

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

Кононенко Сергій Володимирович

УДК 616.717.4-001.5-085

ДИСЕРТАЦІЯ

**СТРУКТУРНІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ЕТАПНОГО
ЛІКУВАННЯ ПЕРЕЛОМІВ ДІАФІЗУ ПЛЕЧОВОЇ КІСТКИ**

222 – медицина

Подається на здобуття наукового ступеню доктора філософії

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

Кононенко С.В.

(Підпис)

Науковий керівник

Пилипенко Олександр Васильович

кандидат медичних наук, доцент

Полтава – 2023

АНОТАЦІЯ

Кононенко С.В. Структурні та функціональні особливості етапного лікування переломів діафізу плечової кістки. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 222 – Медицина. – Полтавський державний медичний університет, Полтава, 2023.

В дисертації наведено теоретичне узагальнення та нове розв'язання актуального наукового завдання – покращення результатів лікування хворих із переломами діафізарного відділу плечової кістки шляхом встановлення закономірностей дії м'язово-осального комплексу, удосконалення технології етапного функціонального лікування пацієнтів.

Робота базована на двох взаємодоповнювальних дослідженнях – топографо-анатомічному й клінічному.

Анатомо-топографічне дослідження дисертаційної роботи базувалося на порівняльному аналізі результатів 73 стандартних послідовних МРТ-сканів ділянки плеча. Таргетними пунктами анатомо-топографічного дослідження було визначення антропометричних особливостей ключових м'язів, які мають вплив на зміщення кісткових відламків при діафізарних переломах плечової кістки, а саме дельтоподібного, великого грудного, великого круглого м'язів та найширшого м'яза спини.

Диференційовано антропометричні особливості місць інсерції дельтоподібного, великого грудного, великого круглого м'язів та найширшого м'яза спини на діафізарній ділянці плечової кістки у гендерно-віковому аспекті, а саме: середні значення відстані від верхівки великого горбика плечової кістки до проксимальних точок інсерції, ширину названих вище м'язів поблизу місця прикріплення на діафізарній ділянці.

Після проведеного аналізу та обробки даних створено цифрову масштабовану двоплощинну модель місць типового прикріплення м'язів на діафізарній ділянці плечової кістки.

З метою прогнозування вірогідних зміщень кісткових відламків при переломі досліджуваного сегмента розроблено візуалізаційну цифрову модель схеми типових контактних взаємовідносин мускульно-осального компонента діафізарної ділянки плечової кістки.

За допомогою двоплощинної мускульно-осальної моделі типових контактних взаємовідносин проведено аналіз характеру зміщення кісткових відламків у 92 пацієнтів з переломами діафізарної ділянки плечової кістки.

Дослідження біомеханічних особливостей зміщення кісткових відламків виявило переважання абдукційного типу зміщення серед пацієнтів жіночої статі похилого та старечого віку, які отримали низькоенергетичну травму. Локалізацією перелому була піддельтоподібна ділянка. Дистальні відділи проксимального фрагмента діафізарної ділянки під домінуювальним впливом дельтоподібного м'яза над великим грудним, великим круглим та найширшим м'язом спини мали латеропозиційну локалізацію.

На основі результатів анатомо-топографічного дослідження та дослідження біомеханічних особливостей зміщення кісткових відламків створено робочу класифікацію переломів діафізу плечової кістки за типом зміщення кісткових відламків під дією м'язового компонента. Означена класифікація охоплює 5 типів зміщення кісткових відламків, а саме – простий аддукційний, простий абдукційний, складний абдукційний, складний аддукційний та складний змішаний.

Клінічне дослідження ґрунтоване на ретроспективному та проспективному аналізі 130 епізодів лікування пацієнтів з переломами діафізарної ділянки плечової кістки на базі КП «1-а МКЛ ПМР» та КП «ПОКЛ ім. М. В. Скліфосовського ПОР».

При консервативному лікуванні 43 пацієнтів використовували чотири типи іммобілізаційних засобів: гіпсова шинувальна пов'язка, шинно-

полотняний ортез, ортез Сармієнто та розроблений триточковий компресійний комбінований ортез. Під час репозиції абдукційних переломів використовували запатентований нами «Рекліаторний стілець для закритої репозиції переломів» (Патент України на корисну модель № 14726 від 12.05.2021 року) з метою зміни вектору «звисання» під власною вагою дистального кісткового фрагмента та зменшення травмування навколишніх м'якотканинних утворень.

Залежно від обраного методу виокремлено чотири клінічні групи та обґрунтовано авторські схеми режимів функціонального відновлення. Для пацієнтів усіх клінічних груп консервативного лікування медичну реабілітацію було розпочато відразу після виконання іммобілізаційних заходів. Комплекс вправ виконано за допомогою та під наглядом медичного персоналу, а також самостійно після відповідного навчання пацієнта. Виконання вправ тривало до настання консолідації перелому.

Оцінку здійснювали після настання консолідації перелому та зняття засобів іммобілізації консервативного лікування. Функціональну активність ліктьового та плечового суглобів визначали за допомогою шкал MERI та CMS відповідно.

За шкалою MERI функціональна активність ліктьового суглоба серед пацієнтів групи А була оцінена як незадовільна та складала від 45 до 58 балів. Функціональна активність ліктьового суглоба ушкодженої кінцівки у пацієнтів групи В була задовільною та складала від 62 до 72 балів. Серед пацієнтів групи С та D функціональна активність була доброю і відмінною та складала від 77 до 92 балів.

Оцінку функціональної активності за шкалою CMS проводили в порівнянні з плечовим суглобом неушкодженої кінцівки. Різниця балів серед пацієнтів групи А склала від 35 до 47 балів, що свідчить про незадовільний функціональний результат. Серед пацієнтів групи В та С різниця балів склала від 21 до 27 балів, що свідчить про задовільний результат. Щодо пацієнтів групи D, то функціональна активність плечового суглоба ушкодженої

кінцівки у порівнянні з неушкодженою складала від 14 до 19 балів, що засвідчує добрий функціональний результат.

Вибір оптимального методу фіксації закритих переломів плечової кістки у ході їх функціонального лікування на основі урахування локалізації перелому, типу зміщення кісткових відламків та контактних взаємовідносин між м'язовою та кістковою тканинами дає змогу розпочати ранню пасивну та активну фізичну реабілітацію суміжних суглобів.

Під час оперативного лікування 87 пацієнтів було застосовано методики кортикального (63,2 %) та інтрамедулярного остеосинтезу (36,8 %). Запропоновано рекомендації для оптимізації виконання обраного виду остеосинтезу залежно від типу зміщення кісткових відламків за робочою класифікацією.

Після детальної обробки та аналізу даних, передопераційних та післяопераційних рентгенограм, анатомічних 3D моделей виокремлено 6 клінічних груп фізичної реабілітації пацієнтів залежно від наявних кісткових відламків, ступеня їхнього зміщення та методу фіксації, взаємозв'язку із місцями інсерції м'язового компонента діафізу плечової кістки, а також руховою активністю ушкодженого сегмента кінцівки й суміжних суглобів. Медичну реабілітацію було розпочато відразу після виконання оперативного втручання.

Оцінку функціональної активності ліктьового та плечового суглобів проводили через 8–10 тижнів з моменту виконання оперативного втручання та після настання консолідації перелому діафізарної ділянки плеча за допомогою шкал MEPI та CMS відповідно.

За шкалою MEPI функціональна активність ліктьового суглоба в пацієнтів A1 та A2 груп складала від 82 до 89 балів і була оцінена як добра. Функціональна активність ліктьового суглоба означеною шкалою у пацієнтів B1, B2, C1, C2 груп складала від 90 до 99 балів і була оцінена як відмінна.

За шкалою CMS бальна різниця функціональної активності плечового суглоба на ушкодженому та неушкодженому боці в пацієнтів групи A1, A2

складала від 12 до 18 балів, що свідчить про добрий результат. Функціональна активність плечового суглоба ушкодженої кінцівки в пацієнтів групи В1, В2, С1, С2 порівняно з неушкодженою складала від 17 до 8 балів, що свідчить про добрий та відмінний результат.

Урахування дії м'язового компонента діафізарного відділу плеча дає можливість обрати оптимальну методику при консервативному чи оперативному типах лікування переломів, що сприяє ранньому відновленню функціональної активності цього сегмента та запобігає виникненню ятрогенних ускладнень.

Ключові слова: травматологія та ортопедія, опорно-рухова система, лікування, діафізарні переломи, хірургічне лікування, перелом верхньої кінцівки, томографія, м'язовий синергізм, біомеханіка, м'язові спіралі, мезоморфи, планування, функціональне лікування, реабілітація, оцінка якості життя пацієнтів.

ANNOTATION

Kononenko S.V. Structural and functional features of the staged treatment of humeral diaphyseal fractures. – Qualifying research paper (manuscript).

The dissertation for the scientific degree of Doctor of Philosophy in the specialty 222 – Medicine. – Poltava State Medical University, Poltava, 2023.

The dissertation provides a theoretical generalization and a new solution to the current scientific task on improving the treatment outcomes of patients with diaphyseal fractures of the humerus by establishing the patterns of the muscle-skeletal complex and enhancing the technology of staged functional treatment of patients.

The dissertation is based on two complementary research studies: topographic-anatomical and clinical.

The topographic-anatomical study was based on the comparative analysis of the results of 73 standard consecutive shoulder MRI scans. The target points of the topographic-anatomical study were to determine the anthropometric characteristics of the essential muscles that influence the displacement of bone fragments in diaphyseal fractures of the humerus, namely, the deltoid, pectoralis major, teres major muscles and latissimus dorsi muscle.

Anthropometric characteristics of the insertion sites of the deltoid, pectoralis major, teres major and latissimus dorsi muscles on the diaphyseal region of the humerus were differentiated in terms of gender and age. Specifically, the study focused on the mean values of the distance from the acromion process to the proximal insertion sites, as well as the width of the abovementioned muscles near their attachment sites on the diaphyseal region.

After analyzing and processing the data, a digital scaled two-dimensional model of the typical muscle attachment sites on the diaphyseal region of the humerus was created.

To predict the likely displacements of bone fragments in fractures of the investigated segment, a visualized digital model of the schematic representation of

typical contact interactions between the muscle-skeletal components of the diaphyseal region of the humerus has been developed.

Using the two-dimensional muscle-skeletal model of typical contact interactions, the analysis of the nature of bone fragment displacement was conducted in 92 patients with diaphyseal fractures of the humerus.

The investigation of the biomechanical characteristics of bone fragment displacement revealed a prevalence of abductive type displacement among female patients of elderly and senior age groups who experienced low-energy trauma. The fracture was localized in the subdeltoid region. The distal segments of the proximal fragment of the diaphyseal region, under the dominant influence of the deltoid muscle over the pectoralis major, teres major and latissimus dorsi muscles, exhibited lateral displacement.

Based on the findings of the topographic-anatomical study and the investigation of the biomechanical characteristics of bone fragment displacement, a working classification of diaphyseal fractures of the humerus was created based on the type of displacement under the influence of the muscular component. This classification encompasses five types of bone fragment displacement: simple adductive, simple abductive, complex abductive, complex adductive and complex mixed.

The clinical study was based on a retrospective and prospective analysis of 130 treatment episodes of patients with diaphyseal fractures of the humerus. The study was conducted at the Communal Enterprise “1st Municipal Clinical Hospital of the Poltava City Council” and the Communal Enterprise “M.V. Sklifosovsky Poltava Regional Clinical Hospital of Poltava Regional Council”.

In the conservative treatment of 43 patients, four types of immobilization devices were used: plaster splint, splint-textile orthosis, Sarmiento orthosis and a developed three-point compressive combined orthosis. During the reduction of abductive fractures, our patented “Reclination Chair for Closed Reduction of Fractures” (Ukrainian Utility Model Patent No. 14726 as of 12.05.2021) was used

to change the vector of “suspension” under the weight of the distal bone fragment and reduce the trauma to surrounding soft tissue structures.

Depending on the chosen method, four clinical groups have been identified, and the authoring schemes of functional recovery regimens have been substantiated. For patients in all clinical groups of conservative treatment, medical rehabilitation was initiated immediately after immobilization procedures. The exercise program was performed with the assistance and supervision of medical personnel, as well as independently after proper patient training. The exercises were continued until fracture consolidation occurred.

The assessment was carried out after fracture consolidation and removal of immobilization devices used during conservative treatment. The functional activity of the elbow and shoulder joints was determined using the MEPI and CMS scales, respectively.

According to the MEPI scale, the functional activity of the elbow joint among patients of Group A was assessed as unsatisfactory, ranging from 45 to 58 points. The functional activity of the elbow joint on the injured limb in patients of Group B was considered satisfactory, ranging from 62 to 72 points. Among patients of Group C and D, the functional activity was rated as good to excellent, ranging from 77 to 92 points.

The assessment of the functional activity according to the CMS scale was conducted in comparison to the shoulder joint on the healthy limb. The difference in scores among patients of Group A ranged from 35 to 47 points, indicating unsatisfactory functional outcome. For the patients of Group B and C, the difference in scores ranged from 21 to 27 points, indicating a satisfactory result. As for the patients of Group D, the functional activity of the shoulder joint on the injured limb, compared to the healthy one, ranged from 14 to 19 points, indicating a good functional outcome.

The choice of the optimal method for fixation of closed fractures of the humerus during their functional treatment, taking into account the localization of the fracture, type of displacement of bone fragments and the interaction between

muscular and bony tissues, promotes early initiation of passive and active physical rehabilitation of the adjacent joints.

During the surgical treatment, cortical (63.2%) and intramedullary (36.8%) osteosynthesis techniques were used in 87 patients. Recommendations have been proposed to optimize the execution of the chosen type of osteosynthesis based on the type of displacement of bone fragments according to the working classification.

After detailed data processing and analysis, preoperative and postoperative X-rays, anatomical 3D models, 6 clinical groups of physical rehabilitation of patients were identified based on the presence of bone fragments, the degree of their displacement, the fixation method, the relationship with the sites of muscle insertion in the diaphysis of the humerus, as well as the range of motion of the injured limb segment and adjacent joints. Medical rehabilitation was initiated immediately after the surgical intervention.

The assessment of the functional activity of the elbow and shoulder joints was conducted at 8-10 weeks after the surgical intervention and after the consolidation of the humeral diaphyseal fracture using the MEPI and CMS scales, respectively.

According to the MEPI scale, the functional activity of the elbow joint in patients of Group A1 and A2 ranged from 82 to 89 points and was assessed as good. The functional activity of the elbow joint in patients of Group B1, B2, C1 and C2, assessed using the same scale, ranged from 90 to 99 points and was evaluated as excellent.

According to the CMS scale, the score difference in functional activity between the injured and healthy sides of the shoulder joint in patients of Group A1 and A2 ranged from 12 to 18 points, indicating a good result. The functional activity of the injured shoulder joint in patients of Group B1, B2, C1 and C2, compared to the healthy side, ranged from 17 to 8 points, indicating a good and excellent result.

While choosing the optimal technique in conservative or operative treatment of fractures, which promotes early recovery of the functional activity in this

segment and prevents the occurrence of iatrogenic complications, the action of the muscular component of the diaphyseal region of the shoulder should be considered.

Keywords: traumatology and orthopedics, musculoskeletal system, treatment, diaphyseal fractures, surgical treatment, upper limb fractures, tomography, biomechanics, muscle synergy, muscle spirals, mesomorphs, planning, functional treatment, rehabilitation, assessment of the quality of life of patients.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	14
ВСТУП	15
РОЗДІЛ 1. ПЕРЕЛОМИ ДІАФІЗУ ПЛЕЧОВОЇ КІСТКИ: КЛІНІКО-АНАТОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ, ВИДИ ЛІКУВАННЯ, ПРОФІЛАКТИКА УСКЛАДНЕНЬ	23
(АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	23
1.1. Клінічна анатомія міжсуглобового сегменту плеча	23
1.2. Особливості методів лікування діафізарних переломів плеча	33
1.3. Причини виникнення ускладнень при лікуванні переломів діафізу плеча	43
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	47
2.1. Анатомо-топографічне дослідження за допомогою магнітно-резонансної томографії	47
2.2. Біомеханічне дослідження	48
2.3. Клінічне дослідження	51
2.3.1. Методики клінічних та інструментальних обстежень хворих	51
2.3.2. Променеві методи дослідження пацієнтів	61
2.4. Статистичне дослідження	62
РОЗДІЛ 3. СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ МІЖСУГЛОБОВОГО СЕГМЕНТА ПЛЕЧА	64
3.1. Мінливість розташування анатомічних утворень плеча за даними МРТ	64
3.2. Біомеханічне обґрунтування робочої класифікації зміщень кісткових фрагментів з урахуванням дії м'язового компонента	80

РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ КОНСЕРВАТИВНОГО ЛІКУВАННЯ ПАЦІЄНТІВ З ДІАФІЗАРНИМИ ПЕРЕЛОМАМИ ПЛЕЧОВОЇ КІСТКИ	94
4.1. Характеристика клінічних груп	94
4.2. Опис методик консервативного лікування	97
4.3. Результати лікування.....	110
4.4. Схеми функціонального лікування.....	115
РОЗДІЛ 5. ОСОБЛИВОСТІ ОПЕРАТИВНОГО ЛІКУВАННЯ ПАЦІЄНТІВ З ДІАФІЗАРНИМИ ПЕРЕЛОМАМИ ПЛЕЧОВОЇ КІСТКИ	126
5.1. Характеристика клінічних груп	126
5.2. Опис методик оперативного лікування	129
5.3. Схеми функціонального лікування.....	145
ВИСНОВКИ.....	153
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	155
ДОДАТКИ.....	175

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

МРТ – магнітно-резонансна томографія

КТ – комп'ютерна томографія

ДПК – діафіз плечової кістки

ДМ – дельтоподібний м'яз

СП – сагітальна проекція

ФП – фронтальна проекція

ВГ – великий горбик

ПТІ – проксимальна точка інсерції

ВГМ – великий грудний м'яз

ВКМ – великий круглий м'яз

НМС – найширший м'яз спини

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.

МІ – місце інсерції

ФР – фізична реабілітація

МОС – металоостеосинтез

БІМОС – блокований інтрамедулярний остеосинтез

МІРО – малоінвазивний накістковий остеосинтез

ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я

НДР – науково-дослідна робота

ЛСР – блокуюча компресійна пластина

н.е. – наша ера

ВСТУП

Актуальність теми. Травми опорно-рухового апарату, їхні ранні та віддалені наслідки є однією з головних причин стійкої втрати працездатності й інвалідизації. Переломи діяфізу плечової кістки в системі травм кісток скелету людини є доволі поширеними. За даними українських та закордонних авторів вони складають від 3 % до 5 %. Частота виникнення означених переломів коливається від 14 до 19 випадків на 100000 осіб на рік. У США реєструють щороку близько 70000 звернень пацієнтів з переломами діяфізу плечової кістки. Переважна частина випадків, а саме близько 60 %, припадає на середню третину діяфізу, 28–30% – на проксимальний діяфізарний відділ та 8–10% – на дистальний [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9].

Існує чіткий бімодальний віковий та гендерний розподіл пацієнтів з діяфізарними переломами плечової кістки. Так, серед пацієнтів працездатного віку переломи діяфізу плечової кістки переважають у чоловіків [10; 11]. Почасти такі випадки спричинені високоенергетичними травмами, зокрема дорожньо-транспортними пригодами, травмами на виробництві, катравами [12; 13]. У пацієнтів похилого віку цей вид переломів здебільшого відбувається внаслідок низькоенергетичних травм, а саме – падіння з висоти власного зросту. Серед пацієнтів переважають жінки в постменопаузальному періоді. Переломи пов'язані з гормональним остеопорозом та дистрофією м'язового футляра плеча [14; 15; 16; 17; 18; 19].

У лікуванні пацієнтів з переломами діяфізу плечової кістки використовуються методики оперативного й консервативного лікування.

На сучасному етапі розвитку травматологічної науки існує загальносвітовий консенсус щодо ключових моментів лікування високоенергетичних переломів діяфізу плечової кістки, однак, спеціальна наукова література засвідчує незавершений пошук оптимальної хірургічної тактики, оперативних доступів і металофіксаторів [20; 21; 22; 23; 24; 25; 26].

Щодо лікування низькоенергетичних переломів плечової кістки, то чіткої тактики у виборі оперативного чи консервативного способів лікування і показань до них не існує дотепер. Консервативний спосіб є не тільки важливим з історичної точки зору, але й залишається основою лікування ізольованих переломів із загальними хорошими результатами. Нехірургічне лікування часто використовується для пацієнтів з коморбідною патологією. Нерідко спостерігаються ускладнення у вигляді утворення хибних суглобів, консолидації перелому з кутовою деформацією та постійний дефіцит променевого нерву внаслідок компресії кістковими уламками [27; 28; 29; 30; 31; 32].

Лікування переломів діяфізу плечової кістки починається з моменту отримання травми, відбувається поетапно та завершується постреабілітаційним періодом і поверненням пацієнта до повноцінного повсякденного життя. Основним завданням лікування досліджуваних переломів є відновлення функції верхньої кінцівки, скорочення термінів втрати працездатності, зменшення травміндукованого психоемоційного навантаження на пацієнта. Дотримання ключових правил та алгоритмів на кожному з етапів надання медичної допомоги є невід'ємним складником гарного функціонального результату [33; 34].

Велика кількість переломів діяфізу плечової кістки серед пацієнтів працездатного та похилого віку, можливість розвитку біомеханічно-, пацієнтозалежних та ятрогенних ускладнень, незадовільних результатів лікування, а також відсутність чіткого алгоритму вибору тактики й методів лікування на кожному з етапів надання медичної допомоги детермінують актуальність теми нашого дослідження – визначення структурних та функціональних особливостей етапного лікування переломів діяфізу плечової кістки.

Огляд наукової джерельної бази засвідчив, що незважаючи на різноманіття методик лікування, дискусійними та не вирішеними на сьогодні залишаються ще багато питань.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.
Дослідження виконане згідно з планом науково-дослідної роботи Полтавського державного медичного університету в рамках прикладної НДР № держреєстрації 0117U004682 «Функціональне лікування переломів плечової кістки».

Мета дослідження – покращити результати лікування хворих із переломами діафізарного відділу плечової кістки шляхом встановлення закономірностей дії м'язово-осального комплексу, удосконалення технології етапного функціонального лікування пацієнтів.

Поставлена мета передбачає розв'язання таких завдань:

1. Вивчити індивідуальні структурно-функціональні особливості міжсуглобового сегменту плеча *in vivo* за даними МРТ.
2. Провести біомеханічний аналіз структурних порушень діафізарної ділянки плеча з розробкою схеми типових контактних м'язово-осальних взаємовідносин.
3. Удосконалити методику консервативного лікування пацієнтів з переломами діафізу плечової кістки із застосуванням функціональних пов'язок.
4. Провести моніторинг реабілітаційного періоду в пацієнтів з переломами діафізу плечової кістки групи консервативного лікування.
5. Розробити таргетні критерії для диференціації тактики застосування методів остеосинтезу в пацієнтів з переломами діафізу плечової кістки та удосконалити програму етапної медичної реабілітації післяопераційного періоду.

Об'єкт дослідження – переломи діафізарного відділу плечової кістки та процес відновлення функції верхньої кінцівки.

Проаналізовано дані МРТ дослідження сегмента плеча в 73 пацієнтів, що не мали порушення цілісності кісткової тканини, та результати лікування 130 пацієнтів з переломами діафізарного відділу плечової кістки,

пролікованих за допомогою методик консервативного й оперативного лікування.

Предмет дослідження – топографо-анатомічні зв'язки «м'язи – кістка», методи лікування постраждалих із діафізарними переломами плечової кістки, результати лікування хворих з переломами діафізарного відділу плечової кістки.

Медична документація: документація, що знаходиться в архівах КП «ПОКЛ ім. М. В. Скліфосовського ПОР», КП «1-а міська клінічна лікарня ПМР».

Методи дослідження: клінічний, рентгенологічний, магнітно-резонансно-томографічний, біомеханічний, статистичний.

Клінічний – для діагностики та оцінки наслідків переломів діафізарного відділу плечової кістки, що містить вивчення скарг, локального статусу, анамнестичних даних постраждалих різних клінічних груп.

Рентгенологічний – для визначення типу діафізарних переломів плечової кістки й виду зміщення відломків, а також оцінки результатів закритої та відкритої репозиції і порушень регенеративного процесу.

Магнітно-резонансно-томографічний – для визначення індивідуальних структурно-функціональних особливостей міжсуглобового сегмента плеча.

Біомеханічний – для визначення контактних взаємовідносин м'язово-осальних структур.

Математико-статистичний – для визначення достовірності отриманих результатів дослідження та висновків.

Використане обладнання: рентгенівські апарати, електронно-оптичний перетворювач (ЕОП), комп'ютерний томограф, магнітно-резонансний томограф, персональний комп'ютер, фіксатори для остеосинтезу.

Наукова новизна отриманих результатів

1. У роботі вперше визначено й обґрунтовано важливість урахування м'язової дії певних м'язів на позицію кісткових відламків при скалкових

переломах плечової кістки в пацієнтів різних вікових та гендерних груп за умови застосування оперативних та консервативних методів лікування.

2. Уперше на основі даних магнітно-резонансної томографії досліджено варіантність інсерції м'язів на діафізарному сегменті плечової кістки. Встановлено, що в жінок похилого віку, у порівняно з чоловіками цієї вікової категорії та жінками молодого віку, спостерігається різке зменшення антропометричних показників дельтоподібного, великого грудного, великого круглого м'язів та найширшого м'яза спини. Це пояснює чіткий віковий і гендерний розподіл зміщення кісткових відламків при переломах діафізу плечової кістки.

3. Уперше розроблено візуалізаційну цифрову модель схеми типових контактних взаємовідносин мускульно-осального компонента діафізарної ділянки плечової кістки. Практичне використання такої моделі покращує ефективність передопераційного планування та допомагає обрати біомеханічно-обґрунтовану атравматичну тактику репозиції кісткових відламків.

4. За допомогою візуалізаційної цифрової моделі типових контактних взаємовідносин розроблено біомеханічно-обґрунтовану класифікацію зміщення кісткових відламків діафізарної ділянки плечової кістки.

5. Розроблено та впроваджено в клінічну практику «Реклінаторний стілець для закритої репозиції переломів діафізу плечової кістки» (Патент України на корисну модель № 14726 від 12.05.2021 року). З його допомогою досягається функціонально вигідне анатомічне положення травмованої кінцівки. Створення рівномірного напруження м'язового футляру плеча під час закритої репозиції перелому за умови консервативного лікування вможливує досягнення пасивної репозиції уламків кістки та попередження ятрогенного ушкодження важливих м'якотканинних структур.

6. Запропоновано та впроваджено в клінічну практику використання функціонального триточкового компресійного комбінованого ортезу для консервативного лікування переломів діафізарної ділянки плечової кістки.

Шляхом корекції точок прикладання контрнаправлених векторів компресії забезпечується усунення вторинного зміщення кісткових відламків, що покращує ранні й віддалені результати лікування пацієнтів з переломами діафізу плечової кістки. Функціональність ортезу дає змогу розпочати ранні пасивні та активні заходи з фізичної реабілітації, що попереджує розвиток контрактур плечового й ліктьового суглобів, підвищує функціональну активність пацієнта.

Практичне значення роботи

На підставі результатів теоретичних та клінічних досліджень розроблені рекомендації щодо оптимізації вибору методу лікування хворих з переломами діафізарного відділу плечової кістки, методики передопераційного планування та проведення реабілітаційного режиму.

У методиках поєднано структурні й функціональні особливості ушкодженого сегмента вказаної категорії постраждалих.

Результати здійсненого дослідження є підґрунтям для проведення комплексної клінічної роботи з оптимізації етапної медичної реабілітації постраждалих, особливо при скалкових діафізарних переломах.

Застосування розробленого диференційованого підходу до вибору методів консервативного й оперативного лікування дало змогу впровадити комплекс індивідуальних реабілітаційних заходів, що, зі свого боку, забезпечило покращення функціональної активності ураженої кінцівки.

Дані, отримані під час дослідження, використано в лекційному та практичному матеріалі кафедр Полтавського державного медичного університету.

Особиста участь дисертанта у виконанні роботи

Дисертант здійснив розробку основних теоретичних і практичних положень проведеного дослідження, сформулював мету та завдання дисертаційної роботи. Автор проаналізував наукову літературу з розглядової проблеми, обрав методи дослідження, визначив групи спостереження.

Особисто брав участь на всіх етапах надання спеціалізованої медичної допомоги пацієнтам з переломами діафізарного відділу плечової кістки. Провів анатомо-топографічний ретроспективний аналіз даних МРТ-досліджень та медичної документації. Здійснив патентний пошук з розробленням патенту на корисну модель. Дисертанту належать основні розробки рекомендацій щодо проведення реабілітаційного періоду постраждалих.

Самостійно написав усі розділи дисертації, сформулював висновки та практичні рекомендації.

Апробація отриманих результатів

Основні положення та результати роботи були обговорені на: всеукраїнських науково-практичних конференціях ортопедів-травматологів (м. Полтава, 2020, 2021, з міжнародною участю 2022), науково-практичній конференції «Актуальні питання лікування патології суглобів та ендопротезування» (м. Запоріжжя, 2019), XIX з'їзді ортопедів-травматологів (м. Івано-Франківськ, 2019 р.), V Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні питання лікування патології суглобів та ендопротезування» (м. Запоріжжя, 2020), Міжнародній науково-практичній конференції викладачів, практичних працівників, молодих учених та студентів «Сучасна наука: проблеми, перспективи, інновації» (м. Вінниця, 2020), V Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Наука III тисячоліття: пошуки, проблеми, перспективи розвитку» (м. Бердянськ, 2021), XIII Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційна освіта та професійно-комунікативні технології XXI століття» (м. Одеса, 2020), XXV International medical congress of students and young scientists (м. Тернопіль, 2021), науково-практичній інтернет-конференції з міжнародною участю «Сучасні проблеми вивчення медико-екологічних аспектів здоров'я людини», присвяченій 90-й річниці з дня заснування кафедри медичної біології в рамках святкування 100-річчя заснування Полтавського державного медичного університету (м. Полтава, 2021), Міжнародному

медичному конгресі студентів і молодих вчених (м. Тернопіль, 2021, 2022, 2023), VII Міжнародному науково-практичному семінарі «Гуманітарні науки: сучасна наукова парадигма» (м. Полтава, 2022).

Впровадження в клінічну практику

Результати дисертаційної роботи впроваджено в практику травматологічних відділень КП «ПОКЛ ім. М. В. Скліфосовського ПОР», КП «1-а міська клінічна лікарня ПМР».

Публікації

За матеріалами проведеного дослідження опубліковано 14 наукових праць, з них 4 статті в провідних фахових виданнях, затверджених ДАК МОН України (1 стаття в журналі, що входить до наукометричної бази Web of Science). Отримано 1 Патент України на корисну модель.

Структура дисертації

Дисертація складається зі вступу, розділу «Матеріал та методи дослідження», трьох розділів власних досліджень, аналізу та узагальнення результатів, висновків, списку літератури й додатків. Робота викладена на 176 сторінках машинописного тексту, разом зі списком літератури та додатками. Текст ілюстровано 44 рисунками та 37 таблицями. Список літератури складають 169 джерел, з них кирилицею – 12, латиницею – 157.

РОЗДІЛ 1. ПЕРЕЛОМИ ДІАФІЗУ ПЛЕЧОВОЇ КІСТКИ: КЛІНІКО-АНАТОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ, ВИДИ ЛІКУВАННЯ, ПРОФІЛАКТИКА УСКЛАДНЕНЬ (АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Клінічна анатомія міжсуглобового сегменту плеча

Для об'єктивної оцінки характеру перелому, визначення ризиків пошкодження м'якотканинних структур та вибору оптимальної тактики лікування на будь-якому з етапів надання медичної допомоги визначальними є знання анатомо-топографічних особливостей будови міжсуглобової ділянки плеча.

Діафізарний сегмент плеча – це анатомічна ділянка, обмежена проксимально хірургічною шийкою, дистально – виростками. Тіло плечової кістки у проксимальному та середньому відділах має циліндричну форму, у середньо-дистальному – переходить до трикутної форми та сплющується. Таким чином сагітальні розміри кістково-мозкового каналу зменшуються в дистальному напрямку. Це зумовлює низку технічних особливостей при виконанні остеосинтезу [36; 37; 38; 39].

В діафізі плечової кістки розрізняють задню, передньо-медіальну та передньо-латеральні поверхні. На латеральній поверхні в середній третині розташована дельтоподібна горбистість, яка слугує місцем прикріплення дельтоподібного м'яза. По задній поверхні діафізу плечової кістки розташована борозна променевого нерва, яка прямує у вигляді спіралі в дистальному напрямку.

Важливу роль відіграють живильні отвори плечової кістки, через які проходять нутриційні артерії. Вони мають варіабельне розташування, але зазвичай знаходяться в проксимальному та середньо-дистальному відділах діафізу. Їх пошкодження під час перелому або хірургічного лікування може призводити до порушення процесів регенерації кісткової тканини та

індукувати збільшення термінів консолідації, утворення хибних суглобів, провокувати виникнення рефрактур [40; 41; 42; 43; 44].

Топографічно діафізарна ділянка плеча розподіляється на передню та задню за допомогою двох ліній, які проєктуються від надвиростків перпендикулярно блоку плечової кістки в проксимальному напрямку. На поверхні плеча шкіра рухома та тонка, на задній – малорухома й товща [45; 46].

В ділянці медіального та латерального країв двоголового м'яза визначаються латеральна та медіальна біцепітальні борозни. Дорзально від них візуалізуються випини голівок триголового м'яза. Дистально обидві борозни переходять в ліктьову ямку. Проксимально медіальна борозна переходить в пахвинну ділянку, а латеральна – в дельтопекторальну борозну. Проекція судинно-нервових утворень відповідає лінії, яка з'єднує точку на межі передньої та середньої третин ширини підпахвинної западини з центром ліктьового згину та відповідає медіальній біцепітальній борозні [47; 48].

По лінії медіальної біцепітальної борозни проєктуються плечова артерія, серединний нерв та основна вена [49; 50].

Зміна форми м'язів під час рухів у ліктьовому суглобі забезпечена однорідною сполучною тканиною – власною фасцією плеча. Вона циліндричним футляром оточує м'язи та поділяється на медіальну й латеральну перетинки, що формує вентральну та дорзальну ділянки плеча. Плечова фасція відмежовує субфасціальні та екстрафасціальні анатомічні утворення [51; 52].

Медіальна фасціальна перетинка більш щільна та відокремлює медіальну голівку триголового м'яза від плечового та дзьобо-плечового м'язів. Латеральна фасціальна перетинка відокремлює від латеральної голівки триголового м'яза плечо-променевий та плечовий м'язи, а тонка фасціальна пластинка відокремлює двоголовий м'яз від плечового.

Особливістю плечової фасції є наявність каналів, через які проходять судини та нерви. Вони прямують через неї не вертикально, як в ділянці

ліктьового згину та на передпліччі, а під гострим кутом. Це зумовлює віддалення зовнішніх каналів від внутрішніх та забезпечує «клапанний» ефект переходу від зовнішніх до внутрішніх утворень плеча завдяки екстраканальній компресії під час підвищення інтратканинного тиску на периферії. Означена особливість анатомічної будови дає змогу пролонгувати початок поширення запального процесу від зовні до середини [53; 54].

Плечова артерія є безпосереднім продовженням пахвинної. Вона починається на рівні нижнього краю найширшого м'яза спини або великого круглого м'яза та проходить по медіальній поверхні плеча у фасціальному футлярі в складі судинно-нервового пучка. Названа вище артерія на рівні середньо-нижньої третини діафізу проходить по передній поверхні плечового м'яза й закінчується в ліктьовій ділянці, переходячи в ліктьову та променеві артерії. Доволі часто зустрічається високий розподіл плечової артерії та відходження ліктьової артерії від пахвинної [55; 56; 57].

Глибока артерія плеча починається від плечової або пахвинної артерій та відгалужується від них самостійно або загальним стовбуром з іншими артеріями. Вона спіральсно огинає плечову кістку по задній поверхні разом з променевим нервом, у середньому відділі діафізарної ділянки розподіляється на ободову серединну та ободову променеву артерії.

Верхня ободова ліктьова артерія бере свій початок від задньо-медіальної поверхні плечової артерії у верхній та середній третинах діафізу плеча. У 3–5% випадків зустрічається її відходження у нижній третині [58; 59]. Вона супроводжує ліктьовий нерв та прямує в задню ліктьову ділянку. Нижня ободова ліктьова артерія відгалужується від плечової в дистальному відділі.

Шкірні та м'язові артеріальні відгалуження плечової артерії прямують до голівок двоголового м'яза, залягаючи в м'язовій структурі короткої голівки в ділянці її латерального краю, а в структурі довгої – по дорсо-медіальній поверхні.

Деякі дослідники виокремлюють поверхневу плечову артерію, яка є компонентом варіантних особливостей артеріальної сітки плеча. Вона розташована на передній поверхні серединного нерва [60; 61].

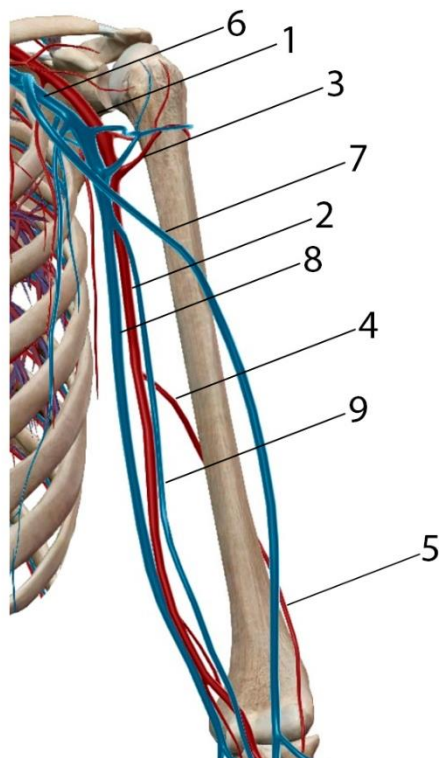


Рис. 1.1. Топографія судин діяфізарної ділянки плеча: 1 – пахвинна артерія, 2 – плечова артерія, 3 – передня ободова артерія плеча, 4 – глибока артерія плеча, 5 – променева колатеральна артерія, 6 – пахвинна вена, 7 – головна вена, 8 – базилярна вена, 9 – плечова вена.

Нутриційні артерії відходять від глибокої артерії плеча, прямують до живильних отворів, що розташовані в середній та нижній третинах діяфізу [62].

Між поверхневою та власною фасціями залягають основна та головна вени. Головна вена проходить вздовж латерального краю двоголового м'яза в латеральній біцепітальній борозні та майже по всій довжині знаходиться над власною фасцією (рис. 1.1.).

Базилярна вена проходить до середини від медіальної біцепітальної борозни та супроводжується шкірним медіальним нервом передпліччя. Вена розташована над власною фасцією до рівня середнього та дистального

відділів, де по медіальній поверхні вена та нерв проходять під власну фасцію [53].

За даними низки авторів близько 20% артеріальних стовбурів верхньої кінцівки мають нетипове розгалуження та розташування [57; 58; 59; 60].

Пахвинний нерв бере свій початок від задньої порції плечового сплетіння, огинає хірургічну шийку плечової кістки по задній поверхні та прямує до піддельтоподібного простору [61].

Серединний нерв у проксимальному відділі залягає латерально від плечової артерії, у середній третині – вентрально, а в дистальному відділі – медіально. До середини від плечової артерії розташований ліктьовий нерв та медіальний шкірний нерв передпліччя.

Шкірно-м'язовий нерв в проксимальному відділі розташований латерально від дзьобо-плечового м'яза та в середньому відділі переходить на передню поверхню плеча. Нерв залягає під довгою голівкою двоголового м'яза, на межі з середньою третиною проходить на глибокій фасції та утворює гілки до м'язів вентрального фасціального простору.

Променевий нерв у проксимальному відділі розташований нижче від сухожилка найширшого м'яза спини позаду пахвинної артерії та переходить в дорзальне фасціальне ложе між латеральною та довгою голівками триголового м'яза. В дистальному відділі плеча через латеральну міжм'язову перетинку нерв переходить вентрально та залягає між плечовим м'язом та латеральною голівкою триголового м'яза, супроводжується гілками глибокої артерії плеча.

Ліктьовий нерв прямує до медіальної міжм'язової перетинки присередньо від пахвинної артерії, на рівні проксимально-середнього відділів переходить до задньої ділянки. Шкірно-м'язовий нерв прямує між двоголовим та плечовим м'язами в медіально-латеральному напрямку [63].

Променевий нерв переходить з вентрального до дорзального фасціального ложе через проміжок між латеральною та довгою голівками триголового м'язу. Залягає в плече-м'язовому каналі та по спіралі огинає

діафіз плеча в середньому відділі, де безпосередньо прилягає до кістки (рис. 1.2.).

Діафізарна ділянка плечової кістки має великий спектр нервових розгалужень. Розуміння типової та варіантної анатомії нервових утворень та їх просторового взаєморозташування має значення при виборі оптимальної хірургічної тактики серед пацієнтів з переломами різних конституційних типів.

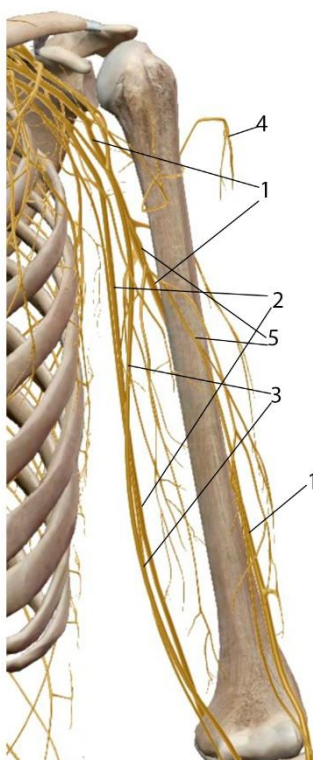


Рис. 1.2. Топографія нервів діафізарної ділянки плеча:

1 – променевий нерв, 2 – ліктювий нерв, 3 – серединний нерв,
4 – пахвинний нерв, 5 – м'язово-шкірний нерв.

Дзьобо-плечовий м'яз бере свій початок від верхівки дзьобоподібного виростка лопатки та у вигляді сплющеного сухожилка прикріплюється до плечової кістки нижче від гребеня малого горбика. Вказаний м'яз забезпечує пронаційні рухи плеча, приведення його до тулуба та згинання плеча в плечовому суглобі [64; 65].

Двоголовий м'яз плеча складається з короткої та довгої голівок. Коротка голівка бере свій початок від дзьобоподібного виростка лопатки,

довга – від надсуглобового горбика лопатки. М'язові волокна двох голівок з'єднуються в спільне черевце на рівні середньої третини діяфізу плеча та переходять у єдиний сухожилок, який кріпиться до горбистості променевої кістки. Двоголовий м'яз забезпечує супінацію передпліччя, його згинання в ліктьовому суглобі та згинання плеча в плечовому суглобі [66; 67].

Плечовий м'яз бере свій початок на рівні вентро-медіальної поверхні середньо-дистальної третини діяфізу плечової кістки та має веретеноподібний вигляд. Місцем дистальної інсерції м'яза слугує горбистість ліктьової кістки. Він забезпечує функцію згинання передпліччя в ліктьовому суглобі. Оскільки плечовий м'яз безпосередньо влітається волокнами в кісткову тканину, він має підвищений ризик до травматизації під час вивиху передпліччя та інших згинально-розгинальних травм [68; 69].

Триголовий м'яз плеча складається з довгої, латеральної та медіальної голівок. Довга голівка бере свій початок від підсуглобового горбика лопатки у вигляді товстого та короткого сухожилка, латеральна – від задньої поверхні латеральної міжм'язової перетинки та від задньо-латеральної поверхні плечової кістки у вигляді сухожильних пучків, медіальна – від медіальної поверхні поблизу борозни променевого нерва на задній поверхні плечової кістки. В деяких випадках сухожилок довгої голівки з'єднується з сухожилком широкого м'яза спини [70; 71].

Латеральна голівка у проксимальній частині покрита дельтоподібним м'язом, прямуючи дистально, покриває борозну променевого нерва. Більша частина медіальної голівки покрита латеральною та частково зростається з нею. В ділянці початку латеральної та медіальної голівок розташовується канал променевого нерва, у якому розташовані однойменний нерв та глибока артерія плеча. М'язові волокна трьох голівок об'єднуються в спільне черевце, яке переходить у сплющений сухожилок, місцем інсерції якого слугує ліктьовий відросток (рис. 1.3.).

Триголовий м'яз забезпечує розгинання передпліччя в ліктьовому суглобі, плеча – в плечовому, приводить плече.

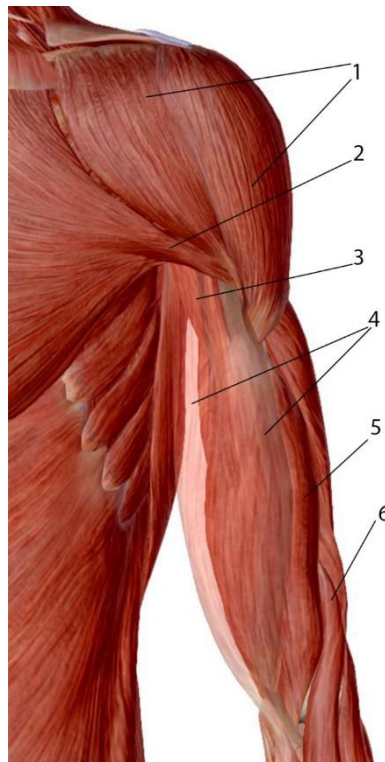


Рис. 1.3. М'язи передньої поверхні плеча: 1 – дельтоподібний м'яз, 2 – великий грудний м'яз, 3 – дзьобо-плечовий м'яз, 4 – двоголовий м'яз плеча, 5 – плечовий м'яз, 6 – плече-променеви м'яз.

Також на міжсуглобовий сегмент плеча значний вплив мають найширший м'яз спини, дельтоподібний, великий грудний, великий круглий м'язи.

Проксимальною точкою інсерції дельтоподібного м'яза слугують латеральна третина ключиці, латеральна ділянка акроміону та нижньої губи ості лопатки. М'язові волокна розділяються на передню, середню та задню частини та мають форму трикутника. Дистальним місцем прикріплення м'яза є дельтоподібна горбистість плечової кістки. Передня порція виконує функцію згинання та медіальної ротації плеча, середня – відведення плечової кістки в плечовому суглобі, задня – розгинає та супінує плече [72; 73; 74].

Великий круглий м'яз має сплющену форму, прямує від задньої поверхні латерального краю лопатки до міжгорбикової борозни плечової кістки. Означений м'яз забезпечує пронації та приведення плеча [75; 76].

Найширший м'яз спини прямує від грудного та попереково-крижового відділів хребта, нижнього кута лопатки та задньої частини клубової кістки до дна міжгорбикової борозни плечової кістки (рис. 1.4.). Він забезпечує приведення та медіальну ротацію плеча [77; 78].

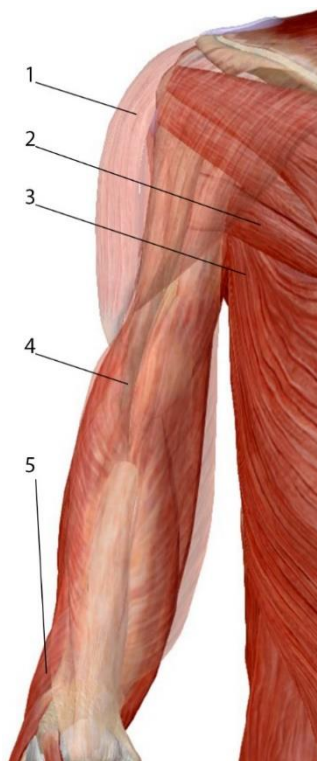


Рис. 1.4. М'язи задньої поверхні плеча: 1 – дельтоподібний м'яз, 2 – великий круглий м'яз, 3 – найширший м'яз спини, 4 – триголовий м'яз, 5 – плече-променеви м'яз.

Результати дослідження взаємодії м'язів на сучасному етапі констатували наявність кінематичних ланцюгів, які відображені у вигляді м'язових спіралей та м'язових пар.

М'язові пари – це комбінація м'язових утворень, що забезпечують рух кінематичних ланок тіла людини навколо диференційованої осі обертання та забезпечують їх стабільність. М'язові спіралі – це функціональні комбінації м'язів, що дають змогу виконувати поступальні та обертальні рухи. В ролі базису м'язової спіралі виступає ланцюг скелетних м'язів за допомогою якого виконується передача зусилля від однієї ланки до іншої. До кожної з м'язових спіралей належить окремий набір анатомічних утворень, який

складають м'язи та їх групи, що можуть бути складовою інших м'язових спіралей.

У разі порушення мускульно-спіральних взаємовідносин відбуваються патологічні зміни, що призводять до білатеральної асиметрії тіла та зниження функціональної активності конкретних м'язів. В нормі м'язові спіралі беруть свій початок від голови, шиї та прямують до м'язів верхніх кінцівок, дорзального та вентрального відділів грудної клітини та закінчуються на м'язах контрлатеральних нижніх кінцівок. Дані спіралі забезпечують осьову стабільність скелету та рухи кінцівок.

На верхній кінцівці виділяють спіральні кінематичні ланцюги супінаційно-пронаційної векторності, основними компонентами яких виступають м'язи проксимального відділу діафізарної ділянки плеча. Найбільший рівень впливу м'язів виявлено у осіб з мезоморфним соматотипом. Поглиблене розуміння біомеханічних особливостей дії м'язових утворень дозволяє розширити знання про векторність зміщення кісткових відламків при переломах діафізу плечової кістки, забезпечити проведення анатомічно-обґрунтованої репозиції кісткових відламків та попередити ризик ятрогенних ускладнень [79; 80; 81; 82].

На основі проведеного аналізу анатомічних особливостей міжсуглобового сегменту плеча виявлено, що максимальна концентрація точок інсерції м'язів на діафізарній ділянці локалізується в проксимальному та середньому її відділах. Це свідчить про переважаючий вплив дельтоподібного, великого грудного, великого круглого та найширшого м'язів спини під час рухів плеча та їх вплив на кісткові відламки у разі перелому.

Отже, хірургічна анатомія діафізарної ділянки плеча доволі складна. З одного боку, для неї характерна наявність невеликої кількості м'язових тканин та повздожне розташування м'язів, зрозумілі кісткові орієнтири, які дають змогу визначити локалізацію магістральних судин та нервів, з іншого, –

велика кількість важливих анатомічних структур розміщена у відносно невеликому просторі.

1.2. Особливості методів лікування діафізарних переломів плеча.

Консервативне лікування переломів діафізу плечової кістки

Вибір тактики лікування переломів плечової кістки висвітлено в медичних записах близько трьох тисяч років тому. Методи закритої репозиції з подальшим накладанням фіксаційної шини залишалися методом вибору до кінця XIX сторіччя.

Одним із перших відомих документальних підтверджень лікування переломів плечової кістки є Папірус Едвіна Сміта (1600 р. до н. е.). Документ містить 250 анатомічних термінів. У ньому вперше зазначено про анатомічне відокремлення плечової кістки від лопатки та ключиці. Текст містить опис методики закритої репозиції перелому з його подальшою іммобілізацією, особливостей лікування відкритих ушкоджень, деяких аспектів фізикального огляду, трьох випадків лікування переломів плеча [83; 84; 85].

Перша іммобілізація була описана близько 1000 р. до н. е. арабським лікарем Абуль Касимом. Він рекомендував максимальне згинання травмованої кінцівки в ліктьовому суглобі та її фіксацію до тулуба [86; 87].

Підхід Гіппократа до лікування переломів плеча описано в збірці його праць під назвою «Corpus Hippocraticum» (440–340 роки до н. е.). Автор відокремлював проксимальні та дистальні переломи плечової кістки, акцентуючи на більш тяжкому перебігу останніх [88].

Лікування полягало в розтягненні травмованої кінцівки, усуненні деформації з подальшою іммобілізацією. Пацієнт знаходився в сидячому стані, у пахвинній ділянці було розташовано дерев'яний протипір, кінцівка зігнута в ліктьовому суглобі. Асистент виконував тракцію за передпліччя, а лікар – ручну репозицію з подальшою іммобілізацією. На дев'ятий день пов'язку знімали, промивали кінцівку гарячою водою та повторно накладали пов'язку з додаванням ребер жорсткості з деревини. Гіппократ виявив

схильність плечової кістки до варусної деформації та описав відкриті складні переломи [89; 90].

В III сторіччі до н. е. свого розвитку набула Олександрійська медична школа, що описувала лікування переломів плечової кістки, ускладнених вивихом голівки плеча. Було рекомендовано насамперед усунути вивих, після чого виконувати репозицію та іммобілізацію перелому [91; 92].

Авл Корнелій Цельс (25 р. до н. е. – 50 р. н. е.) виокремив переломи діяфізу, проксимального та дистального відділів плечової кістки. Діафізарні переломи вважалися найбільш сприятливими до зрощення, завдавали менше болю пацієнтові та дозволяли відновити функцію кінцівки, якої було достатньо для самообслуговування [93; 94].

Автор описав різні типи переломів діяфізу плечової кістки. Він відзначив збільшення ймовірності зміщення кісткових відламків при косих переломах та схарактеризував симптом крепітації кісткових відламків під час огляду та репозиції. Цельс наголошував на ранній репозиції, що на його думку попереджувало виникнення запалення м'яких тканин і шкіри та запобігало вкороченню кінцівки [95].

Клавдій Гален (129–216 рр. н. е.) вперше описав анатомічні особливості та будову плечової кістки та здійснив лікування хворих з переломами плеча [96; 97; 98].

Павло Егінський (625–690 рр. н. е.) був визначним візантійським лікарем та зібрав медичні знання свого часу до «Медичної збірки». Праця була перекладена арабською мовою та активно використовувалася в лікарській практиці. Перша друкована версія з'явилася 1528 року, англійський переклад опубліковано 1844 року.

Автор розширив класифікацію переломів та удосконалив техніку накладання пов'язок при переломах плеча. На відміну від Гіппократа, Павло Егінський застосовував фіксувальні шини відразу після репозиції. Особливу увагу приділяв попередженню виникнення трофічних порушень шкіри [99; 100].

Перша шинуюча гіпсова іммобілізація була виконана голландським хірургом Антоніусом Матейсеном у 1851 році. Він запропонував використовувати тканину, просякнуту гіпсом, яку після накладання змочували губкою з водою для знерухомлення травмованої кінцівки. З того часу гіпсові пов'язки почали активно застосовуватися і для лікування переломів діяфізу плечової кістки [101; 102].

Ван де Лоо у 1853 році модернізував техніку Антоніуса Матейсена, запропонувавши змочувати «гіпсову» тканину перед накладанням на травмовану кінцівку. Це дало змогу больовий синдром на етапі репозиції та пришвидшити маніпуляцію. М. Пирогов у період з 1853 р. до 1856 р. впровадив в клінічну практику застосування фіксувальних пов'язок на основі крохмалю [103].

Техніка та методики гіпсової іммобілізації постійно вдосконалювалися. З початку ХХ сторіччя до середини 1940-х років використовували торакальну абдукційну гіпсову пов'язку. Відвідні форми іммобілізації засвідчили кращі результати консолідації переломів, але потребували знерухомлення плечового та ліктьового суглобів, що призводило до їх контрактур та втрати функціональності кінцівки [104; 105].

У 1966 році Л. Кленерман проаналізував результати лікування 87 пацієнтів з діяфізарними переломами плечової кістки U-подібною гіпсовою пов'язкою. Було виявлено уповільнення термінів консолідації перелому на рівні середньої третини діяфізу. Автор пов'язував це з пошкодженням нутриційних артерій, що призводило до погіршення кровопостачання кістки кісткової тканини [106].

До 1977 року іммобілізацію при переломах діяфізу плечової кістки виконували за допомогою гіпсових пов'язок із обов'язковим залученням плечового та ліктьового суглобів. Це провокувало розвиток контрактур та погіршення функціонального результату, що було пов'язано із неможливістю ранньої фізичної реабілітації.

У 1977 році А. Sarmiento вперше описав метод функціонального лікування діафізарних переломів плеча та довів, що знерухомлення плечового та ліктьового суглобів не є обов'язковим для досягнення бажаних результатів лікування.

В період з 1964 до 1977 року автор пролікував 49 пацієнтів з 51 випадками переломів діафізу плечової кістки. Виділено групи за статтю, віком, рівнем, типом перелому та травмуючим чинником. Процес лікування відбувався в два етапи – жорстка іммобілізація та функціональне ортезування.

Перший етап іммобілізації здійснювався із залученням ліктьового суглоба за допомогою пов'язки Вельпо, U-подібної пов'язки чи скелетного витягнення і тривав від чотирьох до дев'яти діб.

На другому етапі виконували функціональне ортезування за допомогою термопластичних матеріалів та ременів Velcro. Спочатку ортези виготовляли індивідуально, потім вони були доступні у двох розмірах. З початком другого етапу було рекомендовано відновлювати активні та пасивні рухи в ліктьовому суглобі. Через декілька тижнів більшість пацієнтів мали змогу доторкнутися до свого обличчя та обслуговувати себе в побуті. Було досягнуто задовільних функціональних результатів при лікуванні відкритих вогнепальних переломів.

Одночасно було встановлено, що лікування переломів діафізу плечової кістки без застосування жорсткої фіксації забезпечує утворення більшої та щільнішої кісткової мозолі. Функціональна фіксація досягається завдяки м'якотканинній компресії м'язового футляра плеча на кісткові фрагменти плечової кістки [107; 108].

У 2000 році А. Sarmiento опублікував результати одного з найбільших досліджень, де було висвітлено результати консервативного функціонального лікування діафізарних переломів плеча. Період спостереження охоплював 22 роки.

Травмовану кінцівку іммобілізували жорсткою шиною із згинанням передпліччя в ліктьовому суглобі на 90°. Закриту репозицію перелому не виконували. В середньому жорстка іммобілізація тривала протягом 9 діб. Після зменшення набряку та больового синдрому виконували накладення функціональної пов'язки, яка складалася із двох скоб з термопластичного матеріалу, підтримувальної пов'язки та ременів Velcro, за допомогою яких регулювалася компресійна сила [109].

Відразу після виконання функціонального ортезування пацієнти виконували рухи в ліктьовому та плечовому суглобах. Заборонені були рухи активної абдукції плеча та осьового навантаження на ліктьовий суглоб задля запобігання виникненню кутової деформації. Середній термін лікування складав 9 тижнів.

У 2011 році М. Таһа запропонував та описав методику консервативного лікування за допомогою підвісної гіпсової іммобілізації. Її сутність полягає в тому, що за допомогою сили тяжіння та техніки закритої репозиції вдається досягти відновлення вісі плечової кістки та консолідації перелому. Автор зазначав, що ця методика потребує ретельного динамічного нагляду та контакту «лікар-пацієнт» з метою корекції ймовірних факторів, які можуть спровокувати вторинне зміщення. Ліктьовий суглоб має бути фіксований в положенні згинання під прямим кутом, що є провокувальними чинниками розвитку згинальних контрактур [110].

У 2014 році Е. Алі у співавторстві з іншими вченими опублікували результати спостережень за пацієнтами з діафізарними переломами плечової кістки зі зміщенням. Їх лікували за допомогою U-подібної гіпсової пов'язки з подальшим переходом до функціонального ортезу на 7–10 добу з моменту травми. За даними дослідників, консолідація переломів спостерігалася у 83 % випадків [111].

У 2014–2015 роках R. Saimon опублікував результати досліджень, де відмітив використання U-подібної пов'язки при діафізарних переломах з мінімальним вкороченням кінцівки. Окрім того, пов'язка має бути доповнена

притискальним до грудної клітини ременем та фіксувальною косинкою. Конверсія методу функціонального лікування може бути виконана на 10–12 добу з моменту отримання травми та за умови зменшення вираженості набрякового синдрому.

Консервативне лікування переломів діяфізу плечової кістки досить поширене і в наш час [112; 113; 114; 115; 116].

Розвиток функціонального лікування в Україні розпочався з 1989 року завдяки О.К. Попсуйшапці, який вперше опублікував працю, де описав метод лікування діяфізарних переломів плеча за допомогою ортезу з полівіку. Він вивчав питання механізму формування периостального зрощення кістки за умови функціонального лікування. У 1998 році було опубліковано роботу з описом методики лікування діяфізарних переломів плечової кістки шинно-матерчатими ортезами. З початку ХХІ ст. і дотепер О.К. Попсуйшапка досліджує механізми консолідації переломів, виникнення та лікування хибних суглобів, лікування діяфізарних переломів [117; 118; 119; 120; 121; 122].

Результати лікування пацієнтів з переломами діяфізу плечової кістки у своїх дослідженнях проаналізував В.О. Литвишко. Він обґрунтував необхідність урахування величини зміщення кісткових відламків плечової кістки на первинній рентгенограмі, рівень перелому та довжину уламків [123; 124].

Оперативне лікування діяфізарних переломів плечової кістки

Інтрамедулярний остеосинтез

Історія розвитку інтрамедулярного остеосинтезу сягає 1897 року, коли J. Nicolaussen вперше описав принципи внутрішньокісткової фіксації переломів кісток [125; 126].

У 1937 році L. Rush вперше описав використання інтрамедулярного стрижня Штеймана в лікуванні переломів діяфізу плечової кістки. Але автору не вдалося досягти ротаційної стабільності перелому, унаслідок чого інтрамедулярна фіксація використовувалася для лікування нестабільних та

багатоуламкових переломів діафізу плечової кістки. Також відбувалась міграція стрижня в ділянці імплантації, що потребувало жорсткої зовнішньої іммобілізації кінцівки та унеможливлення її рухливості до консолідації перелому. Це супроводжувалось формуванням стійких контрактур плечового та ліктьового суглобів та не призводило до відновлення функцій кінцівки [127].

У 1940 році G. Kuntscher переконав травматологічну спільноту в дієвості інтрамедулярної фіксації. Це призвело до її широкого застосування, але рекомендації для її використання обмежувались короткими косими переломами верхньої третини плечової кістки [128].

У 2001 році J. Blum опублікували роботу, у якій висвітлив результати лікування 84 пацієнтів за допомогою блокованого інтрамедулярного стрижня типу UHN. Автори дійшли висновку, що ретроградний остеосинтез, у порівнянні з антеградним, викликав більше технічних інтраопераційних труднощів та постопераційних ускладнень [129].

У 2003 році J. Lin опублікував результати лікування 159 пацієнтів з переломами діафізу плечової кістки. Автор зауважував, що ризик сповільнення консолідації або її відсутність з формуванням хибного суглобу підвищується із збільшенням міжуламкового діастазу та відсутністю необхідної компресії, при ятрогенному пошкодженні кісткових відламків під час розширення кістково-мозкового каналу. Також ризик виникнення ускладнень, пов'язаних з процесами консолідації, підвищувався у випадку застосування ретроградного методу [130]. Оцінка результатів означеного дослідження вказує на те, що метод інтрамедулярного остеосинтезу при переломах діафізу плечової кістки є ефективним, зокрема при скалкових та подвійних переломах. Ризик виникнення ускладнень був достатньо великим та складав 19 %, але міг бути знижений шляхом модернізації техніки оперативних втручань та імплантів.

У 2016 році M. Kivi та співавтори повідомили про результати лікування сталевими інтрамедулярними блокуючими стрижнями у 78 пацієнтів. Автори

зазначають високий ризик відсутності консолідації перелому діяфізу плечової кістки під час використання блокованого інтрамедулярного остеосинтезу, зменшення якого можливо досягти за умови ретельного передопераційного планування [131].

Накістковий остеосинтез

Накістковий остеосинтез пластинами та гвинтами переломів діяфізу плечової кістки застосовується впродовж багатьох років розглядається та низкою авторів у якості методу вибору [132; 133; 134; 135]. Це зумовлено жорсткістю фіксації та можливістю раннього відновлення функції суміжних суглобів.

D. Neim та співавтори опублікували результати лікування 129 пацієнтів з переломами діяфізу плечової кістки. Лікування відбувалося за допомогою відкритої репозиції кісткових відламків з подальшим накістковим остеосинтезом пластинами. Автори зробили висновок, що накістковий остеосинтез може бути застосований як альтернатива консервативному лікуванню. Але традиційні методи накісткового остеосинтезу супроводжуються великим хірургічним доступом та скелетуванням значної ділянки кістки, що порушує екстремедулярний шлях кісткового живлення, є травматичним та може супроводжуватися виникненням інфекційних ускладнень [136].

У 1995 році H. Bezes разом зі співавторами оприлюднив результати лікування діяфізарних переломів плечової кістки у 246 пацієнтів. Спостереження проводили впродовж 22 років. Автори зазначають, що застосування методики накісткового остеосинтезу дало змогу розпочати ранні реабілітаційні заходи [137].

У 2000 році J. Charman з колегами провели аналіз результатів лікування 156 пацієнтів з переломами діяфізу плечової кістки за допомогою накісткового остеосинтезу пластинами [138].

З початком ХХ сторіччя класичний накістковий остеосинтез пластинами зазнав трансформацій: відбувався перехід до техніки

мостоподібної фіксації, зменшувалися хірургічні доступи та почали втілюватися в життя ідеї малоінвазивного накісткового остеосинтезу. K. Tetsworth, E. Hohmann, Frank J. P. Beeres публікують результати лікування пацієнтів з переломами діафізу плечової кістки за допомогою методики малоінвазивного накісткового остеосинтезу. Задовільного функціонального результату досягнуто у 95 % випадків [139; 140; 141].

Методика малоінвазивного накісткового остеосинтезу може бути застосована для лікування більшості закритих діафізарних переломів плечової кістки. Хірургічні доступи виконуються дистально та проксимально відносно локалізації перелому та мають мінімальний вплив на утворену первинну гематому. Це сприяє фізіологічному формуванню кісткового мозолу та мінімізує ризик незрощення та утворення хибного суглобу [142].

У 2014 році E. Venegas провів порівняльний аналіз результатів лікування пацієнтів з діафізарними переломами плечової кістки за допомогою методики інтрамедулярного остеосинтезу та малоінвазивного накісткового остеосинтезу. Автори дійшли висновку, що середні строки консолидації та функціонального відновлення плечового та ліктьового суглобів були однакові в обох груп пацієнтів [143].

У 2016 році H. Qiu та співавтори провели аналіз наукової літератури та публікацій щодо лікування за допомогою методики малоінвазивного накісткового остеосинтезу. Було виявлено зменшення термінів консолидації переломів, що дало змогу зменшити середні строки лікування та збільшити раннє функціональне навантаження. Методика малоінвазивного накісткового остеосинтезу у порівнянні з іншими уможливила скорочення кількості ятрогенних ускладнень, пов'язаних із пошкодженням променевого нерву, та постопераційних інфекційних ускладнень. За інформацією дослідників, найбільшу кількість ятрогенного пошкодження променевого нерва спостережено при застосуванні інтрамедулярного остеосинтезу, а саме на етапі виконання дистального блокування [144].

У 2020 році Frank J. P. Beeres та співавтори провели порівняльний аналіз результатів лікування 361 пацієнта. Автори відмітили, що функціональні результати лікування традиційним накістковим та малоінвазивним накістковим методами остеосинтезу були однаковими. Однак було зауважено, що ризик незрощення та утворення хибних суглобів, ятрогенного вторинного пошкодження променевого нерва нижчий під час застосування малоінвазивної накісткової техніки остеосинтезу [145].

Сучасні принципи лікування переломів діафізарної ділянки плеча базуються на принципах, розроблених та впроваджених провідними науковцями АО. Вибір методики лікування залежить від типу перелому за класифікацією АО, яка базується на кількості та характері кісткових відламків та не передбачає урахування дії м'язового компоненту на вектор їх зміщення [146; 147].

Проаналізовані наукові джерела засвідчили низку недоліків інтрамедулярного блокованого остеосинтезу за умови лікування переломів діафізарної ділянки плечової кістки. До одних з них належить відсутність абсолютної ротаційної стабільності в місці контакту проксимального та дистального кісткових фрагментів. Амплітуда ротаційних рухів залежить від ступеня рухомості блокувальних гвинтів щодо стрижня. Також може спостерігатися розвиток контрактур плечового суглобу, який пов'язаний з імпіджментом [148; 149].

Традиційний накістковий остеосинтез також має недоліки, що підвищують ризик виникнення післяопераційних ускладнень, пов'язаних із великою площею хірургічного доступу, порушенням екстремедулярного типу кісткового живлення. Це свідчить про необхідність подальшого удосконалення техніки його виконання. Техніка малоінвазивного накісткового остеосинтезу є доволі перспективною в лікуванні пацієнтів з діафізарними переломами плечової кістки, але її застосування може супроводжуватися пошкодженням важливих м'якотканинних структур та викликати постопераційні ускладнення.

1.3. Причини виникнення ускладнень при лікуванні переломів діяфізу плеча

До ускладнень лікування переломів діяфізу плечової кістки належать ушкодження променевого нерва, порушення процесів регенерації кісткової тканини, формування хибного суглоба, кутова та ротаційна деформація, розвиток контрактур плечового та ліктьового суглобів, пошкодження магістральних судин.

Пошкодження променевого нерва є однією із найактуальніших проблем при лікуванні переломів діяфізу плечової кістки. За механізмом виникнення невротія розподіляється на первинну та ятрогенну. Частота виникнення післятравматичної невротії променевого нерва коливається від 4 % до 18 %, ятрогенного ушкодження – від 4 % до 16 %. Також низка авторів виокремлює з-поміж ускладнень розвиток віддаленої невротії, яка індукується потраплянням нерва до кісткової мозолі або його компресією внаслідок утворення злук [150; 151].

Первинна невротія променевого нерва відбувається безпосередньо в момент отримання травми. Механізм ушкодження може бути прямим та опосередкованим. Причиною прямого механізму ушкодження є вплив високоенергетичного травмуючого чинника: прямий травмуючий вектор, ушкодження кістковими відламками, розчавлення м'якотканинних структур. Також травміндукована невротія може бути викликана компресією внаслідок збільшення об'єму післятравматичної міжуламкової первинної гематоми та збільшенням набряку м'якотканинних структур. До непрямих механізмів можна віднести ротаційне пошкодження та перерозтягнення нерва [152; 153; 154].

При проксимальних переломах діяфізарної ділянки плеча невротія може бути спровокована перерозтягненням променевого нерва та странгуляційною компресією фасціальними перетинками.

При переломах діяфізу плечової кістки на рівні середньої третини ураження променевого нерва пов'язане з особливостями його топографічного

взаєморозташування з кісткою. Клінічно це буде проявлятися у вигляді порушення функції розгинання кисті, неможливості супінації передпліччя та відведення I пальця.

У випадку перелому діафізу на рівні нижньої третини відбувається його зміщення назад, пов'язане з біомеханічним впливом триголового м'яза, та по довжині, зумовлене впливом двоголового м'яза плеча. Вказані вище чинники можуть спровокувати первинне ураження променевого нерва, що спричинено особливостями його топографії на цьому рівні – безпосереднім проходженням над діафізарною ділянкою плечової кістки. Також збільшення ризику розвитку віддаленої невропатії спостерігається саме в дистальному відділі. У пацієнтів з невропатією на означеному рівні можуть зберігатися пронаційні та супінаційні рухи, розгинання кисті, але порушуються чутливість дистальних відділів верхньої кінцівки залежно від зон іннервації [155; 156; 157].

Порушення процесів консолідації переломів плечової кістки у вигляді незрощення за даними низки літературних джерел становить від 4 % до 15 %. Основними чинниками виникнення цього ускладнення є остеопороз, інфекційні ускладнення, надмірний розвиток підшкірно-жирової клітковини тощо. Також розвиток незрощення індукують технічні помилки на одному чи декількох етапах консервативного чи оперативного лікування [158; 159; 160; 161; 162].

Під час консервативного лікування незрощення може виникати внаслідок порушення техніки іммобілізації, а саме на етапі первинної іммобілізації та нестабільності пов'язки в процесі подальшої терапії. Також ризик підвищується в разі перерозтягнення ушкодженої діафізарної ділянки, відсутності ротаційної стабільності, зокрема під час лікування поперечних переломів.

За умови використання техніки накісткового остеосинтезу викликати розвиток незрощення перелому можуть такі чинники: інфекційні ускладнення, що пов'язані з величиною хірургічного доступу, порушення

техніки виконання остеосинтезу, яке призводить до відсутності бажаної стабільності та вторинного зміщення. Скелетування значної ділянки кістки з пошкодженням нутриційних артерій також може спричинити порушення процесів консолідації.

У разі використання техніки інтрамедулярного остеосинтезу під час закритої репозиції перелому можлива м'якотканинна міжуламкова інтерпозиція, що провокує порушення утворення кісткового мозоля. Надмірне перерозтягнення травмованого сегмента та відсутність міжуламкової компресії, відсутність ротаційної стабільності при пошкодженні блокуючих гвинтів чи за умови використання неблокованого інтрамедулярного металофіксатору також можуть призводити до незрощення перелому діафізарної ділянки плечової кістки.

Під час застосування позавогнищевої стабілізації переломів апаратами зовнішньої фіксації незрощення може виникати внаслідок недостатньої кількості фіксуючих елементів або помилок під час їх проведення, відсутності клінічного моніторингу та рентгенологічного контролю перебігу лікування і спроможності фіксації [163; 164; 165].

Ушкодження магістральних судин під час консервативного та оперативного лікування переломів діафізу плечової кістки, за даними наукових джерел, трапляється нечасто. Під час консервативного лікування пошкодження судин може бути пов'язане з їх травматизацією кістковими уламками, а також порушенням техніки закритої репозиції. За умови використання методів накісткового остеосинтезу пошкодження судинного компонента може відбуватися під час розсвердлювання отворів без застосування обмежувача та через неправильно обрану довжину фіксуючих гвинтів. Під час інтрамедулярного остеосинтезу можливе пошкодження судин блокуючими проксимальними та дистальними гвинтами, а також у ході виконання закритої репозиції перелому [166; 167].

Розвиток контрактур плечового та ліктьового суглобів під час консервативного лікування пов'язаний із застосуванням нефункціональних

фіксує пов'язок, які унеможливають ранню пасивну та активну активізацію суміжних суглобів. У разі використання функціональних фіксує пов'язок, за умови відтермінування ранньої пасивної та активної фізичної реабілітації, також можливе виникнення контрактур.

Під час використання методів накісткового остеосинтезу розвиток контрактур ліктьового та плечового суглобів індукується травматизацією м'язотканинних структур під час виконання оперативного доступу. Пошкодження супроводжується больовим синдромом пацієнта та сповільнює початок реабілітаційного періоду.

Розвиток порушення рухів суміжних суглобів у ході застосування оперативної техніки інтрамедулярного остеосинтезу стрижнями може бути викликаний травматизацією суглобової поверхні під час розкриття кістково-мозкового каналу. Це супроводжується розвитком інтраартикулярного пошкодження хряща та утворенням сполучнотканинних злук. Порушення техніки виконання оперативного втручання та імпіджмент-синдром провокують розвиток ускладнень під час реабілітаційного періоду та знижують його ефективність [168; 169].

Таким чином відсутність даних про вплив м'язового компонента на перебіг відновлення функції ушкодженого діафізарного відділу плечової кістки свідчить про актуальність обраного напрямку дослідження, а саме – вивчення особливостей анатомічних взаємовідносин в системі «кістка-м'яз» в нормі та при переломі та удосконалення методик лікування пацієнтів із зазначеними травмами.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження передбачало взаємодоповнювальні частини – топографо-анатомічну, біомеханічну та клінічну. Вони об'єднані метою роботи та конкретними завданнями.

2.1. Анатоμο-топографічне дослідження за допомогою магнітно-резонансної томографії

В рамках анатоμο-топографічної частини нашої дисертаційної роботи проведено порівняльний аналіз ретроспективних даних результатів 73 стандартних послідовних МРТ-сканів ділянки плеча, що були виконані за допомогою МРТ-системи MAGNETOM Skyra фірми SIEMENS з індукцією магнітного поля 3 Тесла. Сканування проводили в сагітальній, фронтальній та аксіальній площинах. Було використано T1, T2 та Pd режими сканування для кожної з площин. Вивчення та аналіз МРТ-сканів виконували на ліцензійному програмному забезпеченні RadiAnt DICOM Viewer за допомогою системи візуалізації LG.

Магнітно-резонансну томографію ділянки плеча проводили пацієнтам віком від 17 до 72 років у вигляді монодослідження, а також під час сканування плечового суглобу, інших органів та систем. Середній вік пацієнтів складав 48 років, середній вік жінок – 49 років, чоловіків – 47 років. За гендерним розподілом чоловіки склали 61,6 % (45), жінки – 38,4 % (28). Особи від 17 до 44 років склали 39 % (29), від 45 до 59 років – 36 % (26), старші за 60 років – 25 % (18). Розгорнуту гендерно-вікову характеристику відповідно до класифікації віку ВООЗ наведено на рисунку 2.1.

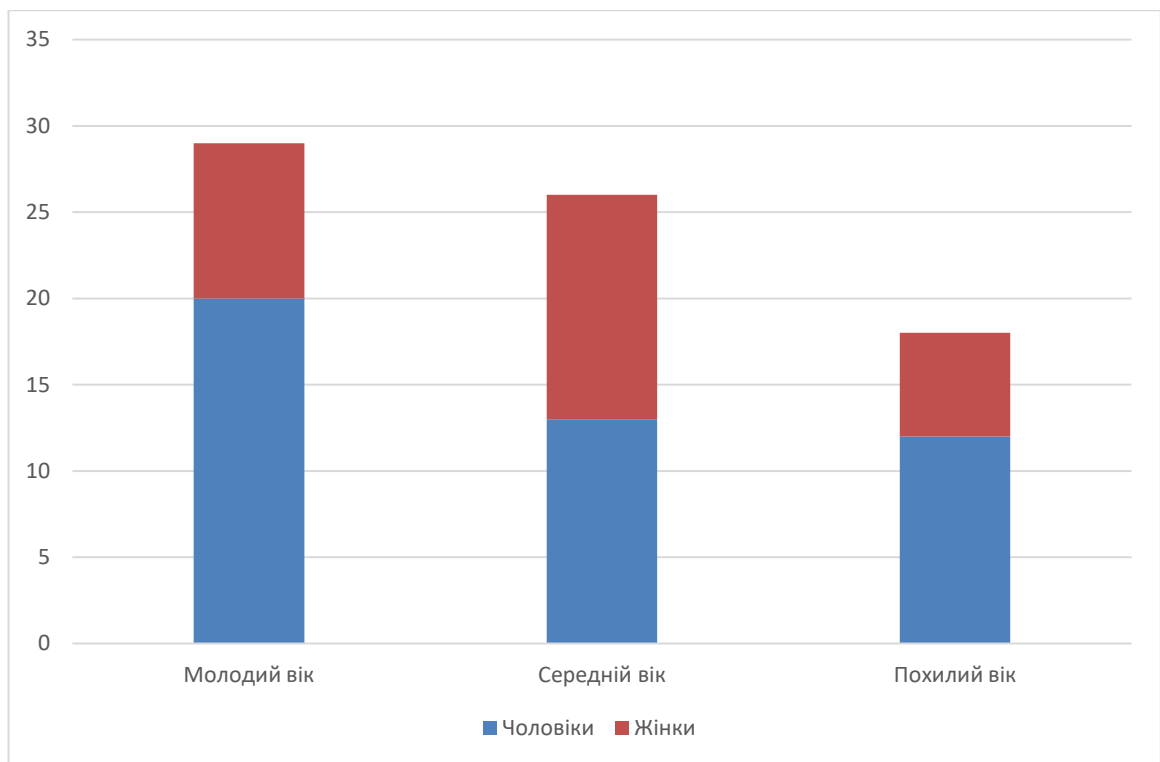


Рис. 2.1. Гендерно-вікова характеристика пацієнтів анатомо-топографічного дослідження

Диференційовано анатомічні особливості будови великого грудного, дельтоподібного, великого круглого та найширшого м'яза спини. Визначено висоту точок інсерції дельтоподібного, великого грудного, великого круглого м'язів та найширшого м'яза спини на діафізарній ділянці плечової кістки від вершини великого горбика плеча. Проведено оцінку ширини дельтоподібного, великого грудного, великого круглого м'язів та найширшого м'яза спини поблизу місць інсерції на плечовій кістці.

Статистична обробка результатів проводилася за допомогою програми «Excel» з пакету Microsoft Office 2017.

Для статистичного дослідження усереднених даних результатів антропометричних досліджень м'язів діафізарної ділянки плеча за даними МРТ серед різних вікових груп пацієнтів ми використали параметричний критерій t– Стьюдента (випадок незв'язані вибірки різних обсягів).

2.2. Біомеханічне дослідження

В межах біомеханічного дослідження проведено аналіз та оцінку зміщення кісткових уламків у 92 пацієнтів із переломами діафізу плечової

кістки віком від 19 до 90 років. За віковою класифікацією ВООЗ пацієнти молодого віку склали 29,3 % (27), середнього віку – 19,6 % (18), похилого віку – 42,4 % (39), старечого віку – 8,7 % (8). За гендерним розподілом переважали жінки – 67,4 % (62), чоловіки – 32,6 % (30). Середній вік пацієнтів жіночої статі становив 58,7 років, чоловічої статі – 46,5 років. Розгорнутий гендерно-віковий розподіл пацієнтів відображено на рисунку 2.2.

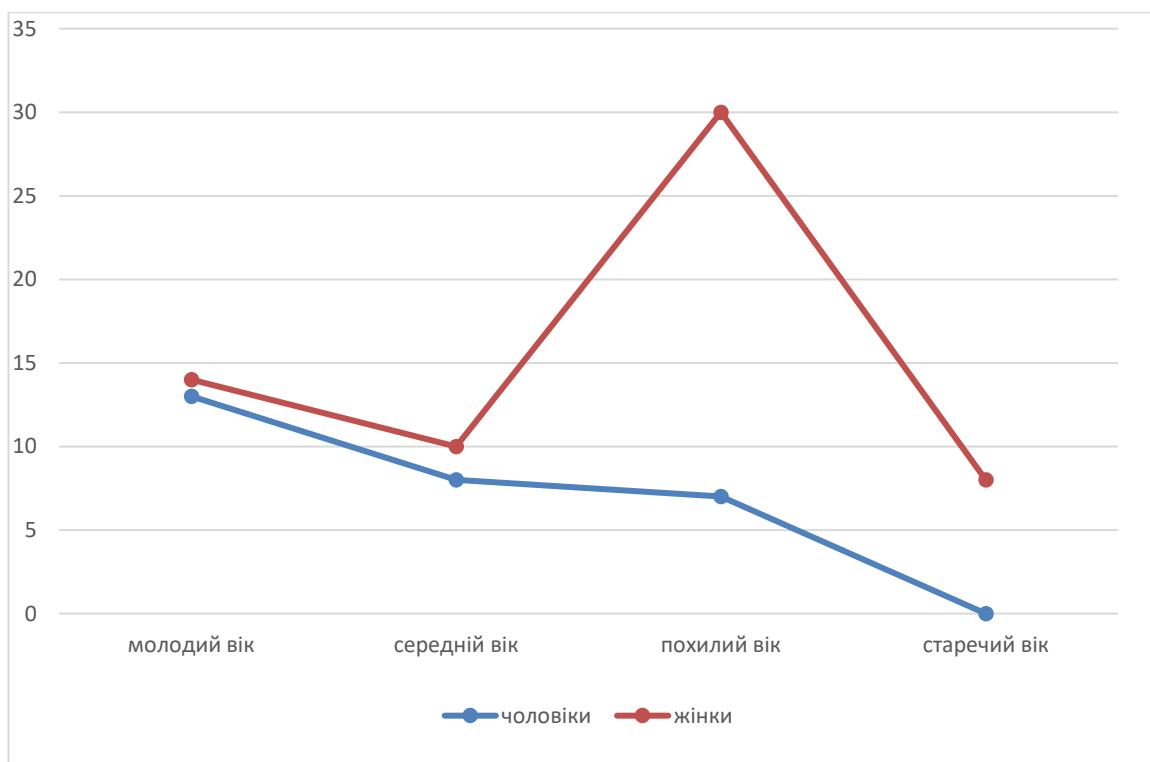


Рис. 2.2. Гендерно-віковий розподіл пацієнтів біомеханічного дослідження згідно класифікації ВООЗ

Серед причин виникнення перелому діафізу плечової кістки переважала низькоенергетична травма – внаслідок падіння з висоти власного зросту на витягнуту руку, ліктьовий суглоб та на бік, її було діагностовано у 84,7 % (78) пацієнтів. Високоенергетична травма, що сталася внаслідок дії травмувального чинника з високою кінетичною енергією (дорожньо-транспортні катастрофи, прямий або опосередкований удар, падіння з висоти тощо) виявлена у 15,2 % (14) випадків.

У всіх пацієнтів діагностовано закриті переломи діафізу плечової кістки. Згідно з класифікацією АО розподіл переломів був таким: прості

переломи типу 12-А діагностовано у 35,9 % (33) випадків. Переломи з наявністю клиноподібного кісткового відламку типу 12-В виявлено у 33,7 % (31) випадків. Складні багатоуламкові переломи діафізарної ділянки типу 12-С – у 30,4 % (28) випадках. Розгорнуту характеристику переломів діафізу плечової кістки за класифікацією АО відображено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Характеристика переломів діафізу плечової кістки в досліджуваних пацієнтів за класифікацією АО

№	Тип перелому за класифікацією АО	Кількість переломів, n	Кількість переломів в залежності від топографо-анатомічної локалізації, шт.		
			Верхня третина, n	Середня третина, n	Нижня третина, n
1.	Простий гвинтоподібний 12-А1	11	3	5	3
2.	Простий косий 12-А2	7	-	6	1
3.	Простий поперечний 12-А3	15	1	12	2
4.	Клиноподібний простий 12-В1	9	5	2	2
5.	Клиноподібний гвинтоподібний 12-В2	11	1	10	-
6.	Клиноподібний скалковий 12-В3	11	2	5	4
7.	Складний	12	8	3	1

	гвинтоподібний 12-С1				
8.	Складний сегментарний 12-С2	3	-	2	1
9.	Складний скалковий 12-С3	13	6	5	2
Усього		92	26	50	16

У дослідженні брали участь пацієнти, які не мали тяжкої коморбідної патології, що мала б вплив на стан кісткової тканини.

2.3. Клінічне дослідження

2.3.1. Методики клінічних та інструментальних обстежень хворих

На етапі первинного огляду пацієнтів з переломами діяфізу плечової кістки застосовано стандартну діагностичну схему травматологічного обстеження. Акцентуація була спрямована на визначення механізму та характеру травми, наявності поєднаного чи комбінованого ушкодження. З даних анамнезу з'ясовували наявність чи відсутність коморбідної патології, перенесені оперативні втручання та функцію ушкодженої кінцівки до моменту впливу травмувального чинника.

Під час клінічного огляду визначали інтенсивність вираженості набряку, наявності ушкодження шкірних покривів, видимої деформації та порушення вісі плеча. Проводили оцінку ступеня патологічної рухомості, чутливості та пульсації дистальних відділів ураженої кінцівки. Локальний статус вивчали, використовуючи методики обстеження хворих з ортопедичними захворюваннями за В. О. Марксом [35].

Клінічне дослідження базоване на порівняльному аналізі результатів лікування 130 пацієнтів з переломами діяфізу плечової кістки. Усі хворі розподілені на дві групи в залежності від застосованих методів лікування.

Групу **консервативного лікування** склали 43 пацієнти з переломами діяфізу плечової кістки віком від 24 до 90 років. За гендерним розподілом серед них переважали жінки – 65,1 % (28), чоловіки склали 34,9 % (15).

Середній вік пацієнтів жіночої статі становив 66,8 років, чоловічої – 55,3 років. Найбільшу кількість пацієнтів з діяфізарними переломами плечової кістки склали жінки віком від 60 до 74 років – 39,5 % (17). Серед пацієнтів молодого віку переважали чоловіки – 9,3 % (4). Серед пацієнтів середнього віку переважали жінки – 9,3 % (4). Серед пацієнтів похилого віку переважали жінки – 39,5 % (17). Серед пацієнтів старечого віку переважали жінки – 11,6 % (5). Серед довгожителів спостерігалася одна пацієнтка жіночої статі. Розгорнуті дані гендерно-вікового розподілу відповідно до класифікації Всесвітньої організації охорони здоров'я наведено на рисунку 2.3.

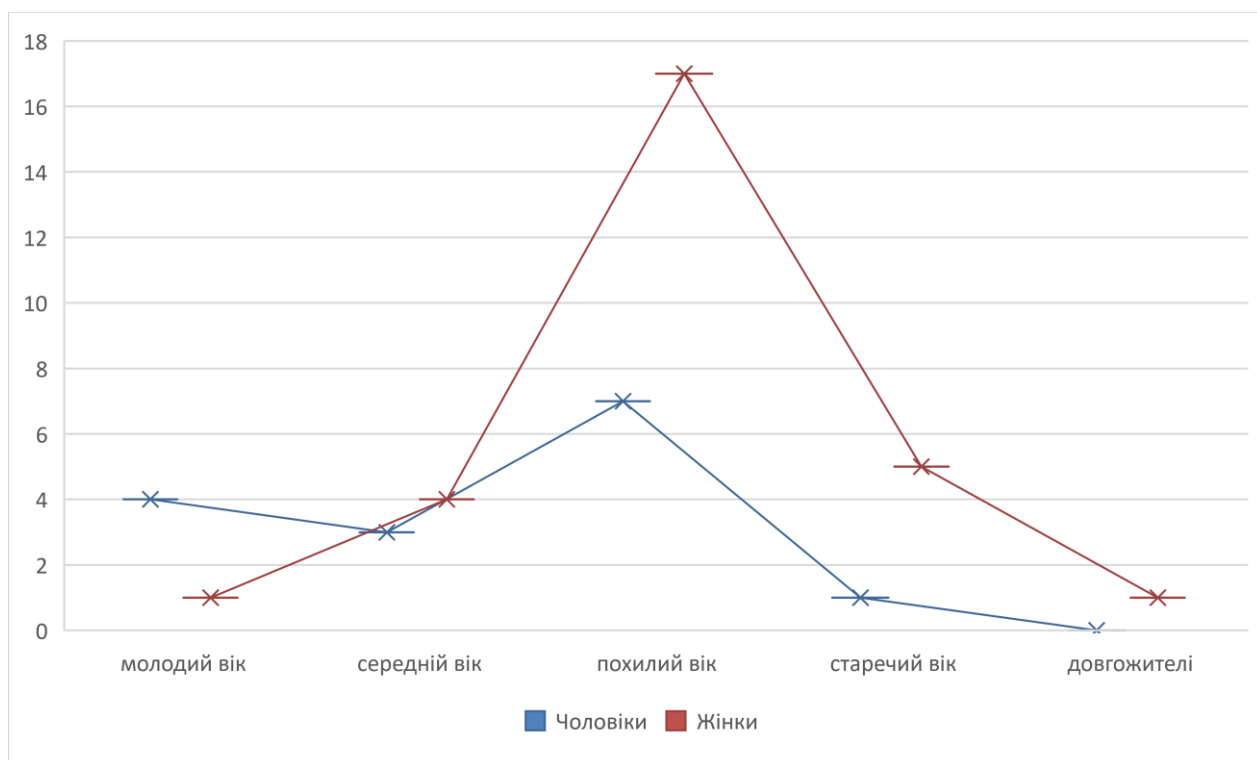


Рис. 2.3. Гендерно-віковий розподіл пацієнтів групи консервативного лікування згідно класифікації ВООЗ

Термін первинного звернення та/або госпіталізації складав від 30 хвилин до 4-х діб з моменту отримання травми. У період від 30 хвилин до 6

годин з моменту травми звернулося 53,5 % (23) пацієнтів. У період від 6 до 12 годин – 16,3 % (7) пацієнтів. У період від 12 до 24 годин – 20,9 % (9) пацієнтів. Від 1 до 4 діб з моменту впливу травмувального чинника звернулося 9,3 % (4) пацієнтів.

Причиною виникнення переломів діяфізу плечової кістки була низькоенергетична та високоенергетична травма. Низькоенергетична травма передбачає падіння з висоти власного зросту на витягнуту руку, на бік, на перешкоду та падіння з ліжка. Високоенергетична травма – ушкодження, викликане дією травмувального чинника з високою кінетичною енергією, а саме – унаслідок дорожньо-транспортних пригод, падіння з висоти, хуліганських дій та травм на виробництві. У 83,7 % (36) пацієнтів приводом для перелому діяфізарної ділянки плечової кістки була низькоенергетична травма, у 16,3 % (7) пацієнтів – високоенергетична травма. Розгорнуті дані залежно від статі та типу травми наведено на рисунку 2.4.

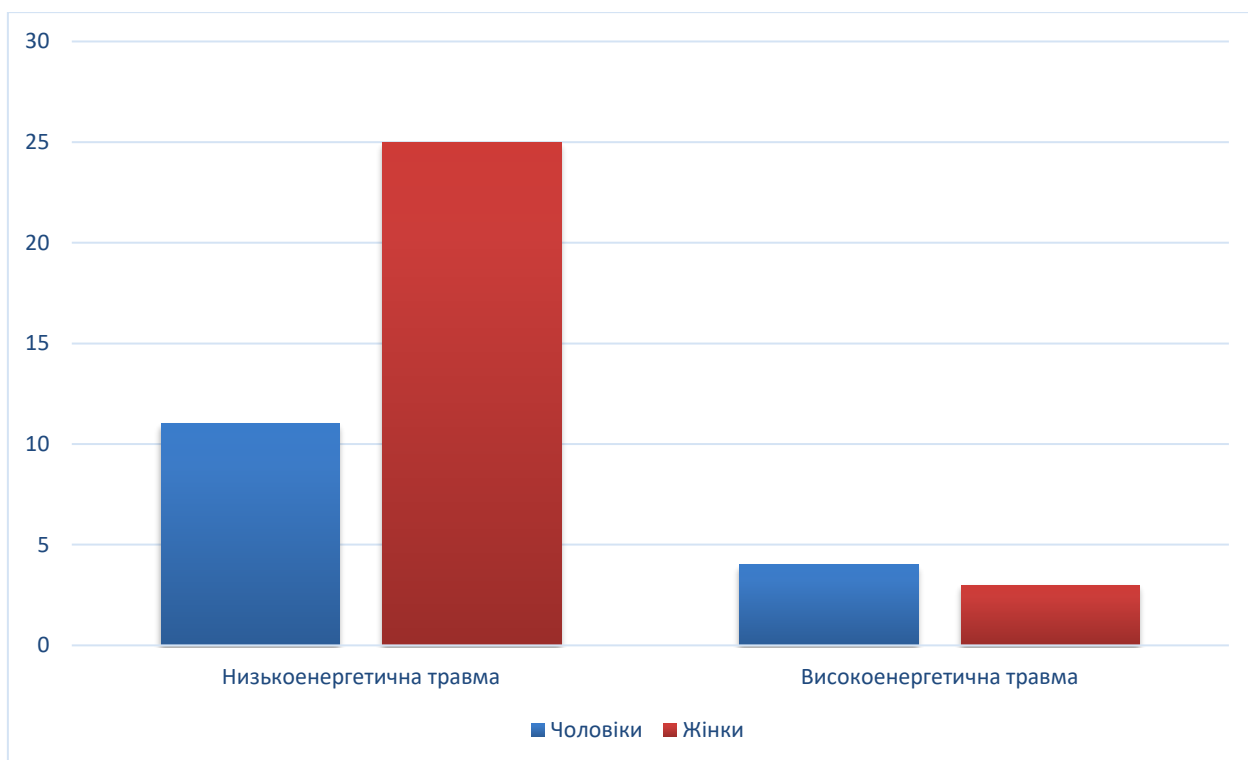


Рис. 2.4. Розподіл пацієнтів групи консервативного лікування залежно від типу травми

У 100 % пацієнтів було діагностовано закриті переломи діяфізу плечової кістки. За класифікацією АО переломи розподілено так:

- 12-A – 55,7 % (24) пацієнтів;
- 12-B – 25,6 % (11) пацієнтів;
- 12-C – 18,7 % (8) пацієнтів.

Розгорнуту характеристику розподілу переломів діафізу плечової кістки за класифікацією АО та висотою наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.

Розподіл переломів діафізу плечової кістки групи консервативного лікування за класифікацією АО та за висотою

№	Тип перелому за класифікацією АО	Кількість переломів, n (%)	Кількість переломів в залежності від висоти ушкодження, n (%)		
			Верхня третина, n (%)	Середня третина, n (%)	Нижня третина, n (%)
1.	Простий гвинтоподібний 12-A1	5 (11,5 %)	5 (11,5 %)	-	-
2.	Простий косий 12-A2	8 (18,6 %)	1 (2,3 %)	7 (16,3 %)	-
3.	Простий поперечний 12-A3	11 (25,6 %)	2 (4,7 %)	8 (18,6 %)	1 (2,3 %)
4.	Клиноподібний простий 12-B1	3 (7,0 %)	2 (4,7 %)	1 (2,3 %)	-
5.	Клиноподібний гвинтоподібний 12-B2	5 (11,6 %)	4 (9,3 %)	1 (2,3 %)	-
6.	Клиноподібний скалковий 12-B3	3 (7,0 %)	-	2 (4,7 %)	1 (2,3 %)

7.	Складний гвинтоподібний 12-С1	3 (7,0 %)	2 (4,7 %)	1 (2,3 %)	-
8.	Складний сегментарний 12- С2	2 (4,7 %)	-	2 (4,7 %)	-
9.	Складний скалковий 12-С3	3 (7,0 %)	2 (4,7 %)	-	1 (2,3 %)
Всього		43 (100 %)	18 (41,9 %)	22 (51,2 %)	3 (6,9 %)

Групу **оперативного лікування** склали 87 пацієнтів віком від 16 до 83 років з переломами діафізу плечової кістки. За гендерним розподілом серед них переважали жінки – 71,3 % (62), чоловіки склали 28,7 % (25).

Середній вік пацієнтів складав 51,5 років. Середній вік пацієнтів чоловічої статі – 40,4 років, жіночої – 56 років. Найбільшу кількість пацієнтів з переломами плечової кістки склали жінки віком від 60 до 74 років – 29,9 % (26). Серед пацієнтів молодого віку переважали жінки – 21,8 % (19). Серед пацієнтів середнього віку переважали жінки – 11,5 % (10). Серед пацієнтів старечого віку також переважали пацієнти жіночої статі – 8 % (7).

Розгорнута гендерно-вікова характеристика пацієнтів відповідно до класифікації Всесвітньої організації охорони здоров'я наведена на рисунку 2.5.

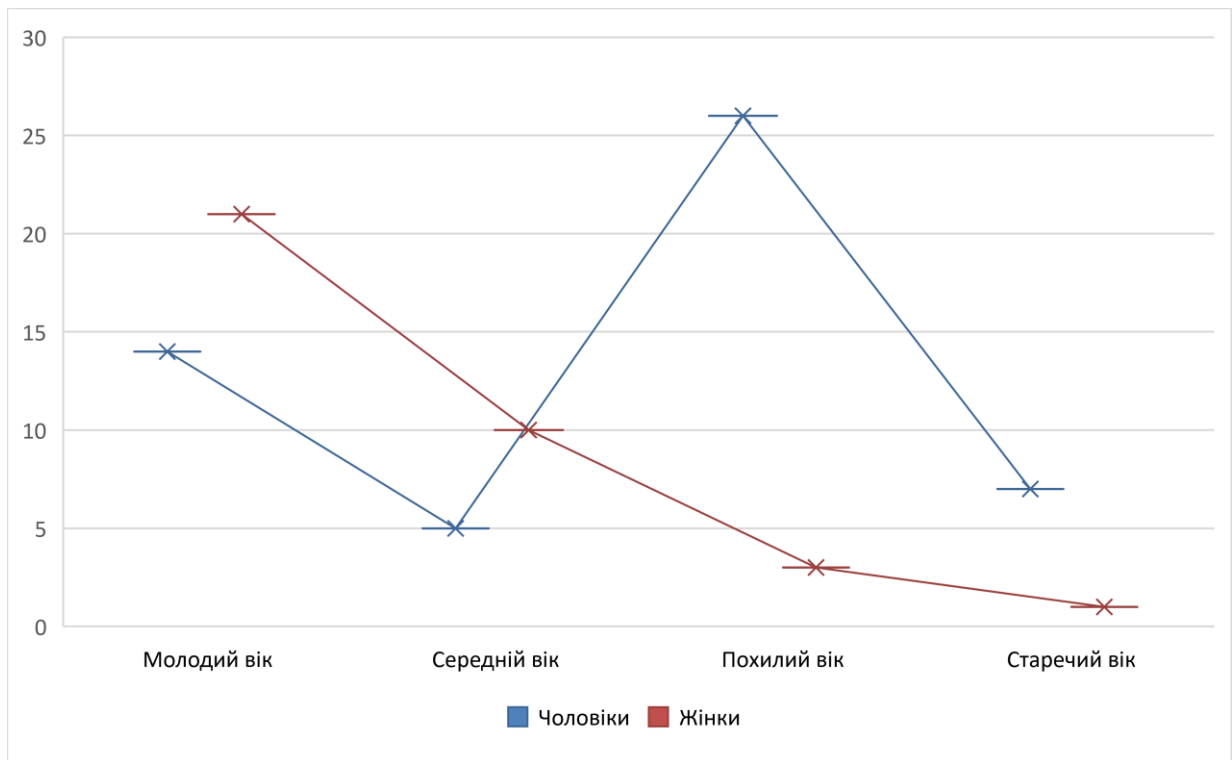


Рис. 2.5. Гендерно-віковий розподіл пацієнтів групи оперативного лікування згідно класифікації ВООЗ

Термін госпіталізації до профільного відділення від моменту отримання травми складав від 50 хвилин до 7 діб. У період до 6 годин з моменту впливу травмувального чинника було госпіталізовано 8,1 % (7) пацієнтів. У період від 6 до 12 годин – 12,6 % (11) пацієнтів. У період від 12 до 24 годин – 10,3 % (9). У період від 1 доби до 7 діб з моменту отримання травми – 69 % (60) пацієнтів.

Взаємозв'язок терміну госпіталізації з віком та статтю пацієнтів відображено на рисунку 2.6.

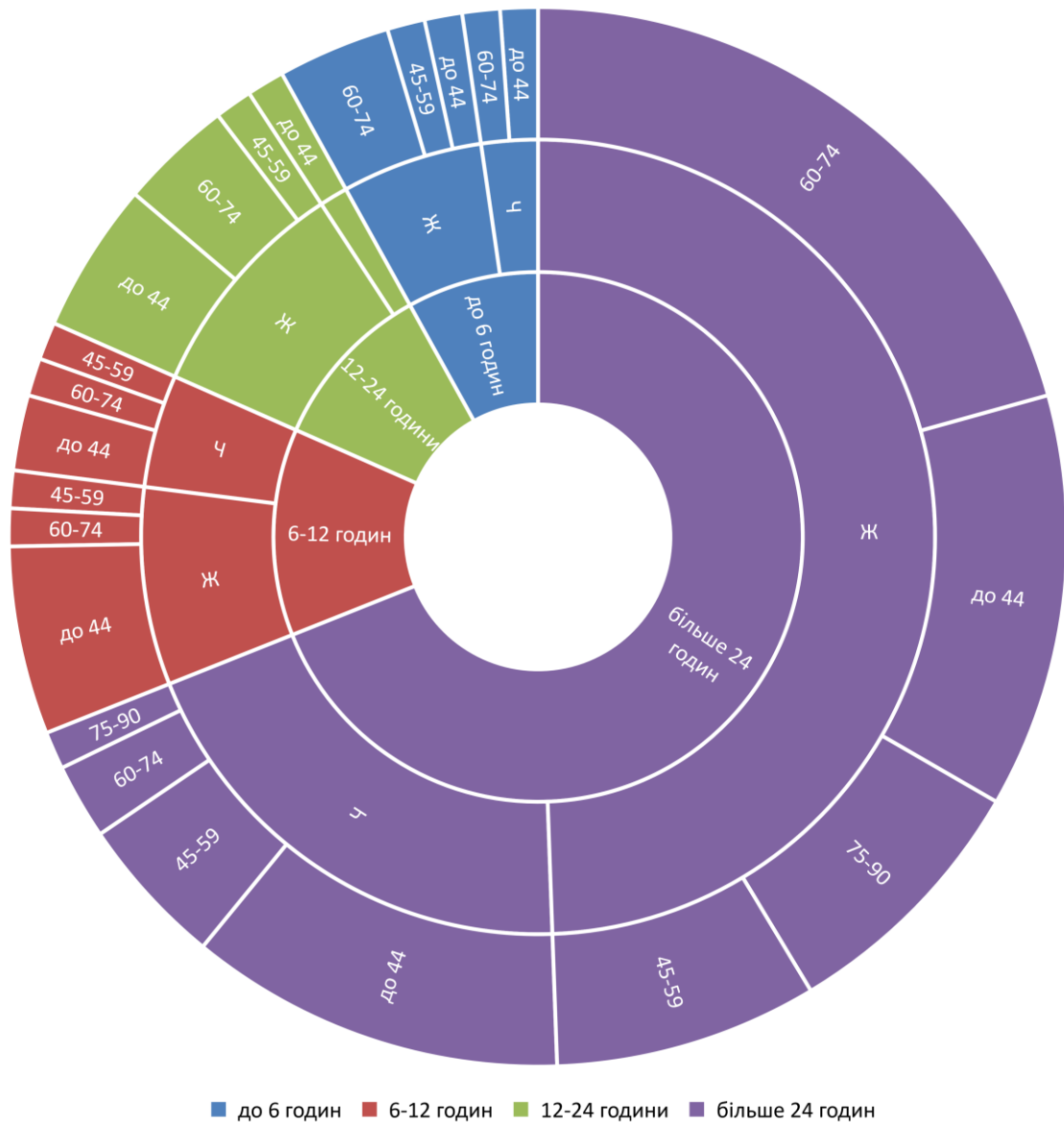


Рис. 2.6. Взаємозв'язок терміну госпіталізації пацієнтів групи оперативного лікування з віком та статтю

Причиною виникнення перелому діафізу плечової кістки був вплив високоенергетичного та низькоенергетичного травмувального чинника. Високоенергетична травма внаслідок дорожньо-транспортних пригод, падіння з висоти тощо, зафіксована у 21,8 % (19) пацієнтів. Низькоенергетична травма внаслідок падіння з висоти власного зросту на перешкоду, бік чи витягнуту верхню кінцівку, зустрічалася у 78,2 % (68) випадків.

Розгорнуту характеристику розподілу переломів діяфізу плечової кістки за класифікацією АО та в залежності від локалізації наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3.

Розподіл переломів діяфізу плечової кістки групи оперативного лікування за класифікацією АО та залежно від локалізації

№	Тип перелому за класифікацією АО	Кількість переломів, n (%)	Кількість переломів в залежності від висоти ушкодження, шт. (%)		
			Проксимальний відділ, n (%)	Середній відділ, n (%)	Дистальний відділ, n (%)
1.	Простий гвинтоподібний 12-A1	7 (8,1 %)	2 (2,35 %)	2 (2,35 %)	3 (3,4 %)
2.	Простий косий 12-A2	9 (10,4 %)	1 (1,2 %)	6 (6,9 %)	2 (2,3 %)
3.	Простий поперечний 12-A3	9 (10,4 %)	-	8 (9,2 %)	1 (1,2 %)
4.	Клиноподібний простий 12-B1	11 (12,6 %)	5 (5,7 %)	3 (3,45 %)	3 (3,45 %)
5.	Клиноподібний гвинтоподібний 12-B2	19 (21,9 %)	1 (1,2 %)	16 (18,4 %)	2 (2,3 %)
6.	Клиноподібний скалковий 12-B3	8 (9,1 %)	2 (2,3 %)	3 (3,4 %)	3 (3,4 %)
7.	Складний	9 (10,3 %)	7 (8 %)	-	2 (2,3 %)

	гвинтоподібний 12-С1				
8.	Складний сегментарний 12- С2	2 (2,3 %)	-	1 (1,15 %)	1 (1,15 %)
9.	Складний скалковий 12- С3	13 (14,9 %)	5 (5,75 %)	5 (5,75 %)	3 (3,4 %)
Всього		87 (100 %)	23 (26,4 %)	44 (50,6 %)	20 (23 %)

Розгорнуту характеристику гендерно-вікового розподілу пацієнтів залежно від застосованих методів лікування наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4.

Гендерно-віковий розподіл пацієнтів залежно від застосованих методів лікування

Клінічна група	Стать				Середній вік, роки	Всього	
	Жіноча		Чоловіча			п	%
	п	%	п	%			
Консервативного лікування	28	65,1	15	34,9	61,1	43	33,1
Оперативного лікування	62	71,3	25	28,7	51,5	87	66,9
Всього	90	69,2	40	30,8	56,3	130	100,0

У 100 % пацієнтів було діагностовано закриті переломи діяфізу плечової кістки. Розгорнуту характеристику клінічних груп залежно від типу перелому за класифікацією АО наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5.

Характеристика досліджуваних клінічних груп пацієнтів залежно від типу перелому за класифікацією АО

Клінічна група	Тип перелому за класифікацією АО						Всього	
	12-A		12-B		12-C			
	n	%	n	%	n	%	n	%
Консервативного лікування	24	55,7	11	25,6	8	18,7	43	33,1
Оперативного лікування	25	28,7	38	43,7	24	27,6	87	66,9
Всього	49	37,7	49	37,7	32	24,6	130	100,0

Оцінку ефективності лікування проводили після консолідації перелому. Враховували клінічні та рентгенологічні дані, суб'єктивні відчуття пацієнта та наявність порушень функціональної активності плечового та ліктьового суглобів.

Оцінку функціональної активності плечового суглоба ураженої кінцівки виконували в порівнянні з контрлатеральним за шкалою Constant Murley. Було проведено оцінку вираженості больового синдрому, оцінку якості повсякденної активності, обсяг рухів та силу латерального відведення кінцівки. Відмінним результатом вважали різницю суми балів між здоровою і ураженою кінцівками менше 11, добрим – від 12 до 20 балів, задовільним – від 21 до 30 балів, незадовільним – більшу за 30 балів.

Для оцінки функціональної активності ліктьового суглоба використано шкалу Mayo Elbow Performance. Було проведено визначення вираженості больового синдрому, обсягу рухів, суб'єктивного відчуття стабільності та виконання повсякденних завдань. Відмінним результатом вважали суму балів від 90 до 100, добрим – від 75 до 89, задовільним – від 60 до 74, незадовільним – від 0 до 59 балів.

Підрахунок кількості балів відповідно до шкал функціональної активності плечового та ліктьового суглобів було здійснено на ліцензійному програмному забезпеченні Microsoft Office 2019: Microsoft Excel в автоматичному режимі.

2.3.2. Променеві методи дослідження пацієнтів

Рентгенологічні методи дослідження були застосовані всім пацієнтам з переломами діафізу плечової кістки до початку та на різних етапах лікування. Рентгенографію плечової кістки виконували в стандартних площинах.

На етапі планування та вибору методу лікування було застосовано схему типових контактних взаємовідносин між м'язовою та кістковою тканинами для визначення біомеханічних особливостей зміщення кісткових відламків і вибору оптимальної тактики репозиції. Використовували методи шаблонної аналогової візуалізації та цифрової візуалізації.

Шаблонна аналогова візуалізація полягала в зіставленні рентгенограм ушкодженої плечової кістки з контурним відображенням із позначеннями, що були нанесені на прозорий пластик у відповідному до рентгенограми масштабуванні. Цифрову візуалізацію здійснювали за допомогою ліцензійного програмного забезпечення компанії Adobe. Означена візуалізація полягала в цифровому накладанні схеми типових контактних взаємовідносин на цифрове рентгенологічне зображення ушкодженої кінцівки в тотожному масштабуванні.

Метод комп'ютерної томографії використовували при багатоуламкових переломах діафізарної ділянки плечової кістки серед пацієнтів групи оперативного лікування на етапі передопераційного планування. Сканування проводили єдиним діапазоном за один етап.

На основі даних комп'ютерної томографії було створено індивідуальну візуалізаційну анатомічну 3D-модель ушкодженого сегменту. Визначено біомеханічні особливості зміщення кісткових відламків, вектор та ступінь їх девіації, міжфрагментарне взаєморозташування та ризик ймовірного ушкодження важливих м'якотканинних структур на інтраопераційному етапі.

Розроблена схема оптимальної репозиції та розташування металофіксаторів з урахуванням біомеханічної дії великого грудного, дельтоподібного, великого круглого м'язів та найширшого м'яза спини із застосуванням кісткових і м'якотканинних фільтрів.

Отже, було отримано серію високорозподільчих та висококонтрастних томограм ушкодженої ділянки плечової кістки, під час аналізу яких сформоване повне просторове уявлення про топографо-анатомічні та морфологічні зміни в кістковій, м'язовій та сполучній тканинах.

2.4. Статистичне дослідження

Обробку отриманих результатів проводили відповідно до правилами медико-біологічної статистики із використанням параметричного критерію t-Стюдента. Цей критерій встановлює статистичну значущість різниці середніх значень досліджуваної ознаки між двома вибірками. Його можна використовувати для порівняння усереднених результатів як у випадку зв'язаних (залежних) вибірок, так і у випадку незв'язаних (незалежних) вибірок. Незв'язані вибірки можуть бути однакового чи різного обсягу. У випадку незв'язаних вибірок різного обсягу емпіричне значення критерію обчислюється за формулою

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x})^2}{n_1} + \frac{\sum_{i=1}^{n_2} (y_i - \bar{y})^2}{n_2}} \cdot \frac{n_1 + n_2}{n_1 * n_2}}$$

де x_i – результати першої вибірки, \bar{x} – середнє значення першої вибірки, n_1 – кількість значень у першій вибірці, y_i – результати другої вибірки, \bar{y} – їх середнє значення, n_2 – кількість значень у другій вибірці.

Число ступенів вільності експерименту обчислюється за формулою $k = n_1 + n_2 - 2$.

Обчислене значення порівнюють з критичними значеннями критерію t-Стюдента для відповідного числа ступенів вільності (для $p \leq 0,05$ і $p \leq 0,01$). У випадку, коли емпіричне значення критерію більше за критичне

значення, говорять про статистично значущу відмінність між середніми значеннями досліджуваних вибірок для відповідного рівня значимості ($p \leq 0,05$ чи $p \leq 0,01$).

РОЗДІЛ 3. СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ МІЖСУГЛОБОВОГО СЕГМЕНТА ПЛЕЧА

У більшості випадків достовірні антропометричні дані м'язового компонента проксимального відділу плечової кістки досліджують *in vitro* із застосуванням кадавер-матеріалів. Також часто варіантну анатомію та індивідуальні вікові й гендерні особливості виявляють інтраопераційно.

Магнітно-резонансна томографія на сучасному рівні її розвитку дає змогу вивчити м'якотканинні структури *in vivo*, що розширює спектр передопераційного планування та дає можливість дослідити анатомічні особливості великої кількості пацієнтів. МРТ-сканування є доступним та атравматичним методом діагностики.

3.1. Мінливість розташування анатомічних утворень плеча за даними МРТ

Таргетними пунктами дослідження було визначення антропометричних особливостей ключових м'язів, які мають вплив на зміщення кісткових відламків при діафізарних переломах плечової кістки, а саме дельтоподібного, великого грудного, великого круглого м'язів та найширшого м'яза спини.

Було визначено варіанти розташування точок інсерції на діафізарній ділянці плечової кістки відносно вершини великого горбика плеча:

- дельтоподібного м'яза (рис. 3.1.);
- великого грудного м'яза (рис. 3.2.);
- великого круглого м'яза (рис. 3.3.);
- найширшого м'яза спини (рис. 3.4.).



Рис. 3.1. Висота точки інсерції дельтоподібного м'яза

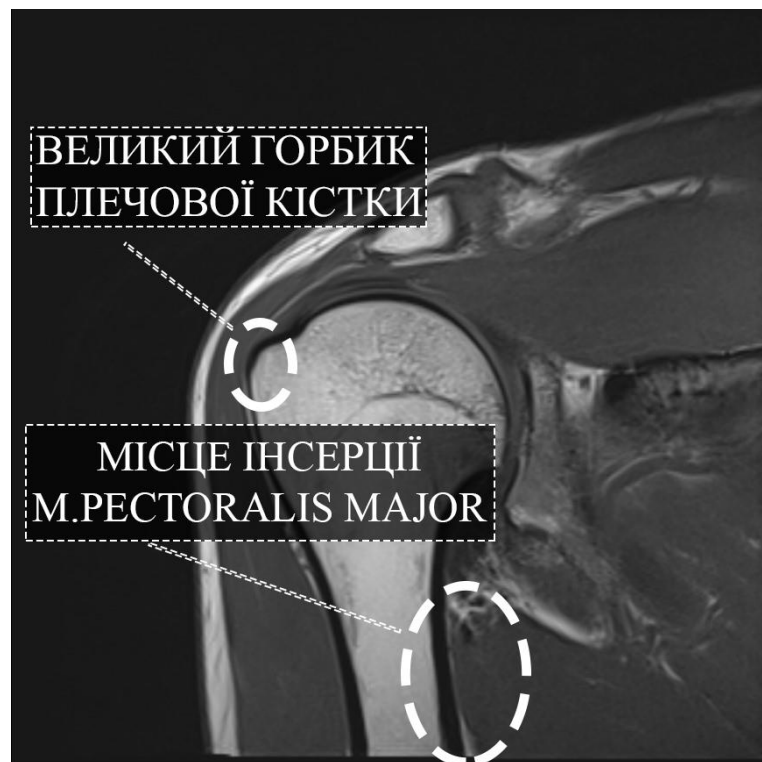


Рис. 3.2. Висота точки інсерції великого грудного м'яза



Рис. 3.3. Висота точки інсерції великого круглого м'яза



Рис. 3.4. Висота точки інсерції найширшого м'яза спини

Також було визначено ширину дельтоподібного, великого грудного, великого круглого м'язів та найширшого м'яза спини поблизу місць інсерції

на плечовій кістці та ширину дельтоподібного м'яза в сагітальній площині (рис. 3.5.).

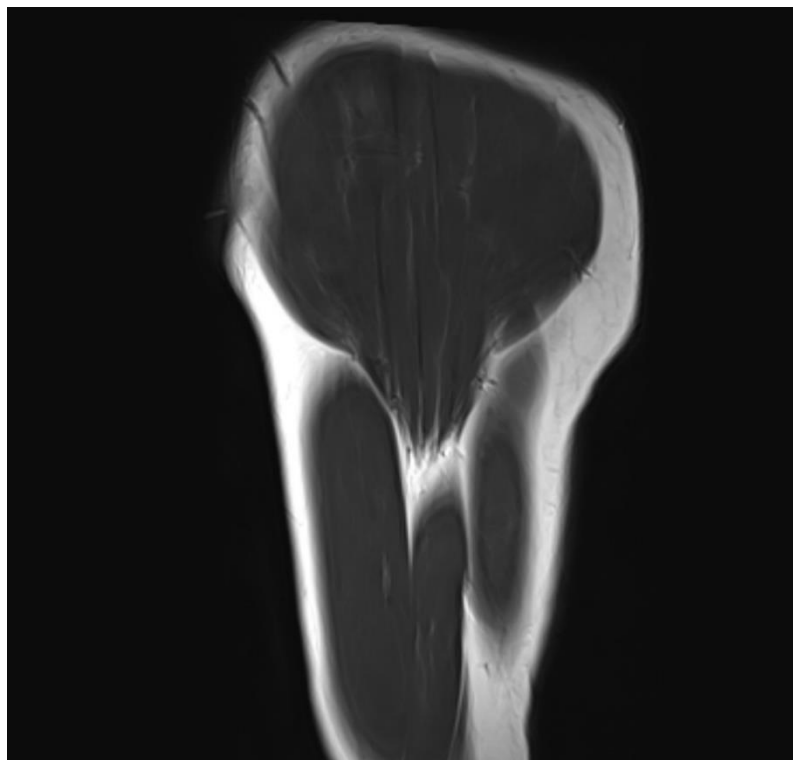


Рис. 3.5. Дельтоподібний м'яз у сагітальній проекції

Після детальної обробки й ретельного вивчення результатів МРТ-досліджень ділянки плеча проведено розподіл пацієнтів на три групи залежно від віку та статі.

До 1-ї групи увійшло 29 пацієнтів віком від 18 до 44 років, що склало 39 % від загальної кількості спостережень. За гендерним розподілом серед пацієнтів означеної групи переважали чоловіки – 69 %. Середній вік усіх досліджуваних складав 33,9 року, чоловіків – 33,1 років, жінок – 35,9 року.

До 2-ї групи увійшло 26 пацієнтів віком від 45 до 59 років, що становило 36 % від загальної кількості спостережень. За гендерним розподілом кількість чоловіків відповідала кількості жінок та складала по 50 % відповідно. Середній вік складав 51,4 року, серед них чоловіків – 51,5 року, жінок – 51,2 року.

До 3-ї групи увійшло 18 пацієнтів віком від 60 до 72 років. Пацієнти цієї групи становили 25 % від загальної кількості спостережень. За

гендерним розподілом також переважали чоловіки – 66,7 %, жінки – 33,3 %. Середній вік склав 64,6 року, серед них для чоловіків – 64,4 року, для жінок – 64,8 року.

Загальна характеристика груп наведена у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Загальна характеристика пацієнтів анатомо-топографічного дослідження

№ групи	Загальна кількість пацієнтів у групі, осіб	Чоловіки, n (%)	Жінки, n (%)	Середній вік, роки	% від загальної кількості спостережень
1	29	69	31	33,9	39
2	26	50	50	51,4	36
3	18	66,7	33,3	64,6	25

У пацієнтів 1-ї групи середня ширина дельтоподібного м'яза у сагітальній проекції складала 10,07 см. У фронтальній проекції ширина дельтоподібного м'яза в середньому складала 2,51 см. Довжина дельтоподібного м'яза від проксимальної вершини великого горбика плечової кістки до проксимальної точки інсерції на діяфізі плечової кістки складала в середньому 12,6 см.

Ширина великого грудного м'яза близько місця інсерції у фронтальній проекції в середньому складала 3,18 см. Відстань від верхівки великого горбика плечової кістки до верхнього краю місця інсерції великого грудного м'яза до діяфізу плеча складала в середньому 5,0 см.

Ширина великого круглого м'яза у фронтальній проекції поблизу місця інсерції в середньому складала 1,15 см. Відстань від верхівки великого горбика до проксимального краю місця інсерції на діяфізі плечової кістки складала 3,51 см.

Ширина найширшого м'яза спини поблизу точки прикріплення до діафізарної ділянки плеча складала в середньому 0,78 см. Середня відстань від верхнього полюсу великого горбика до верхньої межі місця інсерції найширшого м'яза спини складає 2,84 см.

Розгорнуті середні антропометричні дані для дельтоподібного та великого грудного м'язів 1-ї групи наведені в таблиці 3.2. Розгорнуті середні антропометричні дані великого круглого м'яза та найширшого м'яза спини пацієнтів 1-ї групи наведено в таблиці 3.3.

Середні антропометричні значення для пацієнтів 2-ї групи складали: ширина дельтоподібного м'яза в сагітальній площині – 9,43 см, ширина дельтоподібного м'яза у фронтальній проекції – 2,28 см, довжина дельтоподібного м'яза від верхівки великого горбика плечової кістки до проксимального краю місця діафізарної інсерції – 12,34 см, ширина великого грудного м'яза поблизу місця прикріплення до плечової кістки – 2,7 см, відстань від верхнього полюсу великого горбика до верхнього краю місця інсерції на плечовій кістці – 4,94 см; ширина великого круглого м'яза поблизу місця прикріплення – 1,18 см, відстань від верхівки великого горбика до проксимальної точки місця інсерції – 3,26 см; ширина найширшого м'яза спини поблизу точки прикріплення на діафізарній ділянці плеча – 0,8 см, відстань від верхівки великого горбика плеча до проксимальної точки місця інсерції – 2,73 см.

Розгорнуті середні антропометричні дані для дельтоподібного та великого грудного м'язів 2-ї групи наведені в таблиці 3.4. Розгорнуті середні антропометричні дані великого круглого м'яза та найширшого м'яза спини пацієнтів 2-ї групи наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.2.

Середні антропометричні значення дельтоподібного та великого грудного м'язів серед пацієнтів молодого віку

Ширина ДМ у СП, см		Ширина ДМ у ФП, см		Довжина ДМ від верхівки ВГ до ПТІ на ДПК, см		Ширина ВГМ у ФП близько МІ на ДПК, см		Відстань від верхівки ВГ до ПТІ ВГМ на ДПК, см	
чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки
10,57±0,27	8,95±0,38	2,71±0,09	2,09±0,17	12,99±0,18	11,73±0,29	3,33±0,12	2,82±0,12	5,01±0,1	4,98±0,11

Таблиця 3.3.

Середні антропометричні значення великого круглого та найширшого м'яза спини серед пацієнтів молодого віку

Ширина ВКМ у ФП близько МІ, см		Відстань від верхівки ВГ до ПТІ ВКМ, см		Ширина НМС у ФП близько МІ на ДПК, см		Відстань від верхівки ВГ до ПТІ НМС на ДПК, см	
чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки
1,22±0,05	0,99±0,04	3,53±0,09	3,47±0,07	0,78±0,06	0,72±0,08	2,68±0,11	3,2±0,07

Таблиця 3.4.

Середні антропометричні значення дельтоподібного та великого грудного м'язів серед пацієнтів середнього віку

Ширина ДМ у СП, см		Ширина ДМ у ФП, см		Довжина ДМ від верхівки ВГ до ПТІ на ДПК, см		Ширина ВГМ у ФП близько МІ на ДПК, см		Відстань від верхівки ВГ до ПТІ ВГМ на ДПК, см	
чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки
10,49±0,39	8,360±0,24	2,65±0,13	1,91±0,12	12,66±0,39	12,01±0,29	2,8±0,09	2,6±0,12	5,29±0,22	4,58±0,2

Таблиця 3.5.

Середні антропометричні значення великого круглого та найширшого м'яза спини серед пацієнтів середнього віку

Ширина ВКМ у ФП близько МІ, см		Відстань від верхівки ВГ до ПТІ ВКМ, см		Ширина НМС у ФП близько МІ на ДПК, см		Відстань від верхівки ВГ до ПТІ НМС на ДПК, см	
чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки
1,27±0,08	1,08±0,05	3,55±0,17	2,97±0,13	0,86±0,07	0,73±0,05	2,76±0,17	2,69±0,13

Таблиця 3.6.

Середні антропометричні значення дельтоподібного та великого грудного м'язів серед пацієнтів похилого віку

Ширина ДМ у СП, см		Ширина ДМ у ФП, см		Довжина ДМ від верхівки ВГ до ПТІ на ДПК, см		Ширина ВГМ у ФП близько МІ на ДПК, см		Відстань від верхівки ВГ до ПТІ ВГМ на ДПК, см	
чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки
10,58±0,42	8,94±0,34	2,42±0,16	1,88±0,18	13,14±0,37	11,99±0,18	2,75±0,14	2,18±0,22	5,60±0,18	4,95±0,21

Таблиця 3.7.

Середні антропометричні значення великого круглого та найширшого м'яза спини серед пацієнтів

похилого віку

Ширина ВКМ у ФП близько МІ, см		Відстань від верхівки ВГ до ПТІ ВКМ, см		Ширина НМС у ФП близько МІ на ДПК, см		Відстань від верхівки ВГ до ПТІ НМС на ДПК, см	
чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки
1,24±0,08	1,05±0,11	3,65±0,16	3,19±0,16	0,70±0,06	0,75±0,07	2,83±0,16	2,64±0,17

Середні антропометричні значення для пацієнтів 3-ї групи склали: ширина дельтоподібного м'яза в сагітальній площині – 10,03 см, ширина дельтоподібного м'яза у фронтальній проекції – 2,24 см, довжина дельтоподібного м'яза від верхівки великого горбика плечової кістки до проксимального краю місця діафізарної інсерції – 12,75 см; ширина великого грудного м'яза поблизу місця прикріплення до плечової кістки – 2,56 см, відстань від верхнього полюсу великого горбика до верхнього краю місця інсерції на плечовій кістці – 5,38 см; ширина великого круглого м'яза поблизу місця прикріплення – 1,18 см., відстань від верхівки великого горбика до проксимальної точки місця інсерції – 3,49 см; ширина найширшого м'яза спини поблизу точки прикріплення на діафізарній ділянці плеча – 0,72 см, відстань від верхівки великого горбика плеча до проксимальної точки місця інсерції – 2,77 см.

Розгорнуті середні антропометричні дані для дельтоподібного та великого грудного м'язів 3-ї групи наведені в таблиці 3.6. Розгорнуті середні антропометричні дані великого круглого м'яза та найширшого м'яза спини пацієнтів 3-ї групи наведено у таблиці 3.7.

Середня ширина дельтоподібного м'яза в сагітальній проекції в чоловіків склала 10,55 см, у жінок – 8,67 см. Гендерна різниця розміру ширини становила в середньому 1,88 см. Найбільші медіанні значення ширини дельтоподібного м'яза помічені в чоловіків 1-ї та 2-ї груп і склали 10,57 см та 10,47 см відповідно. Найбільша гендерна розбіжність спостерігалася серед пацієнтів 2-ї групи, де ширина дельтоподібного м'яза була на 2,13 см більшою серед чоловіків віком від 45 до 59 років та на 0,74 см більшою за середні аналогічні значення інших досліджуваних груп.

Середня ширина дельтоподібного м'яза у фронтальній проекції серед чоловіків складала 2,61 см, серед жінок – 1,96 см. Відмінність ширини вказаного вище м'яза становила 0,65 см. Максимальні середні значення спостерігалися серед чоловіків 1-ї та 2-ї груп та склали 2,71 см та 2,65 см відповідно. Найбільший показник гендерної розбіжності спостерігався серед

пацієнтів 2-ї групи та складав 0,74 см, що на 0,16 см більше за аналогічні середні значення інших досліджуваних груп.

Середня довжина дельтоподібного м'яза від верхівки великого горбика до проксимальної точки інсерції на діафізарній ділянці плеча становила 12,94 см серед чоловіків, 11,92 см серед жінок. Цей показник був більшим серед чоловіків на 1,02 см. Максимальна довжина дельтоподібного м'яза спостерігалася серед чоловіків 1-ї та 3-ї груп і становила 12,99 см, та 13,14 см відповідно. Максимальна гендерна розбіжність зафіксована серед пацієнтів 1-ї групи – 1,26 см.

Середня ширина великого грудного м'яза поблизу місця його інсерції була більшою серед чоловіків (3,02 см), ніж серед жінок (2,58 см). Максимальна середня ширина спостерігалася серед чоловіків 1-ї групи та складала 3,33 см, що на 0,37 см більше за середні показники досліджуваних груп. Максимальна гендерна розбіжність спостерігалася серед пацієнтів 3-ї групи та складала 0,57 см в бік чоловіків.

Середня довжина від верхівки великого горбика до проксимальної межі місця інсерції великого грудного м'яза складала 5,25 см для чоловіків, 4,79 см для жінок. Найбільші значення були в пацієнтів чоловічої статі 3-ї групи – 5,6 см., що на 0,94 см більше за середнє значення серед всіх груп. Максимальна гендерна розбіжність зафіксована серед пацієнтів 3-ї групи та складала 0,71 см, що на 0,25 см більше за аналогічні середні значення інших досліджуваних груп.

Середня ширина великого круглого м'яза поблизу місця його інсерції складала 1,24 см серед чоловіків та 1,05 см серед жінок. Найбільші показники ширини великого круглого м'яза зафіксовано серед чоловіків 2-ї та 3-ї груп – 1,27 см та 1,24 см відповідно. Максимальна гендерна розбіжність зафіксована серед пацієнтів 1-ї групи в сторону чоловіків та становила 0,23 см.

Середня довжина від верхівки великого горбика до проксимальної межі місця інсерції великого круглого м'яза складала 3,57 см серед чоловіків та 3,18 см серед жінок. Найбільші значення спостерігалися в чоловіків 3-ї групи

та становили 3,65 см. Максимальна гендерна розбіжність складала 0,58 см та була виявлена серед пацієнтів 2-ї групи.

Середня ширина найширшого м'яза спини поблизу місця його інсерції до плечової кістки складала серед чоловіків 0,78 см, серед жінок – 0,73 см. Максимальні показники було зафіксовано серед чоловіків середнього віку 2-ї групи – 0,86 см.

Середня довжина від верхівки великого горбика до проксимальної межі місця інсерції найширшого м'яза спини становила 2,74 см серед чоловіків та 2,84 см серед жінок. Найбільша гендерна розбіжність спостерігалася серед пацієнтів 1-ї групи та складала 0,52 см в сторону жінок.

У 6,85 % (5 випадків) досліджуваних пацієнтів виявлено відсутність традиційної диференціації дельтоподібного м'яза на три порції (рис. 3.6.): передньої, медіальної та задньої. У 2,7 % (2 випадки) спостережень виявлено відсутність чіткого розділення передньої та середньої порцій м'язових волокон і їх повне зрощення на рівні середньої третини великого горбика плечової кістки. У 4,1 % (3 випадки) виявлено відсутність диференціації середньої та задньої порцій м'язових волокон дельтоподібного м'яза та їх повне зрощення на рівні нижнього полюса великого горбика плечової кістки.

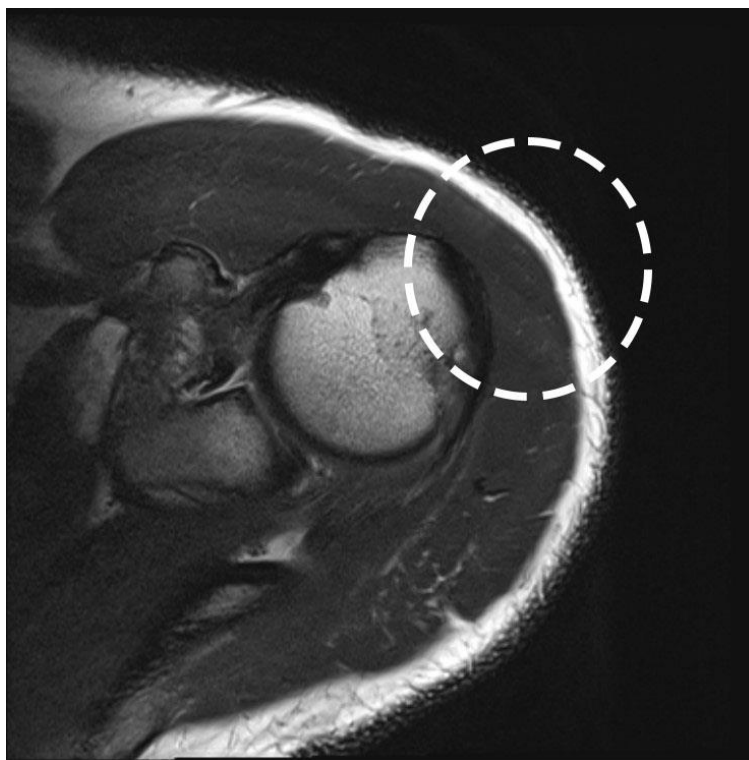


Рис. 3.6. Зрощення передньої та середньої порцій дельтоподібного м'яза

Під час дослідження великого грудного м'яза виявлено чітку ламінарність м'язових порцій і ретроградність точок їх прикріплення до діяфізу плечової кістки відносно місць їхнього початку. Так ключична частина великого грудного м'яза кріпиться до плечової кістки дистально, грудино-костальна частина – присередньо, абдомінальна – проксимально (рис. 3.7).

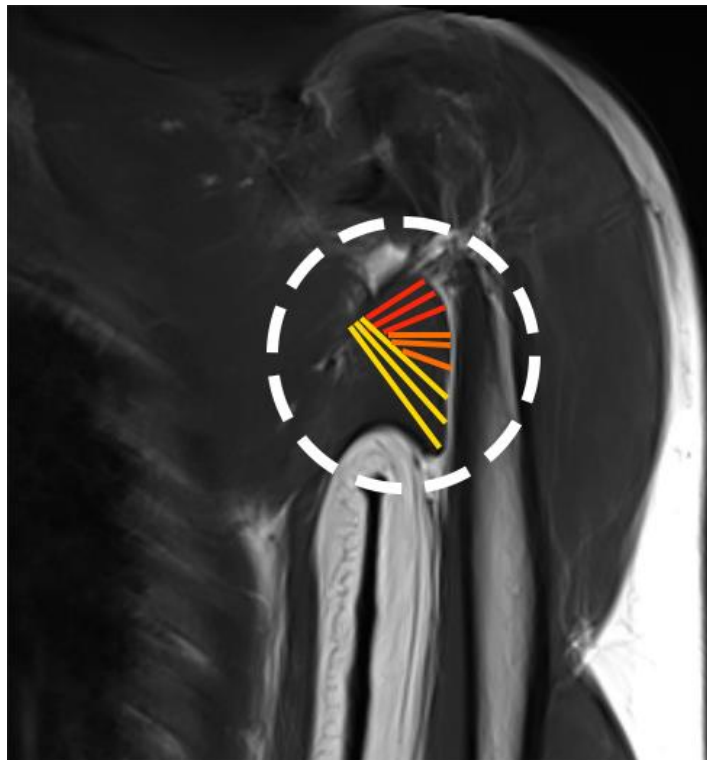


Рис. 3.7. Ламінарна векторність м'язових волокон великого грудного м'яза

Великий круглий м'яз у всіх досліджуваних випадках мав одновекторну волоконну структуру (рис. 3.8.). Місце інсерції великого круглого м'яза у всіх випадках було розташоване нижче за місце прикріплення найширшого м'яза спини до ділянки плечової кістки.

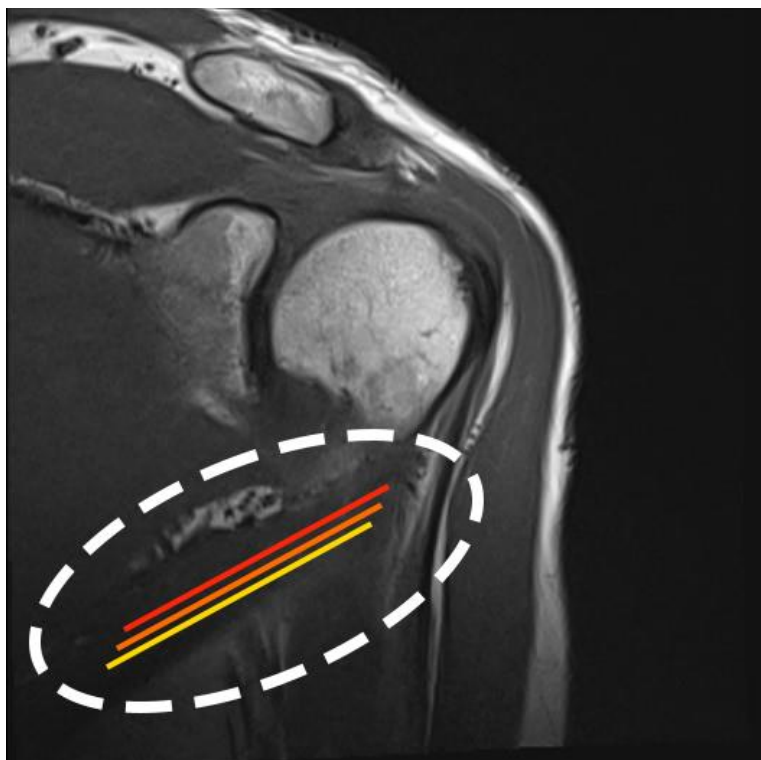


Рис. 3.8. Одновекторність волоконної структури великого круглого м'яза

Для статистичного дослідження усереднених даних результатів антропометричних досліджень м'язів діафізарної ділянки плеча за даними МРТ серед різних вікових груп пацієнтів використали параметричний критерій t-Стюдента (випадок-незв'язані вибірки різних обсягів).

Порівняльні результати між групою жінок похилого віку з чоловіками означеної вікової категорії наведені у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8.

Результати статистичного дослідження різниці антропометричних показників анатомічних утворень ДПК серед жінок і чоловіків похилого віку

Анатомічне утворення ділянки плеча	Емпіричне значення критерію	Висновок
Ширина ДМ у СП	$t_{емп} = 2,5399$	Різниця статистично значима ($p \leq 0,05$)
Ширина ДМ у ФП	$t_{емп} = 57,0666$	Різниця статистично

		значима ($p \leq 0,01$)
Ширина ВГМ у ФП близько МІ на ДПК	$t_{емп} = 32,666$	Різниця статистично значима ($p \leq 0,01$)
Ширина ВКМ у ФП близько МІ	$t_{емп} = 1,1002$	Різниця статистично не значима
Ширина НМС у ФП близько МІ на ДПК	$t_{емп} = 0,3742$	Різниця статистично не значима

Аналогічні порівняння провели між групою жінок похилого віку й групою чоловіків молодого віку. Зведені результати представлені у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9.

Результати статистичного дослідження різниці антропометричних показників анатомічних утворень ДПК серед жінок похилого віку й чоловіків молодого віку

Анатомічне утворення ділянки плеча	Емпіричне значення критерію	Висновок
Ширина ДМ у СП	$t_{емп} = 3,0563$	Різниця статистично значима ($p \leq 0,01$)
Ширина ДМ у ФП	$t_{емп} = 4,3222$	Різниця статистично значима ($p \leq 0,01$)
Ширина ВГМ у ФП близько МІ на ДПК	$t_{емп} = 4,6975$	Різниця статистично значима ($p \leq 0,01$)
Ширина ВКМ у ФП близько МІ	$t_{емп} = 1,5419$	Різниця статистично не значима
Ширина НМС у ФП близько МІ на ДПК	$t_{емп} = 0,2256$	Різниця статистично не значима

Отже, у жінок похилого віку у порівнянні з чоловіками даної вікової категорії та чоловіками молодого віку, спостерігається різке зменшення антропометричних показників дельтоподібного та великого грудного м'язів.

Порівняльні результати між групою жінок молодого віку з чоловіками означеної вікової категорії наведені у таблиці 3.10.

Таблиця 3.10.

Результати статистичного дослідження різниці антропометричних показників анатомічних утворень ДПК серед жінок молодого віку й чоловіків молодого віку

Анатомічне утворення ділянки плеча	Емпіричне значення критерію	Висновок
Ширина ДМ у СП	$t_{емп} = 3,3967$	Різниця статистично значима ($p \leq 0,01$)
Ширина ДМ у ФП	$t_{емп} = 3,5318$	Різниця статистично значима ($p \leq 0,01$)
Ширина ВГМ у ФП близько МІ на ДПК	$t_{емп} = 2,6230$	Різниця статистично значима ($p \leq 0,05$)
Ширина ВКМ у ФП близько МІ	$t_{емп} = 2,8058$	Різниця статистично значима ($p \leq 0,01$)
Ширина НМС у ФП близько МІ на ДПК	$t_{емп} = 0,5809$	Різниця статистично не значима

Отримані результати дають можливість говорити про те, що виявлено чітке переважання антропометричних показників великого грудного, дельтоподібного та великого круглого м'язів серед чоловіків молодого віку у порівнянні з пацієнтками жіночої статі тотожної вікової категорії.

Встановлено розбіжність варіантів місця інсерції та ширини м'язів плеча в залежності від гендерних та вікових ознак. Визначено зменшення антропометричних показників ключових м'язів діафізарної ділянки плеча серед пацієнтів жіночої статі похилого віку у порівнянні з іншими гендерно-

віковими категоріями. Це пояснює чіткий бімодальний біомеханічно-залежний віковий та гендерний розподіл зміщення кісткових відламків при переломах діафізу плечової кістки.

3.2. Біомеханічне обґрунтування робочої класифікації зміщень кісткових фрагментів з урахуванням дії м'язового компонента

На основі аналізу просторового взаєморозташування кістково-м'якотканинних структур за даними магнітно-резонансної томографії *in vivo* розроблено візуалізаційну цифрову модель схеми типових контактних взаємовідносин мускульно-осального компонента діафізарної ділянки плечової кістки.

Диференційовано антропометричні особливості місць інсерції дельтоподібного, великого грудного, великого круглого м'язів та найширшого м'яза спини на діафізарній ділянці плечової кістки, а саме: середні значення відстані від верхівки великого горбика плечової кістки до проксимальних точок інсерції, ширину вказаних вище м'язів поблизу місця прикріплення на діафізарній ділянці.

Після проведеного аналізу та обробки даних створено цифрову масштабовану двоплощинну модель місць типового прикріплення м'язів на діафізарній ділянці плечової кістки (рис. 3.9.).

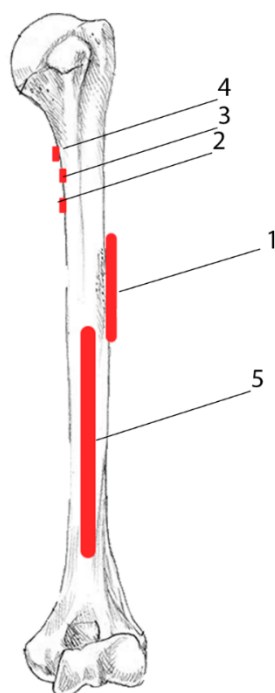


Рис. 3.9. Двоплощинна мускульно-осальна модель типових контактних взаємовідносин діафізарної ділянки плеча. 1 – місце інсерції дельтоподібного м'яза. 2 – місце інсерції великого грудного м'яза. 3 – місце інсерції найширшого м'яза спини. 4 – місце інсерції великого круглого м'яза. 5 – місце інсерції плечового м'яза.

За допомогою двоплощинної мускульно-осальної моделі типових контактних взаємовідносин проведено аналіз характеру зміщення кісткових відламків у 92 пацієнтів з переломами діафізарної ділянки плечової кістки. Виділено 3 групи пацієнтів залежно від віку та механізму виникнення травми.

До першої групи увійшло 46 пацієнтів віком від 60 до 90 років, які отримали низькоенергетичну травму внаслідок падіння з висоти власного зросту, що становить 50% від загальної кількості спостережень. За гендерним розподілом переважали жінки – 80,4% (37), чоловіки склали 19,6% (9) від кількості випадків означеної клінічної групи. Середній вік становив 69 років. Середній вік чоловіків – 66 років, жінок – 69,8 року. За класифікацією АО переломи діафізу плечової кістки типу 12-А діагностовано

у 41,3% (19), типу 12-В – у 28,3% (13), типу 12-С – 30,4% (14). Гендерну кореляцію з типом перелому за класифікацією АО наведено на рисунку 3.10.

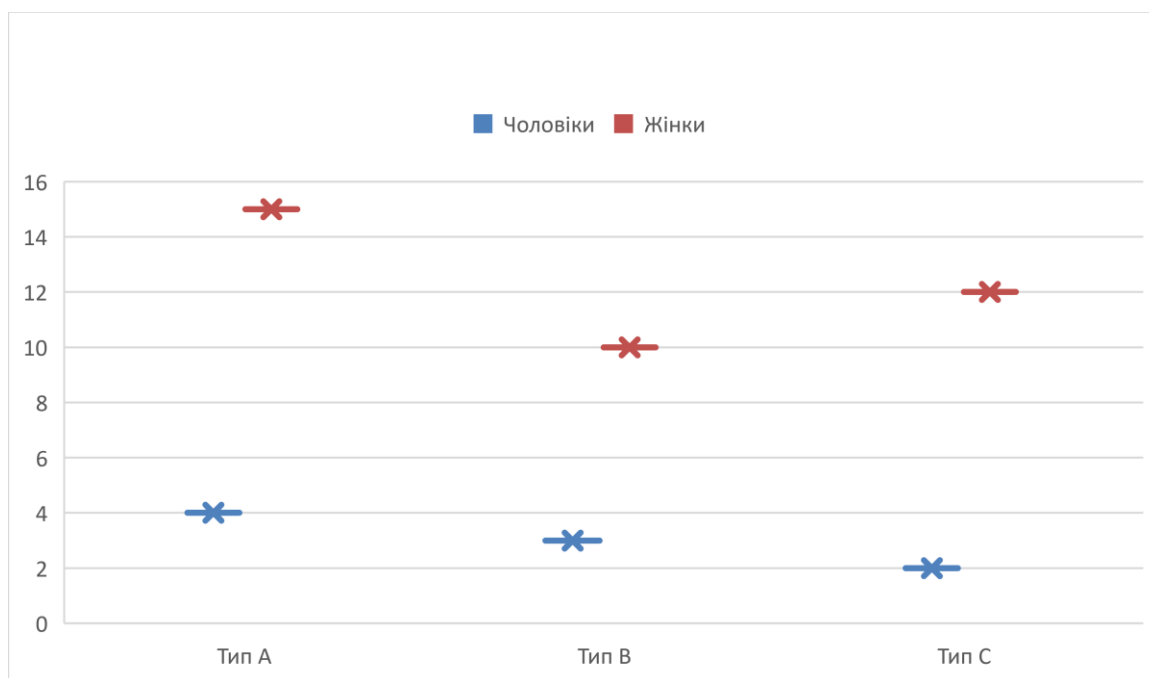


Рис 3.10. Кореляція гендерного чинника з типом перелому за класифікацією АО серед пацієнтів 1-ї групи

До другої групи увійшло 32 пацієнти з низькоенергетичною травмою віком від 19 до 58 років, що становило 34,8% від загальної кількості спостережень. За гендерним розподілом переважали чоловіки – 53,1% (17), жінки склали 46,9% (15). Середній вік жінок становив 42 роки, чоловіків – 36,5 року. За класифікацією АО переломи діяфізу плечової кістки типу 12-А діагностовано у 43,8% (14) пацієнтів, переломи типу 12-В – у 56,2% (18). Серед пацієнтів цієї клінічної групи не було діагностовано багатоуламкових переломів типу 12-С. Взаємозв'язок статі та типу перелому за класифікацією АО наведено на рисунку 3.11.

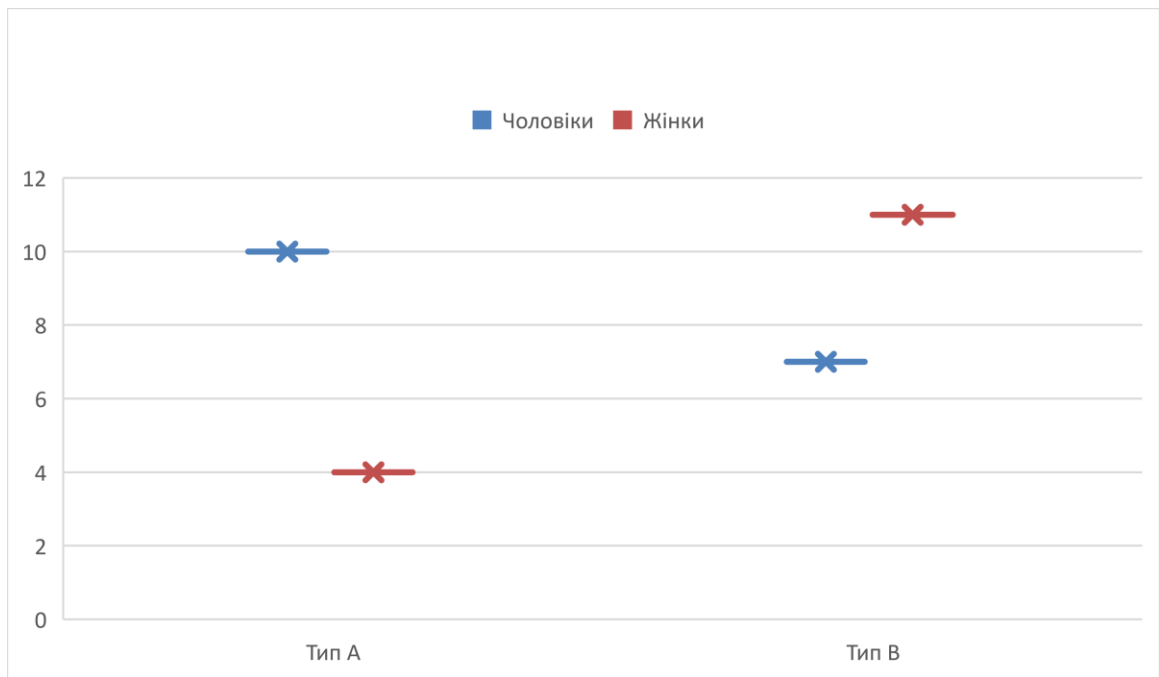


Рис 3.11. Кореляція гендерного чинника з типом перелому за класифікацією АО серед пацієнтів 2-ї групи

До третьої групи увійшло 14 пацієнтів віком від 20 до 61 року, що склало 15,2% від загальної кількості випадків. Усі переломи діафізарної ділянки плечової кістки серед осіб означеної клінічної групи були викликані впливом високоенергетичного травмувального чинника. За гендерним розподілом переважали жінки – 71,4% (10), чоловіки склали 28,6% (4). Середній вік становив 44 роки, середній вік жінок – 43,2 року, чоловіків – 46 років. За класифікацією АО серед цієї клінічної групи діагностовано тільки багатоуламкові складні переломи типу 12-С. Гендерну кореляцію з типом перелому за класифікацією АО наведено на рисунку 3.12.

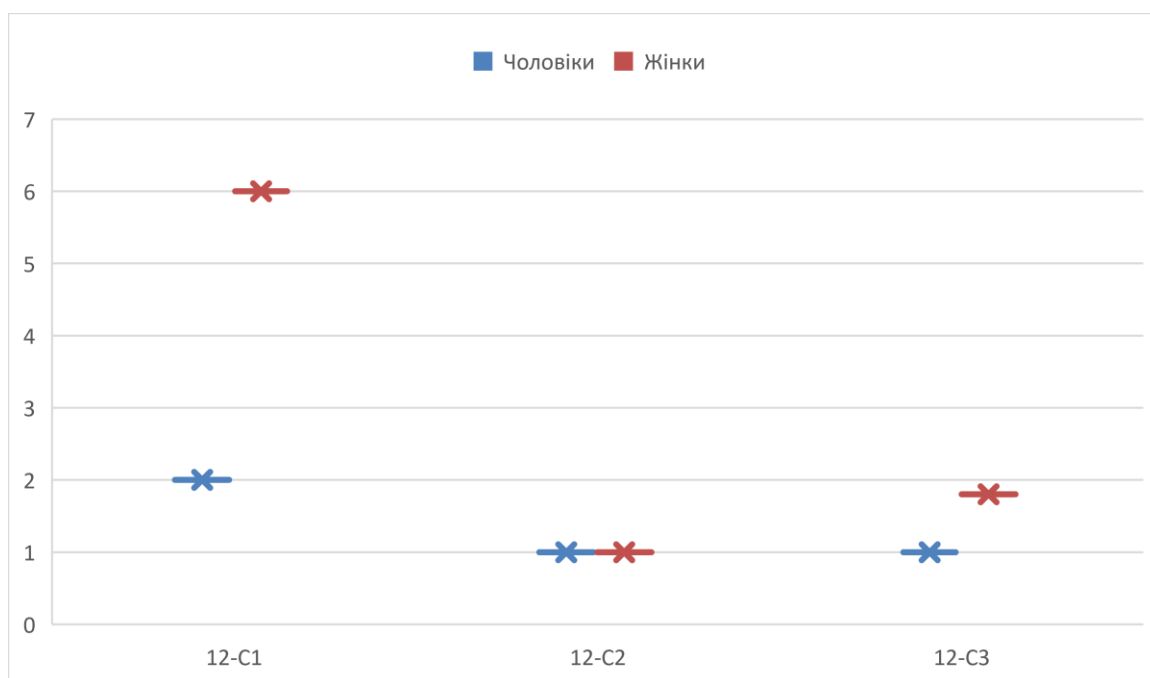


Рис 3.12. Кореляція гендерного чинника з типом перелому за класифікацію АО серед пацієнтів 3-ї групи

Розгорнуту характеристику клінічних груп наведено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11.

Загальна характеристика досліджуваних клінічних груп пацієнтів з переломами діяфізу плечової кістки

№	Кількість пацієнтів в групі, n	Середній вік, роки	Особи чоловічої статі, n	Особи жіночої статі, n	Тип перелому за класифікацією АО, n		
					A	B	C
1	46	69	37	9	19	13	14
2	32	39	17	15	14	18	-
3	14	44	4	10	-	-	14

Було визначено характеристику вектора девіації кісткових фрагментів та її залежність з місцями інсерції дельтоподібного, великого грудного, великого круглого м'язів та найширшого м'яза спини.

Після оцінки характеру зміщення кісткових відламків діафізарної ділянки плечової кістки виявлено домінуючі типи переломів, а саме абдукційний та аддукційний.

Абдукційний тип зміщення характеризувався девіацією проксимального кісткового фрагмента латерально від нормальної кісткової вісі, лінія перелому локалізувалася дистально від місця інсерції дельтоподібного м'яза на кістковій тканині.

Аддукційний тип зміщення характеризувався медіальним зміщенням проксимального кісткового відламка відносно нормальної вісі плечової кістки. Лінія перелому розташовувалася проксимально від місця прикріплення дельтоподібного м'яза та дистальніше від ділянок інсерції великого грудного, великого круглого та найширшого м'язів спини.

У пацієнтів першої клінічної групи абдукційний тип зміщення кісткових відламків спостерігався у 69,6% (32) випадків. Ділянка перелому локалізувалася в піддельтоподібній зоні діафізу (рис. 3.13.). У 30,4% (14) випадків лінія ушкодження розташовувалася проксимально від місця інсерції дельтоподібного м'яза, дистальна частина проксимального кісткового фрагмента зміщувалася медіально відносно до анатомічної вісі плечової кістки.

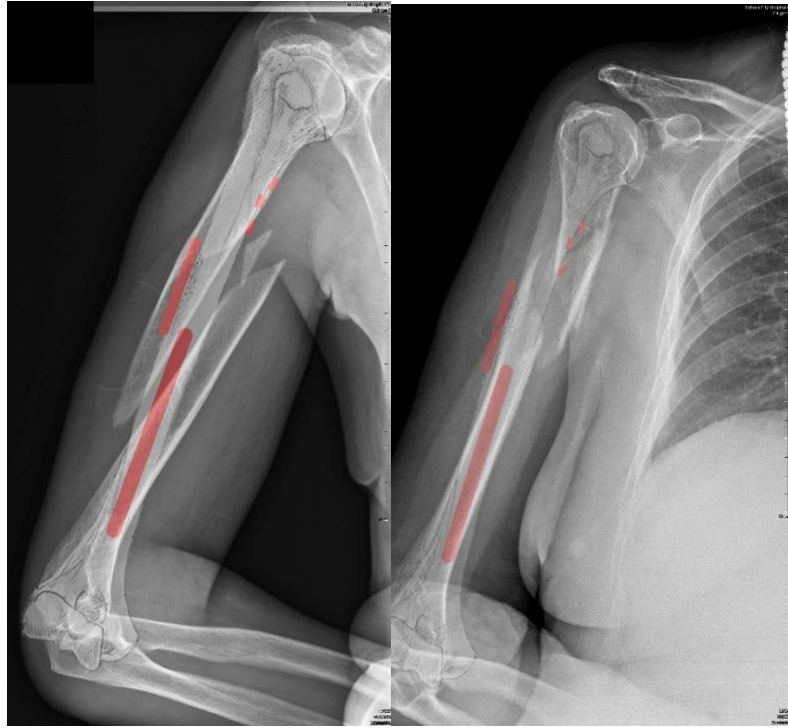


Рис 3.13. Відображення абдукційного (ліворуч) та аддукційного (праворуч) типу зміщення кісткових відламків при переломі діафізу плечової кістки серед пацієнтів першої клінічної групи

Серед пацієнтів другої клінічної групи медіальне зміщення дистального відділу проксимального кісткового відламку виявлено в 75% (24) пацієнтів. Латеральне зміщення дистального кісткового відламку діагностовано у 25% (8) пацієнтів (рис. 3.14.).

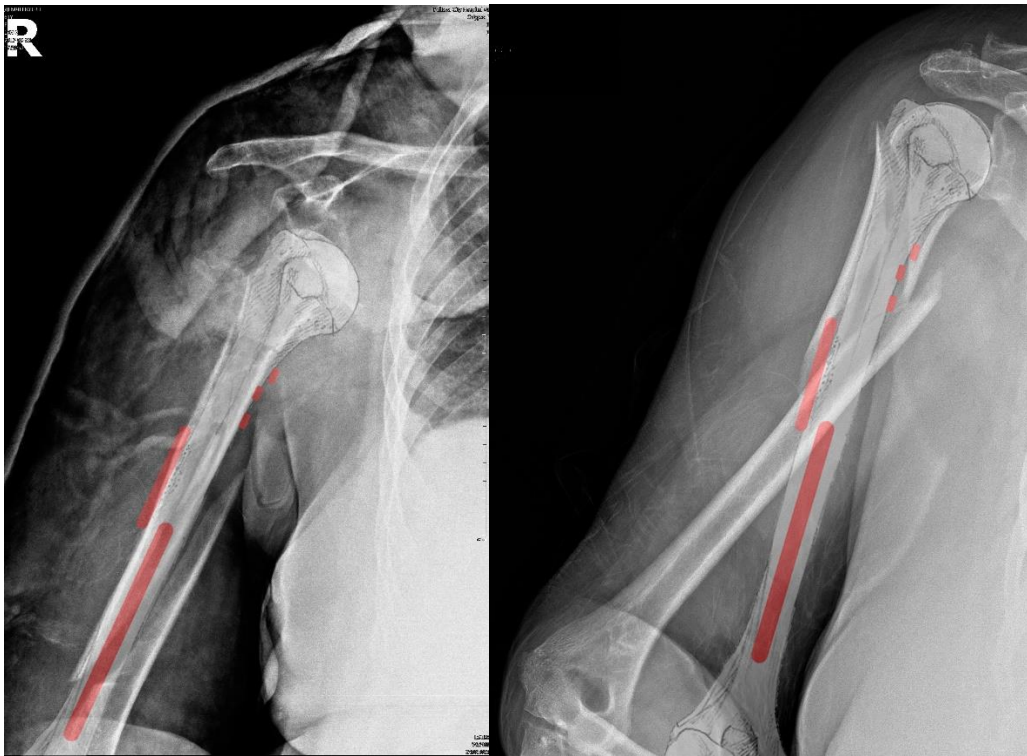


Рис 3.14. Відображення абдукційного (ліворуч) та аддукційного (праворуч) типу зміщення кісткових відламків при переломі діафізу плечової кістки серед пацієнтів другої клінічної групи

Серед пацієнтів третьої клінічної групи абдукційний тип зміщення кісткових відламків було виявлено у 42,9% (6) пацієнтів, аддукційний тип зміщення – у 57,1% (8) пацієнтів (рис. 3.15.).

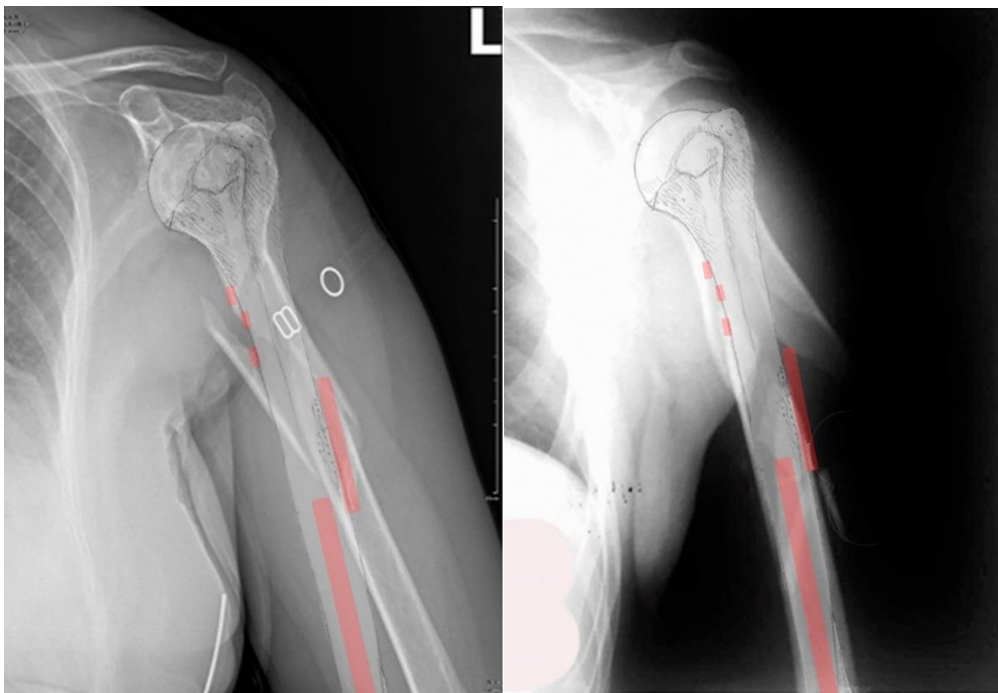


Рис. 3.15. Відображення аддукційного (ліворуч) та абдукційного (праворуч) типу зміщення кісткових відламків при діафізарному перелому плечової кістки серед пацієнтів третьої клінічної групи

Застосування цифрової масштабованої мускульно-осальної моделі типових контактних взаємовідносин дає змогу визначити характеристику вектора девіації кісткових фрагментів та його залежність з місцями інсерції дельтоподібного, великого грудного, великого круглого м'язів та найширшого м'яза спини.

Унаслідок дослідження біомеханічних особливостей зміщення кісткових відламків виявлено переважання абдукційного типу зміщення серед пацієнтів жіночої статі похилого та старечого віку, які отримали низькоенергетичну травму. Локалізацією перелому була піддельтоподібна ділянка. Дистальні відділи проксимального фрагмента діафізарної ділянки під домінуючим впливом дельтоподібного м'яза над великим грудним, великим круглим та найширшим м'язом спини мали латеропозиційну локалізацію.

Серед пацієнтів молодого та середнього віку, які отримали низькоенергетичну травму унаслідок падіння з висоти власного зросту було виявлено переважання аддукційного типу зміщення. Лінія перелому розташовувалася на ділянці, нижчій місця інсерції великого грудного, великого круглого та найширшого м'язів спини, але проксимально від місця прикріплення дельтоподібного м'яза. Медіальна девіація проксимального кісткового відламка спричинена переважальним впливом аддукційної групи м'язів.

Серед пацієнтів з високоенергетичною травмою та складними переломами діафізарної ділянки плеча типу 12-C за класифікацією АО достовірної кореляції типу зміщення кісткових відламків з віком та статтю виявлено не було.

Застосування означеної схеми на етапі передопераційного планування чи на етапі підготовки до закритої репозиції перелому, за умови

консервативного лікування, дає змогу визначити домінантні біомеханічні критерії, що чинять вплив на зміщення кісткових фрагментів. Розуміння лікарем цих чинників дає можливість виконати атравматичну біомеханічно-обґрунтовану анатомічну репозицію кісткових відламків та попереджує виникнення ятрогенних ускладнень.

Робоча класифікація характеру зміщення кісткових відламків при переломах діяфізу плечової кістки

На основі результатів анатомо-топографічного дослідження та дослідження біомеханічних особливостей зміщення кісткових відламків створено робочу класифікацію переломів діяфізу плечової кістки за типом зміщення кісткових відламків під дією м'язового компоненту.

При створенні робочої класифікації були взяті за основу наступні тези, отримані під час попередніх досліджень.

Прості переломи діяфізу плечової кістки типу 12-А розподіляються за характером зміщення дистального відділу проксимального кісткового фрагмента на абдукційні та аддукційні.

Простий абдукційний перелом локалізується в піддельтоподібній ділянці та характеризується типовим латеральним вектором зміщення внаслідок домінувального антагоністичного впливу дельтоподібного м'яза на привідну мускулярну групу.

Простий аддукційний перелом діяфізу плечової кістки має типову локалізацію в аддукто-абдукційній діяфізарній ділянці та характеризується медіальним вектором зміщення проксимального кісткового відламка, що зумовлено розташуванням місця інсерції великого грудного, великого круглого та найширшого м'язів спини в дистальних відділах проксимального кісткового відламка. Проксимальний відділ дистального кісткового відламка через вплив дельтоподібного м'яза має латеральне зміщення.

Складні багатоуламкові переломи класифіковано залежно від локалізації проміжного кісткового відламка та щодо до точок інсерції м'язів.

Їх розподіл було проведено на складні абдукційні, складні аддукційні та складні змішані переломи.

Складний абдукційний перелом характеризується наявністю вільного кісткового відламку, який повністю або частково слугує місцем прикріплення дельтоподібного м'яза та має характерний латеральний вектор зміщення. Дистальний відділ проксимального кісткового відламка зміщується досередини під дією аддукційної групи м'язів.

Складний аддукційний перелом має у своєму складі вільний кістковий фрагмент, який є місцем інсерції великого грудного та/або великого круглого м'язів та/або найширшого м'яза спини. Цей тип перелому має медіальний вектор зміщення вільного кісткового фрагмента. Проксимальний відділ дистального кісткового відламка має латеральну девіацію під впливом вектора сили дельтоподібного м'яза.

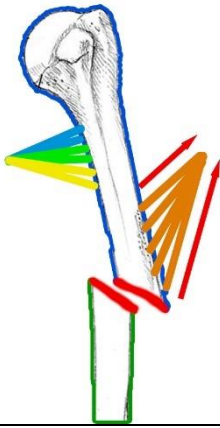
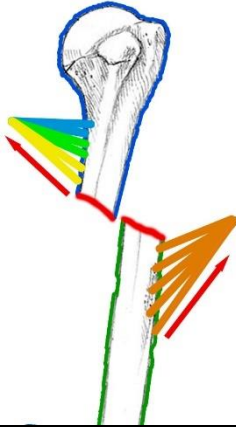
Складний змішаний перелом характеризується наявністю двох і більше вільних кісткових уламків, які є місцями прикріплення м'язів абдукто-аддукційних груп. Вектор зміщення кісткових відламків залежить від наявного впливу відповідних м'язових структур на точки їх прикріплення.

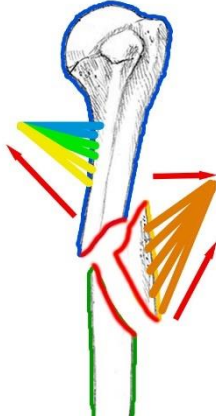
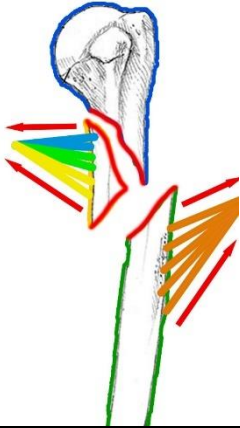
Розгорнуту робочу класифікацію переломів діяфізу плечової кістки за типом зміщення кісткових відламків наведено в таблиці 3.12.

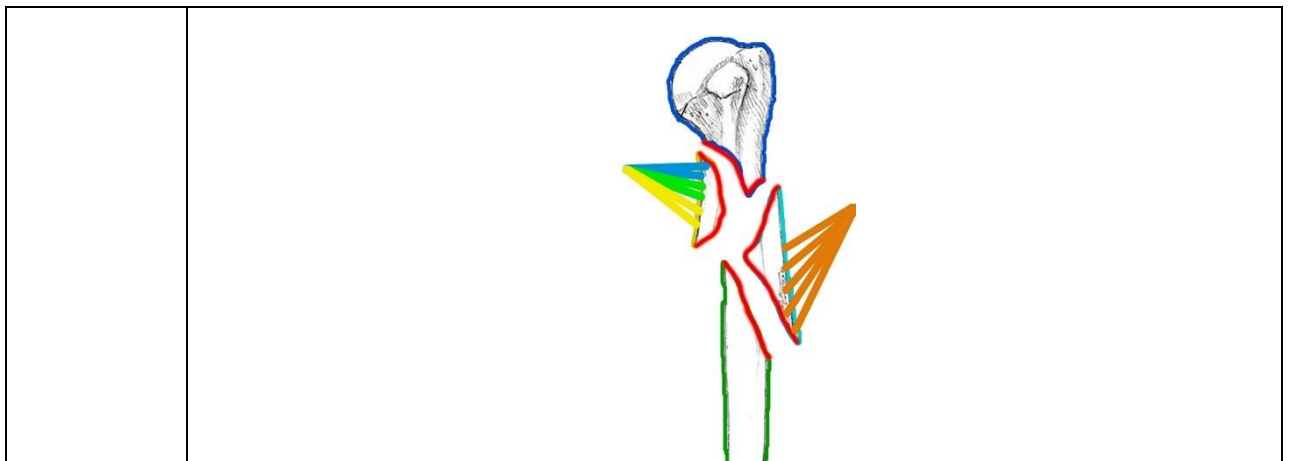
Таблиця 3.12.

Робоча класифікація переломів діяфізу плечової кістки за типом зміщення кісткових відламків

Тип перелому	Вектор зміщення	Домінуючий м'язовий вплив за рахунок локалізації точок інсерції	Локалізація перелому
Тип I (прос тий)	Латеральна девіація проксимального	Дельтоподібний м'яз	Піддельтоподібна ділянка

	кісткового відламку		
			
Тип 2 (простий аддукційний)	Медіальна девіація проксимального кісткового фрагменту\латеральна девіація проксимального відділу дистального кісткового фрагменту	Великий грудний, великий круглий та найширший м'язи спини\дельтоподібний м'яз	Між абдукто-аддукційна ділянка
			
Тип 3 (складний абдукційний)	Латеральне зміщення вільного кісткового уламку	Місце інсерції дельтоподібного м'яза локалізується на вільному кістковому фрагменту	Дельтоподібна ділянка

			
Тип 4 (складний аддукційний)	Медіальне зміщення вільного кісткового відламку	Місце інсерції аддукційного м'яза\ групи м'язів	Наддельтоподібна аддукційна ділянка
			
Тип 5 (складний змішаний)	Зміщення вільних кісткових відламків латерально та медіально	Кісткові відламки слугують місцем інсерції дельтоподібного м'яза та одного з аддукційних м'язів\групи м'язів	Діафізарний відділ плечової кістки із залученням абдукційної та аддукційної ділянок



Матеріали даного розділу відображено в роботах:

- Kononenko SV, Pelypenko OV. (2022) Anatomical features of the soft tissue structures of the proximal humeral diaphysis revealed by the magnetic resonance imaging. Bull Probl Biol Med.;1(2):184.
- Кононенко С., Пелипенко О. (2021). Біомеханічні особливості скалкових переломів діафізу плечової кістки. Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії, 21(1), 26-29.
- Кононенко СВ, Пелипенко ОВ. Біомеханічні особливості лікування діафізарних переломів плечової кістки. У: Актуальні питання лікування патології суглобів та ендопротезування; 3–5 верес. 2020; Приморськ, Україна. Запоріжжя: ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України»; 2020. с. 41.
- Кононенко СВ. Синергізм та антагонізм м'язів плеча та їх роль у зміщенні кісткових відламків при діафізарних переломах плечової кістки у віковому аспекті. У: XXV міжнародний медичний конгрес студентів та молодих вчених; 12-14 квіт. 2021; Тернопіль, Україна. Тернопіль: Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського міністерства охорони здоров'я України; 2021. с. 141.

РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ КОНСЕРВАТИВНОГО ЛІКУВАННЯ ПАЦІЄНТІВ З ДІАФІЗАРНИМИ ПЕРЕЛОМАМИ ПЛЕЧОВОЇ КІСТКИ

4.1. Характеристика клінічних груп

На базі КП «1-а МКЛ ПМР» та КП «ПОКЛ ім. М. В. Скліфосовського ПОР» було проведено консервативне лікування 43 пацієнтів з переломами діафізарної ділянки плечової кістки.

Більшість досліджуваних переломів (55,7 %) за класифікацією АО належали до типу А. Найчастіше серед них зустрічалася поперечна та гвинтоподібна площина зламу діафізарної ділянки плеча. Серед переломів типу В переважали ушкодження з наявністю клиноподібного кісткового фрагменту із гвинтоподібною площиною порушення цілісності кісткової тканини. Це свідчить про те, що найбільш поширеними типами діафізарних ушкоджень були гвинтоподібні та поперечні переломи.

Оцінка характеру зміщення досліджуваних переломів також була проведена на основі м'язово-осальної схеми типових контактних взаємовідносин діафізарної ділянки плечової кістки. Виділено дві групи переломів залежно від вектора зміщення проксимального кісткового відламка, безпосередній вплив на який мають м'язи, що прикріплюються у проксимальному та середньому діафізарному відділах.

Абдукційний тип перелому виявлено у 65 % (26 випадків). Лінія зламу проходить нижче від місця інсерції дельтоподібного м'яза. Відбувається латеральна девіація дистального відділу проксимального кісткового фрагмента, зумовлена переважним впливом дельтоподібного м'яза над аддукційною групою.

Аддукційний тип перелому зустрічався у 35 % (14 випадків). Лінія зламу проходить вище від місця інсерції дельтоподібного м'яза та нижче за місце інсерції великого грудного, великого круглого та найширшого м'язів спини. Медіальна девіація дистального відділу проксимального кісткового

відламку та у деяких випадках латеральне відхилення дистального кісткового відламка викликані впливом великого грудного, великого круглого та найширшого м'язів спини на проксимальний фрагмент, дельтоподібного м'яза – на дистальний.

Виявлено переважання абдукційного типу зміщення проксимального кісткового фрагмента у порівнянні з аддукційним типом серед жінок похилого та старечого віку. Розгорнуту характеристику розподілу переломів плечової кістки за типом зміщення кісткових відламків залежно від віку та статі наведено на рисунку 4.1.

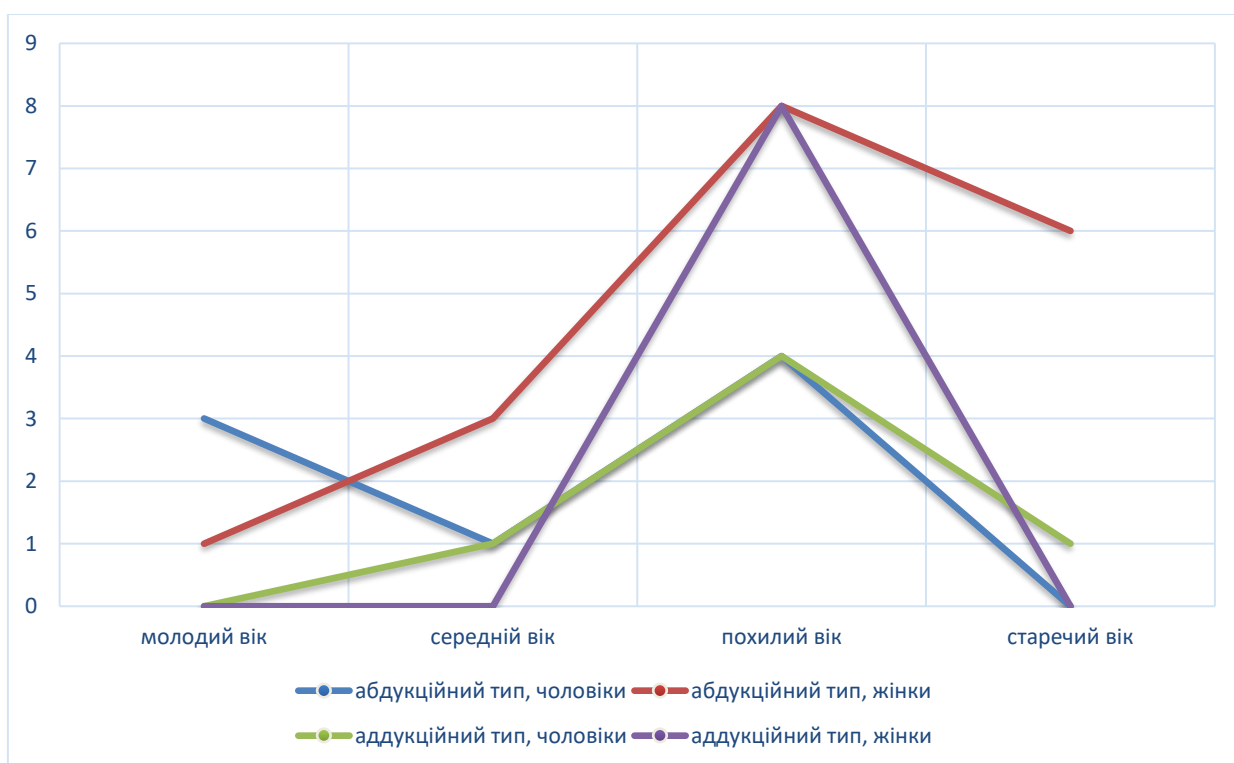


Рис 4.1. Характеристика переломів за типом зміщення залежно від віку та статі

Зі свого боку вектор зміщення кісткових відламків при переломах дистального відділу діяфізу плеча залежав від ступеня ротації та розгинання передпліччя, був змінним та не належав до абдукційної чи аддукційної групи.

Клініка невротії променевого нерва не спостерігалася у всіх 43 випадках консервативного лікування.

Розподіл випадків переломів діяфізу плечової кістки залежно від застосованої методики консервативного лікування був таким:

- консервативне лікування із застосуванням гіпсової іммобілізації – 48,8 % (21 випадок);
- функціональне консервативне лікування з використанням шинно-полотняного ортезу – 16,3 % (7 випадків);
- функціональне консервативне лікування за допомогою фіксувального ортезу Сармієнто – 14 % (6 випадків);
- функціональне консервативне лікування за допомогою триточкового компресійного комбінованого ортезу – 20,9 % (9 випадків).

Розгорнута гендерно-вікова характеристика груп консервативного лікування залежно від його методу наведена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Гендерно-вікова характеристика досліджуваних груп залежно від методу консервативного лікування

Метод лікування	Вік (роки),		18-44		45-59		60-74		75-90	
	стать		чол, п	жін, п	чол, п	жін, п	чол, п	жін, п	чол, п	жін, п
Гіпсова іммобілізація			4	-	1	2	1	10	1	2
Шинно-полотняний ортез			-	-	1	1	3	2	-	-
Ортез за Сармієнто			-	-	1	-	-	3	-	2
Триточковий компресійний комбінований ортез			-	1	-	1	3	2	-	2

4.2. Опис методик консервативного лікування

Таргетними критеріями для вибору оптимального способу репозиції кісткових відламків та методу їх подальшої фіксації були:

- тип та ступінь зміщення проксимального кісткового відламка щодо дистального;
- локалізація перелому залежно від висоти ушкодження;
- вид площини зламу;
- наявність ушкодження шкірних покривів в ділянці іммобілізації;
- коморбідні стани пацієнта.

Обґрунтування необхідності вказаних вище критеріїв для визначення подальшої тактики консервативного лікування.

1. Тип зміщення проксимального кісткового відламку відносно дистального та характер площини зламу. Ключове значення при виборі методу репозиції та подальшого консервативного функціонального лікування відіграють вектор та величина зміщення кісткових відламків. Ступінь зміщення прямопропорційно залежить від величини ушкодження м'язово-окісного футляра.

Консервативне лікування має найбільш сприятливий ефект при девіації кісткових відламків не більше, ніж на повний поперечний розмір кістки. При аддукційному типі перелому існує підвищений ризик травматизації важливих транзиторних м'якотканинних структур проксимальним медіально-девійованим фрагментом. Під час репозиції таких переломів необхідне «провисання» та приведення дистального відділу ураженої кінцівки до тулуба.

Під час репозиції абдукційних переломів використовували запатентований «Реклінаторний стілець для закритої репозиції переломів» (Патент України на корисну модель № 14726 від 12.05.2021 року) з метою зміни вектора «звисання» під власною вагою дистального кісткового фрагмента та зменшення травмування навколишніх м'якотканинних

утворень. Відведення травмованої кінцівки забезпечувалося знімною рекліаторною балкою з підпахвинним амортизатором, який розміщений на верхньому її кінці. Кут латеральної девіації рекліаторної балки регулювався за допомогою рекліаторного механізму в діапазоні 15° – 45° (рис. 4.2.).

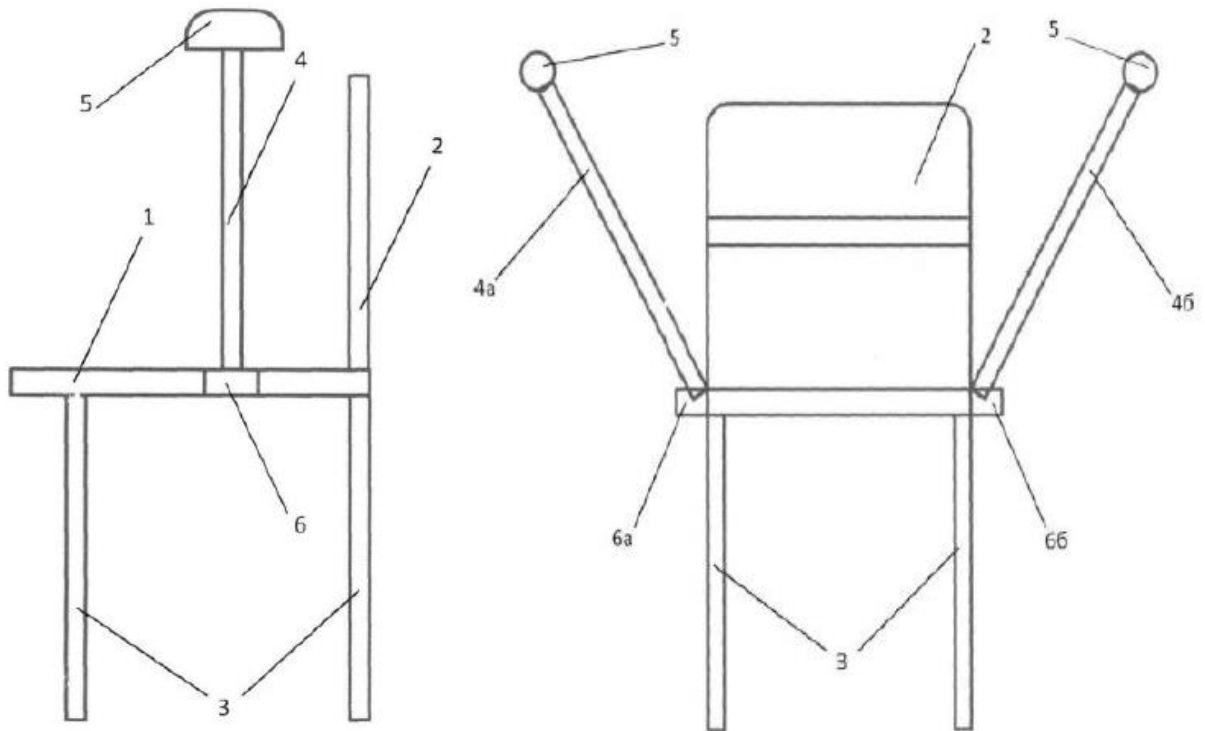


Рис. 4.2. Схема рекліаторного стільця для закритих переломів діяфізу плечової кістки: 1 – сидіння; 2 – спинка; 3 – ніжки; 4 – рекліаторна балка; 5 – підпахвинний амортизатор; 6 – рекліаторний механізм

У випадку поперечного зміщення кісткових відламків більше ніж на поперечний розмір кістки виконували закриту репозицію перелому з подальшою функціональною фіксацією протягом 24-48 годин. У випадку збереження зміщення вирішували питання про конверсію методу лікування.

2. *Локалізація перелому залежно від висоти ушкодження.* Максимальна ефективність функціональної фіксації за допомогою шинно-полотняного ортезу та функціонального гіпсового тютору досягається при переломі на рівні медіанного та дистального відділів діяфізарної ділянки плеча. Максимальна ефективність фіксувального ортезу за Сарміенте

досягається також при локалізації ушкодження в середньому та дистальному відділах. Комбінований триточковий компресійний ортез дає змогу виконати фіксацію діафізарного перелому в проксимальному, середньому та дистальному відділах.

3. Наявність ушкодження шкірних покривів в ділянці іммобілізації. Пошкодження шкіри плеча при закритих переломах діафізарної ділянки, зокрема садна, подряпини, епідермальні пухирі, можуть з'явитися на різних етапах лікування, а саме:

- у момент травми внаслідок безпосереднього впливу травмувального чинника по ковзній траєкторії відносно вісі плеча (садна, подряпини);
- під час транспортної іммобілізації за умови порушення техніки її виконання та при первинній ревізії травмованої ділянки (садна, подряпини);
- у післятравматичному періоді на долікарському етапі надання допомоги за умови розвитку набрякового синдрому (епідермальні пухирі).

Наявність ушкоджень шкіри вимагає від методу консервативного лікування постійного чи періодичного доступу до ушкодженої ділянки та перев'язок з розчинами антисептиків до настання загоєння. Отже, фіксувальний ортез за Сармієнто, іммобілізація шинно-полотняним ортезом, комбінованим триточковим компресійним ортезом є недоцільною, оскільки без демонтажу означених конструкцій догляд за ушкодженою шкірою (перев'язки, огляд) є неможливим. На нашу думку, оптимальним методом іммобілізації до настання загоєння шкірних покривів є гіпсовий татор із виготовленням візуалізаційного вікна для спеціалізованого медичного догляду та контролю ранового процесу. В подальшому можлива конверсія методу функціонального консервативного лікування.

4. Коморбідні стани пацієнта. Консервативне функціональне лікування пов'язано із постійним контактом фіксувального виробу (з наявним чи відсутнім амортизувальним прошарком) зі шкірними покривами пацієнта та супроводжується певним рівнем компресії м'яких тканин. Це

викликає низку відносних та абсолютних протипоказань до їх застосування у зв'язку із наявністю коморбідних станів.

До відносних коморбід-індукованих протипоказань зараховуємо:

- трофічні розлади шкіри;
- хронічно незагоювальні рани (цукровий діабет, ангіоневротичні порушення).

До абсолютних коморбід-індукованих протипоказань ми відносимо:

- гострий та хронічний артеріальний або венозний тромбоз судин верхньої кінцівки. тромбоз вен;
- тромбофлебіт поверхневих та глибоких вен плеча;
- критична ішемія судин верхньої кінцівки.

Особливості методики консервативного лікування пацієнтів першої групи (із застосуванням гіпсової іммобілізації).

Опис методики. На момент первинного звернення лікування розпочиналося стандартною іммобілізаційною шинувальною гіпсовою пов'язкою. Для її виготовлення використовували стандартний гіпсовий бинт та враховувалися індивідуальні анатомо-морфологічні особливості. Пацієнт знаходився в сидячому стані, передпліччя супіновано в положенні функціонального згинання в ліктьовому суглобі. Необхідною умовою було досягнення максимально можливого відновлення анатомічної вісі ушкодженого плеча.

Шкіру, яка буде контактувати з пов'язкою, покривали бавовняною тканиною. У місцях найменшої кількості м'яких тканин, ділянках анатомічних згинів додатково розташовували шар вати з метою попередження виникнення трофічних розладів поверхневих тканин. В підпахвинну ділянку встановлювався валик із гігроскопічної вати для профілактики виникнення мацерації та подразнення шкіри. Шинувальну гіпсову пов'язку накладали від ділянки проекції дистальних відділів п'ясткових кісток, далі по тильній поверхні передпліччя з переходом на задньо-латеральну поверхню ліктьового суглобу та латеральну поверхню

плеча до нижнього кута контрлатеральної лопатки. Фіксацію виконували еластичним чи бавовняним бинтом. Після затвердіння гіпсу передпліччя фіксували підтримувальною косинковою пов'язкою (рис. 4.3.).



а

б

Рис 4.3. Вигляд ушкодженого плеча, фіксованого стандартною іммобілізаційною гіпсовою шиною у фронтальній (а) та аксіальній (б) площинах

У разі наявності ушкодження шкіри в ділянці проведення іммобілізації виготовляли оглядово-терапевтичне «вікно» для виконання перев'язок із розчинами антисептиків та контролю ранового процесу. Для цього використовували атравматичну гіпс-екстракторну пилку та гіпсові кусачки.

У період між 5 та 7 добою з моменту накладання стандартної іммобілізаційної гіпсової шини проводили повторний огляд та контрольні рентгенографії у вертикальному стані пацієнта. Після оцінки ступеня зміщення кісткових відламків приймали рішення про продовження гіпсової іммобілізації чи конверсії способу консервативного лікування.

Використання реклінаційного стільця для закритої репозиції переломів діяфізу плечової кістки, розробленого та запатентованого автором, на етапах

надання первинної допомоги при застосуванні розгляданої методики консервативного лікування є можливим за умови розташування відповідної подушки в підпахвинній ділянці впродовж всього терміну лікування.

Недоліками означеного виду консервативного лікування є такі явища. Відсутність функціональності плечового, ліктьового та променево-зап'ясткового суглобів. Це провокує значне порушення повсякденного самообслуговування пацієнта, виникнення постімобілізаційних контрактур, збільшення терміну втрати працездатності. Підвищується ризик виникнення судинних порушень, пов'язаних зі знерухомленням верхньої кінцівки. Негативний вплив на життя пацієнта має також велика вага та розмір гіпсової шини у порівнянні з іншими видами методів консервативного лікування, що підвищує ризик виникнення коморбідної неврологічної патології, пов'язаної із збільшеним навантаженням на хребетно-м'язовий комплекс. Відмічається порушення сну пацієнта, що спровоковано вимушеним положенням у ліжку. У посттравматичному періоді під час зменшення вираженості набрякового синдрому плеча підвищується ймовірність міграції гіпсової шини. Це призводить до виникнення вторинного зміщення кісткових відламків, порушення фіксації та виникнення трофічних розладів шкірних покривів при патологічній рухомості кінцівки. Значним недоліком є відсутність можливості корекції гіпсової імобілізації без її повторного виготовлення, що внаслідок усує усує залишкове та вторинного зміщення кісткових відламків. Причинно-наслідкові зв'язки виникнення ускладнень висвітлено на рисунку 4.4.



Рис. 4.4. Причинно-наслідкові зв'язки виникнення ускладнень при лікуванні стандартною іммобілізаційною шинуючою гіпсовою пов'язкою

Особливості методики функціонального консервативного лікування пацієнтів другої групи (шинно-полотняним ортезом).

Опис методики. Процес лікування відбувався у два етапи. Лікування розпочинали з першого етапу – етапу первинного звернення. На цьому етапі виконували закрити репозицію за допомогою реклінаторного стільця або мануальна закрити репозиція перелому з подальшою фіксацією функціональним гіпсовим татором. У випадку першого типу перелому за робочою класифікацією пацієнт сидав та щільно спирався на спинку. Підпахвинна ділянка ушкодженої кінцівки впиралася в амортизатор, потім бічною поверхнею грудної клітки пацієнт впирався в реклінаторну балку, за

допомогою реклінаторного механізму відбувалося встановлення необхідного кута відведення від 15° до 45° . Ушкоджена кінцівка провисала під власною вагою під оптимальним кутом відведення, який розраховувався за даними первинних рентгенограм у фронтальній проекції. Це дало змогу досягти атравматичної та анатомічної репозиції кісткових відламків. При другому типі перелому відбувалася закрыта мануальна репозиція перелому шляхом медіальної девіації дистального відділу плеча.

Передпліччя ушкодженої кінцівки було зігнуто під кутом 90° , його утримував асистент або пацієнт з допомогою здорової кисті. Ділянка плеча протектувалася від гіпсової пов'язки за допомогою прокладки з бавовняної тканини. На захисну прокладку зверху накладали гіпсовий татор без залучення плечового та ліктьового суглобів. Після затвердіння гіпсової пов'язки передпліччя фіксували передплічним фіксатором «Tisa» у положенні згинання 90° . Пацієнту рекомендували дотримуватися вертикального положення. Під час сну ушкоджена кінцівка фіксувалася до тулуба за допомогою поясу «Tisa».

Другий етап розпочинався з повторного огляду на 5–7 добу з моменту отримання травми. Виконували контрольну рентгенографію ушкодженого сегменту у вертикальному положенні. За умови відсутності вторинного зміщення, вкорочення та задовільної вісі плечової кістки відбувалася конверсія гіпсового татора на функціональний шинно-полотняний ортез стандартних типорозмірів (рис. 4.5.). З метою запобігання ятрогенної травматизації м'якотканинних структур, вторинного зміщення кісткових відламків та зменшення вираженості больового синдрому під час заміни методу фіксації пацієнта розташовували на реклінаторному стільці.

Негативний вплив на ефективність лікування в шинно-полотняному ортезі мають такі фактори. Недостатня фіксація перелому при його локалізації в проксимальному відділі плечової кістки, що провокує виникнення вторинного зміщення кісткових відламків та їх патологічну рухомість. Втрата фіксувальної ефективності та міграція гіпсового татора на

2–3 добу з моменту його накладення, що пов'язано зі зменшенням набрякового синдрому. Це провокує розвиток трофічних розладів кубітальної ділянки та підвищує ризик вторинного зміщення кісткових відламків.



Рис. 4.5. Вигляд шинно-полотняного ортеза

Особливості методики функціонального консервативного лікування пацієнтів третьої групи (ортезом Сармієнто).

Опис методики. Біомеханічна сутність цього способу лікування полягає у фіксувальній ролі м'яких тканин та їхніх властивостях пружності при опорі стиснення. М'язові тканини, які оточують ушкоджену плечову кістку, відіграють роль порожнинної гідравлічної системи, фіксованої еластичною фасціо-кутаною оболонкою. Осьове динамічне навантаження викликає деформацію цієї порожнини та розтягує латеральні фасціальні межі, що спричиняє усунення осьового зміщення кісткових фрагментів за довжиною.

Процес функціонального лікування ортезом Сармієнто розпочинався з пасивної закритої репозиції перелому діафізарної ділянки плеча за допомогою рекліаторного стільця або дистальної медіальної мануальної девіації плеча, в залежності від типу перелому за робочою класифікацією.

Після відновлення анатомічної вісі плеча передпліччя було зігнуто в ліктьовому суглобі під кутом 90° , його утримував пацієнт здоровою кистю чи асистент. Залежно від типу зміщення кісткових відламків першочергово вдягали латеральну або медіальну фіксувальні пластини.

При другому типі перелому за робочою класифікацією спочатку вдягали медіальну фіксувальну пластинку, компресію до шкіри якої забезпечував асистент. Потім вдягали латеральну фіксувальну пластинку, з'єднували їх за допомогою контакт-стрічки Velcro. При першому типі перелому спочатку накладали латеральну фіксувальну пластину, компресію якої забезпечував асистент. Потім накладали медіальну фіксувальну пластину та виконували їх взаємну фіксацію. Ступінь компресії між фрагментами ортезу була регульованою за допомогою стрічок Velcro. Передпліччя в стані згинання під кутом 90° та підтримувалося за допомогою фіксувальної пов'язки «Tisa».

Хворому надавали рекомендації щодо вертикалізації стану. Повторний огляд пацієнта проводився на 3–5 добу з моменту отримання травми. Виконували стандартні контрольні рентгенограми. Зменшення вираженості набрякового синдрому ушкодженого сегмента призводило до зниження взаємокомпресії компонентів ортезу та підвищення ризику виникнення вторинного зміщення. Це явище було усунене за допомогою корекції натягу стрічок Velcro.

До недоліків функціонального консервативного лікування переломів діафізарної ділянки плеча за допомогою ортезу Сармієнто належать такі:

- постійна компресія м'якотканинних структур ділянки плеча;
- підвищений ризик виникнення судинних порушень;
- недостатня фіксація кісткових відламків у дистальному відділі діафізу плеча.

Особливості методики функціонального консервативного лікування пацієнтів четвертої групи (тричотковим компресійним комбінованим ортезом).

Опис методики. Біомеханічна ефективність цього виду консервативного функціонального лікування полягає в комбінації компресійного впливу двонаправлених фіксуючих пластин на м'язовий футляр, що оточує плечову кістку, та трикутної системи усунення залишкового кутового зміщення кісткових відламків завдяки наявності мобільних корегованих точок компресії (рис. 4.6.).

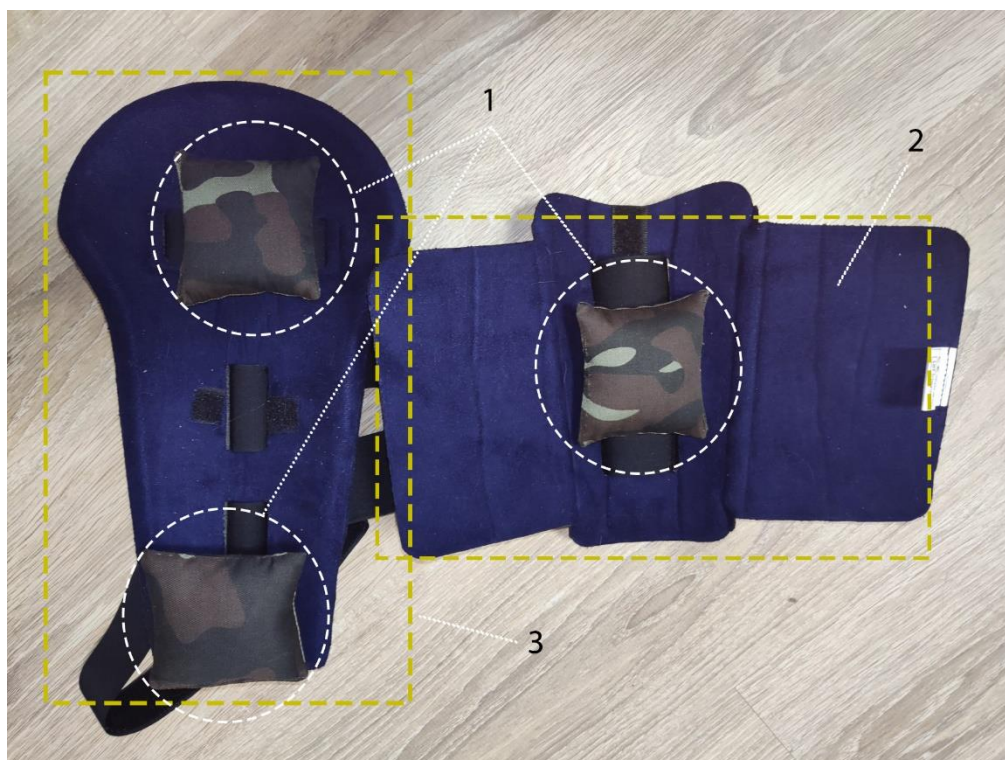


Рис. 4.6. Триточковий компресійний комбінований ортез:

1 – мобільні кореговані точки компресії; 2– внутрішня фіксуюча пластина; 3 – зовнішня фіксуюча пластина

Виріб складається з латеральної довгої анатомічної пластини, медіальної короткої анатомічної пластини, компресійних мобільних корегованих валиків, що закріплюються на пластинах, та стрічок Velcro. Латеральна довга анатомічна пластина бере свій початок від латерального надвиростку плеча, покриваючи 1/3 зовнішньої поверхні плеча, прямує до акроміального кінця ключиці. Медіальна коротка анатомічна пластина починається від медіального надвиростку плеча, покриває внутрішню 1/3 плеча та закінчується в підпахвинній ділянці. На внутрішній поверхні обох пластин по всій їхній довжині розташовані стрічки Velcro, до яких

прикріплюються компресійні кореговані мобільні валики. За допомогою зовнішніх стрічок Velcro здійснюється двонаправлена контрольована компресія пластин (рис. 4.7.).



а

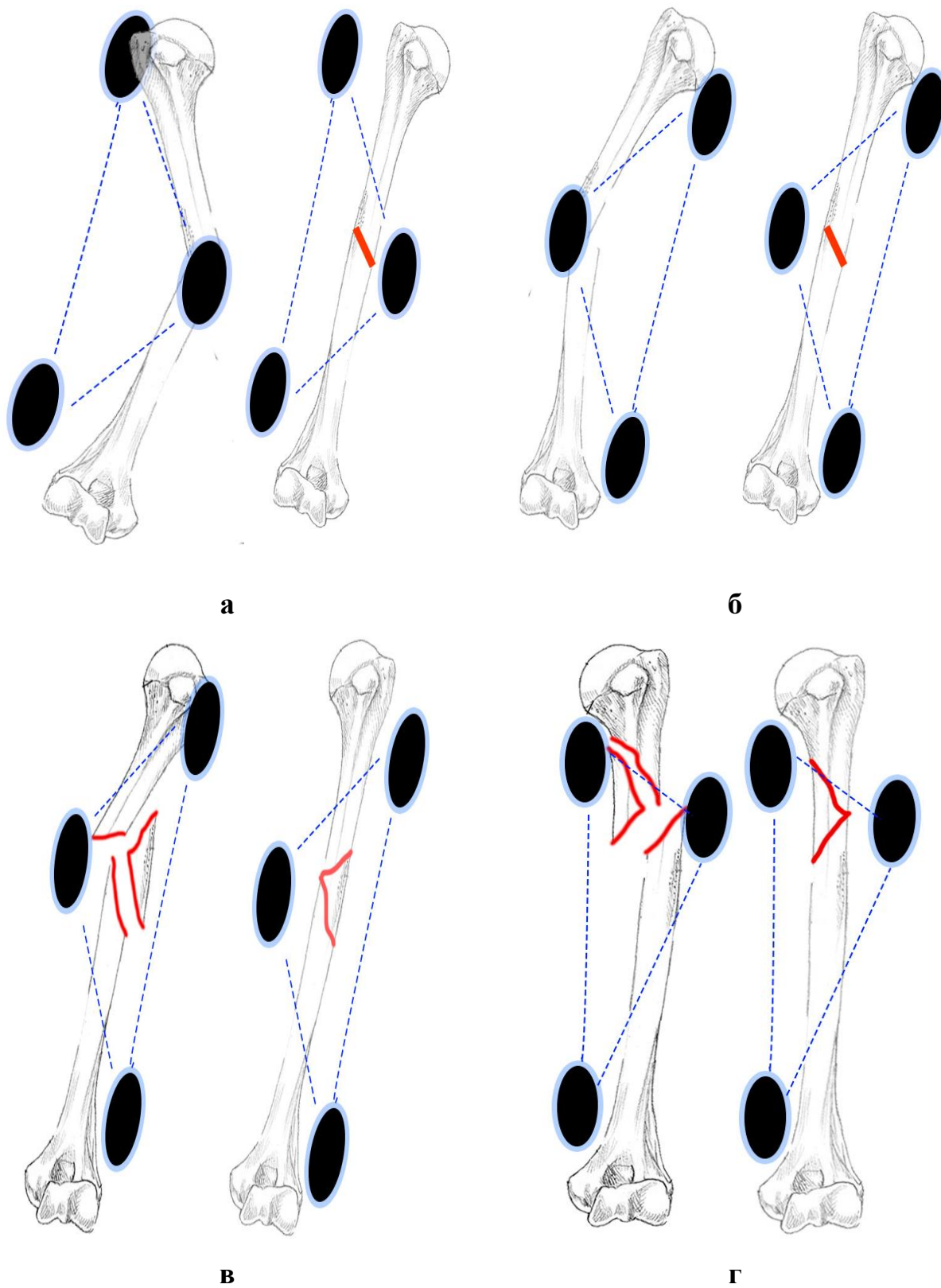
б

Рис 4.7. Вигляд ушкодженого плеча, фіксованого двонаправленим фіксувальним ортезом, у фронтальній (а) та аксіальній (б) площинах,

Методика взаєморозташування додаткових точок компресії на пластинах залежить від характеру перелому та типу зміщення кісткових відламків.

При першому типі перелому діяфізу плечової кістки перший компресійний корегований мобільний валик слід розташовувати на латеральній пластині в ділянці проекції перелому, два інших – на медіальній пластині дистально та проксимально до рівня перелому. При другому типі перелому перший компресійний корегований мобільний валик слід прикріплювати на медіальній пластині в зоні найбільшого кісткового зміщення, два інших – контрлатерально дистально та проксимально до ділянки ушкодження. Означені валики повинні утворювати трикутник із вершиною в ділянці максимальної кісткової девіації та з основою, що

розташована на протилежному боці. Візуалізовану схему додаткової точкової трикутної компресії зображено на рисунку 4.8.



**Рис. 4.8. Схема додаткової точкової трикутної компресії за умови:
а – першого типу зміщення; б – другого типу зміщення; в – третього
типу зміщення; г – четвертого типу зміщення**

Процес функціонального лікування розпочинається із закритої репозиції перелому на реклінаторному стільці під час провисання травмованої кінцівки під власною вагою. Передпліччя знаходиться в стані згинання в ліктьовому суглобі та підтримується з допомогою асистента чи здорової руки пацієнта. Насамперед вдягається та компресійна пластина із закріпленим компресійним корегованим мобільним валиком, яка спрямована в бік найбільшої девіації кісткових відламків. Далі вдягають контрлатеральну компресійну пластину з іншими закріпленими компонентами. Компресію здійснюють за допомогою зовнішніх стрічок Velcro. Після цього виконують контрольну рентгенографію та, за умови наявності, корекцію залишкового зміщення кісткових відламків за допомогою зміни рівня компресії та локалізації компресійних точкових валиків.

Таргетність точок максимальної компресії дає змогу уникнути низки ускладнень, пов'язаних із площею стиснення м'язового футляра, а саме: трофічних розладів, хронічного стиснення судинних та нервових структур, вторинних та залишкових зміщень кісткових уламків.

Повторний огляд здійснюється на 4–7 добу від моменту іммобілізації з виконанням стандартних контрольних рентгенограм та за необхідності корекції ступеня компресії.

4.3. Результати лікування

У ході дослідження виявлено 6 випадків незрощення переломів діафізу плечової кістки, що складало 14 % від загальної кількості спостережень. Кількість випадків при абдукційному типі зміщення кісткових відламків була тотожною аддукційному типу. Найбільшу кількість випадків виявлено при

локалізації переломів у середньому та проксимальному відділах діафізу плечової кістки. Всі пацієнти, які мали означене ускладнення, лікувалися за допомогою стандартної іммобілізаційної шинувальної гіпсової пов'язки. Серед них переважали жінки похилого віку від 60 до 72 років – 84 % (5).

У 4 випадках незрощення було виконано конверсію методу лікування та проведено оперативне лікування: 3 антеградних інтрамедулярних блокувальних остеосинтези стрижнями та 1 накістковий металоостеосинтез LCP-пластиною.

Серед пацієнтів, пролікованих за допомогою шинно-полотняного ортезу, ортезу за Сармієнто та комбінованого триточкового компресійного ортезу, випадків незрощення виявлено не було.

Щодо наявності трофічних розладів, то їх було виявлено у 7 випадках, що склало 16,3 % від загальної кількості спостережень. Серед них переважали пацієнти похилого віку. За гендерним розподілом переважали жінки – 6 випадків. За характером зміщення кісткових відламків переважали абдукційні переломи – 4 випадки. У 5 пацієнтів як метод консервативного лікування використовувалася стандартна іммобілізаційна шинувальна гіпсова пов'язка, у 2 пацієнтів – ортез за Сармієнто.

Найпоширенішими зонами травматичного ушкодження шкірних покривів при лікуванні шинувальною гіпсовою пов'язкою були: ділянка зовнішнього надвиростка плечової кістки, ділянка голівки ліктьової кістки та ділянка надпліччя.

Причиною ушкодження шкіри в пацієнтів, які лікувалися за методикою Сармієнто, було «врізання» компонентів ортезу в кубітальну зону, що спровоковано дистальною міграцією компонентів функціонального фіксатора. Це явище спричинило розвиток перманентного больового синдрому з порушенням функціональної активності ліктьового суглобу й потребувало проведення щоденного догляду за ушкодженою ділянкою.

Кутова деформація після консолідації перелому була виявлена у 44 % (19 випадків). У 63 % (12 випадків) зміщення кісткових уламків відбувалося

за абдукційним типом, у 37 % (7 випадків) – за аддукційним. Серед досліджуваних пацієнтів 27,9 % (12 випадків) мали кутову деформацію після завершення лікування стандартною іммобілізаційною шинувальною гіпсовою пов'язкою. Серед пацієнтів, що лікувалися шинно-полотняним ортезом кутова деформація після завершення терміну лікування була виявлена у 7 % (3 випадки) досліджуваних. За умови лікування ортезом за Сармієнто означений вид ускладнення діагностовано у 9,3 % (4 випадки), у 50 % яких спостережено поєднання з трофічними розладами кубітальної ділянки. За гендерним розподілом переважали жінки середнього та похилого віку – 25,6 % (11). Чоловіки склали 18,6 % (8).

Серед пацієнтів, що лікувалися комбінований триточковим компресійним ортезом кутового зміщення кісткових відламків виявлено не було.

Ротаційна деформація виявлена в 14 % (6) досліджуваних. У 100 % випадків ротаційне зміщення поєднувалося із кутовою деформацією діафізарної ділянки плеча. Кількість зміщення за абдукційним типом переважала аддукційний, та складала 4 та 2 випадки відповідно. Усіх пацієнтів, які мали описаний вид деформації, лікували за допомогою стандартної шинувальної гіпсової пов'язки. Кількість пацієнтів жіночої статі відповідала кількості пацієнтів чоловічої статі.

Загальний перелік ускладнень консервативного лікування переломів діафізу плечової кістки залежно від методу іммобілізації наведено на рисунку 4.9.

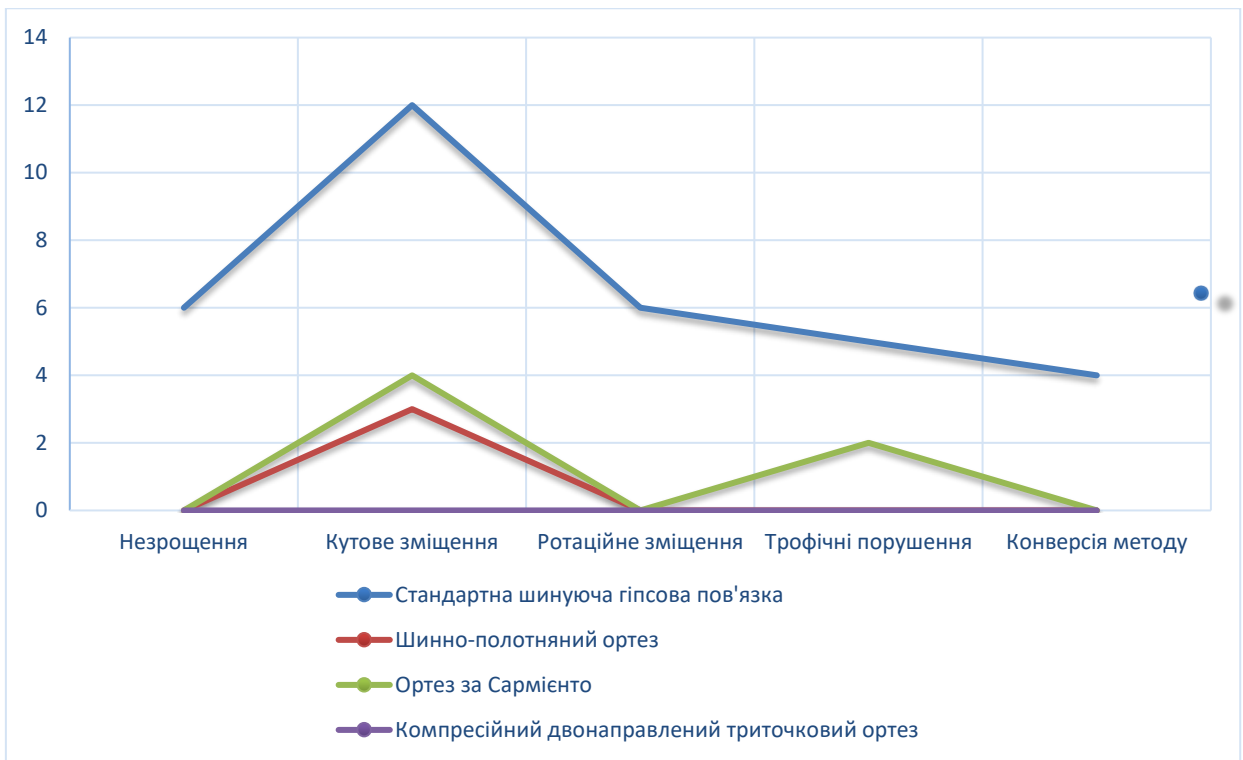


Рис. 4.9. Ускладнення консервативного лікування залежно від методу фіксації перелому

Ускладнення консервативного лікування переломів діафізу плечової кістки залежно від типу зміщення кісткових відламків та висоти перелому наведено на рисунку 4.10.



Рис. 4.10. Ускладнення консервативного лікування залежно від рівня перелому та типу зміщення кісткових відламків

Кількість ускладнень залежно від типу перелому за класифікацією АО наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2.

Ускладнення консервативного лікування залежно від типу перелому діяфізу плечової кістки за класифікацією АО

№	Тип перелому за класифікацією АО	Незрушення	Кутове зміщення	Ротаційне зміщення	Трофічні порушення	Конверсія методу лікування
1.	Простий гвинтоподібний 12-A1	1	2	-	-	1
2.	Простий косий 12-A2	1	5	2	2	1
3.	Простий поперечний 12-A3	3	4	2	2	2
4.	Клиноподібний простий 12-B1	-	-	-	-	-
5.	Клиноподібний гвинтоподібний 12-B2	-	2	-	2	-
6.	Клиноподібний скалковий 12-B3	-	3	1	-	-
7.	Складний гвинтоподібний 12-C1	-	1	-	-	-
8.	Складний	1	1	1	1	-

	сегментарний 12- С2					
9.	Складний скалковий 12-С3	-	1	-	-	-
Всього		6	19	6	7	4

Отже, оцінка результатів дослідження свідчить про значний вплив м'язового компонента в проксимальному відділі діафізарної ділянки плеча. При використанні стандартної іммобілізуючої шинувальної гіпсової пов'язки ступінь корекції м'язово-індукованого зміщення кісткових відламків низька. Ризик розвитку вторинного зміщення, кутової та ротаційної деформації є найбільшим у порівнянні з іншими методами консервативного лікування.

Шинно-полотняний ортез та ортез Сармієнто дають змогу досягти задовільного ступеня фіксації в середньому та дистальному відділі діафізарної ділянки. Але під час їх використання конструктивні особливості унеможливають виконання корекції залишкового площинного зміщення кісткових відламків, що може призводити до виникнення кутової та ротаційної деформації.

Комбінований триточковий компресійний ортез дає змогу виконати фіксацію діафізарного перелому плечової кістки на проксимальному, медіанному та дистальному рівнях, що забезпечено протяжністю латеральної фіксувальної пластини. Точки додаткової компресії в комбінації із стрічками Velcro дають можливість таргетно коректувати ступінь залишкового зміщення кісткових відламків, досягаючи повного його усунення.

4.4. Схеми функціонального лікування

В залежності від тактики консервативного лікування обирався індивідуальний функціональний режим фізичної реабілітації пацієнта. В процесі дослідження виділено 4 групи фізичної реабілітації.

До першої групи (А) увійшло 17 з 21 пацієнта, які лікувалися за допомогою стандартної іммобілізаційної шинуючої гіпсової пов'язки. Оскільки 4 пацієнтам було виконано конверсію методу лікування, вони були виключені з моніторингової групи реабілітаційного періоду консервативного лікування.

У пацієнтів групи А внаслідок особливостей накладання гіпсової пов'язки було іммобілізовано плечовий, ліктьовий та кистьовий суглоби. Відповідно до цього активні чи пасивні рухи в означених суглобах були неможливими. Ротаційні та флексо-екстензійні рухи плеча й передпліччя було заблоковано. У всіх випадках проводилася активна флексія та екстензія пальців кисті. Було призначено курс дихальної гімнастики з метою попередження виникнення легеневих ускладнень.

До другої групи (В) увійшло 7 пацієнтів, яких лікували за допомогою шинно-полотняного ортезу. Пацієнти групи В виконували активні та пасивні флексо-екстензорні рухи пальців кисті та кисті в кистьовому суглобі, комбінативні активні та пасивні пронаційні та супінаційні рухи передпліччя в межах 110° – 150° та 95° – 135° відповідно. Також виконували профілактичну пасивну флексію та екстензію передпліччя в ліктьовому суглобі під час демонтажу фіксувального компонента шинно-полотняного ортезу. Пасивні та активні ротаційні, флексо-екстензійні, аддукційні та абдукційні рухи плеча були виключені.

До третьої групи (С) увійшло 6 випадків, лікування яких здійснювали фіксувальним ортезом Сармієнто. У пацієнтів групи С виконували активні та пасивні флексії та екстензії пальців кисті, кисті в кистьовому суглобі. Спочатку пасивні, а потім активні флексії та екстензії передпліччя проводили в межах 30° – 80° та 150° – 180° відповідно. До процесу реабілітації були залучені пасивні флексо-екстензійні рухи плеча, а також його пасивна абдукція та аддукція в межах 15° – 25° . Активні та пасивні ротаційні рухи плеча були виключені.

Четверту групу (D) склали 9 пацієнтів, лікування яких здійснювали з використанням триточкового компресійного комбінованого ортезу. Фіксаційні особливості триточкового компресійного комбінованого ортезу дали змогу пацієнтам групи D виконувати перелік вправ груп А, В, С та додати до них активні рухи в плечовому суглобі, а саме: флексію та екстензію плеча в межах 110°–120° та 15–20° відповідно. Також до програми фізичної реабілітації було включено активні абдукційні та аддукційні рухи плеча в межах 15°–30°. Активні та пасивні ротаційні рухи плеча було виключено.

Розподіл груп фізичної реабілітації залежно від пасивної та активної рухової активності ушкодженого сегмента та суміжних суглобів наведено у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3.

**Характеристика клінічних груп фізичної реабілітації переломів
діафізу плечової кістки за умови консервативного лікування залежно
типу активної чи пасивної фізичної активності**

Назва групи	Група А	Група В	Група С	Група D
Фізична активність				
Активні флексо-екстензійні рухи пальців кисті	+	+	+	+
Активні флексо-екстензійні рухи кисті	-	+	+	+
Пасивні рухи флексо-екстензійні рухи передпліччя	-	+	+	+
Пасивні ротаційні рухи передпліччя	-	+	+	+

Пасивні флексо-екстензійні рухи плеча	-	-	+	+
Пасивні аддукційні та абдукційні рухи плеча	-	-	+	+
Активні флексо-екстензійні рухи передпліччя	-	-	+	+
Активні ротаційні рухи передпліччя	-	-	+	+
Активні флексо-екстензійні рухи плеча	-	-	-	+
Активні аддукційні та абдукційні рухи плеча	-	-	-	+

У пацієнтів усіх клінічних груп консервативного лікування медичну реабілітацію було розпочато відразу після виконання іммобілізаційних заходів. Комплекс вправ виконувався за допомогою та під наглядом медичного персоналу, а також самостійно після відповідного навчання пацієнта. Виконання вправ тривало до настання консолідації перелому.

Оцінку здійснювали після настання консолідації перелому та зняття засобів іммобілізації консервативного лікування. Функціональну активність ліктьового та плечового суглобів визначали за допомогою шкал MERI та CMS відповідно.

За шкалою MERI функціональна активність ліктьового суглобу серед пацієнтів групи А була оцінена як незадовільна та складала від 45 до 58 балів. Функціональна активність ліктьового суглобу ушкодженої кінцівки в пацієнтів групи В була задовільною та складала від 62 до 72 балів. Серед пацієнтів групи С та D функціональна активність була доброю та відмінною і складала від 77 до 92 балів.

Для статистичного дослідження результатів фізичної реабілітації, залежних від обраного методу функціонального лікування (за шкалою МЕРІ), використали параметричний критерій t-Ст'юдента.

Всі обчислення виконані за допомогою електронних таблиць Microsoft Excel.

Провівши необхідні розрахунки за вказаною формулою, отримуємо для результатів груп пацієнтів А і В емпіричне значення критерію $t_{\text{емп}} = 9,5662$.

Для числа ступенів вільності $k=22$ критичні значення критерію t-Ст'юдента відповідно $t_{\text{крит}} = 2,0738$ ($p \leq 0,05$) і $t_{\text{крит}} = 2,8187$ ($p \leq 0,01$).

Оскільки $t_{\text{емп}} > t_{\text{крит}}$ ($9,5662 > 2,8187$), то з імовірністю 0,99 ($p \leq 0,01$) ми можемо говорити про статистично значущу різницю між середніми показниками результатів груп пацієнтів А і В.

Провівши аналогічні обчислення для груп В і С, отримуємо $t_{\text{емп}} = 6,4087$. Критичні значення для $k=11$ відповідно $t_{\text{крит}} = 2,2009$ ($p \leq 0,05$) і $t_{\text{крит}} = 3,1058$ ($p \leq 0,01$). Це дає нам можливість говорити про статистично кращі середні показники групи С пацієнтів щодо середніх показників групи В пацієнтів ($p \leq 0,01$).

Так само для груп пацієнтів С і D $t_{\text{емп}} = 2,3391$, $t_{\text{крит}} = 2,1603$ ($p \leq 0,05$) і $t_{\text{крит}} = 3,0127$ ($p \leq 0,01$). Отже, різниця усереднених результатів вказаних груп пацієнтів статистично значуща ($p \leq 0,05$).

Зведені результати дослідження наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4.

Статистичне дослідження результатів фізичної реабілітації залежно від обраного методу функціонального лікування за шкалою

МЕРІ

Групи пацієнтів	Емпіричне значення критерію	Висновок
А і В	$t_{\text{емп}} = 9,5662$	Різниця статистично

		значима ($p \leq 0,01$)
B і C	$t_{\text{емп}} = 6,4087$	Різниця статистично значима ($p \leq 0,01$)
C і D	$t_{\text{емп}} = 2,3391$	Різниця статистично значима ($p \leq 0,05$)

Оцінку функціональної активності за шкалою CMS проведено в порівнянні з плечовим суглобом неушкодженої кінцівки. Різниця балів серед пацієнтів групи А склала від 35 до 47 балів, що свідчить про незадовільний функціональний результат. Серед пацієнтів групи В та С різниця балів склала від 21 до 27 балів, що свідчить про задовільний результат. Щодо пацієнтів з групи D, то функціональна активність плечового суглоба ушкодженої кінцівки у порівнянні з неушкодженою склала від 14 до 19 балів, що вказує на добрий функціональний результат.

Для статистичного дослідження результатів функціональної активності за шкалою CMS ми використали вказаний вище критерій t-Ст'юдента.

Всі обчислення виконані за допомогою електронних таблиць Microsoft Excel.

Для груп пацієнтів А і В маємо: $t_{\text{емп}} = 13,6529$, $t_{\text{Крит}} = 2,0738$ ($p \leq 0,05$) і $t_{\text{Крит}} = 2,8187$ ($p \leq 0,01$). Отже, різниця усереднених результатів вказаних груп пацієнтів статистично значима ($p \leq 0,01$).

Для груп пацієнтів В і С маємо: $t_{\text{емп}} = 3,5626$, $t_{\text{Крит}} = 2,2009$ ($p \leq 0,05$) і $t_{\text{Крит}} = 3,1058$ ($p \leq 0,01$) Отже, різниця усереднених результатів вказаних груп пацієнтів статистично значима ($p \leq 0,01$). Зазначимо, що результати пацієнтів групи В кращі, ніж результати пацієнтів групи С.

Для груп пацієнтів В і D маємо: $t_{\text{емп}} = 8,1303$, $t_{\text{Крит}} = 2,1447$ ($p \leq 0,05$) і $t_{\text{Крит}} = 2,9768$ ($p \leq 0,01$) Отже, різниця усереднених результатів вказаних груп пацієнтів статистично значима ($p \leq 0,01$).

Зведені результати дослідження наведені у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5.

Статистичне дослідження функціональної активності за шкалою CMS

Групи пацієнтів	Емпіричне значення критерію	Висновок
A і B	$t_{\text{емп}}=13,6529$	Різниця статистично значима ($p \leq 0,01$)
B і C	$t_{\text{емп}}=3,5626$	Різниця статистично значима ($p \leq 0,01$)
B і D	$t_{\text{емп}}=8,1303$	Різниця статистично значима ($p \leq 0,01$)

Отже, результати спостережень свідчать про афункціональність стандартної іммобілізаційної шинувальної гіпсової пов'язки під час лікування переломів діафізарної ділянки плечової кістки щодо суміжних суглобів. Її застосування призводить до виникнення постіммобілізаційних контрактур ліктьового та плечового суглобів та має негативний вплив на функціональний стан пацієнта.

Шинно-полотняний ортез та ортез Сармієнто забезпечують добрий рівень функціональної активності ліктьового суглобу протягом всього терміну лікування та в післяіммобілізаційному періоді. Щодо плечового суглобу, то вказані вище методи фіксації переломів діафізу плечової кістки не дають змогу попередити розвиток функціональних порушень, що пов'язано з конструктивними особливостями названих виробів.

За умови лікування триточковим компресійним комбінованим ортезом досягається добрий функціональний результат для ліктьового та плечового суглобів.

Вибір оптимального методу фіксації закритих переломів плечової кістки при їх функціональному лікуванні на основі урахування локалізації перелому, типу зміщення кісткових відламків та контактних взаємовідносин

між м'язовою та кістковою тканинами дає можливість розпочати ранню пасивну та активну фізичну реабілітацію суміжних суглобів.

Приклад лікування перелому діяфізу плечової кістки із застосуванням триточкового компресійного комбінованого ортезу та використанням методик фізичної реабілітації.

Пацієнтка Т., 63 роки госпіталізована до ортопедо-травматологічного відділення КП «ПОКЛ ім. М. В. Скліфосовського ПОР» з діагнозом: закритий перелом діяфізу лівої плечової кістки в середній третині зі зміщенням уламків. Тип перелому за класифікацією АО – 12-A2. Імобілізація під час госпіталізації – шийна фіксувальна пов'язка. У ході дослідження рентгенограм із застосуванням моделі типових контактних взаємовідносин виявлено простий абдукційний перелом першого типу за робочою класифікацією (рис. 4.11.).

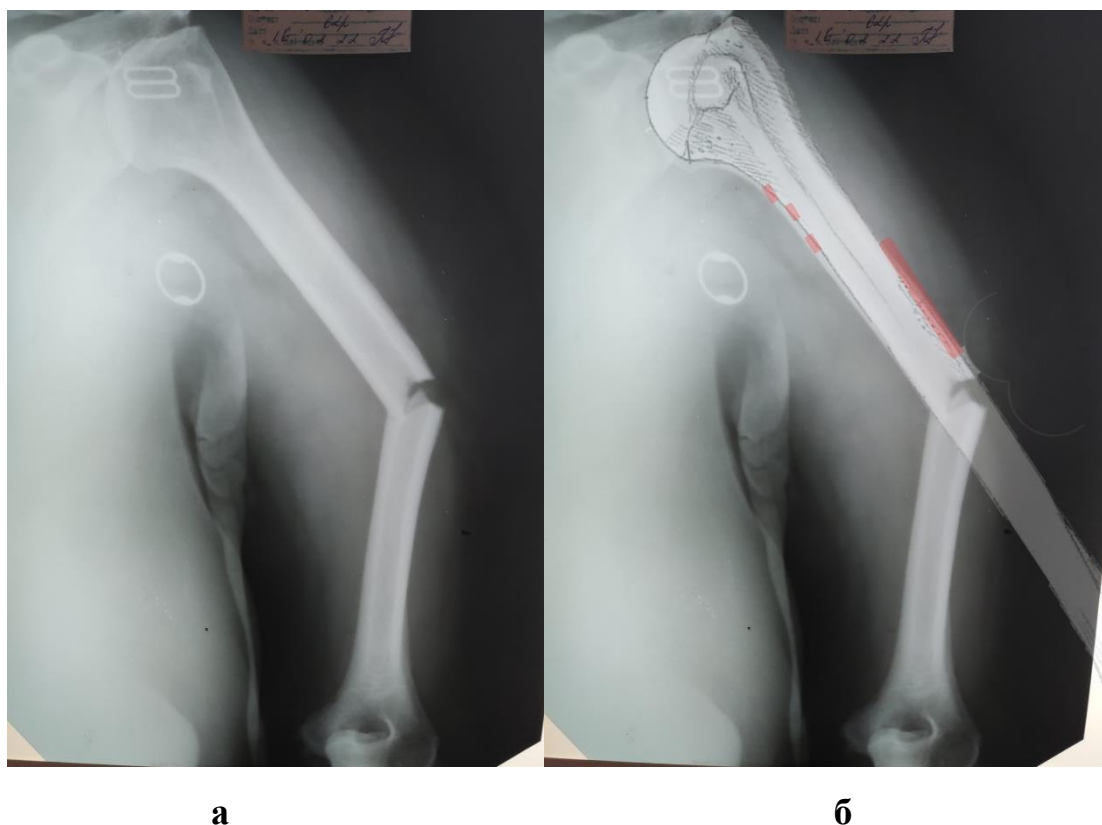


Рис. 4.11. а – первинна рентгенограма ушкодженого сегменту; б – застосування моделі типових контактних взаємовідносин на етапах планування

Розроблено схему закритої репозиції перелому із урахуванням дії м'язового компонента. За допомогою власноруч розробленого реклінаторного стільця виконано закриту репозицію перелому діфізарної ділянки із латеральною девіацією травмованої кінцівки. Виконано іммобілізацію триточковим компресійним комбінованим ортезом та за допомогою таргетованих компресійних ділянок усунуто залишкове зміщення (рис. 4.12.).



а

б

Рис. 4.12. а – іммобілізація при госпіталізації; б – вигляд після іммобілізації триточковим фіксувальним ортезом

Локалізація компресійних ділянок була такою: латеральна монокомпресувальна точка була розташована на бічній фіксувальній пластині в ділянці перелому, медіальні бікомпресувальні ділянки були розміщені на присередній фіксувальній пластині на 8 см латерально та дистально від місця перелому.

Виконано контрольну рентгенографію ушкодженого сегмента – зміщення кісткових відламків усунуто, вісь плечової кістки відновлено (рис. 4.13.).



Рис. 4.13. Контрольна рентгенограма після закритої репозиції перелому та іммобілізації триточковим компресійним комбінованим ортезом

На подальших етапах лікування було виконано етапні рентгенографії діяфізу плечової кістки. Вторинного зміщення уламків виявлено не було.

Фізична реабілітація пацієнтки проводилася за розробленою нами схемою та відносилася до групи D. Реабілітаційні заходи передбачали активні аддукційні та абдукційні, активні флексо-екстензійні рухи плеча, активні ротаційні та флексо-екстензійні рухи передпліччя та комплекс пасивних вправ.

Функціональна активність ліктьового суглоба за шкалою MERTI склала 87 балів та була оцінена як добра. Функціональна активність плечового суглоба ушкодженої кінцівки пацієнтки оцінювалася за шкалою CMS у порівнянні з контрлатеральним суглобом. Бальна різниця становила 15 балів, що вказує на добрий результат.

Матеріали даного розділу відображено в роботах:

- Kononenko SV, Pelypenko OV, Kovalov OS. Features of the rehabilitation of patients with fractures of the humeral diaphysis after osteosynthesis. *Acta Balneol.* 2022;64(5):390-394.
- Кононенко СВ, Пелипенко ОВ. Функціональне лікування скалкових переломів діафізу плечової кістки у пацієнтів похилого та старечого віку. У: Сучасна наука: проблеми, перспективи, інновації; 11-12 листоп. 2020; Вінниця. Вінниця: Вінницький кооперативний інститут; 2020. с. 20-2.
- Кононенко СВ, Пелипенко ОВ. Можливості досягнення функціональної активності верхньої кінцівки після переломів плечової кістки. У: Наука III тисячоліття: пошуки, проблеми, перспективи розвитку; 21-22 квіт. 2021; Бердянськ. Бердянськ: Бердянський державний педагогічний університет; 2021. с. 134-6.
- Кононенко СВ. Моніторинг реабілітаційного періоду у пацієнтів з переломами діафізу плечової кістки. У: XXVI міжнародний медичний конгрес студентів та молодих вчених; 13-15 квіт. 2022; Тернопіль, Україна. Тернопіль: Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського міністерства охорони здоров'я України; 2022. с. 101.
- Реклінаторний стілець для закритої репозиції переломів діафізу плечової кістки. Патент України 147526. 13 трав. 2021. 6 с.

РОЗДІЛ 5. ОСОБЛИВОСТІ ОПЕРАТИВНОГО ЛІКУВАННЯ ПАЦІЄНТІВ З ДІАФІЗАРНИМИ ПЕРЕЛОМАМИ ПЛЕЧОВОЇ КІСТКИ

5.1. Характеристика клінічних груп

На базі ортопедо-травматологічного відділення КП «Полтавська обласна клінічна лікарня ім. М. В. Скліфосовського Полтавської обласної ради» та травматологічного відділення КП «1-а міська клінічна лікарня Полтавської міської ради» було проведено моніторинг 87 пацієнтів з переломами діяфізу плечової кістки, для лікування яких було застосовано методики оперативного лікування.

У 100% досліджуваних пацієнтів мали місце закриті переломи діяфізу плечової кістки. За класифікацією АО розподіл пацієнтів був такий:

- переломи типу 12-А діагностовано у 28,7% (25) пацієнтів;
- переломи типу 12-В діагностовано в 43,7% (38) пацієнтів;
- переломи типу 12-С діагностовано у 27,6% (24) пацієнтів.

За рівнем перелому переважали пацієнти з локалізацією в середньому відділі діяфізарної ділянки плеча – 50,6% (44). Переломи проксимальної та дистальної ділянок діяфізу плечової кістки становили 26,4% (23) та 23% (20) відповідно.

При переломі типу 12-А1 у 42,9% (3 випадки) локалізацією був дистальний відділ діяфізарної ділянки. При переломі 12-А2 та 12-А3 переважало ушкодження середнього відділу – 66,7% (6) та 88,9% (8) відповідно.

Щодо переломів типу В за класифікацією АО, то у випадку 12-В1 дистальний відділ ушкоджувався у 45,5% (5). При переломах типу 12-В2 найчастіше виявлялися ушкодження в середній третині – 84,2% (16). За умови перелому типу 12-В3 однаково уражався дистальний та середній рівні діяфізарної ділянки – 37,5% (3) для кожного з них.

При переломах типу 12-C1 найбільш розповсюдженим рівнем ушкодження був проксимальний – 77,8% (7), для 12-C2 – рівнозначно медіанний та дистальний. За умови наявності перелому типу 12-C3 найчастіше зустрічалося ураження проксимального та середнього діафізарного відділів – по 38,4% (5) відповідно.

Найбільша кількість переломів діафізарної ділянки плечової кістки за класифікацією АО належала до типу В, та склала 43,6% (38) від загальної кількості випадків. З них найчастіше зустрічалися переломи з наявністю клиноподібного кісткового відламку та прямою чи спіральною площинами порушення цілісності кісткової тканини – 12,6% (11) та 21,9% (19) відповідно. Це свідчить про переважання фактора скручування та дії ротаційних сил під час первинного впливу травмувального чинника.

Оцінку характеру зміщення кісткових відламків в групі досліджуваних переломів проводили за допомогою м'язово-осальної схеми типових контактних взаємовідносин на діафізарній ділянці плечової кістки. На основі вектора зміщення проксимального кісткового відламка та місць типової інсерції діафізарних м'язових груп ми традиційно виокремили дві групи переломів.

Абдукційний тип зміщення кісткових відламків було виявлено у 38% (33 випадки). Площина зламу локалізувалася нижче місця інсерції великого грудного та найширшого м'язів спини та вище місця прикріплення дельтоподібного м'яза. Абдукційний тип зміщення було виявлено у 62% (54) пацієнтів. Перелом локалізувався дистально від місця інсерції дельтоподібного м'яза.

Розгорнуту характеристику типу зміщення кісткових відламків залежно від віку та статі зображено на рисунку 5.1.

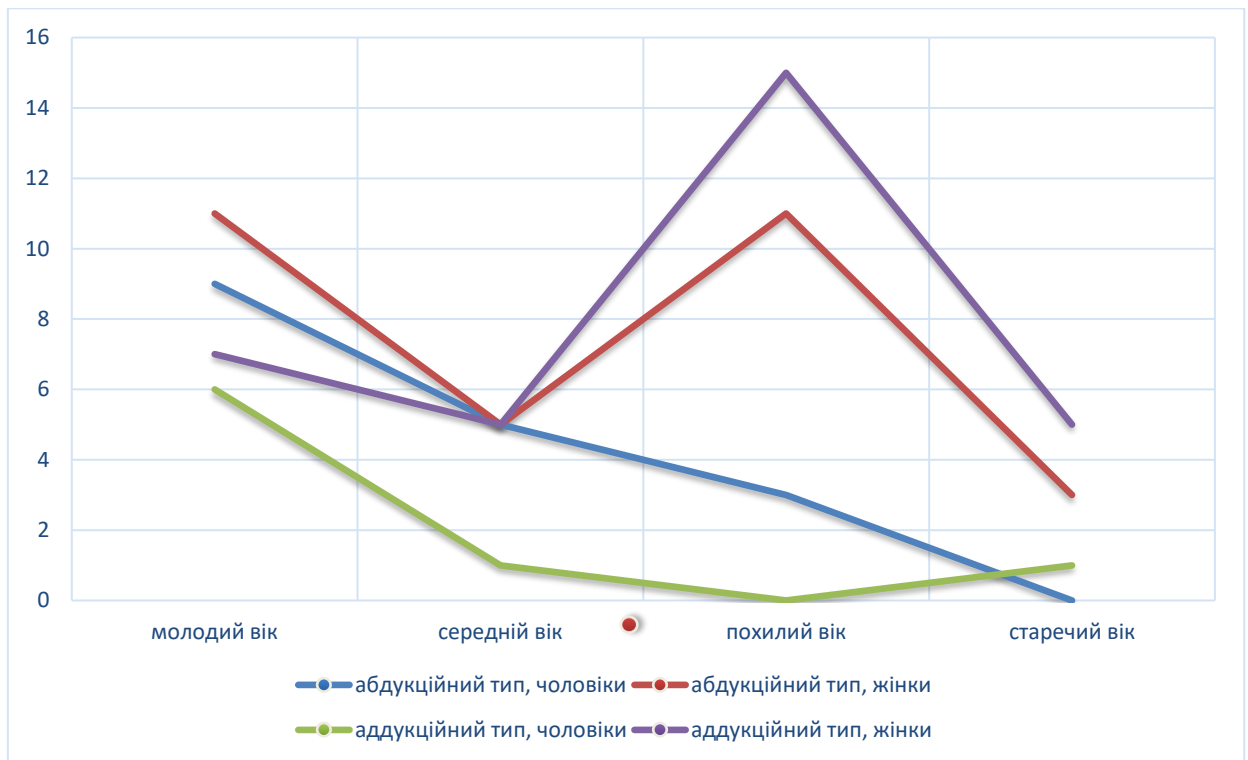


Рис. 5.1. Тип зміщення кісткових відламків залежно від віку та статі

У 3,45% (3) пацієнтів причиною звернення була наявність псевдоартрозу дистального та середнього відділів діафізарної ділянки плечової кістки. 4,6% (4) пацієнтів звернулися за медичною допомогою з приводу рефрактури та ушкодження раніше імплантованих металофіксаторів.

Усім 100% (87) пацієнтам для лікування переломів діафізу плечової кістки були застосовані методи оперативного лікування із використанням занурних металофіксаторів. Виділено дві групи пацієнтів залежно від типу фіксації перелому – кортикального чи інтрамедулярного. Кортикальний остеосинтез виконано із застосуванням накісткових металофіксаторів – компресійно-блокувальних пластин. Інтрамедулярний – із застосуванням блокувальних інтрамедулярних стрижнів. Розгорнуту характеристику застосованих методів остеосинтезу залежно від типу перелому за класифікацією АО наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1.

**Розподіл методів остеосинтезу залежно від типу перелому за
класифікацією АО**

№	Тип перелому за класифікацією АО	Метод остеосинтезу	
		Інтрамедулярний, n (%)	Кортикальний, n (%)
1.	Простий гвинтоподібний 12-A1	1	6
2.	Простий косий 12-A2	5	4
3.	Простий поперечний 12-A3	7	2
4.	Клиноподібний простий 12-B1	1	10
5.	Клиноподібний гвинтоподібний 12-B2	14	5
6.	Клиноподібний скалковий 12-B3	7	1
7.	Складний гвинтоподібний 12-C1	3	6
8.	Складний сегментарний 12- C2	-	2
9.	Складний скалковий 12-C3	-	13

5.2. Опис методик оперативного лікування

Таргетними критеріями для вибору методу оперативного лікування, хірургічного доступу та оптимального типу металофіксатора були:

- локалізація перелому залежно від висоти ушкодження;
- тип перелому за класифікацією АО та тип зміщення кісткових відламків за робочою класифікацією;
- наявність ушкодження шкірних покривів;
- коморбідні стани пацієнта.

Обґрунтування необхідності урахування вказаних вище критеріїв для визначення подальшої тактики оперативного лікування.

1. Локалізація перелому залежно від висоти ушкодження. При локалізації перелому в проксимальному чи дистальному відділах діафізарної ділянки плечової кістки перевагу надавали застосуванню кортикального остеосинтезу пластинами й гвинтами. Це обумовлено важливим впливом кісткових відламків на металофіксатор, що повинен забезпечувати стабільність виконаного остеосинтезу. У випадку локалізації перелому в середньому відділі діафізу плечової кістки методикою вибору був інтрамедулярний блокувальний остеосинтез стрижнем. Це дало змогу досягти необхідного рівня стабільності та пружності остеосинтезу, що попередило розвиток ймовірних технічних ускладнень.

2. Тип перелому за класифікацією АО та тип зміщення кісткових відламків за робочою класифікацією. Вибір методики оперативного лікування й схеми анатомічної біомеханічно обґрунтованої репозиції кісткових відламків залежали від характеру перелому за класифікацією АО та типу зміщення кісткових відламків за робочою класифікацією.

При простому переломі типу 12-А за класифікацією АО та першому та другому типах перелому за робочою класифікацією (простий абдукційний та простий аддукційний переломи) при локалізації перелому в медіанному відділі діафізарної ділянки методом вибору був інтрамедулярний блокувальний остеосинтез стрижнем. Це дало змогу уникнути руйнування первинної гематоми в ділянці перелому та зменшити травматизацію м'якотканинних структур шляхом використання малоінвазивних хірургічних доступів.

При переломах типу 12-B за класифікацією АО та третього типу зміщення кісткових відламків за робочою класифікацією (складний абдукційний перелом) і локалізацією в середньому діафізарному відділі було застосовано інтрамедулярний антеградний блокувальний остеосинтез стрижнем. Анатомічний стан латерального вільного кісткового відламка був забезпечений шляхом бокової девіації ушкодженої кінцівки. За умови комбінації перелому 12-B та 4 типу зміщення кісткових відламків з метою анатомічного відновлення та фіксації медіального вільного кісткового фрагмента застосовано накістковий остеосинтез із заведенням міжфрагментарних компресійних гвинтів. Це дало можливість нівелювати вплив аддукційної групи м'язів на кісткові уламки.

При складних переломах п'ятого типу та 12-C за класифікацією АО перевагу надавали кортикальному остеосинтезу із застосуванням компресувальних та адаптувальних гвинтів, що чинили реверсний вплив на м'язово-індукований біомеханічний вектор зміщення кісткових відламків.

3. Наявність ушкодження шкірних покривів. Пошкодження шкіри в ділянці перелому та/або хірургічного доступу впливали на вибір металофіксатора та методики оперативного лікування. Садна, подряпини й запальні ураження шкіри в ділянці оперативного доступу значно підвищують ризик гнійно-септичних післяопераційних ускладнень. У випадку ушкодження шкірних покривів в ділянці майбутнього хірургічного доступу на етапах передопераційного планування було скоректовано тактику майбутнього оперативного втручання задля зниження ймовірності розвитку післяопераційних ускладнень. За умови традиційного накісткового остеосинтезу пластиною та гвинтами та наявністю ділянки ушкодження в проекції перелому обирали методику малоінвазивного накісткового остеосинтезу із вилученням ураженої ділянки шкіри з хірургічного доступу та закриттям дефекту стерильною антимікробною хірургічною плівкою. У випадку вибору методики інтрамедулярного блокувального остеосинтезу стрижнем та за наявності ушкодження зовнішніх покривів у ділянці

імплантації металофіксатора та/або місцях виконання проксимального й дистального блокування гвинтами також було змінено тактику та тип металофіксатора з наданням переваги малоінвазивному якістковому остеосинтезу пластинами й гвинтами.

4. Коморбідні стани пацієнта. Системні запальні захворювання шкіри та сполучної тканини, зокрема ревматоїдний артрит та розповсюджений псоріаз, а також інші захворювання, що мають вплив на тривалість і якість загоєння ран, репаративні процеси кісткової тканини (цукровий діабет) на етапах передопераційного планування впливали на вибір металофіксатора й методики оперативного лікування. За умови наявності означених захворювань перевагу надавали малоінвазивним та малотравматичним методикам оперативного лікування, зокрема інтрамедулярному остеосинтезу стрижнем та кортикальному малоінвазивному остеосинтезу пластиною і гвинтами. Це забезпечувало збереження первинної гематоми в ділянці перелому й зменшення травматизації шкірних покривів.

Блокувальний інтрамедулярний остеосинтез стрижнем було виконано 36,8% (32) пацієнтів. Серед них найчастіше зустрічалися особи молодого й похилого віку – 40,6% (13) та 34,3% (11) відповідно. Пацієнти середнього та старечого віку, які лікувалися із застосуванням зазначеної методики склали 15,7% (5) та 9,4% (3) відповідно.

За класифікацією АО переважали переломи з наявністю клиноподібного кісткового відламку – 50% (16). Прості переломи зустрічалися в 40,6% (13), складні – лише в 9,4% (3 випадки).

Методика інтрамедулярного блокувального остеосинтезу у 87,5% (28 випадків) використовувалася для лікування переломів середнього відділу діафізарної ділянки плеча. Переважав абдукційний тип зміщення кісткових відламків із девіацією проксимального кісткового фрагмента латерально – 84,4% (27). Аддукційний тип зміщення з переважанням медіальної девіації проксимального кісткового відламка зустрічався у 15,6% (5) пацієнтів.

Розгорнуту характеристику групи інтрамедулярного остеосинтезу залежно від типу перелому за класифікацією АО, біомеханічного типу зміщення кісткових відламків та статі наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2.

Характеристика групи інтрамедулярного остеосинтезу залежно від типу перелому за класифікацією АО, біомеханічного типом зміщення кісткових відламків та статі

№	Тип перелому за АО	Кількість переломів, n (%)	Тип зміщення кісткових відламків	Чоловіки, осіб	Жінки, осіб
1.	Простий 12-А	13 (40,6)	Аддукційний	-	4
			Абдукційний	6	3
2.	Клиноподібний 12-В	16 (50)	Аддукційний	-	-
			Абдукційний	7	9
3.	Складний 12-С	3 (9,4)	Аддукційний	-	1
			Абдукційний	-	2

Кортикальний остеосинтез було виконано у 63,2% (55 випадків). Цей метод застосовано для лікування осіб молодого та середнього віку в 58,2% (32) та для лікування пацієнтів похилого та старечого віку – у 41,8% (23). За гендерним розподілом переважали жінки, вони склали 78,1% (43). Чоловіки – 21,9% (12).

За класифікацією АО в групі кортикального остеосинтезу переважали клиноподібні та складні переломи, вони зустрічалися у 40% (22) та 38,2% (21) відповідно. Прості гвинтоподібні, косі та поперечні переломи зустрічалися у 21,8% (12 випадків).

За локалізацією переважали переломи проксимального та дистального відділів діафізарної ділянки – 36,4% (20) та 34,5% (19) відповідно. Переломи медіанного відділу зустрічалися у 29,1% (16 випадків).

Аддукційний тип зміщення кісткових відламків виявлено у 50,9% (28) пацієнтів, абдукційний – 49,1% (27).

Розгорнуту характеристику групи кортикального остеосинтезу залежно від типу перелому за класифікацією АО, біомеханічного типу зміщення кісткових відламків та статі наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3.

Характеристика групи кортикального остеосинтезу залежно від типу перелому за класифікацією АО, біомеханічного типу зміщення кісткових відламків та статі

№	Тип перелому за АО	Кількість переломів, n (%)	Тип зміщення кісткових відламків	Чоловіки, осіб	Жінки, осіб
1.	Простий 12-А	12 (21,9)	Аддукційний	3	3
			Абдукційний	3	3
2.	Клиноподібний 12-В	22 (40)	Аддукційний	0	8
			Абдукційний	3	11
3.	Складний 12-С	21 (38,2)	Аддукційний	1	12
			Абдукційний	2	6

Загальна характеристика груп оперативного втручання залежно від віку та статі відображена на рисунку 5.2.

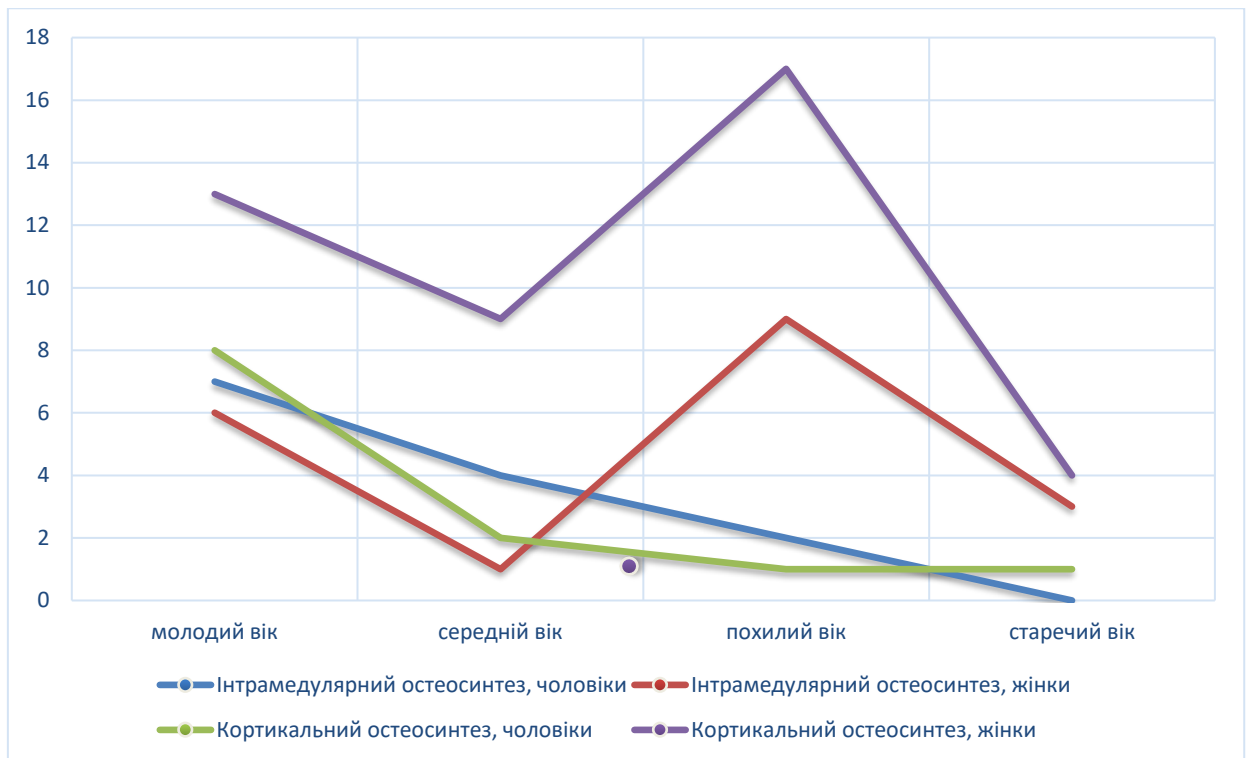


Рис. 5.2. Характеристика груп оперативного втручання залежно від віку та статі

Особливості методики оперативного лікування пацієнтів першої групи (із застосуванням інтрамедулярного блокувального остеосинтезу стрижнем).

Опис методики. На момент первинного звернення проводили огляд ушкодженого сегмента, виявляли ділянки ушкодження шкірних покривів, що були спровоковані механізмом травми. Виконували оцінку ступеня іммобілізації при госпіталізації, за умови підвищеного ризику розвитку іммобілізаційних трофічних порушень шкіри виконували тимчасову конверсію методу передопераційної іммобілізації комбінованим триточковим компресійним ортезом із застосуванням реклінаторного стільця.

Оцінку зміщення кісткових відламків здійснювали за допомогою цифрової моделі типових контактних м'язово-осальних взаємовідносин. Було визначено тип перелому за робочою класифікацією, домінуючу групу впливу на кісткові відламки та вектор зміщення. На основі цих даних розроблена схема оптимальної закритої анатомічної репозиції кісткових відламків плечової кістки. Проведене вимірювання ймовірної довжини та

товщини інтрамедулярного стрижня. Виконано оцінку шкірних покривів в місцях імплантації стрижня, проксимальних та дистальних блокувальних гвинтів.

Інтрамедулярний остеосинтез виконували за класичною антеградною схемою. Стан пацієнта – лежачи на спині. Хірургічний доступ довжиною 1,5 – 2,0 см від акроміально-ключичного сполучення до передньо-латеральної поверхні паралельно напрямку волокон дельтоподібного м'яза з їх подальшим атравматичним розділенням. У повздовжньому напрямку частково розділяється надосний м'яз, що дає змогу отримати доступ до плечової кістки. Місцем імплантації інтрамедулярного стрижня слугує точка медіально від верхівки великого горбика. Розкриття кістково-мозкового каналу відбувається за допомогою спиці та канюльованого свердла.

Після розкриття кістково-мозкового каналу виконують закриту репозицію перелому залежності від типу зміщення кісткових відламків. При першому абдукційному типі зміщення асистент згинає передпліччя ушкодженої кінцівки в ліктьовому суглобі до 80° – 95° та, тримаючись за виростки плечової кістки, виконує дорсальну девіацію плеча 15° – 25° лівою кистю. Права кисть асистента розташована на верхній третині передпліччя ушкодженої кінцівки, після чого виконують осьову тракцію та латеральну девіацію на кут, який відповідає куту зміщення дистального відділу проксимального кісткового відламка плечової кістки. Маніпулюючи передпліччям, здійснюють ротаційну репозицію перелому.

При аддукційному переломі другого типу асистент згинає передпліччя ушкодженої кінцівки в ліктьовому суглобі та виконує тракцію за його верхню третину. Вісь плечової кістки в горизонтальній площині локалізована паралельно тулубу або вентрально девійована на 10° – 15° . Асистент розташовує вільну кисть в ділянці дистального відділу проксимального кісткового фрагмента по медіальній поверхні та, компресуючи його дозовні, виконує медіальне приведення дистального відділу плеча до тулуба на 15° – 20° , що відповідає куту зміщення дистального відділу проксимального

кісткового відламку досередини. Маніпулюючи передпліччям, виконують ротаційну репозицію перелому.

При складному абдукційному переломі третього типу асистент виконує осьову тракцію із точкою прикладення сили у верхній третині зігнутого в ліктьовому суглобі передпліччя ушкодженої кінцівки. Інша кисть асистента розташована в ділянці дистального відділу проксимального кісткового відламка по внутрішній поверхні плеча, виконуючи функцію латеральної компресії. Маніпулюючи передпліччям, здійснюють латеральну девіацію дистального відділу плеча на кут, який дорівнює куту зміщення вільного кісткового відламка, виконують у такий спосіб осьову та ротаційну закриту репозицію.

Після проведеної закритої репозиції перелому антеградно в кістково-мозковий канал заводять шпицю-провідника, по якій (за необхідності) виконується розширення кістково-мозкового каналу за допомогою гнучких свердел. Після виконання вказаних дій по шпиці імплантують інтрамедулярний стрижень та екстракують провідник.

За допомогою навігаційної системи виконують розрізи шкіри в проєкціях дистальних та проксимальних блокувальних гвинтів довжиною не більше 0,5 см. Підшкірні м'якотканинні утворення атравматично розводять затискачем та протектують напрямником свердла. Перед виконанням блокування інтрамедулярного стрижня здійснюють осьову ретроградну компресію дистального кісткового відламку, що попереджує виникнення ускладнень механічного генезу, пов'язаних зі сповільненням процесів консолідації. На кожному з етапів, якщо є необхідність, виконують візуалізаційний інтраопераційний рентгенологічний контроль.

Після блокування інтрамедулярного стрижня гвинтами виконують демонтаж навігаційної системи та протекцію внутрішньострижневого простору проксимальним гвинтом. Накладають шви на м'якотканинні структури, що знаходяться в рані в проєкції великого горбика плечової кістки. Шви на підшкірні утворення в ділянці дистальних блокувальних

гвинтів не накладають задля попередження виникнення ятрогенних ушкоджень важливих структур. Накладають шви на шкіру операційних ран.

Приклад лікування перелому діяфізу плечової кістки із застосуванням інтрамедулярного остеосинтезу стрижнем, методики закритої репозиції перелому та розробленої схеми фізичної реабілітації.

Пацієнтка Ш., 49 років госпіталізована до ортопедо-травматологічного відділення КП «ПОКЛ ім. М. В. Скліфосовського ПОР» з діагнозом: закритий перелом середньої третини діяфізу лівої плечової кістки зі зміщенням уламків. Травма внаслідок падіння з висоти власного зросту. Імобілізація при госпіталізації – фіксує пов'язка типу Дезо. Після дослідження первинних рентгенограм та застосування цифрової візуалізаційної моделі типових контактних взаємовідносин виявлено простий абдукційний перелом першого типу за робочою класифікацією (рис. 5.3.).



а

б

Рис. 5.3. а – первинна рентгенограма ушкодженого сегменту; б – застосування моделі типових контактних взаємовідносин на етапах передопераційного планування

В інтраопераційному періоді з метою закритої репозиції перелому користувалися схемою репозиції кісткових відламків для переломів першого типу за робочою класифікацією, а саме було виконано дорзо-латеральну девіацію дистального відділу ушкодженого сегменту. Остеосинтез проведено за стандартною схемою без додаткового доступу в ділянці перелому та зі збереженням первинної міжфрагментарної гематоми (рис 5.4.).



Рис. 5.4. Контрольна рентгенограма після виконання закритої репозиції перелому та фіксації інтрамедулярним стрижнем

В післяопераційному періоді фізична реабілітацію проводили за схемою С2 починаючи з другої доби після виконання оперативного втручання. У плечовому суглобі виконували активні та пасивні ротаційні, аддукційні та абдукційні, і флексо-екстензійні рухів плеча. З метою збереження функціональної активності ліктьового суглобу було застосовано комплекс вправ, що включали активні і пасивні флексо-екстензійні та ротаційні рухи передпліччя.

Функціональна активність плечового суглоба ушкодженої кінцівки оцінена за шкалою CMS та порівнювалася з контрлатеральним суглобом. Бальна різниця становила 14 балів, що вказує на добрий результат. Оцінка

функціональної активності ліктьового суглоба виконана за шкалою MERI та склала 87 балів.

Особливості методики оперативного лікування пацієнтів другої групи (із застосуванням кортикального остеосинтезу).

Опис методики. Після оцінки шкірних покривів ушкодженого сегмента та вирішення доцільності конверсії методу первинної імобілізації в передопераційному періоді проводили визначення вектору та ступеня зміщення кісткових відламків із застосуванням цифрової моделі типових контактних м'язово-осальних взаємовідносин. Визначали м'язові групи, які чинили вплив на кісткові відламки, напрямок їх зміщення та тип перелому за робочою класифікацією.

Вибір хірургічного доступу та металофіксаторів базувалися на локалізації перелому за висотою, типу перелому за класифікацією АО та робочою класифікацією.

При переломах у проксимальному та середньому відділах діафізарної ділянки плечової кістки виконували два типи хірургічних доступів у положенні пацієнта на спині: передньо-латеральний з подальшою відкритою репозицією перелому та передньо-латеральні доступи для виконання малоінвазивного накісткового остеосинтезу з мінімальною травматизацією м'якотканинних структур.

При переломах першого, другого та третього типів за робочою класифікацією використовували як традиційний накістковий остеосинтез так і його малоінвазивна варіація. Техніка репозиції кісткових відламків відповідала репозиції при застосуванні інтрамедулярного блокованого остеосинтезу в комбінації із застосуванням кісткотримачів. Методика заведення гвинтів є відповідною до рекомендацій АО.

При складному абдукційному переломі четвертого типу за робочою класифікацією під час традиційного кортикального остеосинтезу асистент згинає передпліччя ушкодженої кінцівки в ліктьовому суглобі з тракцією. Вісь плечової кістки в горизонтальній площині вентрально девійована на

10°–15°. Оператор виконує встановлення затисного кісткотримача за медіальний кістковий відламок фіксуючи його до проксимального фрагменту. В цей час асистент виконує медіальне приведення дистального відділу плеча до тулуба на 15°–20°, що відповідає куту первинного зміщення середнього кісткового фрагменту під дією адукційної групи м'язів. Металофіксатор розташовується по передньо-латеральній поверхні. Проміжними кортикальними гвинтами виконується стабілізація вільного кісткового відламку до проксимального фрагменту. Подальша імплантація гвинтів здійснюється згідно рекомендацій АО.

При складному змішаному перелому п'ятого типу за робочою класифікацією репозиція кісткових відламків та їх фіксація відбувається в два етапи. Перший етап відповідає низці маніпуляцій, які застосовуються для репозиції складного аддукційного перелому та полягає в фіксації медіального кісткового відламку до проксимального фрагменту. На другому етапі асистентом виконується осьова тракція плеча за проксимальний відділ передпліччя. Горизонтальна вісь плеча відхиляється дорзально на 15°–20° після чого виконується латеральна девіація на кут, що відповідає куту відхилення дистального відділу зовнішнього кісткового відламку. Оператор фіксує кісткотримачем дистальний відділ плечової кістки та латеральний фрагмент плеча з подальшою фіксацією проміжними гвинтами та імплантацією накісткового металофіксатору за типовою схемою АО.

При переломах дистального відділу діафізарної ділянки плечової кістки використовувався задній транстріцепітальний доступ з положенням пацієнта на животі. По задній поверхні ушкодженого плеча у нижній третині виконувався хірургічний доступ довжиною до 10 см. Триголовий м'яз атравматично розводилися затискачем по ходу волокон. Після отримання доступу до кістки, в залежності від кількості кісткових відламків, виконувалася комбінована мануальна та інструментальна репозиція із застосуванням кісткотримачів. Накістковий металофіксатор розташовувався по дорзальній поверхні плечової кістки та за необхідності поєднувався із

проміжними адаптуючими кортикальними гвинтами. Обов'язковою умовою для попередження виникнення ятрогенної невропатії променевого нерву був контроль його потрапляння між кістковою тканиною та металофіксатором у проксимальних відділах хірургічного доступу.

Етапи закритої та відкритою репозицій, заведення гвинтів та розташування накісткових металофіксаторів контролювалися інтраопераційно за допомогою рентгенологічних методів дослідження.

Приклад лікування перелому діяфізу плечової кістки із застосуванням кортикального остеосинтезу пластиною та гвинтами, методики відкритої репозиції перелому та розробленої схеми фізичної реабілітації.

Пацієнтка Б., 57 років госпіталізована до ортопедо-травматологічного відділення КП «ПОКЛ ім. М. В. Скліфосовського ПОР» з діагнозом: закритий багатоуламковий перелом проксимального та середнього відділів діяфізарної ділянки лівої плечової кістки зі зміщенням. Травма низькоенергетична, відбулася внаслідок падіння з висоти власного зросту. Імобілізація при госпіталізації – косинкова пов'язка.

В результаті вивчення первинних рентгенограм із використанням цифрової візуалізаційної моделі типових контактних взаємовідносин виявлено складний абдукційний перелом третього типу за робочою класифікацією (рис. 5.5.).

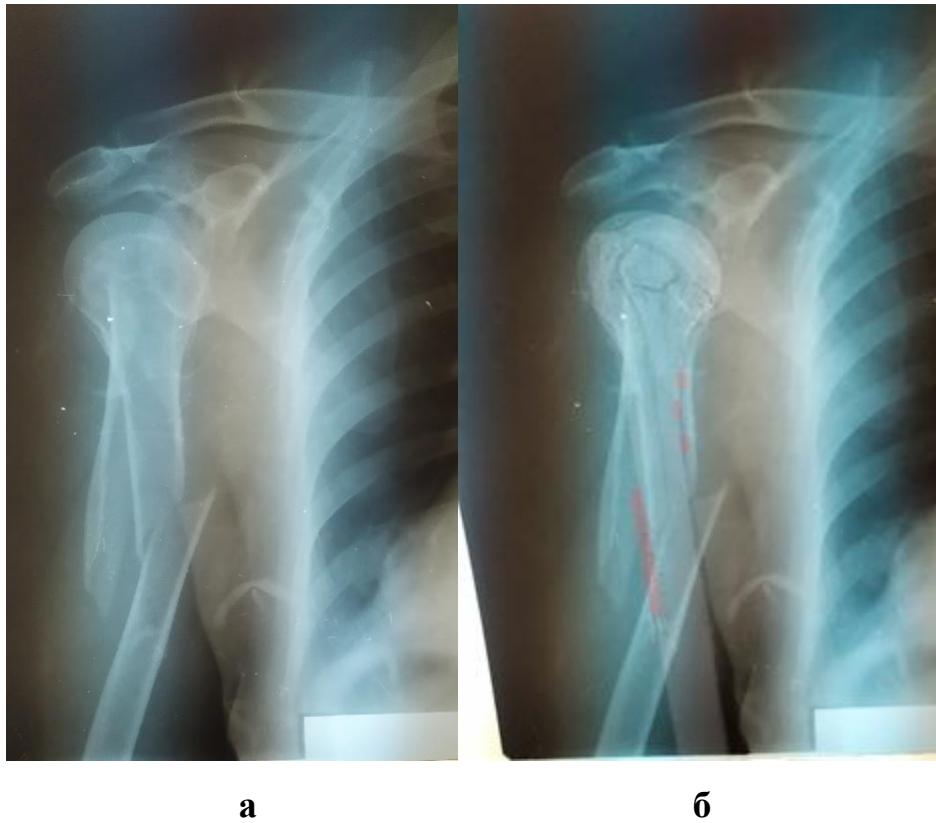


Рис. 5.5. а – первинна рентгенограма ушкодженого сегменту; б – застосування моделі типових контактних взаємовідносин на етапах передопераційного планування

На інтраопераційному етапі було виконано відкриту репозицію перелому, яка включала осьову тракцію з латеральною девіацією дистального відділу ушкодженого сегменту на кут, який відповідав куту зміщення дистального відділу вільного кісткового фрагменту з усуненням ротаційного зміщення та фіксацією затисним кісткотримачем. Методика виконання кортикального остеосинтезу виконана згідно рекомендацій АО (рис. 5.6.).



а

б

**Рис. 5.6. а – інтраопераційний період кортикального остеосинтезу;
б – контрольна рентгенограма після виконання відкритої
репозиції перелому та фіксації накістковою пластиною**

Фізичну реабілітацію в післяопераційному та відновному періодах проводили за розробленою схемою. Враховуючи, що кісткові відламки слугували місцями прикріплення аддукційної та абдукційної м'язових груп обрано комплекс вправ з групи В1. Виконувалася комбінація з активних і пасивних згинальних та розгинальних рухів передпліччя в ліктьовому суглобі, ротаційних рухів передпліччя. Рухова протекція плечового суглобу забезпечувалася комплексом пасивних вправ зі згинально-розгинальних та аддукто-абдукційних рухів плеча.

Оцінка функціональної активності ліктьового суглобу за шкалою MERI склала 85 балів. Різниця функціональної активності плечового суглобу ураженої кінцівки у порівнянні з контрлатеральним склала 15 балів. Функціональний результат був оцінений як добрий.

Отже, урахування висоти локалізації ушкодження, типу перелому за класифікацією АО та за робочою класифікацією, взаємозв'язку кісткових відламків з місцями прикріплення ключових м'язів дозволяють обрати оптимальну методику оперативного втручання та забезпечити біомеханічно-обґрунтовану репозицію кісткових відламків.

5.3. Схеми функціонального лікування

Після детальної обробки та аналізу даних, передопераційних та післяопераційних рентгенограм, анатомічних 3D моделей виділено 6 клінічних груп фізичної реабілітації пацієнтів в залежності від наявних кісткових відламків, ступеню їх зміщення та методом фіксації, взаємозв'язком із місцями інсерції м'язового компоненту діафізу плечової кістки та руховою активністю ушкодженого сегменту кінцівки та суміжних суглобів.

Розподіл клінічних груп фізичної реабілітації в залежності від методу фіксації перелому, стабільності фіксації, наявності кісткових уламків та їх взаємозв'язку із місцями інсерції м'язів наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4.

Розподіл клінічних груп фізичної реабілітації пацієнтів з переломами діафізу плечової кістки після остеосинтезу в залежності від методу фіксації перелому, стабільності фіксації, наявності кісткових уламків та їх взаємозв'язку із місцями інсерції м'язів

№ групи	Назва групи	Метод фіксації перелому	Стабільність фіксації	Наявність кісткових уламків	Зв'язок кісткових уламків з місцями інсерції м'язів
1.	A1	БІМОС,	Ні	Так	Так

		накістковий МОС			
2.	A2	БІМОС, накістковий МОС	Ні	Так	Ні
3.	B1	БІМОС, накістковий МОС	Так	Так	Так
4.	B2	БІМОС, накістковий МОС	Так	Так	Ні
5.	C1	Накістковий МОС	Так	Ні	-
6.	C2	БІМОС	Так	Ні	-

До групи А1 увійшло 7 пацієнтів (11,9%) з високо- та низькоенергетичними травмами, що містять кісткові уламки. Переломи типу 12-В1 виявлено в 1 (1,7%) пацієнта, типу 12-В3 – у 3 (5,1%) пацієнтів, типу 12-С3 – у 3 (5,1%) пацієнтів. Блокувальний інтрамедулярний остеосинтез стрижнем було виконано 1 (1,7%) пацієнтові, накістковий металоостеосинтез пластиною – 6 (10,2%) пацієнтам. Стабільність фіксації у всіх пацієнтів означеної групи була незадовільною. Кісткові відламки слугували точками інсерції м'язів плеча в проксимальному та дистальному відділах діафізарної ділянки.

Пацієнтам групи А1 виконували пасивну флексію та екстензію плеча в межах 110°–155° та 25°–45° відповідно; пасивну флексію та екстензію передпліччя 45°–80° та 140°–160° відповідно; комбінативні пасивні ротаційні рухи передпліччя: пронація – 110°–150°, супінація – 95°–135°.

До групи А2 увійшло 8 (13,6%) пацієнтів зі скалковими переломами. Серед них переломи типу 12-В1 діагностовано у 2 (3,4%) пацієнтів, 12-В2 – у 2 пацієнтів (3,4%), 12-В3 – в 1 (1,7%) пацієнта, 12-С1 – в 1 пацієнта (1,7%), 12-С3 – у 2 (3,4%) пацієнтів. Блокувальний інтрамедулярний остеосинтез стрижнем виконано 2 (3,4%) пацієнтам, накістковий металоостеосинтез пластиною – 6 (10,2%) пацієнтам. Стабільність фіксації кісткових відламків

була незадовільною. Кісткові відламки не слугували точкою інсерції м'язів та розташовувалися в середній третині діафізу плечової кістки.

У пацієнтів групи А2 виконувалися пасивні аддукційні та абдукційні рухи плеча 110° - 140° у комбінації з комплексом вправ групи А1.

До групи В1 увійшло 14 (23,7%) пацієнтів зі скалковими переломами. Переломи 12-В1 виявлено у 3 (5,1%) пацієнтів, типу 12-В2 – у 4 (6,75%) пацієнтів, 12-С1 – у 4 (6,75%) пацієнтів, 12-С3 – у 3 (5,1%) пацієнтів. Накістковий металоостеосинтез пластиною виконано у 9 (15,3%) випадках, блокуючий інтрамедулярний остеосинтез стрижнем – у 5 (8,4%) випадках. Стабільність фіксації кісткових відламків у пацієнтів даної групи була достатньою. Кісткові уламки слугували точками інсерції мускулярного компоненту плеча та локалізувалися в проксимальному та дистальному діафізарному відділах.

Пацієнтам групи В1 виконували активні флексії та екстензії передпліччя в межах 30° – 79° та 149° – 180° відповідно; активні ротаційні рухи передпліччя: пронація – 136° – 180° , супінація – 136° – 180° в поєднанні з комплексом вправ груп А.

До групи В2 увійшло 13 (22%) пацієнтів з уламковими переломами діафізарної ділянки плеча. Переломи типу 12-В2 за класифікацією АО діагностовано у 9 (15,2%) пацієнтів, типу 12-В3 – у 1 (1,7%) пацієнта, 12-С2 – у 1 (1,7%) пацієнта, 12-С3 – у 2 (3,4%) пацієнтів. Блокувальний інтрамедулярний остеосинтез стрижнем було виконано 7 (11,7%) пацієнтам, традиційний накістковий остеосинтез пластиною – 6 (10,1%) пацієнтам. Стабільність фіксації кісткових відламків була достатньою. Кісткові уламки локалізувалися в середній третині діафізарної ділянки плеча та не слугували місцем прикріплення м'язів.

Пацієнтам групи В2 до попереднього комплексу вправ було додано активні флексо-екстензійні рухи плеча в межах 110° – 155° та 25° – 45° відповідно й пасивні ротаційні рухи плеча.

До групи С1 увійшло 7 (11,9%) пацієнтів з біфрагментарними переломами діафізу плечової кістки, методом вибору лікування яких був накістковий металоостеосинтез пластинами. За класифікацією АО переломи типу 12-А1 було діагностовано у 6 (10,2%) пацієнтів, 12-А2 – в 1 (1,7%) пацієнта. Фіксація перелому в пацієнтів групи С1 була стабільною.

Пацієнтам групи С1 до комплексу активних та пасивних вправ було додано активні аддукційні та абдукційні рухи плеча 115°–175°.

До групи С2 увійшло 10 (16,9%) пацієнтів з простими біфрагментарними переломами. Пацієнти цієї групи були прооперовані із застосуванням методики інтрамедулярного блокувального остеосинтезу стрижнями. Переломи типу 12-А2 та 12-А3 розподілено рівнозначно. Фіксація перелому діафізарної ділянки плеча інтрамедулярним стрижнем була стабільною.

Пацієнти групи С2 виконували комплекс активних вправ попередніх груп із додаванням активних ротаційних рухів плеча.

Розподіл груп фізичної реабілітації залежно від пасивної та активної рухової активності ушкодженого сегмента та суміжних суглобів наведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5.

Характеристика клінічних груп фізичної реабілітації залежно від типу активної чи пасивної фізичної активності

Фізична активність	Назва групи					
	А1	А2	В1	В2	С1	С2
Пасивні флексо-екстензійні рухи передпліччя	+	+	+	+	+	+
Пасивні ротаційні рухи передпліччя	+	+	+	+	+	+

Пасивні флексо-екстензійні рухи плеча	+	+	+	+	+	+
Пасивні аддукційні та абдукційні рухи плеча	-	+	+	+	+	+
Активні флексо-екстензійні рухи передпліччя	-	-	+	+	+	+
Активні ротаційні рухи передпліччя	-	-	+	+	+	+
Активні флексо-екстензійні рухи плеча	-	-	-	+	+	+
Пасивні ротаційні рухи плеча	-	-	-	+	+	+
Активні аддукційні та абдукційні рухи плеча	-	-	-	-	+	+
Активні ротаційні рухи плеча	-	-	-	-	-	+

Серед пацієнтів усіх клінічних груп медичну реабілітацію було розпочато відразу після виконання оперативного втручання та завершення дії методів анестезіологічного забезпечення. Комплекс вправ виконувався за допомогою та під наглядом медичного персоналу, а також самостійно після відповідного навчання пацієнта. Виконання вправ тривало до настання консолідації перелому.

Пасивні рухи та відсутність активних рухів під час проходження фізичної реабілітації пацієнтів з груп А1 та А2 зумовлені відсутністю достатньої стабільності фіксації перелому. Наявність вільних кісткових відламків, що слугують місцем інсерції м'язів (група А1) унеможлиблює виконання активних рухів кінцівки без їх вторинного зміщення та травматизації параосальних м'якотканинних структур, зокрема нервів, судин і м'язів, та провокує формування вторинної міжм'язової гематоми.

У пацієнтів груп В1 і В2 фіксація переломів була достатньою, що зумовило переважну більшість активних рухів під час проходження фізичної реабілітації. Пацієнтам групи В1 заборонено виконання активних аддукційних та абдукційних рухів плеча, що зумовлено наявністю кісткових відламків, які слугують місцем інсерції м'язів проксимального відділу діафізу плечової кістки. Активізація цих рухів підвищує ризик виникнення вторинного зміщення кісткових відламків і компрометування стабільності остеосинтезу.

Комплекс вправ фізичної реабілітації в пацієнтів груп С1 та С2 розпочинався з активних рухів, що було зумовлено відсутністю кісткових відламків та стабільністю виконаного остеосинтезу. Заборона активних ротаційних рухів у пацієнтів групи С1 була пов'язана із попередженням розвитку вогнищ локального остеопорозу та міграції або пошкодження металофіксаторів.

Оцінку функціональної активності ліктьового та плечового суглобів проводили через 8–10 тижнів з моменту виконання оперативного втручання та після настання консолідації перелому діафізарної ділянки плеча за допомогою шкал МЕРІ та СМС відповідно.

За шкалою МЕРІ функціональна активність ліктьового суглобу у пацієнтів груп А1 і А2 складала від 82 до 89 балів та була оцінена як добра. Функціональна активність ліктьового суглоба за вказаною шкалою в пацієнтів груп В1, В2, С1, С2 складала від 90 до 99 балів та була оцінена як відмінна.

За шкалою СМС бальна різниця функціональної активності плечового суглоба на ушкодженому та неушкодженому боці в пацієнтів групи А1, А2 складала від 12 до 18 балів, що засвідчує добрий результат. Функціональна активність плечового суглоба ушкодженої кінцівки в пацієнтів групи В1, В2, С1, С2 порівняно з неушкодженою складала від 17 до 8 балів, що свідчить про добрий і відмінний результат.

Для статистичного дослідження результатів функціональної активності ліктьового суглоба за шкалою MEPI та за шкалою CMS у післяопераційний період ми використали згаданий вище параметричний критерій t-Стюдента. При цьому ми об'єднали результати груп пацієнтів A1 і A2 у групу А, результати пацієнтів груп B1 і B2 у групу В, результати груп пацієнтів C1 і C2 відповідно в групу С.

Всі обчислення виконані за допомогою електронних таблиць Microsoft Excel.

Зведені результати дослідження функціональної активності ліктьового суглоба в післяопераційний період за шкалою MEPI наведені в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6.

Статистичне дослідження результатів функціональної активності в післяопераційний період ліктьового суглобу за шкалою MEPI

Групи пацієнтів	Емпіричне значення критерію	Висновок
А і В	$t_{\text{емп}}=20,7404$	Різниця статистично значима ($p \leq 0,01$)
В і С	$t_{\text{емп}}=14,6314$	Різниця статистично значима ($p \leq 0,01$)

Зведені результати дослідження функціональної активності ліктьового суглоба в післяопераційний період за шкалою CMS наведені у таблиці 5.7.

Таблиця 5.7.

Статистичне дослідження результатів функціональної активності в післяопераційний період ліктьового суглобу за шкалою CMS

Групи пацієнтів	Емпіричне значення критерію	Висновок
А і В	$t_{\text{емп}}=13,1312$	Різниця статистично значима ($p \leq 0,01$)

В і С	$t_{\text{емп}} = 16,1475$	Різниця статистично значима ($p \leq 0,01$)
-------	----------------------------	---

Урахування взаємозв'язку місць інсерції ключових м'язів з кістковими відламками при переломах діафізу плечової кістки має велике значення на етапах передопераційного планування, в процесі відкритої репозиції уламків та виборі оптимальної схеми відновного лікування.

Матеріали даного розділу відображено в роботах:

- Кононенко, СВ. (2022). Роль передопераційного планування в покращенні ефективності лікування переломів діафізу плечової кістки. Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії, 22(1), 41-45.
- Кононенко СВ. Особливості застосування мускульно-осальної схеми типових контактних взаємовідносин при лікуванні пацієнтів з переломами діафізу плечової кістки. У: XXVII міжнародний медичний конгрес студентів та молодих вчених; 10-12 квіт. 2023; Тернопіль, Україна. Тернопіль: Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського міністерства охорони здоров'я України; 2023. с. 126.

ВИСНОВКИ

В дисертації наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення актуального наукового завдання – покращення результатів лікування хворих із переломами діафізарного відділу плечової кістки шляхом встановлення закономірностей дії м'язово-осального комплексу, удосконалення технології етапного функціонального лікування пацієнтів, що має суттєве значення для сучасної медицини, а саме травматології та ортопедії.

1. В результаті ретроспективного дослідження 73 послідовних стандартних МРТ-сканів ділянки плеча встановлено розбіжність варіантів місця інсерції та ширини м'язів плеча залежно від гендерних та вікових ознак. Виявлено гендерну різницю середніх показників між особами чоловічої та жіночої статі ширини та довжини дельтоподібного ($p \leq 0,01$), великого грудного ($p \leq 0,05$), великого круглого м'язів ($p \leq 0,01$). Встановлено зменшення антропометричних показників ключових м'язів діафізарної ділянки плеча серед пацієнтів жіночої статі похилого віку у порівнянні з іншими гендерно-віковими категоріями ($p \leq 0,01$).
2. Дані проведеного біомеханічного дослідження дозволяють систематизувати випадки пошкоджень плечової кістки з виділенням типових зміщень кісткових відламків під впливом м'язового компоненту на різних рівнях ушкодження. Визначено 5 типових груп зміщення кісткових відламків залежно від їх кількості та вектору зміщення. Вказані типи переломів вимагають відповідного диференційованого підходу до вибору тактики подальшого лікування.
3. На підставі клініко-інструментальних досліджень встановлено, що сучасні методики ручної репозиції потребують вдосконалення. В процесі дослідження запропоновано засіб для закритої репозиції різних типів переломів діафізу плечової кістки за рахунок контрольованої девіації дистального кісткового відламку. Існуючі іммобілізаційні

засоби консервативного лікування мають суттєвий недолік – не дозволяють забезпечити репозицію кістки при вторинному зміщенні уламків. Запропонована функціональна пов'язка на основі додаткової точкової трикутної компресії дозволяє вирішити дану проблему при абдукційному та адукційному типах зміщення у різних гендерно-вікових груп пацієнтів.

4. Використання біомеханічно-обґрунтованих функціональних засобів консервативного лікування та чітких індивідуальних схем фізичної реабілітації з високим ступенем достовірності ($p \leq 0,01$) дозволяє покращити функціональну активність ліктьового суглобу з 45–58 балів до 77–92 балів з шкалою MEPS та плечового суглобу з 35–47 балів до 14–19 балів за шкалою CMS серед пацієнтів з переломами діафізарної ділянки плечової кістки.
5. Урахування взаємозв'язку місць інсерції ключових м'язів з кістковими відламками при переломах діафізу плечової кістки має велике значення на етапах передопераційного планування, в процесі відкритої репозиції уламків та при виборі оптимальної схеми відновного лікування. Це дозволяє досягти статистично значимо кращих функціональних результатів ($p \leq 0,01$).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Schoch BS, Padegimas EM, Maltenfort M, Krieg J, Namdari S. Humeral shaft fractures: national trends in management. *J Orthop Traumatol.* 2017;18(3):259-263. doi: 10.1007/s10195-017-0459-6
2. Nicholson JA, Makaram N, Simpson A, Keating JF. Fracture nonunion in long bones: a literature review of risk factors and surgical management. *Injury.* 2021 Jun;52 Suppl 2:S3-S11. doi: 10.1016/j.injury.2020.11.029
3. 3GBD 2019 Fracture Collaborators. Global, regional, and national burden of bone fractures in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet Healthy Longev.* 2021 Sep;2(9):e580-e592. doi: 10.1016/S2666-7568(21)00172-0
4. Litvishko V. Diaphyseal fractures of the humerus. How to treat conservatively and when needed surgery? *Orthopaedics, traumatology and prosthetics.* 2016;(3):96-103. <https://doi.org/10.15674/0030-59872016396-103>
5. Бодня ОІ, Дубовик СЛ. Хірургічне лікування хворих із позасуглобовими переломами дистального відділу плечової кістки. *Травма.* 2021;22(6):32-8. doi: <http://dx.doi.org/10.22141/1608-1706.6.22.2021.249599>
6. Stavyt'sky O, Pasternak D, Davidenko D, Ligin O, Karpushkin O. Treatment of diaphyseal fractures of the humerus using locking intramedullary nailing in the conditions of regional intensive care hospital of Mariupol. *Trauma.* 2017;18(3):75-9. doi: <https://doi.org/10.22141/1608-1706.3.18.2017.105364>
7. Kurinnyi I, Strafun O. Results of treatment of patients with distal humerus fractures and their consequences. *Trauma.* 2019;20(3):60-7. doi: <https://doi.org/10.22141/1608-1706.3.20.2019.172095>
8. Zazirnyi IM, Savych V, Levytskyi Y. Результати лікування переломів плечової кістки при їх різній локалізації (огляд). *Травма.* 2021;22(6):39–43. doi: <https://doi.org/10.22141/1608-1706.6.22.2021.249600>
9. Gallusser N, Barimani B, Vauclair F. Humeral shaft fractures. *EFORT Open Rev.* 2021 Jan 4;6(1):24-34. doi: 10.1302/2058-5241.6.200033

10. Abtahi S, Driessen JHM, Vestergaard P, van den Bergh J, Boonen A, de Vries F, et al. Retraction note to: secular trends in major osteoporotic fractures among 50+ adults in Denmark between 1995 and 2010. *Arch Osteoporos*. 2019 Jul 8;14(1):77. doi: 10.1007/s11657-019-0614-1
11. Oliver WM, Searle HKC, Ng ZH, Wickramasinghe NRL, Molyneux SG, White TO, et al. Fractures of the proximal- and middle-thirds of the humeral shaft should be considered as fragility fractures. *Bone Joint J*. 2020 Nov;102-B(11):1475-83. doi: 10.1302/0301-620X.102B11.BJJ-2020-0993.R1
12. Belangero WD, Zublin CM, Martinez Siekavizza SN, Sánchez Rosenberg GF, Cardenas Quintero RA, Azi ML, et al. Demographics and clinical features of humeral shaft fractures: The Latin American multicentre prospective study (HSF-LAMPS). *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2019 Sep-Dec;27(3):2309499019874506. doi: 10.1177/2309499019874506
13. Westrick E, Hamilton B, Toogood P, Henley B, Firoozabadi R. Humeral shaft fractures: results of operative and non-operative treatment. *Int Orthop*. 2017 Feb;41(2):385-95. doi: 10.1007/s00264-016-3210-7
14. Putnam JG, Nowak L, Sanders D, MacNevin M, Lawendy AR, Jones C, et al. Early post-operative outcomes of plate versus nail fixation for humeral shaft fractures. *Injury*. 2019 Aug;50(8):1460-63. doi: 10.1016/j.injury.2019.06.014.
15. Taskesen A, Göçer A, Uzel K, Yaradılmış YU. Effect of osteoporosis on proximal humerus fractures. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2020 Dec 23;(11):2151459320985399. doi: 10.1177/2151459320985399
16. Jung HS, Nho JH, Ha YC, Jang S, Kim HY, Yoo JI, et al. Incidence of osteoporotic refractures following proximal humerus fractures in adults aged 50 years and older in Korea. *J Bone Metab*. 2019 May;26(2):105-111. doi: 10.11005/jbm.2019.26.2.105
17. Ahn SH, Park SM, Park SY, Yoo JI, Jung HS, Nho JH, et al. Osteoporosis and osteoporotic fracture fact sheet in Korea. *J Bone Metab*. 2020 Nov;27(4):281-90. doi:10.11005/jbm.2020.27.4.281

18. Chandran M, Brind'Amour K, Fujiwara S, Ha YC, Tang H, Hwang JS, et al. Prevalence of osteoporosis and incidence of related fractures in developed economies in the Asia Pacific region: a systematic review. *Osteoporos Int.* 2023 Feb 3. doi: 10.1007/s00198-022-06657-8
19. Kim TL, Byun SJ, Seong MY, Oh BM, Park SJ, Seo HG. Fracture risk and impact of osteoporosis in patients with Parkinson's disease: a nationwide database study. *J Bone Miner Metab.* 2022 Jul;40(4):602-12. doi: 10.1007/s00774-022-01322-w
20. Zhao JG, Wang J, Meng XH, Zeng XT, Kan SL. Surgical interventions to treat humerus shaft fractures: a network meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One.* 2017 Mar 23;12(3):e0173634. doi: 10.1371/journal.pone.0173634
21. van de Wall BJM, Ochen Y, Beeres FJP, Babst R, Link BC, Heng M, et al. Conservative vs. operative treatment for humeral shaft fractures: a meta-analysis and systematic review of randomized clinical trials and observational studies. *J Shoulder Elbow Surg.* 2020 Jul;29(7):1493-1504. doi: 10.1016/j.jse.2020.01.072
22. Keshav K, Baghel A, Kumar V, Neradi D, Kaustubh K, Mishra P. Is minimally invasive plating osteosynthesis better than conventional open plating for humeral shaft fractures? A systematic review and meta-analysis of comparative studies. *Indian J Orthop.* 2021 May 9;55(Suppl 2):283-303. doi: 10.1007/s43465-021-00413-6
23. Rämö L, Sumrein BO, Lepola V, Lähdeoja T, Ranstam J, FISH Investigators, et al. Effect of surgery vs functional bracing on functional outcome among patients with closed displaced humeral shaft fractures: the FISH randomized clinical trial. *JAMA.* 2020 May 12;323(18):1792-1801. doi: 10.1001/jama.2020.3182
24. Bi C, Wu J, Wu X. Clinical application of nail-plate fixation in the treatment of complex proximal third humeral fracture: a case report and literature review. *Orthop Surg.* 2022 Sep 2. doi: 10.1111/os.13445

25. Beeres FJP, van Veelen N, Houwert RM, Link BC, Heng M, Knobe M, et al. Open plate fixation versus nailing for humeral shaft fractures: a meta-analysis and systematic review of randomised clinical trials and observational studies. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2022 Aug;48(4):2667-2682. doi: 10.1007/s00068-021-01728-7
26. van de Wall BJM, Baumgärtner R, Houwert RM, Link BC, Heng M, Knobe M, et al. MIPO versus nailing for humeral shaft fractures: a meta-analysis and systematic review of randomised clinical trials and observational studies. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2022 Feb;48(1):47-59. doi: 10.1007/s00068-020-01585-w
27. Den Hartog D, Van Bergen SH, Mahabier KC, Verhofstad MHJ, Van Lieshout EMM; HUMMER Investigators. Functional and clinical outcome after operative versus nonoperative treatment of a humeral shaft fracture (HUMMER): results of a multicenter prospective cohort study. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2022 Aug;48(4):3265-77. doi: 10.1007/s00068-022-01890-6
28. Smolle MA, Bösmüller S, Puchwein P, Ornig M, Leithner A, Seibert FJ. Complications in humeral shaft fractures - non-union, iatrogenic radial nerve palsy, and postoperative infection: a systematic review and meta-analysis. *EFORT Open Rev.* 2022 Jan 11;7(1):95-108. doi: 10.1530/EOR-21-0097
29. Flick TR, Wang CX, Lee OC, Savoie FH 3rd, Sherman WF. Similar complication rates for humeral shaft fractures treated with humeral nails versus open reduction and internal fixation with plating. *Orthopedics.* 2022 May-Jun;45(3):156-162. doi: 10.3928/01477447-20220128-03
30. Karimi D, Brorson S, Midtgaard KS, Fjalestad T, Paulsen A, Olerud P, et al. SHAFT Collaborators. Surgical versus non-surgical treatment of humeral SHAFT fractures compared by a patient-reported outcome: the Scandinavian Humeral diAphyseal Fracture Trial (SHAFT)-a study protocol for a pragmatic randomized controlled trial. *Trials.* 2022 Jun 2;23(1):453. doi: 10.1186/s13063-022-06317-6
31. Lode I, Nordviste V, Erichsen JL, Schmal H, Viberg B. Operative versus nonoperative treatment of humeral shaft fractures: a systematic review and meta-

- analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2020 Dec;29(12):2495-04. doi: 10.1016/j.jse.2020.05.030
32. Hosseini Khameneh SM, Abbasian M, Abrishamkarzadeh H, Bagheri S, Abdollahimajd F, Safdari F, et al. Humeral shaft fracture: a randomized controlled trial of nonoperative versus operative management (plate fixation). *Orthop Res Rev.* 2019 Sep 23;11:141-7. doi: 10.2147/ORR.S212998
33. Sargeant HW, Farrow L, Barker S, Kumar K. Operative versus non-operative treatment of humeral shaft fractures: a systematic review. *Shoulder Elbow.* 2020 Aug;12(4):229-42. doi: 10.1177/1758573218825477
34. Rämö L, Taimela S, Lepola V, Malmivaara A, Lähdeoja T, Paavola M. Open reduction and internal fixation of humeral shaft fractures versus conservative treatment with a functional brace: a study protocol of a randomised controlled trial embedded in a cohort. *BMJ Open.* 2017 Jul 9;7(7):e014076. doi: 10.1136/bmjopen-2016-014076
35. Маркс ВО. Ортопедическая диагностика: руководство-справочник. Минск: Наука и техника; 1978. 512 с.
36. Bergdahl C, Ekholm C, Wennergren D, Nilsson F, Möller M. Epidemiology and patho-anatomical pattern of 2,011 humeral fractures: data from the Swedish Fracture Register. *BMC Musculoskelet Disord.* 2016 Apr 12;17:159. doi: 10.1186/s12891-016-1009-8
37. Hohenberger GM, Lipnik G, Schwarz AM, Grechenig P, Holter M, Weiglein AH. Minimally invasive plate osteosynthesis of the humeral shaft with regard to adjacent anatomical characteristics. *Sci Rep.* 2022 Jan 7;12(1):279. doi: 10.1038/s41598-021-04041-w
38. Demirtaş A, Uygur ME, Türkmen İ, Özkut AT, Akpınar F. Can the complications of distal locking be prevented with a new nail that offers a novel locking technique in the treatment of humeral shaft fractures? *Jt Dis Relat Surg.* 2020;31(3):470-5. doi: 10.5606/ehc.2020.72963

39. Chavan S, L. Sharma, F. Naik, G. Quresh F. Treatment of distal humerus fractures with extra-articular locking compression plate technique. *Int J Surg Med.* 2017;(3):103-6. doi: 10.5455/ijsm.treatment-of-distal-humerus-fractures
40. Xue Z, Ding H, Hu C, Xu H, An Z. An anatomical study of the nutrient foramina of the human humeral diaphysis. *Med Sci Monit.* 2016 May 16;(22):1637-45. doi: 10.12659/msm.898361
41. Haris M, Haris S, Deeba F, Khan MJ. Anatomy of nutrient foramina of adult Humerii in the Pakistani population: a cross-sectional study. *Cureus.* 2021 Oct 26;13(10):e19052. doi: 10.7759/cureus.19052
42. Kumar S, Sinha SK, Akhtar MJ, Kumar B, Sinha RR, Kumar A. Morphometric study of the nutrient foramen of the humerus in the population of Bihar. *Cureus.* 2022 Dec 23;14(12):e32856. doi: 10.7759/cureus.32856.
43. Asharani SK, Ajay Ningaiah. A study on the nutrient foramen of humerus. *Int J Anat Res* 2016;4(3):2706-9. doi: <http://dx.doi.org/10.16965/ijar.2016.312>
44. Ichimura K, Kinose S, Kawasaki Y, Okamura T, Kato K, Sakai T. Anatomic characterization of the humeral nutrient artery: application to fracture and surgery of the humerus. *Clin Anat.* 2017 Oct;30(7):978-87. doi: 10.1002/ca.22976
45. Dumas R, Duprey S. Subject-specific model-derived kinematics of the shoulder based on skin markers during arm abduction up to 180° - assessment of 4 gleno-humeral joint models. *J Biomech.* 2022 May;136:111061. doi: 10.1016/j.jbiomech.2022.111061
46. Kira T, Santo S, Hasegawa H, Kawamura K, Tanaka Y. Importance of anterior humeral line for successful anatomical reduction in the surgical treatment of pediatric supracondylar humeral fractures. *J Orthop.* 2017 Jun 23;14(3):358-62. doi: 10.1016/j.jor.2017.06.002
47. Sergesketter AR, Erdmann D. A Personal approach to brachioplasty. *Ann Plast Surg.* 2022 Jun 1;88(5 Suppl 5):S433-S438. doi: 10.1097/SAP.0000000000003119
48. MacLean SBM, Maheno T, Boyle A, Ragg A, Bain GI, Galley I. Defining the proximity of the axillary nerve from defined anatomic landmarks: an in vivo

- magnetic resonance imaging study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2021 Apr;30(4):729-35. doi: 10.1016/j.jse.2020.08.005
49. Netter F. *Atlas of human anatomy.* 7th ed. Elsevier; 2018. 640 p.
50. Головацький АС. *Анатомія людини. Т.1.* Вінниця: Нова книга; 2013. 368 с.
51. Nosaka K, Lau W. Increases in biceps brachii fascia thickness after eccentric exercise of the elbow flexors. *J Bodyw Mov Ther.* 2018;22(4):858. doi:https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2018.09.038
52. Otsuka S, Shan X, Kawakami Y. Anisotropic elastic properties of the fascia lata during muscle contraction at different intensities - a shear wave elastography study. *J Bodyw Mov Ther.* 2018;22(4):859. doi:https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2018.09.040
53. Pirri C, Guidolin D, Fede C, Macchi V, De Caro R, Stecco C. Ultrasound imaging of brachial and antebrachial fasciae. *Diagnostics (Basel).* 2021;11(12):2261. doi: 10.3390/diagnostics11122261
54. Дуденко ВГ, укладач. *Клиническая анатомия и оперативная хирургия надплечья и плеча.* Харків: ХНМУ; 2018. 93с.
55. Przybycień W, Bonczar M, Ostrowski P, Koziej M, Mizia E, Wysiadecki G, et al. The deep brachial artery-a meta-analysis of its origin and diameter with a review of the literature. *Clin Anat.* 2022 Oct;35(7):838-46. doi: 10.1002/ca.23853
56. Chakravarthi KK, Ks S, Venumadhav N, Sharma A, Kumar N. Anatomical variations of brachial artery - its morphology, embryogenesis and clinical implications. *J Clin Diagn Res.* 2014 Dec;8(12):AC17-20. doi: 10.7860/JCDR/2014/10418.5308
57. Kalinin RE, Suchkov IA, Mjavanadze ND, Mustafaeva RM. Anatomical variations in upper limb arteries. *Avicenna Bulletin.* 2017;(1):113-119. doi:https://doi.org/10.25005/2074-0581-2017-19-1-113-119
58. Maw J, Wong KY, Gillespie P. Hand anatomy. *Br J Hosp Med (Lond).* 2016 Mar;77(3):C34-3, C38-40. doi: 10.12968/hmed.2016.77.3.C34

59. Ghosh B, Yadav S, Budhiraja V, Dass PK, Rastog R, Chowdhury S. Anatomical variation of the ulnar artery: clinical and developmental significance. *J Morphol Sci.* 2016;33(1):29-31. doi: <https://doi.org/10.4322/jms.331116>
60. Tsoucalas G, Eleftheriou A, Panagouli E. High bifurcation of the brachial artery: an embryological overview. *Cureus.* 2020 Feb 25;12(2):e7097. doi: [10.7759/cureus.7097](https://doi.org/10.7759/cureus.7097)
61. Clarke E, Mazurek A, Radek M, Żytkowski A, Twardokęs W, Polguy M, et al. Superficial brachial artery – a case report with commentaries on the classification. *Transl Res Anat.* 2021;(23):100112. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tria.2021.100112>
62. Ichimura K, Kinose S, Kawasaki Y, Okamura T, Kato K, Sakai T. Anatomic characterization of the humeral nutrient artery: application to fracture and surgery of the humerus. *Clin Anat.* 2017 Oct;30(7):978-87. doi: [10.1002/ca.22976](https://doi.org/10.1002/ca.22976)
63. Loizides A, Schuhmayer S, Moriggl B. Upper arm, forearm and hand. In: Gruber H, Loizides A, Moriggl B, eds. *Sonographic peripheral nerve topography* [Internet]. Springer Nature Switzerland AG; 2019 [cited 2022 Dec 18]; p. 55-109. Available from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-11033-8_3
64. Oh JW, Lee H, Lee JH. Topography of the coracobrachialis muscle and the musculocutaneous nerve by muscular variation. *Surg Radiol Anat.* 2017 Jan;39(1):115-6. doi: [10.1007/s00276-016-1721-y](https://doi.org/10.1007/s00276-016-1721-y)
65. Olewnik Ł, Zielinska N, Karauda P, Duparc F, Georgiev GP, Polguy M. The co-occurrence of a four-headed coracobrachialis muscle, split coracoid process and tunnel for the median and musculocutaneous nerves: the potential clinical relevance of a very rare variation. *Surg Radiol Anat.* 2021 May;43(5):661-9. doi: [10.1007/s00276-020-02580-x](https://doi.org/10.1007/s00276-020-02580-x)
66. Enix D, Scali F, Sudkamp K, Keating R. Supernumerary head of the biceps brachii muscle: an anatomic variant with clinical implications. *J Chiropr Med.* 2021 Mar;20(1):37-42. doi: [10.1016/j.jcm.2021.02.001](https://doi.org/10.1016/j.jcm.2021.02.001)

67. Sthapak E, Pasricha N, Siddiqui M. Study of variations in the origin of biceps brachii with special thrust on its innervations. *Int J Anat Res.* 2016;4(1):1994-7. doi: 10.16965/ijar.2016.128
68. Ilayperuma I, Uluwitiya SM, Nanayakkara BG, Palahepitiya KN. Re-visiting the brachialis muscle: morphology, morphometry, gender diversity, and innervation. *Surg Radiol Anat.* 2019 Apr;41(4):393-400. doi: 10.1007/s00276-019-02182-2
69. Plantz MA, Bordoni B. Anatomy, shoulder and upper limb, brachialis muscle. [Updated 2023 Feb 21]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-[cited 2022 Dec 18]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551630/>
70. Negrão JR, Mogami R, Ramirez Ruiz FA, Wagner FV, Haghighi P, Ward SR, et al. Distal insertional anatomy of the triceps brachii muscle: MRI assessment in cadaveric specimens employing histologic correlation and Play-doh® models of the anatomic findings. *Skeletal Radiol.* 2020 Jul;49(7):1057-67. doi: 10.1007/s00256-020-03382-3
71. Dalmau-Pastor M, Fargues-Polo B Jr, Casanova-Martínez D Jr, Vega J, Golanó P. Anatomy of the triceps surae: a pictorial essay. *Foot Ankle Clin.* 2014 Dec;19(4):603-35. doi: 10.1016/j.fcl.2014.08.002
72. Akamatsu FE, Negrão JR, Rodrigues MB, Itezerote AM, Saleh SO, Hojaij F, et al. Is there something new regarding triceps brachii muscle insertion? *Acta Cir Bras.* 2020;35(10):e202001007. doi:10.1590/s0102-865020200100000007
73. Baillio MR, Reeves RE, Fisher CL. Variation of posterior deltoid muscle. *Int J Anat Var [Internet]* 2018 [cited 2022 Dec 10];11(1):011-012. Available from: <https://www.pulsus.com/scholarly-articles/variation-of-posterior-deltoid-muscle-4268.html>
74. Alva P, Rizvi S. Multiple heads of deltoid muscle; *Int J Appl Biol Pharm.* 2018 April-June;9(2).
75. Dancker M, Lambert S, Brenner E. Teres major muscle - insertion footprint. *J Anat.* 2017 May;230(5):631-8. doi: 10.1111/joa.12593

76. Deltoid muscle contribution to shoulder function. ClinicalTrials.gov [Internet]. 2019. [updated 2020 Jan 14; cited 2023 Mar 19]. Available from: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03881462>
77. Билич Г, ЗигаловаЕ. Анатомия человека: русско-латинский атлас. МЕДпроф; 2019. 704 с.
78. Koizumi M. Comparative anatomy of the subscapularis, teres major and latissimus dorsi muscles from salamanders to mammals with special reference to their innervations from the brachial plexus. *Anat Sci Int*. 2022 Jan;97(1):124-37. doi: 10.1007/s12565-021-00636-5с.
79. Strashko YY. Effectiveness of the rehabilitation approach based on the visual model of Mobius tape in the treatment of myofascial pain syndrome of the cervical region in combatants. *Med and Ecol probl*. 2022;26(5–6):11–5. doi: 10.31718/mep.2022.26.5-6.03.
80. Strashko YY, Morokhovets HY, Stetsenko SA, Berezhna VA, Kondratieva YO, Horsha OV, et al. Biomechanical aspects of postural control of the human body. *World Med Biol*. 2022;18(82):181. doi: 10.26724/2079-8334-2022-4-82-181-186.
81. Strashko EY, Ivanitsky IV, Ivanitskaya TA. Efficacy of the rehabilitation plan based on the theory of muscular spirals in patients with scapulohumeral pain syndrome according to shear wave elastography data. *Act Probl of the Modern Med*. 2019;19(2):68–73. doi: 10.31718/2077-1096.19.2.68.
82. Drabovskiy VS, Avetikov DS, Kapustianskyi DV, Malyk SV, Bezruchko MV, Osipov OS. Surgical treatment of cosmetic body defects in mesomorphic patients. *World Med Biol*. 2021;17(75):050. doi: 10.26724/2079-8334-2021-1-75-50-54.
83. Mays S. *The archaeology of human bones*. 3th ed. Routledge; 2021. 452 p.
84. Bojowald S. The Edwin Smith papyrus: updated translation of the trauma treatise and modern medical commentaries. *J Am Orient Soc*. July 2018:619-21.
85. Radestock S. Types of diagnoses in Papyrus Ebers and Smith. In: *Systems of classification in premodern medical cultures*. Routledge; 2020. p. 109-21.

86. Markatos K, Mavrogenis A, Brilakis E, Korres D, Karamanou M, Chronopoulos E. Abulcasis (936-1013): his work and contribution to orthopaedics. *Int Orthop*. 2019 Sep;43(9):2199-2203. doi: 10.1007/s00264-019-04371-5
87. Monadi T, Chabra A, Azadbakht M. Avicenna, a Persian physician. *Int Orthop*. 2020 Jan;44(1):197-8. doi: 10.1007/s00264-019-04440-9
88. Swarup I, O'Donnell JF. An overview of the history of orthopedic surgery. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2016 Nov/Dec;45(7):E434-E438.
89. Revelou MT, Eleftheriou A, Fezoulidi G, Hatzikyriakou P, Raoulis V, Tsoucalas G. Congenital orthopaedic limp deformities in Corpus Hippocraticum. *Int Orthop*. 2019 Aug;43(8):1993-8. doi: 10.1007/s00264-019-04308-y
90. Lazarevic T, Kovacevic Z, Petrovic Mirjana J, Ljubic B, Glisic M, Janicijevic K. (2021). Medicine in the Hippocratic and post-Hippocratic age. *Vojnosanit Pregl*. 2021;79(00):57-57. doi: 10.2298/VSP210325057L
91. Kazantzidis G. Medicine and the paradox in the Hippocratic corpus and beyond. In: Gerolemou M, editor. *Recognizing miracles in antiquity and beyond*. Berlin, Boston: De Gruyter; 2018. p. 31-62.
92. Ognev V, editor. *History of Medicine : methodical developments for teachers to conduct a practical lesson on the topic «The Origin of Medicine. Pre-historic Medicine. Medicine of the Ancient World» for the preparation of students*. Kharkiv: KhNMU; 2018. 20 p.
93. Gilmour RJ, Brickley MB, Jurriaans E, Prowse TL. Maintaining mobility after fracture: a biomechanical analysis of fracture consequences at the Roman Sites of Ancaster (UK) and Vagnari (Italy). *Int J Paleopathol*. 2019 Mar;24:119-29. doi: 10.1016/j.ijpp.2018.09.002
94. de Klerk HH, Doornberg JN, Eygendaal D, Jupiter JB. The management of elbow trauma from a historical perspective, *JSES International*. 2023 Feb 01; doi: <https://doi.org/10.1016/j.jseint.2023.01.005>
95. van Spanning SH, Verweij LP, Verweij EE, van den Bekerom MP, Somford MP. History of closed reduction techniques and initial management for shoulder

dislocations: from classical antiquity to modern times. *Shoulder Elbow*. 2022 Jun;14(3):341-8. doi: 10.1177/17585732211058407

96. Markatos K, Chytas D, Tsakotos G, Karamanou M, Piagkou M, Johnson E. Vesalius criticism on Galen's musculoskeletal anatomy. *Acta Chir Belg*. 2019 Aug;119(4):267-71. doi: 10.1080/00015458.2018.1554365

97. Ferneini EM, editor. The history of maxillofacial surgery [Internet]. Springer International Publishing; 2022 [cited 2022 Nov 02]. Available from: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-89563-1>

98. Güemes L EA, Cusumano AM. Education and medical practice in Ancient Greece, the Alexandrian Period and the Western Roman Empire: advantages and disadvantages from a contemporary perspective. *Asian Journal of Education and Social Studies*. 2022;35(2): 54-63. doi: <https://doi.org/10.9734/ajess/2022/v35i2755>

99. Jang K, Rosenfeld JV, Di Ieva A. Paulus of Aegina and the historical origins of spine surgery. *World Neurosurg*. 2020 Jan;133:291-301. doi: 10.1016/j.wneu.2019.10.026

100. Markatos K, Kaseta M, Chronopoulos E, Sourlas I, Laios K, Androutsos G. Paul of Aegina (ca 625-690 AD), his work and his contribution to the treatment of spine disorders: The first routine laminectomy in the recorded history. *Journal of Research on History of Medicine*. 2017;(6):25-32.

101. Jang K, Rosenfeld JV, Di Ieva A. Paulus of Aegina and the historical origins of spine surgery. *World Neurosurg*. 2020 Jan;133:291-301. doi: 10.1016/j.wneu.2019.10.026

102. Afshar A, Steensma DP, Kyle RA. Antonius Mathijssen and plaster casts. *Mayo Clin Proc*. 2017 May;92(5):e83. doi: 10.1016/j.mayocp.2017.01.028.

103. Bieliaieva OM, Skrypnikova TP, Lysanets YV, Morokhovets HY, Slipchenko LB, Efendiieva SM. Nikolai ivanovich Pirogov - Amicus humani generis. *Wiad Lek*. 2021;74(2):362–6. doi:10.36740/wlek202102134

104. Davis J, Mclister A. History and evolution of bandages, dressings, and plasters. In: *Smart Bandage Technologies*; 2016. p. 63-92.

105. Szostakowski B, Smitham P, Khan WS. Plaster of Paris-short history of casting and injured limb immobilization. *Open Orthop J.* 2017 Apr 17;11:291-6. doi: 10.2174/1874325001711010291
106. Klenerman L. Fractures of the shaft of the humerus. *J Bone Joint Surg Br.* 1966;48(1):105-11
107. Sarmiento A. Functional bracing of fractures of the shaft of the humerus. *Orthopedic Trauma Directions.* 2008;6(1):33-7. doi: 10.1055/s-2008-1038107
108. Sarmiento A, Schaeffer JF, Beckerman L, Latta LL, Enis JE. Fracture healing in rat femora as affected by functional weight-bearing. *J Bone Joint Surg Am.* 1977 Apr;59(3):369-75.
109. Sarmiento A, Zagorski JB, Zych GA, Latta LL, Capps CA. Functional bracing for the treatment of fractures of the humeral diaphysis. *J Bone Joint Surg Am.* 2000 Apr;82(4):478-86. doi: 10.2106/00004623-200004000-00003
110. Muzahim MT. The outcome of conservative treatment of closed fracture shaft humerus in adult patients. *Am Med J.* 2011;2(1): 32-9. doi: <https://doi.org/10.3844/amjsp.2011.32.39>
111. Ali E, Griffiths D, Obi N, Tytherleigh-Strong G, Van Rensburg L. Nonoperative treatment of humeral shaft fractures revisited. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015 Feb;24(2):210-4. doi: 10.1016/j.jse.2014.05.009
112. Serrano R, Mir HR, Sagi HC, Horwitz DS, Borade A, Tidwell JE, et al. Modern results of functional bracing of humeral shaft fractures: a multicenter retrospective analysis. *J Orthop Trauma.* 2020 Apr;34(4):206-9. doi: 10.1097/BOT.0000000000001666
113. Daoub A, Ferreira P, Cheruvu S, Walker M, Gibson W, Orfanos G, et al. Humeral shaft fractures: a literature review on current treatment methods. *Open Orthop J.* 2022;16(1). doi: 10.2174/18743250-v16-e2112091
114. Shields E, Sundem L, Childs S, Maceroli M, Humphrey C, Ketz JP, et al. The impact of residual angulation on patient reported functional outcome scores

- after non-operative treatment for humeral shaft fractures. *Injury*. 2016 Apr;47(4):914-8. doi: 10.1016/j.injury.2015.12.014
115. Oliver WM, Carter TH, Graham C, White TO, Clement ND, Duckworth AD, et al. A prospective randomised controlled trial of operative versus non-operative management of fractures of the humeral diaphysis: the HUmeral Shaft Fracture FIXation (HU-FIX) Study protocol. *Trials*. 2019 Aug 5;20(1):475. doi: 10.1186/s13063-019-3576-0
116. Kwaees TA, Zreik NH, Charalambous CP. Surgical vs. Nonsurgical management for humeral shaft fractures; Preference among orthopaedic surgeons. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2021 Feb 28;23(1):21-26. doi: 10.5604/01.3001.0014.7564
117. Корж АА, Попсуйшапка АК. Теоретическое обоснование ранней нагрузки и клинический опыт лечения переломов голени функциональными повязками. *Ортопед, травматол. России*. 1985;(4):17-23.
118. Корж АА, Попсуйшапка АК, Маковоз ЕМ. Функциональное лечение диафизарных переломов. *Ортопедия, травматология, протезирование*. 1987;(8):1-8.
119. Попсуйшапка АК, Бойко ЯИ. Экспресс-ортезирование при заболеваниях и повреждениях опорно-двигательного аппарата: монография. Київ: Здоров'я; 1989. 77 с.
120. Попсуйшапка АК. Функциональное лечение диафизарных переломов костей конечностей (клиническое и экспериментальное обоснование) [диссертация]. Харьков: ХМИ; 1991. 271 с.
121. Попсуйшапка АК, Литвишко ВА. Лечение диафизарных переломов плечевой кости шинно-матерчатый ортезом. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 1998;(3):90-93.
122. Попсуйшапка АК, Ужигова ОЕ, Литвишко ВА. Частота несращения и замедленного сращения отломков при изолированных диафизарных переломах длинных костей конечностей. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 2013;(1):39-43.

123. Popsuishapka O, Litvishko B, Uzhegova O, Pidgaiska O. Frequency of complications at shaft fractures according to Kharkiv traumatological medical-social expert committee (MSEC) data. *Orthopaedics, traumatology and prosthetics*. 2020;(1):20-5. doi: <https://doi.org/10.15674/0030-59872020120-25>
124. Litvishko V. Diaphyseal fractures of the humerus. How to treat conservatively and when needed surgery? *Orthopaedics, traumatology and prosthetics*. 2016;(3):96-103. doi: <https://doi.org/10.15674/0030-59872016396-103>
125. Bong MR, Koval KJ, Egol KA. The history of intramedullary nailing. *Bull NYU Hosp Jt Dis*. 2006;64(3-4):94-7.
126. Knothe Ulf, Knotte Tate M, Perren S. 300 years of intramedullary fixation – from Aztec practice to standard treatment modality. *Eur J Trauma*. 2000;26(5):217-25. doi:10.1007/PL00002445
127. Rommens PM, editor. *Intramedullary nailing* [Internet]. London: Springer London, 2015; [cited 2023 Mar 19]. Available from: <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6612-2>
128. Bharti A, Kumar S, Kushwaha SS, Gupta AK Sr, Kumar N, Lal AK. Kuntscher nail: A forgotten entity yet a reliable modality in treatment of Winquist type I and II closed femoral shaft fractures. *Cureus*. 2020;12(9):e10608. doi:10.7759/cureus.10608
129. Blum J, Janzing H, Gahr R, Langendorff HS, Rommens PM. Clinical performance of a new medullary humeral nail: antegrade versus retrograde insertion. *J Orthop Trauma*. 2001 Jun-Jul;15(5):342-9. doi: 10.1097/00005131-200106000-00007
130. Lin J, Hou SM. Locked-nail treatment of humeral surgical neck nonunions. *J Trauma*. 2003 Mar;54(3):530-5. doi: 10.1097/01.TA.0000034588.37392.C2
131. Kivi MM, Soleymanha M, Haghparast-Ghadim-Limudahi Z. Treatment outcome of intramedullary fixation with a locked rigid nail in humeral shaft fractures. *Arch Bone Jt Surg*. 2016 Jan;4(1):47-51.
132. Zhao JG, Wang J, Wang C, Kan SL. Intramedullary nail versus plate fixation for humeral shaft fractures: a systematic review of overlapping meta-

- analyses. *Medicine (Baltimore)*. 2015 Mar;94(11):e599. doi: 10.1097/MD.0000000000000599
133. Kim JW, Oh CW, Byun YS, Kim JJ, Park KC. A prospective randomized study of operative treatment for noncomminuted humeral shaft fractures: conventional open plating versus minimal invasive plate osteosynthesis. *J Orthop Trauma*. 2015 Apr;29(4):189-94. doi: 10.1097/BOT.0000000000000232
134. Esmailieh AA, Abbasian MR, Safdari F, Ashoori K. Treatment of humeral shaft fractures: minimally invasive plate osteosynthesis versus open reduction and internal fixation. *Trauma Mon*. 2015 Aug;20(3):e26271. doi: 10.5812/traumamon.26271v2
135. Kumar BS, Soraganvi P, Satyarup D. Treatment of middle third humeral shaft fractures with anteromedial plate osteosynthesis through an anterolateral approach. *Malays Orthop J*. 2016 Mar;10(1):38-43. doi: 10.5704/MOJ.1603.007
136. Heim D, Herkert F, Hess P, Regazzoni P. Surgical treatment of humeral shaft fractures--the Basel experience. *J Trauma*. 1993 Aug;35(2):226-32.
137. Bezes H, Massart P, Fourquet JP. Primary plating of fractures of the shaft of the humerus. *Int Orthop*. 1995;19(1):16-25.
138. Chapman JR, Henley MB, Agel J, Benca PJ. Randomized prospective study of humeral shaft fracture fixation: intramedullary nails versus plates. *J Orthop Trauma*. 2000 Mar-Apr;14(3):162-6. doi: 10.1097/00005131-200003000-00002
139. Tetsworth K, Hohmann E, Glatt V. Minimally invasive plate osteosynthesis of humeral shaft fractures: current state of the art. *J Am Acad Orthop Surg*. 2018 Sep 15;26(18):652-661. doi: 10.5435/JAAOS-D-17-00238
140. Gallucci GL, Boretto JG, Alfie VA, Donndorff A, De Carli P. Posterior minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) of distal third humeral shaft fractures with segmental isolation of the radial nerve. *Chir Main*. 2015 Oct;34(5):221-6. doi: 10.1016/j.main.2015.06.007
141. Buranaphatthana T, Apivatthakakul T, Apivatthakakul V. Anteromedial minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) for distal third humeral shaft

- fractures - Is it possible?: A cadaveric study. *Injury*. 2019 Jun;50(6):1166-74. doi: 10.1016/j.injury.2019.04.027
142. Kulkarni VS, Kulkarni MS, Kulkarni GS, Goyal V, Kulkarni MG. Comparison between antegrade intramedullary nailing (IMN), open reduction plate osteosynthesis (ORPO) and minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) in treatment of humerus diaphyseal fractures. *Injury*. 2017 Aug;48 Suppl 2:S8-S13. doi: 10.1016/S0020-1383(17)30487-4
143. Benegas E, Ferreira Neto AA, Gracitelli ME, Malavolta EA, Assunção JH, Prada Fde S, et al. Shoulder function after surgical treatment of displaced fractures of the humeral shaft: a randomized trial comparing antegrade intramedullary nailing with minimally invasive plate osteosynthesis. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014 Jun;23(6):767-4. doi: 10.1016/j.jse.2014.02.010
144. Qiu H, Wei Z, Liu Y, Dong J, Zhou X, Yin L, Zhang M, Lu M. A Bayesian network meta-analysis of three different surgical procedures for the treatment of humeral shaft fractures. *Medicine (Baltimore)*. 2016 Dec;95(51):e5464. doi: 10.1097/MD.0000000000005464
145. Beeres FJ, Diwersi N, Houwert MR, Link BC, Heng M, Knobe M, et al. ORIF versus MIPO for humeral shaft fractures: a meta-analysis and systematic review of randomized clinical trials and observational studies. *Injury*. 2021 Apr;52(4):653-63. doi: 10.1016/j.injury.2020.11.016
146. Zhang R, Yin Y, Li S, Hou Z, Jin L, Zhang Y. Intramedullary nailing versus a locking compression plate for humeral shaft fracture (AO/OTA 12-A and B): A retrospective study. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2020;106(7):1391–7. doi: 10.1016/j.otsr.2019.12.016
147. Dowlut N, Horlick S, Ather S, Gwilym S. Humeral shaft fractures: a practical guide to assessment and management. *Br J Hosp Med (Lond)*. 2023;84(4):1–10. doi: 10.12968/hmed.2020.0653
148. Congia S, Palmas A, Marongiu G, Capone A. Is antegrade nailing a proper option in 2- and 3-part proximal humeral fractures? *Musculoskelet Surg*. 2020 Aug;104(2):179-85. doi: 10.1007/s12306-019-00610-5

149. Upadhyay AS, Lil NA. Use of titanium elastic nails in the adult diaphyseal humerus fractures. *Malays Orthop J*. 2017 Jul;11(2):53-59. doi: 10.5704/MOJ.1707.019
150. Богов АА, Васильев МВ, Ханнанова ИГ. Ошибки и осложнения при лечении больных с повреждением лучевого нерва в сочетании с переломом плечевой кости. *Казанский мед. журн*. 2009;90(1):12-5.
151. Lowry V, Bureau NJ, Desmeules F, Roy JS, Rouleau DM. Acute proximal humeral fractures in adults. *J Hand Ther*. 2017 Apr-Jun;30(2):158-66. doi: 10.1016/j.jht.2017.05.005
152. Ilyas AM, Mangan JJ, Graham J. Radial nerve palsy recovery with fractures of the humerus: an updated systematic review. *J Am Acad Orthop Surg*. 2020 Mar 15;28(6):e263-e269. doi: 10.5435/JAAOS-D-18-00142
153. Chang G, Ilyas AM. Radial nerve palsy after humeral shaft fractures: the case for early exploration and a new classification to guide treatment and rognosis. *Hand Clin*. 2018 Feb;34(1):105-112. doi: 10.1016/j.hcl.2017.09.011
154. Bumbasirevic M, Palibrk T, Lesic A, Atkinson H. Radial nerve palsy. *EFORT Open Reviews* [Internet]. 2016 [cited 2023 Mar 19];1(8):286–94. Available from: <https://doi.org/10.1302/2058-5241.1.000028>
155. Agarwal A, Chandra A, Jaipal U, Saini N. A panorama of radial nerve pathologies- an imaging diagnosis: a step ahead. *Insights Imaging*. 2018 Dec;9(6):1021-1034. doi: 10.1007/s13244-018-0662-x.
156. Vij N, Kiernan H, Miller-Gutierrez S, Agusala V, Kaye AD, Imani F, et al. Etiology diagnosis and management of radial nerve entrapment. *Anesth Pain Med*. 2021 Feb 14;11(1):e112823. doi: 10.5812/aapm.112823
157. Esparza M, Wild JR, Minnock C, Mohty KM, Truchan LM, Taljanovic MS. Ultrasound evaluation of radial nerve palsy associated with humeral shaft fractures to guide operative versus non-operative treatment. *Acta Med Acad*. 2019 Aug;48(2):183-92. doi: 10.5644/ama2006-124.257

158. Wiss DA, Garlich JM. Healing the index humeral shaft nonunion: risk factors for development of a recalcitrant nonunion in 125 patients. *J Bone Joint Surg Am.* 2020 Mar 4;102(5):375-380. doi: 10.2106/JBJS.19.01115
159. Oliver WM, Smith TJ, Nicholson JA, Molyneux SG, White TO, Clement ND, et al. The radiographic union score for humeral fractures (RUSHU) predicts humeral shaft nonunion. *Bone Joint J.* 2019 Oct;101-B(10):1300-1306. doi: 10.1302/0301-620X.101B10.BJJ-2019-0304.R1
160. Naclerio EH, McKee MD. Approach to humeral shaft nonunion: evaluation and surgical techniques. *J Am Acad Orthop Surg.* 2022 Jan 15;30(2):50-59. doi: 10.5435/JAAOS-D-21-00634
161. Kakazu R, Dailey SK, Schroeder AJ, Wyrick JD, Archdeacon MT. Iatrogenic radial nerve palsy after humeral shaft nonunion repair: more common than you think. *J Orthop Trauma.* 2016 May;30(5):256-61. doi: 10.1097/BOT.0000000000000525
162. Maresca A, Sangiovanni P, Cerbasi S, Politano R, Fantasia R, Commessatti M, Pascarella R. Why a surgically treated humeral shaft fracture became a nonunion: review of 11 years in two trauma centers. *Musculoskelet Surg.* 2017 Dec;101(Suppl 2):105-112. doi: 10.1007/s12306-017-0509-5.
163. Ferreira N, Marais LC, Serfontein C. Two stage reconstruction of septic non-union of the humerus with the use of circular external fixation. *Injury.* 2016 Aug;47(8):1713-8. doi: 10.1016/j.injury.2016.06.014
164. El-Alfy BS, Maaty M, Niazy T. Reconstruction of infected nonunion of the distal humerus by Ilizarov external fixator. *Injury.* 2021 Jun;52(6):1418-22. doi: 10.1016/j.injury.2020.10.073
165. Bisaccia M, Meccariello L, Rinonapoli G, Rollo G, Pellegrino M, Schiavone A, et al. Comparison of plate, nail and external fixation in the management of diaphyseal fractures of the humerus. *Med Arch.* 2017 Apr;71(2):97-102. doi: 10.5455/medarh.2017.71.97-102
166. Ahad A, Haque A, Armstrong A, Modi A, Pandey R, Singh HP. The management of displaced humeral shaft fractures - a survey of UK shoulder and

elbow surgeons. *Shoulder Elbow*. 2022 Jun;14(3):263-268. doi: 10.1177/1758573220986940

167. Wang Y, Kayastha Y, Cao Y, Guo Z, Yuan Y, Bi Y. Outcome of humeral shaft fracture treated with intramedullary nail and plate fixation. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2020 Jan;30(1):73-8. doi: 10.29271/jcpsp.2020.01.73

168. Usoro AO, Bhashyam A, Mohamadi A, Dyer GS, Zirkle L, von Keudell A. Clinical outcomes and complications of the surgical implant generation network (SIGN) intramedullary nail: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Trauma*. 2019 Jan;33(1):42-8. doi: 10.1097/BOT.0000000000001328

169. Gottschalk M, Carpenter W, Hiza E, Reisman W, Roberson J. Humeral shaft fracture fixation: incidence rates and complications as reported by American board of orthopaedic surgery part ii candidates. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 2016;98(17):e71. doi: 10.2106/JBJS.15.01049

ДОДАТКИ

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікації, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Kononenko SV, Pelypenko OV, Kovalov OS. Features of the rehabilitation of patients with fractures of the humeral diaphysis after osteosynthesis. Acta Balneol. 2022;64(5):390-394.
2. Kononenko SV, Pelypenko OV. Anatomical features of the soft tissue structures of the proximal humeral diaphysis revealed by the magnetic resonance imaging. Bull Probl Biol Med.;1(2):184.
3. Kononenko, S. (2022). Роль передопераційного планування в покращенні ефективності лікування переломів діафізу плечової кістки. Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії, 22(1), 41-45.
4. Кононенко С., Пелипенко О. (2021). Біомеханічні особливості скалкових переломів діафізу плечової кістки. Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії, 21(1), 26-29.

Публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. Кононенко СВ, Пелипенко ОВ. Біомеханічні особливості лікування діафізарних переломів плечової кістки. У: Актуальні питання лікування патології суглобів та ендопротезування; 3–5 верес. 2020; Приморськ, Україна. Запоріжжя: ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України»; 2020. с. 41.
6. Кононенко СВ. Синергізм та антагонізм м'язів плеча та їх роль у зміщенні кісткових відламків при діафізарних переломах плечової кістки у віковому аспекті. У: XXV міжнародний медичний конгрес студентів та молодих вчених; 12-14 квіт. 2021; Тернопіль, Україна. Тернопіль: Тернопільський національний медичний університет імені

- І. Я. Горбачевського міністерства охорони здоров'я України; 2021. с. 141.
7. Кононенко СВ, Пелипенко ОВ. Функціональне лікування скалкових переломів діафізу плечової кістки у пацієнтів похилого та старечого віку. У: Сучасна наука: проблеми, перспективи, інновації; 11-12 листоп. 2020; Вінниця. Вінниця: Вінницький кооперативний інститут; 2020. с. 20-2.
 8. Кононенко СВ, Пелипенко ОВ. Можливості досягнення функціональної активності верхньої кінцівки після переломів плечової кістки. У: Наука III тисячоліття: пошуки, проблеми, перспективи розвитку; 21-22 квіт. 2021; Бердянськ. Бердянськ: Бердянський державний педагогічний університет; 2021. с. 134-6.
 9. Кононенко СВ. Моніторинг реабілітаційного періоду у пацієнтів з переломами діафізу плечової кістки. У: XXVI міжнародний медичний конгрес студентів та молодих вчених; 13-15 квіт. 2022; Тернопіль, Україна. Тернопіль: Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського міністерства охорони здоров'я України; 2022. с. 101.
 10. Кононенко СВ. Особливості застосування мускульно-осальної схеми типових контактних взаємовідносин при лікуванні пацієнтів з переломами діафізу плечової кістки. У: XXVII міжнародний медичний конгрес студентів та молодих вчених; 10-12 квіт. 2023; Тернопіль, Україна. Тернопіль: Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського міністерства охорони здоров'я України; 2023. с. 126.

Публікації, які додатково відображають наукові результати дисертації:

11. Реклінаторний стілець для закритої репозиції переломів діафізу плечової кістки. Патент України 147526. 13 трав. 2021. 6 с.