Surg. (Hong Kong)*. 2012;20(3):307-11.
93. Oytun I, Marangoz S. Intramedullary nailing supplemented with Poller screws for proximal tibial fractures. *J. Orthop. Surg. (Hong Kong)*. 2013;21(1):134.
94. Tennyson M, Krkovic M, Fortune M, Abdulkarim A. Systematic review on the outcomes of poller screw augmentation in intramedullary nailing of long bone fracture. *EFORT Open Rev*. 2020;5(3):189-203.
95. Raykov D, Ivanov S, Apostolov P. Tibial plateau fractures! Standard and specific surgical approaches. *Scripta Scientifica Medica*. 2013;45(3):74-81.

96. Grechenig S, Tesch NP, Clement H, Plecko M, Pichler W. Minimal invasive dorsal plate osteosynthesis of the tibia – are nerves and vessels at risk? An anatomical study. *Suomen Ortopedia ja Traumatologia*. 2013;36(1):32-6.
97. Chen H, Wu L. Surgical options for posterior tibial plateau fracture. *Int. J. Clin. Exp. Med*. 2015;8(11):21421-7.
98. Kumar G, Vijay V, Rath N, Kumar MM. Analysis of extra articular proximal third tibial fractures treated with interlocked intramedullary nailing. *Int J Orthop Sci*. 2017;3(1):165-171.
99. Benoit B, Fouad Z, Laflamme GH, Rouleau D, Laflamme GY. Augmentation of tibial plateau fractures with Trabecular Metal: a biomechanical study. *J. Orthop. Surg. Res*. 2009;(4):37-42.
100. Sun H, Luo CF, Yang G, Shi HP, Zeng BF. Anatomical evaluation of the modified posterolateral approach for posterolateral tibial plateau fracture. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol*. 2013;23(7):809-18.
101. Wysocki RW, Kapotas JS, Virkus WW. Intramedullary Nailing of Proximal and Distal One-Third Tibial Shaft Fractures With Intraoperative Two-Pin External Fixation. *J. Trauma*. 2009;(66):1135-9.
102. Chang SM, Hu SJ, Zhang YQ, Yao MW, Ma Z, Wang X, et al. A surgical protocol for bicondylar four-quadrant tibial plateau fractures. *Int. Orthop*. 2014;38(12):2559-64.
103. Шаповалов ВМ, Хоминец ВВ, Рикун ОВ, Гладков РВ. Хирургическое лечение переломов мыщелков большеберцовой кости. *Травматология и ортопедия России*. 2011;(1):53-60.
104. Abdi R, Aboobakri M. The use of combined 3.5 LCP unicortical plate and nail fixation in proximal tibia fractures and prevention of valgus and anterior angulation. *J. Surgery and Trauma*. 2016;4(1-2):7-10.
105. Hongzhi Lv, Qi Z, Wei C, Zhaohui S, Zhanle Zh, Yingze Zh. Epidemiological Study of Tibial Plateau Fractures Combined with Intercondylar Eminence Fractures. *Orthopaedic Surgery*. 2020;12(2):561-69.

106. Niemeyer P, Südkamp NP. Principles and clinical application of the locking compression plate (LCP). *Acta Chir. Orthop. Traumatol. Cech.* 2006;73(4):221-8.

107. Russel N, Tamblyn P, Jaarsma R. Tibial plateau fractures treated with plate fixation: To lock or not to lock. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* 2009;(19):75-82.

108. de Pablos J, Herranz PG, Arbeloa-Gutierrez L, Stéfano E. Alargamiento óseo con clavos magnéticos. Experiencia en pacientes menores de 18 años. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología.* 2021;(6):2-9.

109. Vaza JV, Chauhan BR, Chauhan GR, Chauhan PR. Comparative study of plating versus nailing in distal tibia metaphyseal fractures. *National Journal of Medical Research.* 2014;4(4):340-4.

110. Gösling T, Schandelmaier P, Marti A, Hufner T, Partenheimer A, Krettek C. Less invasive stabilization of complex tibial plateau fractures: a biochemical evaluation of a unilateral locked screw plate and double plating. *J. Orthop. Trauma.* 2004;18(8):546-51.

111. Gosling T, Schandelmaier P, Muller M, Hankemeier S, Wagner M, Krettek C. Single lateral locked screw plating of bicondylar tibial plateau fractures. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2005;(439):207-14.

112. Jain D, Selhi HS, Mahindra P, Kohli S, Yamin M. Results of proximal tibial fractures managed with periarticular locking plates: A series of 34 cases. *Original Research Paper. IJRRMS.* 2012;2(4):1-5.

113. Kurylo JC, Tornetta P. Extra-articular Proximal Tibial Fractures: Nail or Plate? *AAOS Instr. Course Lect.* 2013;62:61-77.

114. Barei DP, Nork SE, Mills WJ, Coles CP, Henley MB, Benirschke SK. Functional outcomes of severe bicondylar tibial plateau fractures treated with dual incisions and medial and lateral plates. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2006;88(8):1713-21.

115. Ratcliff JR, Werner FW, Green JK, Harley BJ. Medial buttress versus lateral locked plating in a cadaver medial tibial plateau fracture model. 2007;21(7):444-8.

116. Sohn HS, Yoon YC, Cho JW, Cho WT, Oh CW, Oh JK. Incidence and fracture morphology of posterolateral fragments in lateral and bicondylar tibial plateau fractures. J. Orthop. Trauma. 2015;29(2):91-7.

117. Liu X, Cen S. Nailing Versus Plating in the Management of Proximal Extra-Articular Tibial Fractures: A Systematic Review. J. Otolaryngol ENT Res. 2017;7(4):208-13.

118. Jiang R, Luo CF, Wang MC, Yang TY, Zeng BF. A comparative study of Less Invasive Stabilization System (LISS) fixation and two-incision double plating for the treatment of bicondylar tibial plateau fractures. Knee. 2008;15(2):139-43.

119. Hu S, Chen Sh, Chang Sh, Xiong W, Tuladhar R. Treatment of Isolated Posterolateral Tibial Plateau Fracture with a Horizontal Belt Plate through the Anterolateral Supra-Fibular Head Approach. Hindawi BioMed Research International. 2020;2020:1-8.

120. Völk D, Neumaier M, Einhellig H, Biberthaler P, Hanschen M. Outcome after polyaxial locking plate osteosynthesis in proximal tibia fractures: a prospective clinical trial. BMC Musculoskeletal Disorders. 2021;22(286):463.

121. Грицюк АА. Реконструктивная и пластическая хирургия боевых повреждений конечностей [автореферат дис. на соискание уч. степ. доктора мед. наук] М.: Государственный институт усовершенствования врачей Минобороны РФ; 2006. 54 с.

122. Cole PA, Zlowodzki M, Kregor PJ. Treatment of proximal tibia fractures using the less invasive stabilization system: surgical experience and early clinical results in 77 fractures. J. Orthop. Trauma. 2004;(18):528-35.

123. Partenheimer A, Muller M. Management of bicondylar fractures of the tibial plateau with unilateral fixed-angle plate fixation. *Unfallchirurg.* 2007;110:675-83.

124. Артемьев АА, Мадер АЕ, Ахпашев АА, Брижань СЛ, Кавецкий ЮП, Плетнев ВВ. Особенности остеотомии малоберцовой кости при коррекции посттравматических деформаций голени. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова.* 2016;11(3)63-6.

125. Neetin PM, Eknath DP, Amit CS, Hitesh J. Role of tibia interlocking nail in treating distal tibial metadiaphyseal fractures: study of 46 cases. *Int. J. Res. Orthop.* 2018;4(1):65-71.

126. Frosch KH, Balcarek P, Walde T, Sturmer KM. A New Posterolateral Approach Without Fibula Osteotomy for the Treatment of Tibial Plateau Fractures. *J. Orthop. Trauma.* 2010;(24):515-20.

127. Лазишвили ГД, Гришин СГ, Горбунова ЕВ. Преимущества артроскопического контролируемого остеосинтеза переломов мыщелков большеберцовой кости. В: Материалы городского семинара травматологов-ортопедов. Лечение внутрисуставных переломов коленного сустава; 1999; Москва. Москва;1999. с. 25-27.

128. Шевцов ВИ, Карасева ТЮ, Карасев ЕА, Долганова ТИ, Карасев АГ. Оперативное лечение больных с закрытыми переломами плато большеберцовой кости с использованием артроскопической техники. *Гений Ортопедии.* 2009;(3):82-88.

129. Chiu CH, Cheng CY, Tsai MC, Chang SS, Chen AC, Chen YJ., et al. Arthroscopy-assisted reduction of posteromedial tibial plateau fractures with buttress plate and cannulated screw construct. *Arthroscopy.* 2013;29(8):1346-54.

130. Chen XZ, Liu CG, Chen Y, Wang LQ, Zhu QZ, Lin P. Arthroscopy-assisted surgery for tibial plateau fractures. *Arthroscopy.* 2015;31(1):143-53.

131. Russel TA, Leighton RK. Alpha-BSM Tibial Plateau Fracture Study Group. Comparison of autogenous bone graft and endothermic calcium phosphate cement for defect augmentation in tibial plateau fractures. A multicenter, prospective, randomized study. J. Bone Joint Surg. Am. 2008;90(10):2057-61.

132. Yu B, Han K, Ma H, Zhang C, Su J, Zhao J, et al. Treatment of tibial plateau fractures with high strength injectable calcium sulphate. Int. Orthop. 2009;33(4):1127-33.

133. Barei DP, O'Mara TJ, Taitsman LA, Dunbar RP, Nork SE. Frequency and fracture morphology of the posteromedial fragment in bicondylar tibial plateau fracture patterns. J. Orthop. Trauma. 2008;22(3):176-82.

134. Жуков БЛ. Способ пластики компрессионных переломов плато большеберцовой кости с помощью разрушенного собственного мениска коленного сустава. Здравоохранение Таджикистана. 1989;(2):97-8.

135. Deijkers RLM, Bouma GJ. Bone allografts can induce T-cell high affinity for donor antigens. J Bone Joint Surg [Br]. 1999;(81-B):538-44.

136. Овдиенко АГ. Огнестрельный остеомиелит (этиология, патогенез, клиника, диагностика и лечение) [автореферат дис. на соискание уч. степ. доктора мед. наук]. Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова; 2003. 39 с.

137. Гиршин СГ. Клинические лекции по неотложной травматологии. М: Азбука; 2004. 543 с.

138. Mundy LR, Truong T, Shammass RL, Cunningham D, Hollenbeck ST, Pomann GM, et al. Amputation Rates in More Than 175,000 Open Tibia Fractures in the United States. Orthopedics. 2021;44(1):48-53.

139. Михайлов ИН, Бальжинимаев ДБ. Индивидуальный подход лечения пациента с закрытым внутрисуставным переломов проксимального отдела большеберцовой кости в сочетании с повреждением мягкотканых структур коленного сустава. Политравма. 2020;(3):94-9.

140. Бондаренко ВМ, Петровская ВТ. Ранние этапы развития инфекционного процесса и двойственная роль нормальной микрофлоры. Вестник РАМН. 1997;(3):7-10.

141. Жадинский НВ. Выяснение возможных причин нагноения ран. Травма. 2000;1(1):63-7.

142. Vestergaard V, Pedersen AB, Tengberg PT, Troelsen A, Schroder HM. 20-year trends of distal femoral, patellar, and proximal tibial fractures: a Danish nationwide cohort study of 60,823 patients. Acta Orthopaedica. 2020;91:109-14.

143. Хоминец ВВ, Щукин АВ, Михайлов СВ, Фоос ИВ. Особенности лечения раненых с огнестрельными переломами длинных костей конечностей методом последовательного внутреннего остеосинтеза. Политравма/Polytrauma. 2017;(3):12-22.

144. Andreassen GS, Madsen JE. A simple and cheap method for vacuum-assisted wound closure. Acta Orthop. 2006;77(5):820-4.

145. Dedmond BT, Kortesis B, Pungert K, Simpson J, Argenta J, Kulp B, et al. The use of negative-pressure wound therapy (NPWT) in the temporary treatment of soft-tissue injuries associated with high-energy open tibial shaft fractures. J. Orthop. Trauma. 2007;21(1):11-7.

146. Melvin JS, Dombroski D, Torbert J, Kovach S, Esterhai J, Mehta S. Open tibial shaft fractures: I. Evaluation and initial wound management. J. Am. Acad. Orthop. Surg. 2010;18(1):10-9.

147. Zalavras CG, Patzakis MJ, Holtom PD, Sherman R. Management of open fractures. Infect. Dis. Clin. North. Am. 2005;19(4):915-29.

148. Keating JF, Blachut PA, O'Brien PJ, Meek RN, Broekhuysen H. Reamed nailing of open tibial fractures: does the antibiotic bead pouch reduce the deep infection rate? J. Orthop. Trauma. 1996;10(5):298-303.

149. Соколов ВА, Иванов ПА, Бялик ЕИ, Фаин АМ, Диденко ОА. Замена внешней фиксации на интрамедуллярный блокируемый штифт при открытых переломах длинных костей у пострадавших с политравмой. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2007;(1):3-7.

150. Suzuki T, Hak D, Stahel P, Morgan S, Smith W. Safety and efficacy of conversion from external fixation to plate fixation in humeral shaft fractures. J. Orthop. Trauma. 2010;24(7):414-19.

151. Шаповалов ВМ, Хоминец ВВ. Возможности последовательного остеосинтеза при лечении раненых с огнестрельными переломами длинных костей конечностей. Гений ортопедии. 2010;(3):5-12.

152. Гайко ГВ, Калашніков АВ, Беседінський СМ, Полішко ВП, Курило АА. Стан та перспективи розвитку ортопедо-травматологічної допомоги в Україні. К.: КомПоліС; 2001. 184 с.

153. Гайко ГВ, Жданова МП, Калашніков АВ, Комаров МП, Полішко ВП. Аналіз стану травматолого-ортопедичної допомоги населенню України за 2002-2003 роки. К.: Інтертехнодрук; 2004. 145 с.

154. Singh SJ, Chandranna B. A study of surgical management of proximal tibia fractures treated with locking compression plate. Int. J. Adv. Res. 2020;8(5):198-202.

155. Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ, винахідники; ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», патентовласник. Спосіб лікування переломів проксимального відділу великогомілкової кістки. Патент України на корисну модель № 139460. 2020 лют. 10.

156. Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ, винахідники; ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», патентовласник.

Пристрій для розсвердлювання кістково-мозкового каналу. Патент України на корисну модель № 146246. 2021 лют. 03.

157. Калашніков АВ, Котюк ВВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ, Ставинський ЮО, Літун ЮМ, Вдовіченко КВ. Пристрій для проникнення в кістково-мозковий канал. Журнал Національної академії медичних наук України (додаток). Інформаційний бюлетень. 2020;39:193.

158. Маркс ВО. Ортопедическая диагностика (руководство-справочник). Минск: Наука и техника; 1978. 512 с.

159. Дупленко ЮК. Старение. Очерки развития проблемы. Л.: Наука; 1985. 192 с.

160. Neer CS II, Grantham SA, Shelton ML. Supracondylar fracture of the adult femur- a study of one hundred and ten cases. The Journal of Bone and Joint Surgery. 1967;49(4):591-613.

161. Зациорский ВМ, Аруин АС, Селуянов ВИ. Биомеханика двигательного аппарата человека. М.: Физкультура и спорт; 1981. 143 с.

162. Боев ВД, Сыпченко РП. Компьютерное моделирование. 2-е изд. М.: НОУ «ИНТУИТ»; 2016. 526 с.

163. Королев А.Л. Компьютерное моделирование Лабораторный практикум. 2-е изд. М.: Бином. Лаборатория знаний; 2013. 296 с.

164. Miler K, Nielsen PMF. Computational biomechanics for medicine. Springer +Business Media, LLS; 2010. 155 p.

165. Лапач СН, Чубенко АВ, Бабич ПН. Статистические методы в биологических исследованиях с использованием Excel. К.: Морион; 2000. 320 с

166. Мінцер ОП, Вороненко ЮВ, Власов ВВ. Інформаційні технології в охороні здоров'я і практичній медицині: Оброблення клінічних і експериментальних даних у медицині: навч. посіб. К.: Вища школа; 2003. 350 с.

167. Гланц С. Медико-биологическая статистика [перевод с англ.]. М.: Практика; 1998. 459 с.

168. Лазарев ІА, Чіп ЄЕ, Калашніков АВ, Скибан МВ. Біомеханічний аналіз надійності фіксації кісткових відламків при остеосинтезі переломів проксимального відділу великогомілкової кістки LCP-пластиною та інтрамедулярним блокованим стрижнем. Травма. 2020;21(5):20-26.

169. Kalashnikov A, Lazarev I, Chip Y, Stavinskyi I. Optimal variants of proximal tibial fractures fixation. Eur J Trauma Emerg Surg. 2020;46 (1):S21-S22.

170. Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ, Чалайдюк ТП. Визначення ефективності різних методів лікування переломів проксимального відділу великогомілкової кістки. Вісник ортопедії, травматології та протезування. 2019;(4):31-38.

171. Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ. Хірургічне лікування переломів проксимального відділу великогомілкової кістки. В: Матеріали XVIII з'їзду ортопедів-травматологів України; 2019 жовт. 9-11; Івано-Франківськ. Івано-Франківськ; 2019. с. 332.

172. Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ, Чалайдюк ТП. Ефективність застосування різних методів лікування переломів проксимального відділу великогомілкової кістки. В: Матеріали III з'їзду ГО «Всеукраїнська асоціація травматології та остеосинтезу»; 2020 бер. 12-13; Київ. Київ: ГО «Всеукраїнська асоціація травматології та остеосинтезу»; 2020. с. 21-22.

173. Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ. Алгоритм тактики оперативного лікування хворих з переломами проксимального відділу великогомілкової кістки. Світ медицини та біології. 2020;17(4):103-8.

174. Калашніков АВ, Чіп ЄЕ, Калашніков ОВ. Визначення ефективності використання супрапателлярного доступу при виконанні блокованого інтрамедулярного остеосинтезу у хворих з переломами

проксимального відділу великогомілкової кістки. Проблеми травматології та остеосинтезу. 2020;20(3):57-80.

175. Eastman JG, Tseng SS, Lee MA, Yoo BJ. The retropatellar portal as an alternative site for tibial nail insertion: a cadaveric study. J. Orthop. Trauma. 2010;24(11):659-64.

176. Шаповалов ВМ, Хоминец ВВ, Михайлов СВ. Основы внутреннего остеосинтеза. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2009. 240 с.

177. Калашніков АВ, Чіп ЄЕ. Лікування відкритого вогнепального перелому проксимального відділу великогомілкової кістки (клінічний випадок). Проблеми травматології та остеосинтезу. 2019;15-16(1-2):59-72.

ДОДАТОК 1

СТАТИСТИЧНІ РОЗРАХУНКИ ОДНОРІДНОСТІ ГРУП СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Хворі поділені на три групи відповідно до методу лікування:
 група дослід: хворі, які лікувалися за допомогою БІОС та LCP пластинами;
 група 1_контроль: хворі, які лікувалися за допомогою DCP, АЗФ та гвинтами;
 група 2_контроль: хворі, які лікувалися консервативно.

Розподіл хворих у групах наступний:

Групи спостереження	Стать		Середній вік ($\bar{X} \pm m_x$)	Всього
	жіноча	чоловіча		
Дослід	29	31	53,12±1,86	60
1_контроль	15	19	50,00±2,31	34
2_контроль	15	16	51,10±2,93	31

Тяжкість пошкодження:

Тип перелому	Групи порівняння		
	Дослід	1_контроль	2_контроль
A2	5	2	4
A3	11	8	3
B1	14	10	9
B2	1	1	2

B3	15	2	5
C1	6	5	3
C2	4	4	4
C3	4	2	1
Всього	60	34	31

Перевіряємо однорідність груп:

Оцінюємо розбіжності у групах спостереження відносно статі хворих (Критерій χ^2):

1. Складаємо таблицю сполученості:

Стать	Дослід	1_контроль	2_контроль	n_j
жіноча	29 (28,32)	15(16,05)	15 (14,63)	59
чоловіча	31 (31,68)	19 (17,95)	16 (16,37)	66
n_i	60	34	31	125

2. По формулі (2) визначаємо очікувані числа (див. таб. – в дужках поряд з фактичними числами)

3. По формулі (1) находимо міру розходження $\chi^2 = 0,178071$

4. По таблиці граничних значень критерію χ^2 знаходимо 5 % критичне значення при ступені вільності $n'=2$. Воно дорівнює 5,991, більше отриманого нами. Нульова гіпотеза приймається, відмінності в групах спостереження відносно статі хворих статистично не значимі.

Оцінюємо розбіжності у групах спостереження відносно тяжкості пошкодження (Кореляційний аналіз якісних ознак із застосуванням поліхоричного показника зв'язку)

Обчислюємо поліхоричний показник зв'язку.

Для цього складаємо кореляційну таблицю, яка має наступний вигляд (табл. 1).

Таблиця 1. Кореляційна таблиця

Тип перелому	Дослід	1_контроль	2_контроль	n_j
A2	<u>5,00</u>	<u>2,00</u>	<u>4,00</u>	11,00
	2,27	0,36	1,45	
A3	<u>11,00</u>	<u>8,00</u>	<u>3,00</u>	22,00
	5,50	2,91	0,41	
B1	<u>14,00</u>	<u>10,00</u>	<u>9,00</u>	33,00
	5,94	3,03	2,45	
B2	<u>1,00</u>	<u>1,00</u>	<u>2,00</u>	4,00
	0,25	0,25	1,00	
B3	<u>15,00</u>	<u>2,00</u>	<u>5,00</u>	22,00
	10,23	0,18	1,14	
C1	6,00	5,00	3,00	14,00

	2,57	1,79	0,64	
C2	4,00 1,33	4,00 1,33	4,00 1,33	12,00
C3	4,00 2,29	2,00 0,57	1,00 0,14	7,00
n _i	60,00	34,00	31,00	125,00
$\sum (n_{ij}^2/n_j)$	30,38	10,43	11,12	
$\sum (n_{ij}^2/n_j) : n_i$	0,51	0,31	0,36	1,17

При наявності кореляційної таблиці обчислюємо за формулою 6 поліхоричний показник зв'язку, який дорівнює: $\rho = 0,05$

Оцінку значимості обчисленого значення ρ виконували за допомогою розподілу χ^2 для числа ступеня вільності $n'=14$

По формулі 8 обчислюємо χ^2 . В результаті обчислень отримуємо значення розподілу $\chi^2 = 21,45$.

Відповідно до таблиці критичних значень критерію χ^2 значенню $\chi^2 = 21,45$ при $n'=14$ відповідає імовірність $p > 0,05$, тобто відмінності в групах спостереження відносно тяжкості пошкодження статистично не значимі.

Оцінюємо розбіжності у групах спостереження відносно віку хворих за допомогою критерію Крускала-Уолліса:

Обчислюємо суми рангів кожної групи та для кожної групи визначаємо середній ранг.

Середній ранг для об'єднаної групи дорівнює 63 при загальній кількості спостережень 125.

Отримуємо наступне:

Таблиця 2

	методика лікування (група)		
	Дослід	1_контроль	2_контроль
сума рангів групи	3949,5	2000	1925,5
кількість в групі	60	34	31
середній ранг групи	65,83	58,82	62,11

Обчислюємо значення D – аналог між групової варіації

$$D = \sum_1^m n_m (\overline{R_m} - \overline{R})^2 = 1096,29$$

За вищенаведеною формулою (3) обчислюємо H значення критерію Крускала-Уолліса, $H = 0,835$.

По таблиці граничних значень критерію χ^2 знаходимо 5 % критичне значення при ступені вільності $n' = 2$. Воно дорівнює 5,991, більше отриманого нами, тобто відмінності в групах спостереження відносно віку хворих статистично не значимі.

Таким чином, **проведений аналіз показав що групи спостереження за статтю, віком та тяжкістю пошкодження, статистично не відрізняються.**

ДОДАТОК 2

СТАТИСТИЧНІ РОЗРАХУНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛІКУВАННЯ ГРУП ОБСТЕЖЕНИХ ХВОРИХ

Порівнюємо результати лікування:

**Оцінка функціональних результатів лікування залежно від методу
лікування за допомогою критерію Крускала-Уолліса:**

I. Результати лікування – за шкалою Oxford knee score

Обчислюємо суми рангів кожної групи та для кожної групи визначаємо середній ранг.

Середній ранг для об'єднаної групи дорівнює 63 при загальній кількості спостережень 125.

Отримуємо наступне:

Таблиця 3

	методика лікування (група)		
	Дослід	1_контроль	2_контроль
сума рангів групи	4964,5	1929,5	981
кількість в групі	60	34	31
середній ранг групи	82,74	56,75	31,64

Обчислюємо значення D – аналог між групової варіації

$$D = \sum_1^m n_m (\overline{R_m} - \overline{R})^2 = 55189,03$$

За вищенаведеною формулою (3) обчислюємо H значення критерію Крускала-Уолліса, H= 42,05

В даному випадку є наявною велика кількість співпадаючих рангів, тому значення H треба поділити на коефіцієнт 0,997821, в результаті отримуємо:

$$H_k = 42,14$$

По таблиці критичних значень критерію χ^2 для числа ступеня вільності $n'=2$ знаходимо 0,1 % критичне значення χ^2 . Воно дорівнює 13,816, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі $p < 0,001$.

За допомогою проведеного аналізу ми виявили відмінність декількох груп.

Для з'ясування в чому полягає відмінність скористуємося критерієм Данна.

Обчислюємо значення критерію Данна (формула 5):

група Дослід та група 2_контроль:

$$Q = \frac{\overline{R_A} - \overline{R_B}}{\sqrt{\frac{N(N+1)}{12} \left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)}} = \frac{82,74 - 31,64}{\sqrt{\frac{125 \cdot 126}{12} \left(\frac{1}{60} + \frac{1}{31} \right)}} = 6,43$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k=3$.

Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p < 0,01$)

Наступна пара: група Дослід та група 1_контроль:

$$Q = 3,37$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k=3$.

Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p < 0,01$).

Наступна пара група 1_контроль та група 2_контроль:

$$Q = 2,81$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 5 % критичне значення для $k=3$.

Воно дорівнює 2,394, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p < 0,05$).

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що різниця у функціональних результатах лікування різними методами **підтвердилась, а саме:** результат лікування хворих у групі Дослід відрізняється від результату лікування у групі 1_контроль та у групі 2_контроль ($p<0,01$), результат лікування хворих у групі 1_контроль відрізняється від результату лікування у групі 2_контроль ($p<0,05$).

II. Результати лікування – за шкалою Neer-Grantham-Shelton

Обчислюємо суми рангів кожної групи та для кожної групи визначаємо середній ранг.

Середній ранг для об'єднаної групи дорівнює 63 при загальній кількості спостережень 125.

Отримуємо наступне:

Таблиця 4

	методика лікування (група)		
	Дослід	1_контроль	2_контроль
сума рангів групи	5064,5	1902,5	908
кількість в групі	60	34	31
середній ранг групи	84,41	55,96	29,29

Обчислюємо значення D – аналог між групової варіації

$$D = \sum_{m=1}^m n_m (\bar{R}_m - \bar{R})^2 = 64412,68$$

За вищенаведеною формулою (3) обчислюємо H значення критерію Крускала-Уолліса, $H= 49,08$

В даному випадку є наявною велика кількість співпадаючих рангів, тому значення H треба поділити на коефіцієнт 0,996639, в результаті отримуємо:

$$H_k = 49,24$$

По таблиці критичних значень критерію χ^2 для числа ступеня вільності $n'=2$ знаходимо 0,1 % критичне значення χ^2 . Воно дорівнює 13,816, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі $p < 0,001$.

За допомогою проведеного аналізу ми виявили відмінність декількох груп.

Для з'ясування в чому полягає відмінність скористуємося критерієм Данна.

Обчислюємо значення критерію Данна (формула 5):

група Дослід та група 2_контроль:

$$Q = \frac{\overline{R_A} - \overline{R_B}}{\sqrt{\frac{N(N+1)}{12} \left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)}} = \frac{84,41 - 29,29}{\sqrt{\frac{125 \cdot 126}{12} \left(\frac{1}{60} + \frac{1}{31} \right)}} = 6,93$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k=3$.

Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p < 0,01$)

Наступна пара: група Дослід та група 1_контроль:

$$Q = 3,69$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k=3$.

Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p < 0,01$).

Наступна пара група 1_контроль та група 2_контроль:

$$Q = 2,99$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k=3$.

Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p < 0,01$).

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що різниця у функціональних результатах лікування різними методами **підтвердилась, а саме:** результат лікування хворих у групі Дослід відрізняється від результату лікування у групі 1_контроль та у групі 2_контроль ($p < 0,01$), результат лікування хворих у групі 1_контроль відрізняється від результату лікування у групі 2_контроль ($p < 0,01$).

Порівнюємо терміни навантаження на кінцівку (тижні):

Оцінка термінів навантаження на кінцівку залежно від методу лікування за допомогою критерію Крускала-Уолліса:

I. Навантаження на кінцівку 20% (тижнів)

Обчислюємо суми рангів кожної групи та для кожної групи визначаємо середній ранг.

Середній ранг для об'єднаної групи дорівнює 63 при загальній кількості спостережень 125.

Отримуємо наступне:

Таблиця 5

	методика лікування (група)		
	Дослід	1_контроль	2_контроль
сума рангів групи	2346,5	2363	3165,5
кількість в групі	60	34	31
середній ранг групи	39,11	69,5	102,11

Обчислюємо значення D – аналог між групової варіації

$$D = \sum_1^m n_m (\overline{R}_m - \overline{R})^2 = 83109,6$$

За вищенаведеною формулою (3) обчислюємо H значення критерію Крускала-Уолліса, $H = 63,32$

В даному випадку є наявною велика кількість співпадаючих рангів, тому значення H треба поділити на коефіцієнт 0,983935, в результаті отримуємо:

$$H_k = 64,36$$

По таблиці критичних значень критерію χ^2 для числа ступеня вільності $n' = 2$ знаходимо 0,1 % критичне значення χ^2 . Воно дорівнює 13,816, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі $p < 0,001$.

За допомогою проведеного аналізу ми виявили відмінність декількох груп.

Для з'ясування в чому полягає відмінність скористуємося критерієм Данна.

Обчислюємо значення критерію Данна (формула 5):

група Дослід та група 2_контроль:

$$Q = \frac{\overline{R}_A - \overline{R}_B}{\sqrt{\frac{N(N+1)}{12} \left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)}} = \frac{102,11 - 39,11}{\sqrt{\frac{125 \cdot 126}{12} \left(\frac{1}{31} + \frac{1}{60} \right)}} = 7,93$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k = 3$.

Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p < 0,01$)

Наступна пара: група Дослід та група 1_контроль:

$$Q = 3,94$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k = 3$.

Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p < 0,01$).

Наступна пара група 1_контроль та група 2_контроль:

$$Q = 3,65$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k=3$. Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p<0,01$).

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що різниця у терміні навантаження на кінцівку 20% (тижнів) при лікуванні хворих різними методами **підтвердилась, а саме:** термін навантаження на кінцівку 20% (тижнів) у групі Дослід відрізняється від терміну навантаження на кінцівку 20% (тижнів) у групі 1_контроль та у групі 2_контроль ($p<0,01$), термін навантаження на кінцівку 20% (тижнів) у групі 1_контроль відрізняється від терміну навантаження на кінцівку 20% (тижнів) у групі 2_контроль ($p<0,01$).

II. Навантаження на кінцівку 50% (тижнів)

Обчислюємо суми рангів кожної групи та для кожної групи визначаємо середній ранг.

Середній ранг для об'єднаної групи дорівнює 63 при загальній кількості спостережень 125.

Отримуємо наступне:

Таблиця 6

	методика лікування (група)		
	Дослід	1_контроль	2_контроль
сума рангів групи	2108,5	2525,5	3241
кількість в групі	60	34	31
середній ранг групи	35,14	74,28	104,55

Обчислюємо значення D – аналог між групової варіації

$$D = \sum_1^m n_m (\overline{R}_m - \overline{R})^2 = 104405,2$$

За вищенаведеною формулою (3) обчислюємо H значення критерію Крускала-Уолліса, $H = 79,55$

В даному випадку є наявною велика кількість співпадаючих рангів, тому значення H треба поділити на коефіцієнт 0,985121, в результаті отримуємо:

$$H_k = 80,75$$

По таблиці критичних значень критерію χ^2 для числа ступеня вільності $n' = 2$ знаходимо 0,1 % критичне значення χ^2 . Воно дорівнює 13,816, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі $p < 0,001$.

За допомогою проведеного аналізу ми виявили відмінність декількох груп.

Для з'ясування в чому полягає відмінність скористуємося критерієм Данна.

Обчислюємо значення критерію Данна (формула 5):

група Дослід та група 2_контроль:

$$Q = \frac{\overline{R}_A - \overline{R}_B}{\sqrt{\frac{N(N+1)}{12} \left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)}} = \frac{104,55 - 35,14}{\sqrt{\frac{125 \cdot 126}{12} \left(\frac{1}{31} + \frac{1}{60} \right)}} = 8,73$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k = 3$.

Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p < 0,01$)

Наступна пара: група Дослід та група 1_контроль:

$$Q = 5,07$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k = 3$.

Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p < 0,01$).

Наступна пара група 1_контроль та група 2_контроль:

$$Q = 3,39$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k=3$. Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p<0,01$).

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що різниця у терміні навантаження на кінцівку 50% (тижнів) при лікуванні хворих різними методами **підтвердилась, а саме:** термін навантаження на кінцівку 50% (тижнів) у групі Дослід відрізняється від терміну навантаження на кінцівку 50% (тижнів) у групі 1_контроль та у групі 2_контроль ($p<0,01$), термін навантаження на кінцівку 50% (тижнів) у групі 1_контроль відрізняється від терміну навантаження на кінцівку 50% (тижнів) у групі 2_контроль ($p<0,01$).

III. Навантаження на кінцівку 75% (тижнів)

Обчислюємо суми рангів кожної групи та для кожної групи визначаємо середній ранг.

Середній ранг для об'єднаної групи дорівнює 63 при загальній кількості спостережень 125.

Отримуємо наступне:

Таблиця 7

	методика лікування (група)		
	Дослід	1_контроль	2_контроль
сума рангів групи	2188,5	2397,5	3289
кількість в групі	60	34	31

середній ранг групи	36,48	70,51	106,10
---------------------	-------	-------	--------

Обчислюємо значення D – аналог між групової варіації

$$D = \sum_1^m n_m (\overline{R_m} - \overline{R})^2 = 101711,8$$

За вищенаведеною формулою (3) обчислюємо H значення критерію Крускала-Уолліса, $H = 77,49$

В даному випадку є наявною велика кількість співпадаючих рангів, тому значення H треба поділити на коефіцієнт 0,991963, в результаті отримуємо:

$$H_k = 78,12$$

По таблиці критичних значень критерію χ^2 для числа ступеня вільності $n' = 2$ знаходимо 0,1 % критичне значення χ^2 . Воно дорівнює 13,816, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі $p < 0,001$.

За допомогою проведеного аналізу ми виявили відмінність декількох груп.

Для з'ясування в чому полягає відмінність скористуємося критерієм Данна.

Обчислюємо значення критерію Данна (формула 5):

група Дослід та група 2_контроль:

$$Q = \frac{\overline{R_A} - \overline{R_B}}{\sqrt{\frac{N(N+1)}{12} \left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)}} = \frac{106,10 - 36,48}{\sqrt{\frac{125 \cdot 126}{12} \left(\frac{1}{31} + \frac{1}{60} \right)}} = 8,76$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k = 3$.

Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p < 0,01$)

Наступна пара: група Дослід та група 1_контроль:

$$Q = 4,41$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k = 3$.

Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p < 0,01$).

Наступна пара група 1_контроль та група 2_контроль:

$$Q = 3,99$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k=3$. Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p<0,01$).

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що різниця у терміні навантаження на кінцівку 75% (тижнів) при лікуванні хворих різними методами **підтвердилась, а саме:** термін навантаження на кінцівку 75% (тижнів) у групі Дослід відрізняється від терміну навантаження на кінцівку 75% (тижнів) у групі 1_контроль та у групі 2_контроль ($p<0,01$), термін навантаження на кінцівку 75% (тижнів) у групі 1_контроль відрізняється від терміну навантаження на кінцівку 75% (тижнів) у групі 2_контроль ($p<0,01$).

IV. Термін консолідації перелому (тижнів)

Обчислюємо суми рангів кожної групи та для кожної групи визначаємо середній ранг.

Середній ранг для об'єднаної групи дорівнює 63 при загальній кількості спостережень 125.

Отримуємо наступне:

Таблиця 8

	методика лікування (група)		
	Дослід	1_контроль	2_контроль
сума рангів групи	2169	2433	3273
кількість в групі	60	34	31

середній ранг групи	36,15	71,56	105,58
---------------------	-------	-------	--------

Обчислюємо значення D – аналог між групової варіації

$$D = \sum_1^m n_m (\overline{R_m} - \overline{R})^2 = 101952,4$$

За вищенаведеною формулою (3) обчислюємо H значення критерію Крускала-Уолліса, $H = 77,68$

В даному випадку є наявною велика кількість співпадаючих рангів, тому значення H треба поділити на коефіцієнт 0,992323, в результаті отримуємо:

$$H_k = 78,28$$

По таблиці критичних значень критерію χ^2 для числа ступеня вільності $n' = 2$ знаходимо 0,1 % критичне значення χ^2 . Воно дорівнює 13,816, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі $p < 0,001$.

За допомогою проведеного аналізу ми виявили відмінність декількох груп.

Для з'ясування в чому полягає відмінність скористуємося критерієм Данна.

Обчислюємо значення критерію Данна (формула 5):

група Дослід та група 2_контроль:

$$Q = \frac{\overline{R_A} - \overline{R_B}}{\sqrt{\frac{N(N+1)}{12} \left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)}} = \frac{105,58 - 36,15}{\sqrt{\frac{125 \cdot 126}{12} \left(\frac{1}{31} + \frac{1}{60} \right)}} = 8,73$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k = 3$.

Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p < 0,01$)

Наступна пара: група Дослід та група 1_контроль:

$$Q = 4,59$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k=3$. Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p<0,01$).

Наступна пара група 1_контроль та група 2_контроль:

$$Q = 3,81$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k=3$. Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p<0,01$).

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що різниця у терміні консолідації (тижнів) при лікуванні хворих різними методами **підтвердилась, а саме:** термін консолідації (тижнів) у групі Дослід відрізняється від терміну консолідації (тижнів) у групі 1_контроль та у групі 2_контроль ($p<0,01$), термін консолідації (тижнів) у групі 1_контроль відрізняється від терміну консолідації (тижнів) у групі 2_контроль ($p<0,01$).

Оцінка терміну тимчасової непрацездатності (тижнів) та ліжкодня залежно від методу лікування за допомогою критерію Крускала-Уолліса:

I. Термін тимчасової непрацездатності (тижнів)

Обчислюємо суми рангів кожної групи та для кожної групи визначаємо середній ранг.

Середній ранг для об'єднаної групи дорівнює 63 при загальній кількості спостережень 125.

Отримуємо наступне:

Таблиця 9

	методика лікування (група)		
	Дослід	1_контроль	2_контроль
сума рангів групи	2395	2130	3350
кількість в групі	60	34	31
середній ранг групи	39,92	62,65	108,06

Обчислюємо значення D – аналог між групової варіації

$$D = \sum_1^m n_m (\overline{R}_m - \overline{R})^2 = 94929,78$$

За вищенаведеною формулою (3) обчислюємо H значення критерію Крускала-Уолліса, $H = 72,33$

В даному випадку є наявною велика кількість співпадаючих рангів, тому значення H треба поділити на коефіцієнт 0,990074, в результаті отримуємо:

$$H_k = 73,05$$

По таблиці критичних значень критерію χ^2 для числа ступеня вільності $n' = 2$ знаходимо 0,1 % критичне значення χ^2 . Воно дорівнює 13,816, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі $p < 0,001$.

За допомогою проведеного аналізу ми виявили відмінність декількох груп.

Для з'ясування в чому полягає відмінність скористуємося критерієм Данна.

Обчислюємо значення критерію Данна (формула 5):

група Дослід та група 2_контроль:

$$Q = \frac{\overline{R}_A - \overline{R}_B}{\sqrt{\frac{N(N+1)}{12} \left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)}} = \frac{108,06 - 39,92}{\sqrt{\frac{125 \cdot 126}{12} \left(\frac{1}{31} + \frac{1}{60} \right)}} = 8,57$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k=3$. Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p<0,01$)

Наступна пара: група Дослід та група 1_контроль:

$$Q = 2,95$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k=3$. Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p<0,01$).

Наступна пара група 1_контроль та група 2_контроль:

$$Q = 5,09$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k=3$. Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p<0,01$).

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що різниця у терміні тимчасової непрацездатності (тижнів) при лікуванні хворих різними методами **підтвердилась, а саме:** термін тимчасової непрацездатності (тижнів) у групі Дослід відрізняється від терміну тимчасової непрацездатності (тижнів) у групі 1_контроль та у групі 2_контроль ($p<0,01$), термін тимчасової непрацездатності (тижнів) у групі 1_контроль відрізняється від терміну тимчасової непрацездатності у групі 2_контроль ($p<0,01$).

II. Ліжкодень

Обчислюємо суми рангів кожної групи та для кожної групи визначаємо середній ранг.

Середній ранг для об'єднаної групи дорівнює 63 при загальній кількості спостережень 125.

Отримуємо наступне:

Таблиця 10

	методика лікування (група)		
	Дослід	1_контроль	2_контроль
сума рангів групи	2689,5	2314,5	2871
кількість в групі	60	34	31
середній ранг групи	44,83	68,07	92,61

Обчислюємо значення D – аналог між групової варіації

$$D = \sum_1^m n_m (\overline{R}_m - \overline{R})^2 = 47879,67$$

За вищенаведеною формулою (3) обчислюємо H значення критерію Крускала-Уолліса, $H = 36,48$

В даному випадку є наявною велика кількість співпадаючих рангів, тому значення H треба поділити на коефіцієнт 0,995269, в результаті отримуємо:

$$H_k = 36,65$$

По таблиці критичних значень критерію χ^2 для числа ступеня вільності $n' = 2$ знаходимо 0,1 % критичне значення χ^2 . Воно дорівнює 13,816, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі $p < 0,001$.

За допомогою проведеного аналізу ми виявили відмінність декількох груп.

Для з'ясування в чому полягає відмінність скористуємося критерієм Данна.

Обчислюємо значення критерію Данна (формула 5):

група Дослід та група 2_контроль:

$$Q = \frac{\overline{R}_A - \overline{R}_B}{\sqrt{\frac{N(N+1)}{12} \left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)}} = \frac{92,61 - 44,83}{\sqrt{\frac{125 \cdot 126}{12} \left(\frac{1}{31} + \frac{1}{60} \right)}} = 6,01$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k=3$. Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p < 0,01$)

Наступна пара: група Дослід та група 1_контроль:

$$Q = 3,01$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k=3$. Воно дорівнює 2,936, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p < 0,01$).

Наступна пара група 1_контроль та група 2_контроль:

$$Q = 2,75$$

По таблиці критичних значень Q знаходимо 1 % критичне значення для $k=3$. Воно дорівнює 2,394, менше отриманого нами. Таким чином, відмінності груп статистично значимі ($p < 0,05$).

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що різниця у кількості Ліжкоднів при лікуванні хворих різними методами **підтвердилась, а саме:** Ліжкодень у групі Дослід відрізняється від Ліжкодня у групі 1_контроль та у групі 2_контроль ($p < 0,01$), Ліжкодень у групі 1_контроль відрізняється від Ліжкодня у групі 2_контроль ($p < 0,05$).

