

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ ТА  
СПОРТУ УКРАЇНИ

КАФЕДРА ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ТА ЕРГОТЕРАПІЇ

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

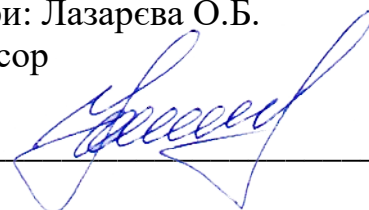
на здобуття освітнього ступеня бакалавра  
за спеціальністю: 227 – Фізична терапія, ерготерапія  
освітньою програмою: «Фізична терапія»

на тему: «**ФІЗИЧНА ТЕРАПІЯ ПІСЛЯ АРТРОСКОПІЧНОГО  
ВТРУЧАННЯ У ПАЦІЄНТІВ З ТРІАДОЮ ТУРНЕРА**»

Здобувач вищої освіти  
першого (бакалаврського рівня)  
Чикаренко Ксенія Андріївна

Науковий керівник: Кравчук Л.Д.  
к.фіз.вих., доцент  
Рецензент: Заєць В.Б.  
к.мед.н

Рекомендовано до захисту на засіданні  
кафедри (протокол №13 від 15.05.2023 р.)  
Завідувач кафедри: Лазарева О.Б.  
д.фіз.вих., професор



---

Київ - 2023

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	3
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНІ АСПЕКТИ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ОСІБ ПІСЛЯ АРТРОСКОПІЧНОГО ВТРУЧАННЯ З ТРІАДОЮ ТУРНЕРА.....	7
1.1 Анатомо-біомеханічні особливості будови колінного суглоба.....	7
1.2 Етіопатогенез та особливості передумов отримання комбінованих пошкоджень структур колінного суглоба.....	15
1.3 Сучасні напрямки та заходи фізичної терапії у пацієнтів після артроскопічного втручання з «тріадою Турнера».....	23
Висновок до розділу 1.....	30
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	31
2.1 Методи дослідження.....	31
2.1.1 Аналіз та узагальнення наукової та науково-методичної літератури....	31
2.1.2 Клініко-інструментальні методи дослідження.....	31
2.1.3 Методи математичної статистики.....	34
2.2 Організація дослідження.....	35
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	37
3.1 Алгоритм застосування заходів фізичної терапії для осіб після артроскопічного втручання з «тріадою Турнера».....	37
3.2 Оцінка ефективності розробленого алгоритму заходів фізичної терапії та обговорення.....	56
ВИСНОВКИ.....	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	63

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВАШ – візуально-аналогова шкала

ВКЛ – відкритий кінематичний ланцюг

ЗКЛ – закритий кінематичний ланцюг

КГ – контрольна група

МКФ – міжнародна класифікація функціонування

ПХЗ – передня хрестоподібна зв'язка

ОГ – основна група

ФТ – фізична терапія

MWMS – mobilization with movements

## ВСТУП

**Актуальність.** Пошкодження структур колінного суглоба займають провідне місце та становлять 39,8 % серед усіх травм опорно-рухового апарата у спортсменів. Серед них більшість складають неізольовані травми передньої хрестоподібної зв'язки, які в середньому трапляються у 75 % випадках. [18, 22]

Тріада Турнера – найчастіше поєднане пошкодження капсульно-зв'язкового апарату колінного суглоба, яке несе за собою великі наслідки з точки зору функціональних можливостей людини, що, в свою чергу буде впливати на якість життя. [29]

Програми реабілітації призначені для відновлення м'язової сили, відновлення рухливості суглобів і нервово-м'язового контролю, а також для того, щоб пацієнти могли повернутися до того рівня активності, який був у них до отримання травми. Ці цілі ґрунтуються на поточних знаннях про функціональні порушення нижніх кінцівок в осіб з нестабільністю колінного суглоба та яким проводиться реконструкція передньої хрестоподібної зв'язки. [51-53]

Практика фізичної терапії, яка колись в основному базувалася на клінічному досвіді та теорії, значно змінилася за останні 5-10 років і дедалі більше базується на якісніших клінічних дослідженнях.

Але, незважаючи на нещодавні досягнення в хірургічних техніках реконструкції, покращеного розуміння біомеханічної ролі ПХЗ та розширення досліджень щодо оптимальних протоколів реабілітації у пацієнтів після артроскопічних втручань, частота повторних розривів залишається тривожно високою, а спортивні результати кажуть про те, що дефіцит зберігається після завершення курсу реабілітації у значного відсотка пацієнтів. [65,67,68]

Можуть зберігатися значні дефіцити м'язової сили, постуральної стабільності, механіки нижніх кінцівок і психологічної готовності. Багато

пацієнтів можуть продовжувати демонструвати змінену механіку рухів, пов'язану з підвищеним ризиком травми. [69]

З цього робиться висновок, що лікування неізолюваних пошкоджень передньої хрестоподібної зв'язки залишається суперечливим, незважаючи на роки інтенсивних фундаментальних і клінічних досліджень. В даний час немає консенсусу щодо оптимальної програми реабілітації після травм, які включають в себе поєднані пошкодження структур колінного комплексу.

**Об'єкт дослідження:** процес ФТ осіб з тріадою Турнера.

**Предмет дослідження:** структура та зміст алгоритму ФТ з використанням сучасних засобів для покращення функціональних показників осіб з комбінованими травмами колінного суглоба.

**Мета роботи:** теоретично обґрунтувати та розробити алгоритм застосування засобів фізичної терапії для відновлення втрачених функцій особам після артроскопічного втручання з тріадою Турнера.

**Завдання дослідження:**

1. Аналіз та узагальнення науково-методичних знань, які стосуються сучасних підходів до застосування засобів ФТ особам після артроскопічних втручань з тріадою Турнера.

2. Теоретично обґрунтувати та розробити алгоритм ФТ для відновлення функції осіб після артроскопічних втручань з тріадою Турнера.

3. Оцінити ефективність застосування алгоритму ФТ для осіб після артроскопічних втручань з тріадою Турнера.

**Теоретична значимість.** Науково обґрунтовано та розроблено алгоритм застосування засобів ФТ для відновлення втрачених функцій внаслідок отриманої травми осіб після артроскопічних втручань з тріадою Турнера. Виявлено найбільш ефективну послідовність застосування засобів і методів ФТ для ефективного відновлення утраченої функції та попередження ризику повторної травматизації.

**Практична значимість.** Проаналізувавши отримані дані, було розроблено комплексний алгоритм та програму втручання, яка підвищить

ефективність відновлення функціональних показників, сприяє більш безпечному поверненню до спортивної діяльності та зменшить ризик отримання повторної травми.

## РОЗДІЛ 1

### СУЧАСНІ АСПЕКТИ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ОСІБ ПІСЛЯ АРТРОСКОПІЧНОГО ВТРУЧАННЯ З ТРІАДОЮ ТУРНЕРА

#### 1.1 Анатомо – біомеханічні особливості будови колінного суглоба

Колінний суглоб є найбільшим в організмі, який поєднує три кістки: стегнову, великогомілкову та надколінок. Це складне шарнірне з'єднання, яке утворене за допомогою тібіофemorального та пателлофemorального суглобів. [2]

Пателлофemorальний суглоб є з'єднанням колінної чашечки та стегнової кістки (рис. 1.1).

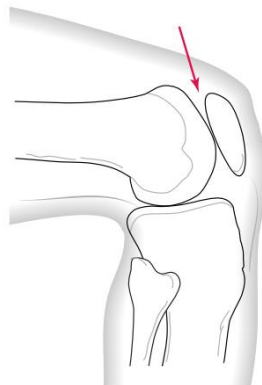


Рисунок 1.1 – Пателлофemorальний суглоб

Задня поверхня надколінка покрита суглобовим хрящем, що зменшує його тертя із стегною кісткою. Колінна чашечка виконує кілька біомеханічних функцій:

- збільшує кут натягу сухожилля квадріцепса, тим самим покращує його механічну перевагу для розгинання колінного суглоба на 50 %;
- централізує дивергентну напругу від чотириголового м'яза, що передається на сухожилля надколінка;

- збільшує площу контакту між сухожиллям надколінка та стегною кісткою, тим самим зменшуючи контактне навантаження на суглоб;
- забезпечує певний захист передньої поверхні коліна та допомагає захистити сухожилля чотириголового м'яза тертю об сусідні кістки. [17]

Напрямок і величина сили чотириголового м'яза стегна дуже впливають на біомеханіку пателлофemorального суглоба. Вектор сили квадріцепса орієнтований латерально стосовно лінії суглоба. Це пов'язано з великим поперечним перерізом та потенціалом латеральної головки квадріцепса. Воно називається «кут квадріцепса» або «кут Q» (рис. 1.2). Цей кут визначається лінією, що йде від передньої верхньої клубової ості до центру надколінка, і від центру надколінка до бугристості великогомілкової кістки. [59]

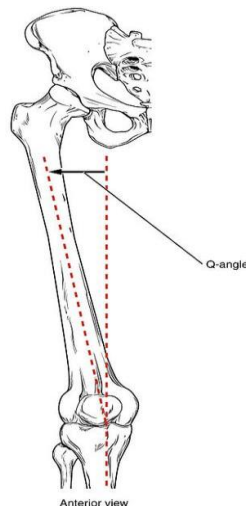


Рисунок 1.2 – Кут Q

Тібіофemorальний суглоб є з'єднанням між латеральним і медіальним виростками дистального епіфіза стегнової кістки та плато великогомілкової кістки, обидва з яких вкриті товстим шаром гіалінового хряща. Латеральний і медіальний виростки – це два кісткові виступи, розташовані на дистальному кінці стегнової кістки, які мають гладку опуклу поверхню і розділені ззаду глибокою борозною, відомою як міжвиросткова ямка. Медіальний виросток більший, вужчий і виступає далі, ніж латеральний – це утворює кут між



стегновою та великогомілковою кістками. Шорсткі зовнішні поверхні присереднього та бічного виростків визначаються як медіальний та латеральний надвиростки відповідно. [3]

Плато великогомілкової кістки – це дві злегка увігнуті верхні поверхні виростків, розташовані на проксимальному кінці великогомілкової кістки і розділені кістковим виступом, відомим як міжвиросткове піднесення. Присередня суглобова поверхня великогомілкової кістки має дещо овальну форму вздовж передньо-задньої довжини, тоді як бічна має більш круглу форму. [4]

Суглобові поверхні великогомілково-стегнового суглоба, як правило, неконгруентні, тому сумісність забезпечується медіальним і латеральним менісками – це волокнисто-хрящові структури у формі півмісяця, які разом покривають приблизно 70 % суглобової поверхні плато великогомілкової кістки і головним чином виконують функцію передачі навантаження та амортизації ударів через великогомілково-стегновий суглоб. 2/3 кожного меніска містить мережу колагену типу I, яка розташована в основному по окружності. Складаються з переднього рогу, тіла та заднього рогу і з'єднуються між собою поперечною зв'язкою (рис. 1.3). Поверхня кожного меніска увігнута згори, забезпечуючи конгруентну поверхню до виростків стегнової кістки, і плоска знизу, щоб супроводжувати відносно плоске плато великогомілкової кістки. [1]



Рисунок 1.3 – Медіальний та латеральний меніски

Медіальний меніск набагато менше рухливий, ніж латеральний, завдяки його міцному прикріпленню до капсули колінного суглоба та медіальної колатеральної зв'язки. З латеральної сторони меніск менш міцно прикріплений до капсули суглоба і не зрощується з латеральною колатеральною зв'язкою, тому він більше рухливий. [6]

За кровопостачанням меніски поділяються на так звані «зони» [1,5,7]: червону, червоно-білу та білу.

Anoczky et al. [1] показали, що лише периферійні 10-30 % меніска або те, що було названо «червоною зоною», отримують велике кровопостачання, яке забезпечується через гілки медіальної та латеральної колінних артерій. У середній третині або «червоно-білій зоні» кровопостачання дуже обмежене, а в «білій зоні» або внутрішній третині меніска немає активного кровопостачання, яке залежить від дифузії та циркуляції синовіальної рідини для живлення. Послаблене кровопостачання внутрішніх ділянок менісків є одним із, якщо не головним шкідливим фактором до поганих властивостей меніска до загоєння.

Зв'язковий апарат колінного суглоба можна розділити на дві групи: позасуглобові та внутрішньосуглобові. Ці тяжі з'єднують кістки гомілки із стегною кісткою, утримуючи їх на місці, тим самим перешкоджаючи виникненню травм. [9,12]

Позакапсулярні зв'язки (рис. 1.4) знаходяться за межами капсули суглоба, до них відносяться: власна зв'язка надколінка, малогомілкова і великогомілкова колатеральні, а також косі та дугоподібні підколінні зв'язки. [11,12]

Медіальна колатеральна зв'язка – це плоска смуга сполучної тканини, яка тягнеться від медіального надвиростка стегнової кістки до медіального виростка великогомілкової кістки та є однією з чотирьох основних зв'язок, що підтримують коліно. Медіальна колатеральна зв'язка має довжину 8-10 см і має поверхневу та глибоку частини. Поверхнева медіальна колатеральна зв'язка має одне стегнове та два великогомілкових прикріплення. Прикріплення стегнової кістки розташоване на медіальному надвиростку:

проксимальне прикріплення переходить у напівперетинчасте сухожилля, а дистальне знаходиться на задньо-медіальному гребені великогомілкової кістки.



Рисунок 1.4 – Позасуглобові зв'язки колінного суглоба

Глибока медіальна зв'язка ділиться на дві частини: меніско-стегнову та меніско-великогомілкову зв'язки. Початок меніско-стегнової частини походить від стегнової кістки дистальніше поверхневої медіальної колатералі, вростаючись у медіальний меніск. Меніско-великогомілкова зв'язка товща і коротша. Вона рухається від медіального меніска до дистального краю суглобового хряща медіального великогомілкового плато.

Поверхневий компонент важливий для стабільності коліна, коли застосовуються вальгусні сили. Головна її функція – забезпечення вальгусної стабільності коліна. Складається з великої кількості колагенових волокон і невеликої кількості еластичних волокон, не тільки функціонує для контролю надлишкового руху, обмежуючи рухливість суглоба, але також є джерелом пропріоцепції. Його функція полягає в тому, щоб протистояти силам, що діють із зовнішньої поверхні коліна, і таким чином запобігати западанню медіальної частини суглоба під тиском навантаження. [15,19,44]

Латеральна колатеральна зв'язка бере свій початок від латерального надвиростка стегнової кістки та кріпиться до голівки малогомілкової кістки і діє як основний варусний стабілізатор коліна. На проксимальному рівні ця зв'язка тісно пов'язана з капсулою суглоба, не маючи прямого контакту, оскільки вона відокремлена жировою подушечкою. Вставка доповнена клубово-великогомілковим трактом. Сухожилля підколінного м'яза знаходиться глибоко в бічній зв'язці, відокремлюючи її від латерального меніска. Функція її полягає у стабілізації бічної сторони колінного суглоба під час варусного відхилення в суглобі та задньо-бічній ротації великогомілкової кістки відносно стегнової. Вона діє як вторинний стабілізатор для переднього та заднього ковзання великогомілкової кістки, коли розриваються хрестоподібні зв'язки. [19,45]

Власна зв'язка надколінка є дистальним продовженням сухожилля квадрицепса і простягається від верхівки надколінка до горбистості великогомілкової кістки. Відіграє важливу роль у стабілізації надколінка та запобіганні його зсуву. [13]

Підколінна зв'язка проходить позаду капсули суглоба, починається позаду від медіального виростка великогомілкової кістки та прикріплюється до латерального виростка стегнової кістки. Охоплюючи міжвиросткову ямку, вона зміцнює задню частину капсули суглоба та зливається з її центральною частиною. [14]

Дугоподібна підколінна зв'язка – це товста волокниста смуга, яка відходить від задньої поверхні голівки малогомілкової кістки та простягається вгору і медіально, щоб прикріпитися до задньої сторони суглобової капсули колінного суглоба. Дугоподібна підколінна зв'язка зміцнює задньолатеральний відділ капсули суглоба і разом з косою підколінною зв'язкою запобігає перерозгинанню в коліні. [15]

Внутрішньокапсулярні зв'язки знаходяться всередині капсули суглоба (рис. 1.5), до них відносяться: передня хрестоподібна, задня хрестоподібна та поперечна зв'язки. [11,12]

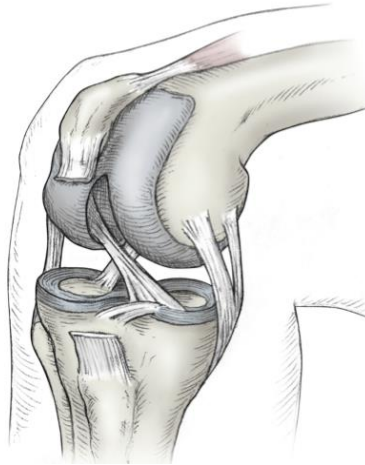


Рисунок 1.5 – Внутрішньосуглобові зв'язки колінного суглоба

Передня хрестоподібна зв'язка відходить від передньої міжвиросткової ділянки великогомілкової кістки безпосередньо позаду місця прикріплення медіального меніска та тягнеться в задньолатеральний і проксимальний бік, щоб прикріпитися до задньої частини медіальної поверхні латерального виростка стегнової кістки. Коли зв'язка переходить на іншу сторону колінного суглоба, вона проходить під поперечною зв'язкою і зливається з переднім рогом бічного меніска. Передня хрестоподібна зв'язка має важливе значення для запобігання заднього ковзання і зміщення виростка стегнової кістки при згинанні відносно великогомілкової кістки, а також для запобігання перерозгинання в колінному суглобі. [10]

Задня хрестоподібна зв'язка відходить із задньої міжвиросткової ділянки великогомілкової кістки та тягнеться передньомедіально та проксимально, щоб прикріпитися до передньої частини бічної поверхні медіального виростка стегнової кістки. Ця зв'язка майже вдвічі міцніша і має краще кровопостачання, ніж передня хрестоподібна зв'язка. Задня хрестоподібна зв'язка виконує функцію, протилежну передній хрестоподібній зв'язці, запобігаючи ковзанню вперед і зсуву виростка стегнової кістки відносно великогомілкової під час розгинання, а також запобігає надмірному згинанню колінного суглоба. [16]

М'язи, які оточують колінний суглоб – є активними стабілізаторами, які забезпечують динамічну стабільність структур колінного комплексу під час виконання певних рухів.

Три м'язи підколінного сухожилля є основними згиначами: двоголовий (довга і коротка головка біцепса), напівсухожильний і напівперетинчастий, функціонують для уповільнення, стабілізації та згинання колінного суглоба і прикріплюються до задньої частини великогомілкової та малогомілкової кісток.

М'язи, які допомагають розгинанню колінного суглоба – це тонкий, кравецький, підколінний та литковий. Чотириголовий м'яз, що складається з прямого м'яза стегна, широкого латерального, широкого медіального та проміжного – є розгиначами коліна. Прямий м'яз стегна є єдиним із цих м'язів, який також перетинає кульшовий суглоб. М'язи з'єднуються, утворюючи загальне сухожилля квадрицепса, яке кріпиться до бугристості великогомілкової кістки. [11,15]

Згинання та розгинання – основні рухи у великогомілково-стегновому суглобі. Ступінь можливого згинання колінного суглоба залежить від положення кульшового суглоба і від того, який рух відбувається. Коли стегно згинається, максимальна ступінь згинання в колінному суглобі становить  $140^\circ$ , тоді як стегно знаходиться в розігнутому положенні – лише  $120^\circ$ . Це пов'язано з тим, що підколінні сухожилля є як розгиначами стегна, так і згиначами коліна, тому, вони втрачають частину своєї здатності згинати коліно, якщо стегно розгинається, і навпаки. [8,20,21]

Більш широка амплітуда рухів у колінному суглобі досягається при пасивному згинанні коліна, збільшуючи його до  $160^\circ$ . Контакт задньої частини гомілки із стегном є основним обмежуючим фактором згинання.

Під час руху коліна від згинання до розгинання стегнові виростки котяться і ковзають назад по плато великогомілкової кістки завдяки більшій площі суглобової поверхні. Задній ковзаючий рух важливий, тому що без нього стегнова кістка просто відкотилася б від великогомілкової до повного

розгинання. Крім того, оскільки суглобова поверхня латерального виростка стегнової кістки менша, ніж його медіальний відповідник, заднє ковзання медіального виростка під час останніх ступенів розгинання призводить до медіальної ротації стегнової кістки на гомілці.

Під час останніх кількох ступенів розгинання виросток стегнової кістки обертається медіально на великогомілковому плато «блокуючи» коліно, – це називається «механізм гвинтового кріплення», який дозволяє тривалий час тримати вагу без допомоги м'язів коліна. Повне розгинання коліна разом із медіальною ротацією виростка стегнової кістки ставлять коліно в так зване «закрите» положення, в якому додаткові рухи неможливі. Щоб знову зігнутись, коліно має бути «розблоковано» за рахунок скорочення підколінного м'яза, що спричиняє латеральне обертання стегнової кістки на гомілці. Згинання коліна ставить його у «відкрите» положення, яке є менш стабільним.

Внутрішня і зовнішня ротація великогомілкової кістки по відношенню до стегнової можлива тільки при зігнутому коліні без осьового навантаження з обертальною здатністю найбільшою у приблизно 90° згинання. [11,19]

## **1.2 Етіопатогенез та особливості передумов отримання комбінованих пошкоджень структур колінного суглоба**

Серед усіх пошкоджень опорно-рухового апарату на колінний суглоб припадає 39,8 % травм, усі вони переважно пов'язані зі спортивною діяльністю. [18] Це пояснюється тим, що колінний суглоб приймає на себе дуже велике навантаження та має складну анатомо-біомеханічну будову. Він складається з комплексу багатьох структур, скоординована робота яких призводить до правильного перерозподілу осьового навантаження, що в свою чергу значно зменшує ризик отримання травм. Травматизація структур колінного комплексу буде повністю змінювати кінематику та біомеханіку суглоба. [19]

Повне розуміння причинно-наслідкового зв'язку травми потребує вирішення багатофакторної природи спортивних травм. Травма може бути спричинена однією спонукальною подією, а також вона може бути результатом складної взаємодії між внутрішніми та зовнішніми факторами ризику. [27]

Bahr et al. [26] описали фактори ризику та механізми отримання травми. Внутрішні фактори, які можуть схилити спортсмена до травматизації, включають: стать, вік гравця, нестабільність суглобів, недостатня м'язова сила, нейром'язовий контроль, рівень фізичної підготовки, втома, відсутність відновлення, попередні травми, рівень майстерності, психологічні фактори.

Коли спортсмен піддається впливу зовнішніх факторів ризику, він стає сприйнятливим до травм. Зовнішні фактори включають: інтенсивність тренування, стан ігрової поверхні, ігрова позиція, фізичне навантаження, якість обладнання, тип спорту (контактний/безконтактний, висока/низька швидкість), час впливу та рівень змагань.

Коли відбувається спонукальна подія (тобто механізм травми), – спортсмен отримує пошкодження. Приклади провокаційних подій:

- Ігрова ситуація;
- Поведінка гравця/супротивника;
- Загальний біомеханічний опис (все тіло);
- Детальний біомеханічний опис (суглоб).

Meeuwisse et al. [28] зосередився на внутрішніх і зовнішніх факторах ризику травм і розробив динамічну модель етіології спортивних травм. Ця модель запобігання травмам підкреслює той факт, що «адаптація відбувається в контексті спорту (як за наявності, так і за відсутності травми), що змінює ризик і впливає на етіологію динамічним, рекурсивним способом».



Механізм ушкодження можна назвати «провокаційною подією». З біомеханічної точки зору, враховуючи властивості тканини та характеристики навантаження, травма виникає, коли передача енергії тканині та механічне навантаження перевищують допустиме навантаження тканини. Механізми отримання травм включають в себе прями/контактні і непрямі/неконтактні:

- Прямі механізми травм виникають, коли зона травмуючого фактора знаходиться у зоні травмування;
  - Непрямі механізми травм виникають, коли зона травмуючого фактора знаходиться далеко від зони травмування, тобто, коли травма виникає не внаслідок фізичного контакту з об'єктом або людиною, а внаслідок внутрішніх сил, створених діями виконавця, наприклад, травми, які можуть бути спричинені надмірним розтягуванням, поганою технікою виконання, втому та недостатньою фізичною формою.
- [26]

Маїєвський et al. [18] у своєму 10-річному дослідженні з'ясували, що травми колінного суглоба трапляються переважно у спортсменів ігрових видів спорту, а найчастіше – у футболістів. Задokumentовані травми включали ураження.

- передньої хрестоподібної зв'язки – 20,3 %,
- медіального меніска – 10,8 %,
- латерального меніска – 3,7 %,
- медіальної колатеральної зв'язки – 7,9 %,
- латеральної колатеральної зв'язки – 1,1 %,
- задньої хрестоподібної зв'язки – 0,65 %.

За даними багатьох досліджень з'ясовано, що ізольовані розриви ПХЗ зустрічаються рідко, вони в основному спостерігаються із супутніми пошкодженнями менісків, суглобового хряща та колатеральних зв'язок через анатомічні та функціональні зв'язки цих структур. Такі пошкодження

вважаються комбінованими, та становлять від 60 % до 90 % з усіх травм колінного суглоба. [22-24]

Torgutalp et al. [25] більш детально вивчали комбіновані травми колінного суглоба та оцінювали зв'язок між типом розриву ПХЗ, демографічними факторами, характеристиками травми та супутніми травмами. В результаті було з'ясовано, що найпоширенішим супутнім ушкодженням був повний розрив меніска у 65,6 % випадків, а найпоширенішим місцем розриву – задній ріг, а потім тіло. Крім того, не було відмінностей між групами часткового розриву та повного розриву щодо частоти уражень меніска, суглобового хряща, медіальної колатеральної зв'язки, латеральної колатеральної зв'язки та задньої хрестоподібної зв'язки на даних у МРТ-зображенні.

Найпоширенішим видом комбінованого пошкодження колінного комплексу у спортсменів вважається «тріада Турнера» – це поєднане пошкодження одночасно трьох структур колінного суглобу: передньої хрестоподібної зв'язки, медіального меніска та медіальної колатеральної зв'язки. [29] Ураження латерального меніска спостерігається, але з меншою частотою, ніж медіального меніска (17-51 %). [30]

Описано два основні типи травм ПХЗ:

- Прямий контакт: 30 % випадків;
- Непрямий контакт: 70 % випадків;

Безконтактні травми частіше виникають у людей із низьким індексом маси тіла, це спричинено силами, що виникають у тілі спортсмена. [31] Приблизно 75 % розривів утворюється з мінімальним контактом або без нього під час травми. Раптова зміна напрямку або швидкості, коли нога міцно стоїть – є типовим механізмом, який спричиняє розрив ПХЗ. Моменти швидкого уповільнення, включно з тими, які також включають посадку ураженої ноги, щоб гальмувати та змінити напрямок, також були пов'язані з травмами ПХЗ, а також з приземленням у стрибку, поворотом,

скручуванням та прямим ударом у передню частину великогомілкової кістки [32].

Жінки в три рази частіше схильні до пошкоджень ПХЗ, ніж чоловіки, і вважається, що це пов'язано з такими причинами:

- Менший розмір і інша форма міжвиросткової ямки. [33]
- Ширший таз і більший кут Q: ширший таз збільшує від стегнової кістки кут до коліна, менша сила м'язів забезпечує меншу підтримку коліна, а гормональні зміни можуть змінити еластичність зв'язок. [34,35]

- Молоді спортсмени з незмінними факторами ризику, такими як ослабленість зв'язок, мають особливо підвищений ризик повторної травми після реконструкції ПХЗ. [36]

- Інтерфейс поверхні взуття: зведені дані трьох досліджень свідчать про те, що ймовірність травми приблизно в 2,5 рази вища, коли на межі поверхні взуття присутній більш високий рівень обертальної тяги. [37]

Біомеханічний відеоаналіз травми передньої хрестоподібної зв'язки у футболі показав, що [38]:

- Існує середній нахил тулуба іпсилатерально (приблизно  $5^\circ$  при початковому контакті) для всіх травм ПХЗ, особливо для травм типу натискання, чим більше іпсилатеральний нахил тулуба, тим збільшується ризик отримання травми ПХЗ, за рахунок бічного нахилу тулуба виникає зміщення центру маси, викликаючи момент відведення в колінному суглобі і, отже, збільшення навантаження на ПХЗ. Обмежена ротація тулуба в новому напрямку з аддукцією стегна пов'язана зі збільшенням вальгусного моменту в колінному суглобі. Крім того, синергетичне збільшення моменту згинання тулуба та внутрішнього обертання стегна було пов'язане з вищим внутрішнім крутним моментом гомілки.

- Відведення стегна було поширеним при травмах ПХЗ у футболі та пов'язане зі збільшенням внутрішньої ротації стегна. Це збільшення відбувається через високий момент відведення коліна/вальгусне коліно з

латерально орієнтованим і посадженим положенням стопи за межами основи опори.

– Для м'язів навколо гомілковостопного суглоба, які вважаються агоністом і антагоністом ПХЗ та можуть впливати на неї під час приземлення і бути фактором ризику травми. Чотириголовий м'яз і підколінні сухожилля розглядаються як головна пара антагоніст-агоніст, яка бере участь у пошкодженні ПХЗ, і можна припустити, що енергійна ексцентрична робота чотириголового м'яза може відігравати певну роль у пошкодженні зв'язки.

Клінічні прояви виникають одразу після отримання травми та можуть проявлятися наступним чином [39]:

- Під час травми може бути чутний хлопок або тріск;
- Відчуття початкової нестабільності в суглобі;
- набряк, гемартроз виникають в перші години після травми;
- Гострий біль в проекції самого суглоба, особливо відразу після отримання травми;
- Обмеження рухів, особливо неможливість повністю розігнути коліно;
- Хворобливість у медіальній частині суглоба, що може свідчити про пошкодження хряща.

Меніск може розірватися внаслідок гострої травми або в результаті дегенеративних змін. Під час занять спортом часто трапляються гострі розриви меніска. Це може статися як через контактну, так і безконтактну травму. Травми меніска частіше зустрічаються у чоловіків, оскільки вони більше залучені до агресивних видів спорту. Факторами ризику є надмірна вага, інтенсивні тренування, зниження м'язової сили, варусна або вальгусна деформація гомілки. Ураження меніска також може збільшити ризик розвитку остеоартриту колінного суглоба. [42]

Травма меніска, як правило, спричинена торсійним рухом між стегноюю та великогомілковою кістками під навантаженням без контакту

або різким рухом, наприклад присіданням. Все, що дозволяє стегновій кістці занадто сильно просуватися вперед або назад по відношенню до великогомілкової кістки, може спричинити передачу сил на меніск, що призведе до його розриву.

Існує 6 видів розривів меніска (рис. 1.6): повздовжній, радіальний (поперечний), горизонтальний, клаптевий, по формі «ручки лійки» та дегенеративний.

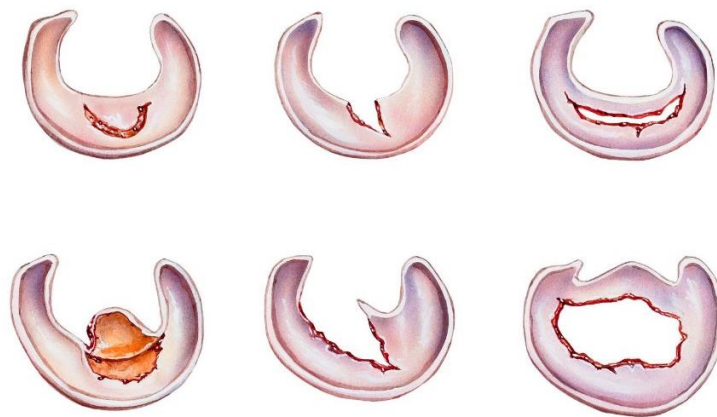


Рисунок 1.6 – Види розривів меніска

Повздовжній/вертикальний розрив – цей тип розриву може бути в будь-якій частині меніска. Якщо цей розрив подовжується, це може призвести до розриву «ручки лійки» проходять майже по всій довжині меніска. Це часто призводить до утворення клаптя, який може застрягти між міжвиростковим простором та призводити до блокування в колінному суглобі.

Радіальний розрив починається від внутрішнього краю меніска і продовжується до капсули. Радіальні тріщини зазвичай виникають в середній частині меніска.

Горизонтальний розрив починається на внутрішньому краю меніска і продовжується проти капсули.

Клаптевий розрив - існує два типи розриву: горизонтальний і вертикальний. Горизонтальний клаптевий розрив такий самий, як і горизонтальний, але з ускладненнями. При розриві горизонтального клаптя нижня і верхня поверхні меніска можуть бути неушкодженими, чого не можна сказати про розрив вертикального клаптя.

Складний розрив – розрив у декількох площинах одночасно. [40,41]

Травматизація меніска супроводжується:

- Відчуттям «клацання» в суглобі;
- Синовіітом;
- «Блокуванням» коліна під час виконання рухів;
- Больовими прострілами під час навантажень на суглоб;
- Труднощами при повному розгинанні коліна;
- Відхиленням або компенсацією моделі ходи;
- Неприємними больовими відчуттями з зовнішньої або внутрішньої сторони коліна (в залежності, який меніск травмован).
- Труднощами при повному згинанні коліна. [43]

Травми медіальної колатеральної зв'язки здебільшого виникають після удару по зовнішній стороні коліна, гомілки або верхньої частини ноги, коли стопа контактує з землею та не може рухатися. Зв'язка на внутрішній стороні коліна буде напружена через удар, а комбінований рух згинання/вальгус/внутрішня ротація (рис. 1.7) призведе до розривів волокон. Переважно спочатку пошкоджується глибока частина зв'язки.

Травматичне пошкодження медіальної колатеральної зв'язки супроводжується характерним клацанням та різким болем. Суглоб у проекції зв'язки набрякає, рухи обмежуються, протягом кількох годин може розвинути гемартроз. При частковому розриві крововилив у ділянку суглоба незначний. Повний розрив супроводжується масивним набряком, розлитою гематомою, надмірною рухливістю (нестабільністю) коліна. [46]

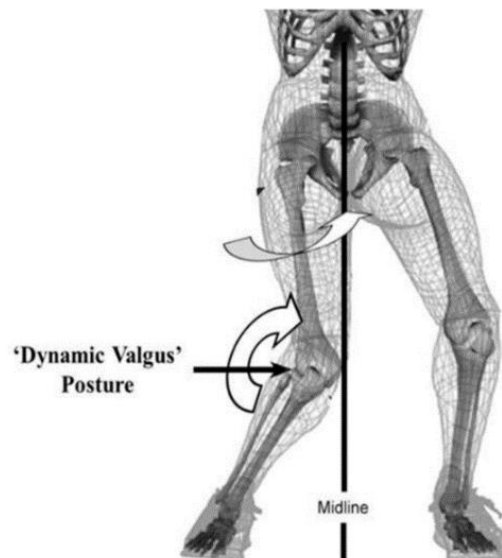


Рисунок 1.7 – «Динамічна вальгусна» поза коліна, яка є комбінацією внутрішньої ротації стегна та відведення в поєднанні із згинанням коліна

### **1.3 Сучасні напрямки та заходи фізичної терапії у пацієнтів після артроскопічного втручання з «тріадою Турнера»**

Реабілітація після спортивної травми – процес, необхідний для своєчасного безпечного повернення до спорту. Відновлення функції, що передувала травмі, – служить основною метою. Але потрібно розуміти, що деякі пацієнти можуть ніколи не досягти того рівня функціональних показників, які були у нього до травми. Тому кожен реабілітаційний протокол має бути індивідуально підібраним відповідно до потреб пацієнта, щоб повернути його до такого стану, який буде максимально наближений до того рівня, який у нього був до отримання травми. Незважаючи на те, що протокол має бути індивідуальним, він також має відповідати загальним принципам підходів до реабілітації спортсменів. [47]

Anggiat [48] у своєму дослідженні провів огляд літератури, яка стосувалась безпосередньо етапів реабілітації в спорті та згідно з результатами пошуку з'ясував, що є не так багато книг і статей, у яких конкретно вказано, що існують фази реабілітації після спортивних травм. Деякі джерела все ще

більш конкретні у випадку або показують лише втручання, які можуть бути варіантом у застосуванні лікування спортивних травм незалежно від фази. У висновку обґрунтував, що фази повинні мати чіткий етап, який повинен бути заснований на обстеженні та потребах спортсмена. Типовими фазами спортивної реабілітації є фази від першої до четвертої:

1. з акцентом на зменшенні болю у фазі 1;
2. збільшенні гнучкості у фазі 2;
3. поверненню та збільшенню сили, витривалості, спритності, балансу та пропріоцепції у фазі 3;
4. поверненні до спорту у фазі 4;

Реабілітаційні втручання при «тріаді Турнера» починаються одразу після закінчення гострої фази з моменту отримання травми. Так як медіальна колатеральна зв'язка має високі регенеративні властивості – її лікування проводять консервативним методом за допомогою використання колінного бандажу протягом 4-6 тижнів, впродовж яких спортсмен має пройти комплексну програму реабілітації для профілактики ускладнень. Тільки після цього буде проведено реконструкцію ПХЗ з подальшим лікуванням у поєднанні із реабілітаційними втручаннями, які будуть спиратись на сучасні гайдлайни по відновленню пацієнтів із поєднаними пошкодженнями колінного суглобу з урахуванням всіх особливостей і обмежень на кожному етапі. [49,50]

За даними багатьох сучасних протоколів, реабілітація при комбінованих пошкодженнях колінного суглоба триває 6 місяців, на протязі яких потрібно максимально повернути функціональну активність травмованого суглоба. Починаючи з 25 тижня потрібно переходити до останньої фази, яка буде складатись із більш складних та специфічних вправ, підібраних під вимоги конкретного виду спорту. Ця фаза триває мінімум 3-4 місяці. [51-53] Доведено, що раннє повернення до спорту менш ніж за 9,5 місяців після операції є значним провісником повторної травми. [54]

На ранньому післяопераційному етапі важливі три фактори:



- раннє повне розгинання коліна, рівне контрлатеральній стороні;
- рання опора на ногу;
- вправи зміцнення у ЗКЛ і ВКЛ.

Раннє розгинання колінного суглоба закладає основу для всієї програми реабілітації. Частота згинальної контрактури колінного суглоба із супутньою слабкістю чотириголового м'яза та дисфункцією розгинального механізму після реконструкції ПХЗ значно знизилася при якнайшвидшому розгинанні колінного суглоба відразу після операції. Сила чотириголового м'яза підвищується при ранньому розгинанні та опорі на ногу. Поєднання раннього розгинання колінного суглоба, ранньої опори на ногу та вправ у закритому кінематичному ланцюзі дозволяє пацієнту прогресувати досить швидкими темпами без шкоди для стабільності зв'язок. [55]

Вунум et al. [57] провели рандомізоване дослідження вправ із відкритим і закритим кінетичним ланцюгом під час прискореної реабілітації після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки, щоб визначити, чи безпечні вправи із закритим кінематичним ланцюгом і чи мають вони переваги над звичайною реабілітацією. Прийшли до висновку, що вправи із закритим кінематичним ланцюгом є безпечними та ефективнішими і мають деякі переваги у порівняннях із вправами у відкритому кінематичному ланцюзі.

Пізніше Jewiss et al. [56] провели систематичний пошук та виявили рандомізовані контрольовані випробування вправ закритого кінетичного ланцюга у порівнянні із вправами відкритого кінематичного ланцюга у пацієнтів після реконструкції ПХЗ. Було включено 7 досліджень. В результаті об'єктивної і суб'єктивної оцінки з'ясовано, що немає суттєвих відмінностей між результатами пацієнтів після вправ у ЗКЛ і ВКЛ, а отже, недостатньо доказів того, що будь-який з них є кращим за інший.

Jenkins et al. [61] провели огляд літератури стосовно найновіших тенденцій та думок в дослідженнях реабілітації ПХЗ, з особливим акцентом на нових методах лікування конкретних психосоціальних потреб. Виявили, що нові протоколи наголошують на ранньому навантаженні, вправах відкритого

кінетичного ланцюга та інших альтернативних методах, таких як нервово-м'язова електрична стимуляція, обмеження кровотоку. З'ясували нещодавню тенденцію до використання клінічних етапів, щоб визначити, коли пацієнт готовий до наступного етапу програми реабілітації. Однією особливо новою темою дослідження є включення методів лікування психосоціальних наслідків травми, відновлення та занепокоєння щодо повернення до спорту. Стратегія реабілітації все більше залежить від пацієнта, а нові методи, які використовуються, прискорюють одужання пацієнтів. Повернення до спорту є особливо важливим фактором для багатьох спортсменів.

Culvenor et al. [63] провели синтез систематичних оглядів після артроскопічного втручання при поєднаних пошкодженнях колінного суглоба. Включили 22 систематичні огляди (142 випробування переважно чоловіків). Докази середньої достовірності спостерігалися для:

- 1) нервово-м'язової електричної стимуляції для підвищення сили квадрицепса;
- 2) вправ відкритого та закритого кінетичного ланцюга, щоб бути однаково ефективними для зміцнення квадрицепса;
- 3) структурованої домашньої реабілітації проти реабілітації під керівництвом спеціаліста, яка буде однаково ефективною для сили квадрицепсів і підколінного сухожилля;
- 4) неефективності післяопераційної фіксації колінного суглоба.

Були дані з низьким рівнем достовірності, що:

- 1) передопераційні терапевтичні вправи покращують фізичну функцію після операції;
- 2) кріотерапія зменшує біль і використання анальгетиків;
- 3) психологічні втручання зменшують тривогу/страх;
- 4) вібрація всього тіла покращує силу квадрицепсів.

Існують докази з дуже низьким рівнем достовірності, що:

- 1) добавки на основі білка покращують розмір квадрицепса;
- 2) тренування з обмеження кровотоку покращує розмір квадрицепса;

3) вправи на нервово-м'язовий контроль покращують силу квадрицепса та підколінного сухожилля;

4) безперервний пасивний рух не впливає на діапазон руху.

Отже, загальний рівень доказів для реабілітації після артроскопічного втручання при комбінованих пошкодженнях коліна був низьким. Докази з помірною достовірністю вказують на те, що деякі методи та заходи реабілітації можуть покращити силу м'язів, тоді як використання бандажів не впливає на функцію/слабкість коліна.

Truong et al. [62] досліджували роль психологічних, соціальних і контекстуальних факторів на етапах відновлення (тобто гострого періоду, реабілітації та повернення до спорту) після спортивної травми коліна. Було включено 77 досліджень, в яких було представлено 5540 учасників (з яких 37 % жінок, 84 % розриви передньої хрестоподібної зв'язки, вік 14–60 років). Психологічні фактори досліджувалися в усіх дослідженнях, тоді як соціальні та контекстуальні фактори оцінювалися відповідно в 39 % і 21 % включених досліджень. Наскрізна концепція індивідуалізації була присутня в чотирьох психологічних (перешкоди прогресу, активне подолання, незалежність і очікування відновлення), двох соціальних (соціальна підтримка та участь у догляді) і двох контекстуальних (вплив навколишнього середовища та спортивна культура) темах. Виходячи з цього робиться висновок, що різноманітні психологічні, соціальні та контекстуальні фактори присутні та впливають на всі етапи відновлення після спортивної травми коліна. Краще розуміння цих факторів під час травми та під час реабілітації може допомогти оптимізувати лікування травм, сприяти більш швидкому поверненню до спорту та довгостроковій якості життя.

Успішне і безпечне повернення вимагає біопсихосоціального підходу і залежить від багатьох факторів функціональних показників [58]:

- вибухової нервово-м'язової роботи;
- дефіциту якості рухів, пов'язаного із ризиком повторної травми;
- впливу втоми;

– відсутності спеціальної спортивної перепідготовки.

Здатність нервово-м'язової системи розвивати силу важлива для забезпечення динамічної стабільності суглоба, а також для оптимальної сили руху. Як правило, існує надмірна залежність від ізольованої максимальної м'язової сили після реконструкції ПХЗ з обмеженим урахуванням здатності вибухово розвивати силу. Вибухова нервово-м'язова робота є важливим аспектом нервово-м'язової функції і може потребувати додаткового розгляду в програмах реабілітації на пізній стадії. [60]

Angelozzi et al. [64] повідомили про дефіцит вибухової нервово-м'язової сили на 30 % через 6 місяців після артроскопічного втручання, незважаючи на повне відновлення максимальної сили під час розгинання колінного суглоба в концентричній фазі 97 %. Вибухову нервово-м'язову силу було відновлено лише через 12 місяців після програми розвитку сили, і автори припустили, що вона може бути корисним допоміжним заходом для визначення готовності до повернення в спорт після поєднаних пошкоджень колінного суглоба.

Після артроскопічного втручання у пацієнтів відбуваються зміни якості рухів, що у перспективі було пов'язане з підвищеним вторинним ризиком пошкодження структур колінного комплексу. Таким чином, рухове повторне тренування перед поверненням до спортивної діяльності має становити важливий елемент процесу функціонального відновлення. Необхідність відновлення якості рухів після реконструкції не є чимось новим. [65,66] Однак слід зазначити, що поточна практика по відновленню після реконструкції ПХЗ зазвичай не в змозі адекватно оптимізувати якість рухів, враховуючи залишкові порушення рухів, виявлені під час повернення в спорт. [65,67,68]

Padua et al. [69] провели рандомізоване контрольоване дослідження з метою з'ясувати, чи зберігаються зміни моделі рухів після припинення програми навчання. 140 футболістів із 15 окремих команд приймали участь. Моделі рухів спортсменів оцінювали за допомогою системи підрахунку помилок при приземленні під час попереднього тестування, після тестування та через 3 місяці після припинення. 84 з початкових 140 учасників

продемонстрували покращення своїх балів порівняно із результатами перед початком тестування і були включені в остаточний аналіз цього дослідження. Команди виконували 3-місячні (короткотривала група) та 9-місячні (розширена група) програми профілактики травм. Виконувані вправи були ідентичними для обох груп. Команди виконували програми як частину своєї звичайної розминки. В результаті обидві групи покращили свої загальні показники, але група тривалого навчання зберегла свої покращення через 3 місяці після припинення програми запобігання травмам. У висновку стає зрозуміло, що існує потреба включити цілісну систематичну програму повторного тренування рухів для вирішення всіх факторів, які можуть вплинути на якість рухів, і забезпечити перенесення і збереження паттернів рухів.

Немає прямих доказів того, що втома спричиняє пошкодження капсульно-зв'язкового апарату. Починають з'являтися вагомі непрямі докази та надійне теоретичне обґрунтування її ролі в пошкодженні ПХЗ, а також зв'язок з численними іншими типами травм і спортивними результатами. Уникнення втоми та вміння її терпіти є важливими міркуваннями, і їх слід визнати життєво важливими компонентами навчання перед поверненням у спорт. Втома може проявлятися різними способами та взаємодіяти, впливаючи на ризик отримання травми та спортивні результати. [71]

Незважаючи на те, що дослідження сумнівні [70,71], експериментально змодельована гостра втома призвела до зниження нервово-м'язової функції та зміни якості рухів. Це також призводить до зниження здатності м'язів створювати силу і може вплинути на технічну продуктивність і здатність приймати рішення. Таким чином, уникати втоми, де це можливо, важливо як для спортивних результатів, так і для загального ризику отримання травм.

## Висновки до 1 розділу

Отже, проаналізувавши наукову літературу можна зробити висновок що сучасні підходи недостатньо комплексні і недостатньо специфічні, щоб повністю підготувати спортсмена до вимог його виду спорту. Традиційні моделі функціонального відновлення та тестування зазвичай не в змозі адекватно відновити або перевірити функціональність пошкодженого суглоба. Оптимізація дефіциту нервово-м'язової функції, покращення якості рухів, що відповідають специфіці спорту, мінімізація можливих шкідливих наслідків втоми та біопсихосоціальний підхід – можуть сприяти кращому успіху поверненню до спорту. Необхідні більш повні цілісні програми та тестування, які будуть виступати, як вирішальний фактор щодо повернення до спортивної діяльності.

## **РОЗДІЛ 2**

### **МЕТОДИ І ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ**

#### **2.1 Методи дослідження**

Для досягнення поставленої мети дослідження ми застосували наступні методи: аналіз і узагальнення наукової та науково-методичної літератури, суб'єктивна оцінка болю за візуально-аналоговою шкалою, гоніометрія та оцінка функціонального стану колінного суглоба за допомогою опитувальника J. Lysholm, J. Gillquist (1982).

##### **2.1.1 Аналіз та узагальнення наукової та науково-методичної літератури**

Для обґрунтування та складання алгоритму втручання ФТ по даній проблематиці використовувались результати вивчення наукової та науково-методичної літератури.

Аналіз наукової літератури включав в себе вивчення 73 інформаційних іноземних джерел, які дозволили визначити сучасний стан даної проблеми, обґрунтувати актуальність теми і, відповідно, підібрати завдання і методи дослідження.

##### **2.1.2 Клініко-інструментальні методи дослідження**

Для визначення короткострокових і довгострокових цілей, а також, для отримання більш точної оцінки стану пацієнта з точки зору його функціональних можливостей та вибору методів втручання ми підбирали методи оцінки, специфічні до кожного рівня «Міжнародної класифікації

функціонування, діяльності та здоров'я (МКФ)» з якими працює фізичний терапевт, а саме:

- структура;
- функція;
- активність;
- участь (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Схема методів оцінки відповідно доменів МКФ

Структура і функція	
<i>Домен по МКФ</i>	<i>Метод оцінки</i>
b280 – Відчуття болю	Оцінка болю за ВАШ
b7100 – Рухливість одного суглоба	Гоніометрія
Активність та участь	
<i>Домен по МКФ</i>	<i>Метод оцінки</i>
d410-d429 – Зміна та підтримання положення тіла d430-d449 – Перенесення, переміщення та обробка предметів d470 – Використання транспорту d510-d560 – Догляд за собою d630-d649 – Побутові завдання d920 – Відпочинок і дозвілля	Оцінка функціонального стану колінного суглоба за допомогою опитувальника J. Lysholm, J. Gillquist (1982)

**Оцінка болю за ВАШ.** Візуально-аналогова шкала (рис. 2.1) – це суб'єктивний метод визначення прояву болі у пацієнтів. За допомогою лінійки оцінка визначається шляхом вимірювання відстані (мм) на 10-сантиметровій лінії між якорем «без болю» та «нестерпний біль» відміткою



пацієнта, що забезпечує діапазон оцінок від 0 до 10. Вищий бал свідчить про більшу інтенсивність болю. [72]



Рисунок 2.1 – Візуально-аналогова шкала оцінки відчуття болю

**Гоніометрія.** Це метод обстеження амплітуди пасивних і активних рухів у досліджуваному суглобі за допомогою приладу гоніометра (рис. 2.2). Він представляє собою вісь та 2 плеча (дистального і проксимального). Одна бранша завжди буде рухлива. Вісь гоніометра накладається зверху в проекції досліджуваного суглоба, а дистальне і проксимальне плече розташовуються, орієнтуючись на кісткові виступи відносно суглоба відповідно.

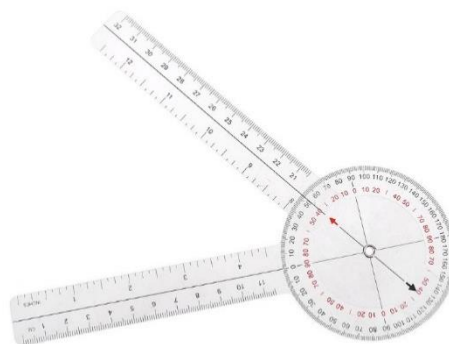


Рисунок 2.2 – Гоніометр

Згинання та розгинання колінного суглоба (рис. 2.3):

– вихідне положення: лежачи на спині або животі. Нога повністю розігнута, а стегно зафіксоване (для стабілізації та уникнення компенсаторних допоміжних рухів за рахунок кульшового суглоба);

- вісь гоніометра – латеральний надвирісок стегнової кістки;
- проксимальне плече – великий вертлюг;
- дистальне плече (рухливе) – головка маломілкової кістки, латеральна кісточка;
- нормальне кінцеве відчуття при згинанні – стискання м'яких тканин;
- нормальне кінцеве відчуття при розгинанні – кістка в кістку.



Рисунок 2.3 – Гоніометрія флексії та екстензії колінного суглоба

**Оцінка якості життя.** Опитувальник J. Lysholm, J. Gillquist (1982) використовується для оцінки функціонального стану колінного суглоба. Він складається з 8 пунктів, які пацієнт заповнює разом з терапевтом. Опитувальник призначений для оцінки ступеня нестабільності колінного суглоба як на рівні порушення, так і на рівні обмежень. Класифікація розрахунку балів: «незадовільний» – > 64 бали, «задовільний» – 65-83 бали, «добрий» – 84-94 бали, або «відмінний» – 95-100 балів. [73]

### 2.1.3 Методи математичної статистики

Статистичне оброблення результатів дослідження проводили за допомогою програми Statistic 6.0 (StatSoft, USA). Визначали середнє  $\pm$  стандартне відхилення ( $M \pm SD$ ). Оцінка статистичної значимості різних груп здійснювалась по t-критерію Стьюдента і вважалась вірогідною при  $p < 0,05$ .

## 2.2 Організація дослідження

Дослідження проводилось протягом 2022-2023 р. на базі центру ортопедії та реабілітації «ZARTA» м. Києва. У дослідженні прийняло участь 38 осіб (28 чоловіків та 10 жінок) з «тріадою Турнера». Відновлювальні заходи тривали протягом 12 тижнів, дослідження проводилось до та після початку реабілітації.

Для дослідження було сформовано дві групи.

Основна група (ОГ), n=20 – особи, які проходили відновлювальні заходи за розробленим алгоритмом комплексної ФТ з використанням терапевтичних вправ, мобілізаційних технік, кінезіотерапії та Neuras терапії.

Контрольна група (КГ), n=18 – особи, які проходили відновлювальні заходи за розробленою програмою лікувального закладу для поєднаних пошкоджень колінного суглоба.

Дослідження проводилось в три етапи:

*Перший етап (листопад – грудень 2022)* – був присвячений огляду наукової літератури та аналізу зібраних даних, що дозволило оцінити сучасний стан проблеми та визначити мету і завдання за темою даної кваліфікаційної роботи.

*Другий етап (січень – березень 2023)* – складався з обґрунтування та розробки алгоритму заходів ФТ для осіб з комбінованими пошкодженнями колінного суглоба, скориговані завдання дослідження, вдосконалення програми ФТ, яка передбачає застосування виконання базових терапевтичних вправ у поєднанні із вправами на багатофункціональних тренажерах Бубновського, занять із використанням Neuras терапії та мобілізаційними техніками.

*Третій етап (квітень – травень 2023)* – була визначена ефективність відновлюваних заходів, проаналізовано дані отриманих результатів,

проведення статистичної обробки даних, формування висновків та завершення оформлення кваліфікаційної роботи.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

#### 3.1 Алгоритм застосування заходів фізичної терапії для осіб після артроскопічного втручання з «тріадою Турнера»

Перед складанням програми втручання, ми проводили клінічне обстеження у форматі «SOAP».

SOAP – це структуровані нотатки, які використовуються для документування прогресу пацієнта протягом усього курсу відновлення. За допомогою них терапевт взаємодіє з пацієнтом, збирає інформацію, генерує та перевіряє гіпотези і визначає втручання на основі отриманої інформації.

Структура SOAP складається з:

- S (Subjective) – суб’єктивна оцінка;
- O (Objective) – об’єктивна оцінка;
- A (Assessment) – аналіз;
- P (Plan) – план.

**Суб’єктивна оцінка.** Це потужний клінічний інструмент. Правильні запитання та повний аналіз ознак і симптомів у поєднанні з клінічним обґрунтуванням були орієнтиром для визначення початкової гіпотези та подальшої об’єктивної оцінки пацієнтів, яку ми використовували.

Збір анамнезу проводився по такому алгоритму:

- Розповідь пацієнта (інтерв’ю) про його поточний загальний стан, скарги, сімейний та соціальний анамнез.

Додаткові питання, які задавались нами:

- Вік пацієнта?
- Який механізм отримання травми?
- Чи були дії або події, які могли спричинити травму?
- Яким видом діяльності займається пацієнт?

- Чи виникали симптоми або біль у минулому до травми?
- Чи є супутні захворювання?
- Коли присутні симптоми болю та чи пов'язані вони з певною діяльністю чи часом доби?
- Характер і локалізація болю?
- Якою інтенсивністю супроводжується біль?
- Чи симптоми зменшуються або посилюються в певний час доби чи під час виконання певної діяльності?
- Яке медикаментозне лікування отримував/отримує пацієнт?

**Об'єктивна оцінка.** Після того, як ми зібрали анамнез, на основі отриманих відповідей та їх обґрунтування, ми підбирали методи оцінки, характерні під скарги пацієнта:

1. Візуальна оцінка.
2. Пальпація.
3. Оцінка діапазону рухів.
4. Суглобова гра
5. Функціональне тестування.

#### *Візуальна оцінка*

Це найперший метод оцінки. За допомогою нього вже можна візуально оцінити загальний стан пацієнта:

- антропометричні дані;
- паттерн ходьби та здатність правильного переміщення на милицях;
- наявність ознак синців, гематом, рубців та м'язової асиметрії.

#### *Пальпація*

Під час проведення будь-якого методу оцінки, ми завжди повинні порівнювати хвору кінцівку із здоровою. Пальпацію колінного суглоба ми починали з оцінки можливої наявності випоту та підвищеної температури в

суглобі, що може свідчити про запальний процес капсули та/або параартикулярних структур.

Для оцінки температури (рис. 3.1) потрібно прикласти тильну сторону долоней в проекції суглобів з усіх сторін (латерально, медіально, каудально, краніально).



Рисунок 3.1 – Оцінка температури колінних суглобів

Для оцінки наявності великого, середнього і малого випоту ми застосовували 2 теста – stroke test та ballotement test.

Stroke test (рис. 3.2) використовується для оцінки середнього і малого випоту. Вихідне положення – лежачи на спині, коліно розігнуте (наскільки це можливо) та розслаблене. Спочатку масуючими рухами потрібно витіснити рідину з медіальної частини суглоба в латеральний через супрапателярну сумку. Після цього, намагаємось перемістити рідину назад виконуючи рух, імітуючи ніби витирання надколінка. Цей тест оцінюється по 5-бальній шкалі:

- 0 – хвиля не створюється при бічному ході вниз;
- слід – мала хвиля з бічним ходом вниз;
- 1+ – велика хвиля повертається з бічним ходом вниз;
- 2+ – випіт спонтанно повертається в медіальну сторону після висхідному ходу (без бічного ходу вниз);

– 3+ – надлишок рідини, що унеможливорює відведення рідини з медіальної частини суглоба.

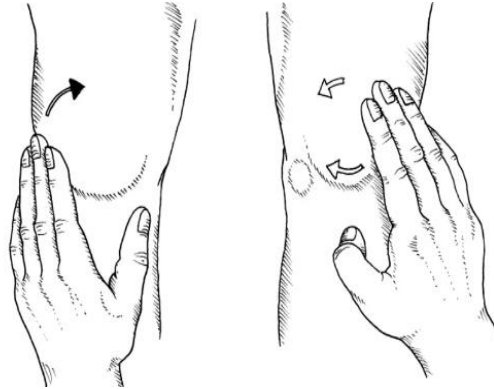


Рисунок 3.2 – Stroke test

Ballottement test (рис. 3.3) використовується для оцінки наявності великого випоту в колінному суглобі. Вихідне положення таке саме як описано вище. Дистальніше рука розташована над суглобовою щілиною коліна. Вона запобігає розповсюдженню синовіальної рідини дистально і латерально до колінної чашечки. Друга рука погладжує стегно (квадріцепс) починаючи приблизно на 10 см вище колінної чашечки, так що синовіальна рідина виходить з супрапателлярної сумки і накопичується під колінною чашечкою за рахунок чого вона трохи підніметься. Після чого великим пальцем проксимальної руки виконати натискання на надколінок. Якщо під час натискання відчувається як надколінок «плаває», – це означає, що під ним скопилась рідина.

Після чого пальпуємо структури колінного комплексу, оцінюємо стан шкірних покривів, кісткових виступів, тонус м'язів, чутливість та больові відчуття.

#### *Оцінка діапазону рухів*

Ми здійснювали оцінку активного і пасивного діапазону рухів. А також вимірювали кожен рух за допомогою гоніометра по техніці, описаній в 2 розділі.





Рисунок 3.3 – Ballottement test

Активний діапазон рухів виконується пацієнтом самостійно. Вихідне положення: для згинання – лежачи на животі просимо зігнути ногу в колінному суглобі, для розгинання – сидячи з випрямленими ногами на кушетці просимо максимально розігнути коліно, ніби вдавлюючи його в кушетку, щоб відірвалась п'ятка. Якщо під час виконання руху у пацієнта виникає біль, потрібно продовжувати оцінку, щоб з'ясувати що є причиною болі – активні структури чи пасивні. З цією метою далі проводиться оцінка пасивних рухів.

Пасивний діапазон рухів виконується так само як і активний, але без участі пацієнта, тобто терапевт сам виконує рух в ураженій кінцівці, одночасно оцінюючи кінцеві відчуття та визначає нормальні вони чи патологічні (рис. 3.4).

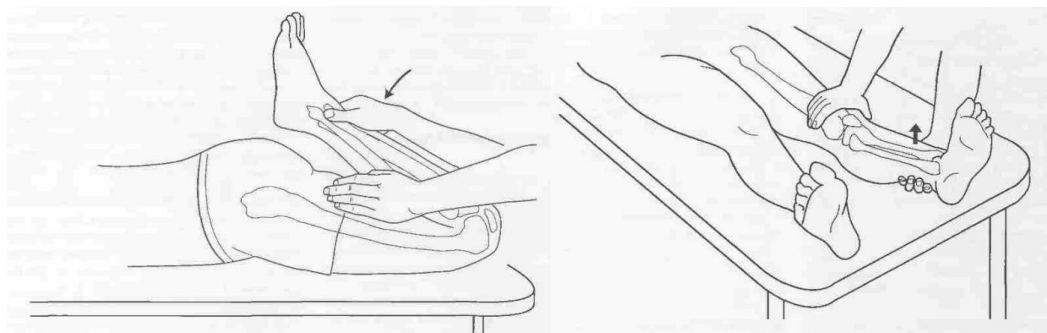


Рисунок 3.4 – Пасивна флексія і екстензія в колінному суглобі

### *Суглобова гра*

Задля кращої оцінки додаткових пасивних рухів у суглобі ми застосовували суглобову гру та виконували такі рухи:

- тракція;
- передньозаднє ковзання («тест задньої висувної шухляди»);
- задньопереднє ковзання («тест передньої висувної шухляди»).

Для виконання тракції, вихідне положення пацієнта – лежачи на спині, кульшовий суглоб зігнут приблизно на  $60^\circ$ , колінний суглоб – на  $25^\circ$ . Потрібно встати збоку від пацієнта зі сторони досліджуваної кінцівки. Стабілізуючи стегно, обхвативши його в нижній половині по внутрішній поверхні і поклавши вказівний палець на суглобову щілину так, щоб можливо було її пропальпувати і відчутти розходження суглобових поверхонь одна відносно одної. Стабілізувати ногу пацієнта своїм тулубом, підтримуючи гомілку над медіальною кісточкою і потягнути її в поздовжньому напрямку, створюючи тракцію в суглобі (рис. 3.5).

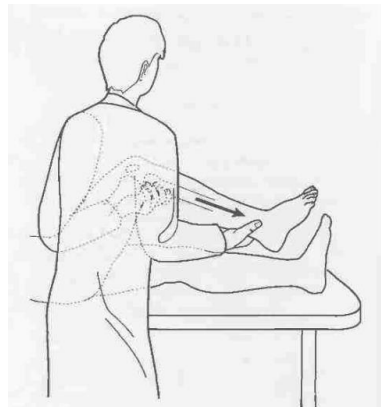


Рисунок 3.5 – Тракція в колінному суглобі

Для виконання передньозаднього і задньопереднього ковзання пацієнт лежить на спині, колінний суглоб зігнутий приблизно  $90^\circ$ . Встаньте збоку від пацієнта обличчям до нього. Щоб стабілізувати стопу пацієнта, можна обережно присісти на пальці його ніг. Покладіть свої руки на гомілку пацієнта таким чином, щоб проксимальна частина долонної поверхні кистей лежала на

внутрішній медіальній і латеральній половині суглобової щілини, а пальці обхоплювали її з обох боків. Для передньозаднього ковзання (рис. 3.6) – натискайте на великогомілкову кістку в напрямку спереду-назад до тих пір, поки не відчуєте опір.



Рисунок 3.6 – Передньозаднє ковзання

Для задньопереднього ковзання (рис. 3.7) – потягніть гомілку на себе. Додатково для оцінки ротаційної стабільності додаємо внутрішню і зовнішню ротацію великогомілкової кістки.



Рисунок 3.7 – Задньопереднє ковзання

#### *Функціональне тестування*

На початковому та на проміжних етапах втручання ми застосовували quadriceps lag test, active та passive lag test для оцінки функціонального стану нижньої кінцівки.

Quadriceps lag test (рис. 3.8) полягає у пасивному підніманні (флексії) прямої ноги пацієнта на  $30^{\circ}$  в кульшовому суглобі в положенні лежачи на спині, після чого просимо напружити ногу та утримати її в такому положенні поступово відпускаючи свої руки. Якщо пацієнт утримує повністю розігнуту кінцівку на протязі 5 секунд, то тест вважається негативним, а також він є одним із показників того, що пацієнту можна починати переміщуватись без милиць. Якщо пацієнт не може утримувати розігнуту кінцівку – тест вважається позитивним, що буде свідчити про неготовність пацієнта до самостійного пересування.

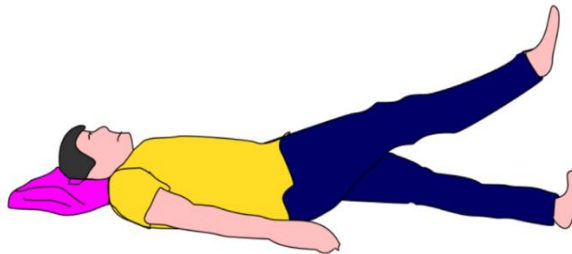


Рисунок 3.8 – Quadriceps lag test

Active lag test (рис. 3.9) визначається нездатністю пацієнтом, що сидить прямо, активно розгинати задіане коліно при максимальному тильному згинанні щиколотки до того ж рівня, який має контрлатеральне коліно, утримуване в максимальному розгинанні.

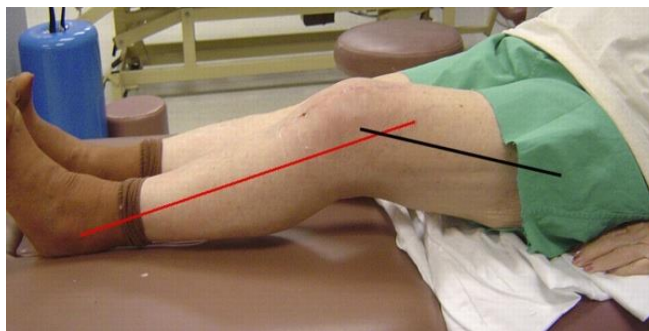


Рисунок 3.9 – Active lag test

Passive lag test (рис 3.10) визначається шляхом розміщення пацієнта лежачи на животі з розташуванням колін біля краю столу та визначення високого положення п'яти в положенні повного розгинання в порівнянні з п'ятою на контрлатеральному боці.



Рисунок 3.10 – Passive lag test

**Аналіз.** Після проведеного обстеження ми обґрунтовуємо та структуруємо отриману інформацію для визначення ймовірної гіпотези. Формулюємо та пояснюємо свою аргументацію пацієнту, розповідаємо про подальше втручання.

Ми з'ясували, що основною нашою метою під час складання реабілітаційного втручання буде:

- зменшення болю;
- зменшення набряку;
- збільшення амплітуди рухів;
- збільшення сили і витривалості м'язів;
- покращення нервово-м'язового контролю;
- навчання правильному паттерну ходьби;
- попередження та зменшення ризику повторних травматизацій;
- профілактика ускладнень;
- покращення якості життя.

Для досягнення цих цілей ми підібрали наступні методи втручання:

- специфічні вправи, направлені на зміцнення м'язів колінного суглоба;
- Neurac-терапія для нейром'язового перенавчання;
- мобілізація по концепціям Mulligan і Maitland для покращення амплітуди рухів та зменшення болю;
- вправи на багатофункціональних тренажерах Бубновського.

### *Neurac-терапія*

Це підвісна система тестування та лікування опорно-рухового апарату. Переваги цього методу полягають в тому, що він перевиховує нервово-м'язову систему – це означає, що він навчає м'язи, що працюють скоординовано, сприймати себе як засіб виконання кінетичної програми, яка знаходиться в мозку, виконання якої вимагає як м'язової сили, так і координації з м'язами-агоністами та антагоністами.

Перший етап – це оцінка та розпізнавання «слабких ланок-м'язів» ланцюгів руху та включає виявлення неактивних м'язів та/або слабкості в стабілізуючих м'язах тулуба, або порушену взаємодію між ними.

Використовуючи спеціальні вправи ми прагнули покращити взаємодію між мозком, рецепторами руху та м'язами, що призводить до перевиховання, реактивації, відновлення нормальної функції неактивних м'язів та відновлення функції загалом.

### *Мобілізація по Mulligan*

Ми використовували активну мобілізацію з рухом – MWMS (mobilization with movements). Концепція Брайана Маллігана про мобілізацію з рухом полягає у одночасному застосуванні терапевтом безболісних додаткових рухів у суглобі в поєднанні з активним та/або пасивно-активним фізіологічним рухом.

Принципи використання:

1. Застосування пасивних додаткових рухів в суглобі відповідно до принципів Кальтенборна (завжди перевіряти люфт суглоба або

мобілізувати суглоб, переміщаючи кістку паралельно або під прямим кутом до площини лікування).

2. Обов'язково під час обстеження визначити ознаки, які описано Мейтлендом (втрата рухливості суглобів, біль, пов'язаний з рухом, або біль, пов'язаний зі специфічною функціональною діяльністю).

3. Потрібно постійно стежити за реакцією пацієнта, щоб переконатися, що біль не відновлюється. Досліджувати різні комбінації паралельних або перпендикулярних ковзань, щоб знайти правильну площину лікування та ступінь руху.

4. Пацієнт повторює попередній обмежений та/або хворобливий рух, у той час як терапевт продовжує підтримувати відповідне додаткове ковзання.

5. Якщо немає покращення руху, то це означає, що терапевт неправильно підібрав площину або кут лікування.

#### *Мобілізація по Maitland*

Це метод мобілізації, який ґрунтується на виконанні терапевтом пасивних ритмічних, плавних додаткових рухів в певному сегменті з метою зменшення болю або покращення амплітуди рухів.

П'ятиступенева градація мобілізацій використовується для того, щоб знайти положення в якому необхідно здійснювати мобілізацію, визначити силу, яку необхідно прикладати та амплітуду руху, в якій необхідно виконувати мобілізацію. Ці ступені (I-V) використовуються для опису лікувальних рухів, також в цій класифікації теж застосовується додатковий опис у вигляді + або -. Перед виконанням ступенів руху необхідно знайти точку в амплітуді руху, де вникає перший опір/бар'єр та кінцевий опір/бар'єр.

Згідно 5-ступеневої градації мобілізацій, виділяють наступні ступені руху (рис. 3.11):

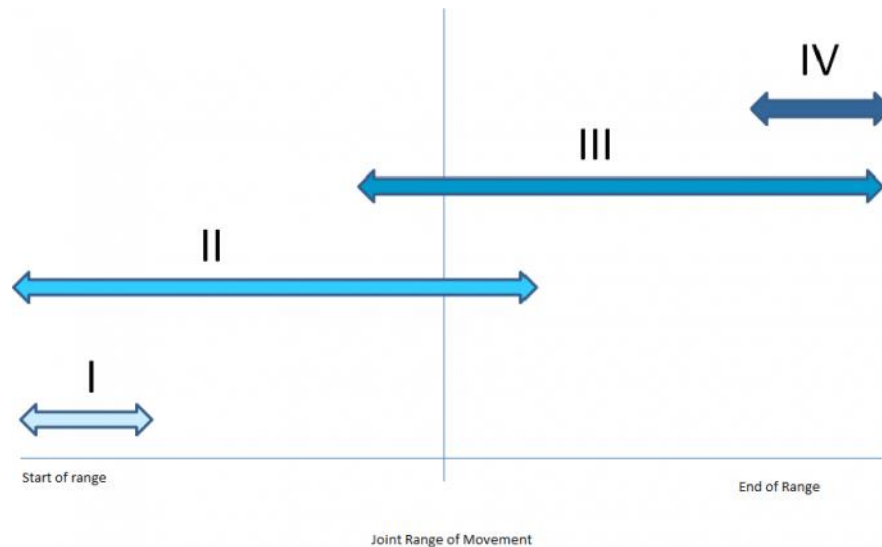


Рисунок 3.11 – Градація мобілізацій по Мейтланду

I Ступінь – рух невеликої амплітуди, що виконується на початку доступного діапазону амплітуди руху або поблизу нього.

II Ступінь – рух великої амплітуди в межах доступного діапазону амплітуди руху без впливу опору або м'язового спазму.

III Ступінь – рух великої амплітуди, що виконується на межі виникнення опору чи м'язового спазму.

IV Ступінь – рух малої амплітуди, що виконується в межах опору чи м'язового спазму.

V Ступінь (траст) – це рухи високої швидкості і малої амплітуди, які виконуються в кінці наявної амплітуди руху. Ця ступінь зазвичай виконується в мобілізації хребцевих сегментів та вимагає від клінічного фахівця наявність великого досвіду.

Принципи використання:

- ритм, амплітуду та кількість повторень добирають з урахуванням реакції пацієнта на терапію;
- коливальні рухи (ступінь I та IV, ступінь II та III) – 2-3 коливання за секунду до 2 хвилин за сеанс, 1-5 повторень;
- мала амплітуда та висока швидкість – зменшення болю
- повільна швидкість – розслаблення/зменшення «захисту м'язу».



- дистракція (для зменшення болю – 7-10 секунд утримання, з перервою у декілька секунд та повторення циклу кілька разів);
- дистракція (для збільшення амплітуди – 6 секунд утримання, після 3-4 секунди ступінь I або II, тоді знову ступінь III (6 секунд, 3-4 повторення);
- рухи не повинні спричиняти або загострювати біль під час та після терапії.

#### *Багатофункціональні тренажери Бубновського*

Це тренажер, який складається з двох стійок з вагою і спеціальної опори, яка з'єднує ці блоки. В комплекті ідуть манжети, м'які ручки, рукоятки, пулlover широкий та вузький, лавочка. Для опрацювання різних груп м'язів можна виконувати навантаження як стоячи, так і сидячи змінюючи при цьому вектор рухів в різних напрямках, що в свою чергу буде впливати на складність виконання вправи.

**План.** Весь час відновлення (12 тижнів) поділявся на 3 періоди:

- ранній післяопераційний (0-2 тиждень);
- пізній післяопераційний (3-7 тиждень);
- функціональний (8-12 тиждень).

#### *Ранній післяопераційний період*

В цьому періоді у всіх пацієнтів спостерігались важкі функціональні порушення на всіх рівнях по класифікації МКФ. Цілі в цьому періоді були поставлені наступним чином:

- зменшення болю;
- зменшення набряку;
- активація м'язів,
- покращення розгинання в колінному суглобі;
- збільшення згинання в колінному суглобі на 70-90°;
- попередження імобілізаційних ускладнень.

Алгоритм дій:

### ***Контроль набряку та запалення***

Для зменшення випоту та процесів запалення в колінному суглобі в нашому лікувальному закладі застосовувались магнітотерапія та НІЛТ-терапія.

Магнітотерапія застосовувалась на сучасному обладнанні ВТЛ-5000, яке може генерувати як постійне так і імпульсне магнітні поля. Постійні магнітні поля викликають перебудову структур біологічних мембран і внутрішньоклітинних структур, за рахунок чого збільшується проникність судин, які в свою чергу викликають активацію транскапілярного транспорту речовин, які посилюють метаболізм в тканинах і відновлюють електролітний баланс. Імпульсна викликає збудження волокон периферичних нервів і ритмічне скорочення міофібрил скелетної мускулатури – це, в свою чергу, буде посилювати локальний кровоток, за рахунок чого буде зменшуватись набряк і видалятися з вогнища запалення продукти аутолізу клітин.

Застосовувалось 5 сеансів по 30 хв.

НІЛТ-терапія – це високоінтенсивний лазер, який має електромагнітні хвилі з оптичним діапазоном, що впливають на організм. Лазерне опромінення відбувається гуморальним шляхом через кров, – це буде змінювати її термодинаміку, що призведе до розриву усередині міжмолекулярних зв'язків. Внаслідок чого підвищиться ферментація та покращення регенерації.

Застосовувалось 5 сеансів по 7-10 хвилин.

### ***Терапевтичне втручання:***

*Мобілізація надколінка 3 по 20 р.* Вихідне положення: сидячи на кушетці з розслабленими розігнутими кінцівками наскільки це можливо. Виконуємо пасивне ковзання надколінка в каудальному, краніальному, латеральному та медіальному напрямках.

*Активация квадрицепса 3 по 15 р.* Вихідне положення: сидячи на кушетці з розслабленими розігнутими кінцівками наскільки це можливо. Просимо пацієнта натягнути носочок на себе та вдавлювати коліном

максимально в кушетку, тим самим намагаючись зробити розгинання в колінному суглобі. Затримуючи це положення на 2-3 секунди.

*Активация квадрицепса з підніманням кінцівки 3 по 15 р.* Техніка виконання така сама, як у попередній вправі, але після вдавлювання ноги в кушетку потрібно підняти пряму напружену кінцівку вгору приблизно на  $30^\circ$  згинання в кульшовому суглобі. Затримати на 2-3 секунди.

*Ексцентричне напруження квадрицепса 3 по 10 р.* Вихідне положення: сидячи на кушетці, валик під колінами. Фіксуємо одну руку на дистальній частині стегна, іншу – на дистальній частині гомілки знизу. Пасивно розгинаємо колінний суглоб, після чого просимо пацієнта утримати кінцівку в такому положенні на 2-3 секунди та повільно розслабляти її, тобто згинати коліно.

*Відведення стегна 3 по 20 р.* Вихідне положення: лежачи на здоровому боці. Просимо пацієнта відвести ногу. Слідкуємо, щоб пацієнт лежав по рівній лінії.

*Ексцентричне напруження хамстрінгів 3 по 15 р.* Вихідне положення: лежачи на животі. Пасивно згинаємо кінцівку пацієнта до того рівня, щоб не було больових відчуттів. Після цього просимо утримати ногу та повільно розігнути.

*Мобілізація по Мейтланду 2 коливання за 1 секунду 5 підходів.* Вихідне положення: лежачи на животі. Пасивно згинаємо кінцівку на  $25^\circ$  та кладемо під дистальну частину гомілки валик. Ставимо обидві руки на проксимальну частину гомілки. Виконуємо задньопередній глайд в малій амплітуді на ступені I.

*Дорсіфлексія 3 по 20 р. з TheraBand.* Вихідне положення: сидячи на кушетці. Фіксуємо TheraBand по тильній стороні стопи, сідаємо навпроти пацієнта та робимо невелике натяжіння, просимо натягнути носок на себе.

*Плантарна флексія 3 по 20 р. з TheraBand.* Вихідне положення: сидячи на кушетці. Фіксуємо TheraBand по підошовній стороні стопи та віддаємо кінці пацієнту. Просимо натягнути носок від себе.

Перелічені вище вправи входили в програму втручання на перших 2 тижнях. На другому тижні ми ускладнювали вправи за рахунок збільшення кількості повторень або підходів.

### ***Пізній післяопераційний період***

В цьому періоді на 3-4 тижні пацієнт повинен відмовлятися від милиць. Для того, щоб почати переміщення без додаткової опори ми враховували критерії, яких повинні були досягти в ці тижні:

- негативне виконання тестів, а саме – quadriceps lag test, passive, active lag test;
- кут згинання в колінному суглобі мінімум 90°;
- повне розгинання;
- негативний stroke test.

*Для досягнення цієї мети ми розробили наступний алгоритм втручання:*

*Коротка задня 3 по 6 р.* Вправа виконується на Redcord обладнанні. Вихідне положення: лежачи на спині. Максимально розвантажуюмо пацієнта. Широкий слінг під тазом, другий широкий слінг під коліном ураженої кінцівки, здорову кінцівку розвантажуюмо за допомогою петлі та троса. Після цього просимо пацієнта розігнути ногу в ураженій кінцівці, підняти здорову ногу паралельно хворій, та надавши хворою ногою в широкий слінг підняти себе вгору.

*Приведення 3 по 6 р.* Вправа виконується на Redcord обладнанні. Вихідне положення: лежачи здоровом на боку. Широкий слінг під тазом, другий широкий слінг під коліном верхньої ноги (ураженої), третій широкий слінг під грудним відділом. Розвантажуюмо грудний і поперековий відділ, та, додавши додатково від себе ричаг – допомагаємо пацієнту відірвати таз за рахунок надавлення ураженою кінцівкою в слінг.

*Відведення 3 по 6 р.* Вправа виконується на Redcord обладнанні. Вихідне положення: лежачи на хворому боку. Розвантажуюмо по такому

самому принципу як у вправі на приведення, але просуваємо дві ноги в широкий слінг. Додавши ричаг просимо пацієнта трохи підняти верхню ногу та за рахунок надавлення нижньою ногою в слінг – відірвати таз від кушетки.

*Мобілізація по Маллігану 3 по 10 р.* Вихідне положення: лежачи на спині з зігнутих коліном. Застосовуємо медіальне обертання великогомілкової кістки ручним тиском однієї руки на передньомедіальне плато великогомілкової кістки одночасно з тиском іншої руки на задньолатеральне плато великогомілкової кістки, ззаду від голівки малогомілкової кістки. Підтримуючи мобілізацію, попросимо пацієнта рухатися до кінця доступного безболісного діапазону згинання.

*Підтягування коліна 3 по 15 р.* Вправа застосовується на тренажері Бубновського. Вихідне положення: лежачи на спині. До верхнього блоку зі сторони ніг закріплюємо ногу. Просимо пацієнта підтягнути коліно до себе, при цьому зігнувши її на  $90^{\circ}$  в кульшовому і колінному (при можливості) суглобі.

*Розгинання стегна 3 по 15 р.* Вправа застосовується на тренажері Бубновського. Вихідне положення: лежачи на спині. До верхнього блоку зі сторони голови закріплюємо ногу. Просимо пацієнта повністю вирівняти ногу та опустити її вниз.

*Згинання коліна сидячи на високій платформі 3 по 10 р.* Вправа застосовується на тренажері Бубновського. Вихідне положення: пацієнт сидить на платформі, до верхнього блоку зі сторони ніг закріплюємо ногу. Просимо пацієнта зігнути коліно, одночасно фіксуємо одну руку на дистальній частині стегна, іншу – на дистальній частині гомілки. В точці максимально зігнутого пацієнтом коліна просимо розслабити ногу, в той час своїми руками виконати пасивне згинання до болю не більше 3 балів по ВАШ. Далі пацієнт з зігнутого положення напружує кінцівку, утримує її 2 секунди і повільно розгинає коліно у вихідне положення (ексцентричне скорочення хамстрінгів).

*Приведення 3 по 15 р.* Вихідне положення: лежачи на боку, до верхнього блоку зі сторони голови закріплюємо ногу. Просимо пацієнта вирівняти ногу та опустити її вниз, тим самим виконавши приведення.

*Сідничний міст з опором на платформу 3 по 8 р.* Вихідне положення: лежачи на спині, п'ятки поставити на платформу так, щоб було приблизно 60-70° згинання в колінних суглобах. Після цього пацієнт піднімає таз.

*Ексцентрична активація квадрицепса сидячи на платформі 3 по 10 р.* Вправа застосовується на тренажері Бубновського. Вихідне положення: пацієнт сидить на платформі, з нижнього блоку закріплюється нога. Пасивно розгинаємо колінний суглоб, після цього пацієнт з положення розгинання утримує ногу та повільно згинає у вихідне положення.

Після того, як пацієнт досягне того рівня, коли можна буде відмовлятися від додаткової допоміжної опори, до цього комплексу ми додали вправи з осьовим навантаженням та на пропріоцепцію (5-7 тиждень):

*Присідання та вставання з платформи тримаючись за поручні 3 по 8р.* Вихідне положення: стоячи, тримаючись перед собою за станок. Просимо пацієнта повільно сідати на платформу, після цього встати з неї. При цьому намагаючись розподіляти рівномірно вагу.

*Крокування на степ 3 по 10 р.* Вихідне положення: стоячи, тримаючись за станок, степ перед ногами. Просимо пацієнта зробити крок на степ та спускатись з нього назад, по черзі на обидві ноги. Слідкуємо за правильним виконанням підйому на степ, при необхідності коригуємо.

*Підйом на носки тримаючись за станок 3 по 15 р.* Вихідне положення: стоячи, тримаючись руками за станок. Просимо пацієнта піднятися на носки та повільно опуститись.

*Довга задня 3 по 6 р.* Вправа виконується на Redcord обладнанні. Вихідне положення: лежачи на спині з розвантаженням. Широкий слінг під тазом, вузький – під щиколоткою. Пацієнт піднімає таз за рахунок надавлення ногою в слінг, одночасно піднімаючи іншу ногу та утримуючи рівне положення всього тіла.

*Утримання рівноваги стоячи на BOSU 4 по 20 секунд.* Вихідне положення: стоячи на балансі та тримаючись за станок. Модифікації: поперемінне крокування на місці, піднімання на носочки, переكات на п'ятки.

*Крокування на BOSU 3 по 8 р.* Вихідне положення: стоячи, тримаючись за станок, баланс перед ногами. Просимо пацієнта зробити крок на баланс та спускатись з нього назад, по черзі на обидві ноги. Слідкуємо за правильним виконанням підйому, при необхідності коригуємо.

### ***Функціональний період***

Головні цілі періоду були:

- збільшення м'язової сили та витривалості;
- підтримання повної амплітуди рухів;
- покращення нервово-м'язового контролю;
- тренування правильного патерну ходьби.

Для вирішення цих завдань ми додали в програму вправи в закритому кінематичному ланцюзі без допоміжної опори, концентричні вправи на квадрицепс з обтяженням, також зробили акцент на тренуванні ходи та поступово ускладнювали вправи на нестабільних опорах.

*Присідання та вставання з платформи з гирею в руках 3 по 10 р.* Вихідне положення: стоячи. Просимо пацієнта повільно сідати на платформу, після цього встати з неї. При цьому намагаючись розподіляти рівномірно вагу. Слідкуємо, щоб не було вальгусу в коліні.

*Бокова хода в присіді 3 по 8 р.* Вихідне положення: стоячи. Пацієнт виконує присідання, щоб кут в колінному суглобі був приблизно 60°. З цього положення робить 3 приставні кроки в одну сторону, потім в іншу.

*Хода через перешкоди (вперед, назад, вправо, вліво) 3 по 8 р. в кожному напрямку.* Вихідне положення: стоячи. Пацієнт повинен переступати через перешкоди в усіх напрямках.

*Випади 3 по 10 р.* Вихідне положення: стоячи, однією ногою потрібно зробити крок вперед, іншою – назад. З цього положення виконати присідання

до того рівня, щоб кут згинання в колінних суглобах був  $90^\circ$ , коліно задньої ноги не торкається підлоги.

*Розгинання коліна 3 по 15 р.* Вправа застосовується на тренажері Бубновського. Вихідне положення: пацієнт сидить на платформі, з нижнього блоку закріплюється нога. Просимо розгинати ногу в колінному суглобі під навантаженням до  $60^\circ$ , так як в діапазоні кінцевого розгинання від  $60^\circ$  до  $0^\circ$  ПХЗ сильно натягується і навантажується, що є категоричним протипоказом до виконання вправ з вагою у повній амплітуді перші 3 місяці.

*Присідання стоячи на BOSU 3 по 10 р.* Вихідне положення: стоячи на балансі. Пацієнт виконує присідання, щоб кут в колінному суглобі був приблизно  $60^\circ$ . Після цього повільно встає утримуючи рівновагу тим самим повертаючись у вихідне положення.

*Піднімання на носочки стоячи на степі 3 по 15 р.* Вихідне положення: стоячи на степі носочками, п'ятки знаходяться на висі у нейтральному положенні. Пацієнт повинен піднятися на обох ногах на носочки та повільно опуститися до нейтрального положення.

Всі вправи виконувались в межах оптимального навантаження, індивідуально підібраного під кожного пацієнта.

### **3.2 Оцінка ефективності розробленого алгоритму заходів фізичної терапії та обговорення**

**Оцінка результатів дослідження на рівні функції.** *Оцінка суб'єктивного відчуття болю за візуально-аналоговою шкалою болю (ВАШ). Шифр МКФ: b28016 Біль у суглобах*

Найвагомішою скаргою пацієнтів при зверненні до медичної установи був біль. Результати, отримані у процесі відновного лікування свідчать, про зниження рівня болю у пацієнтів обох груп. Хворі були протестовані за «Візуально-аналоговою шкалою болю» (10 балів). Суб'єктивний показник



рівня больового відчуття зафіксований на передопераційному етапі (рис. 3.12) відновного лікування у пацієнтів основної (ОГ,  $n = 20$ ) та контрольної груп (КГ,  $n = 18$ ) не мав статистично значущих відмінностей за середніми показниками ( $p > 0,05$ ) і становив  $4,95 \pm 1,06$  балів ( $\bar{x} \pm S$ ) (ОГ) та  $5,18 \pm 0,95$  балів ( $\bar{x} \pm S$ ) (КГ) відповідно.

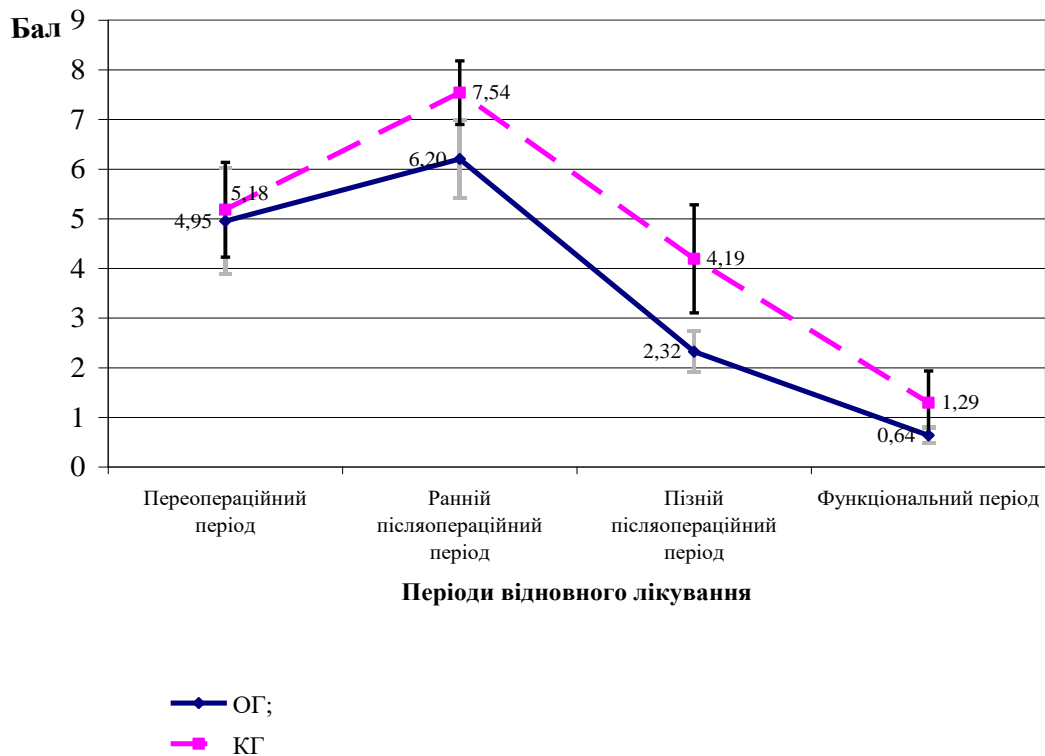


Рисунок 3.12 – Динаміка індивідуальних показників больового відчуття у хворих основної та контрольної груп в процесі відновного лікування

Середньостатистичні значення рівня больового відчуття не мали статистично значущих відмінностей у пацієнтів ОГ і КГ у ранньому післяопераційному періоді ( $p > 0,05$ ).

Про ефективність розробленої програми фізичної реабілітації свідчить динаміка показників больового відчуття у пацієнтів ОГ, так, до кінця пізнього післяопераційного періоду, зареєстрований середньостатистичний показник больового відчуття склав  $2,32 \pm 0,41$  балів ( $\bar{x} \pm S$ ), а на завершальному етапі обстеження становив  $0,64 \pm 0,15$  балів ( $\bar{x} \pm S$ ). Різниця показників є

статистично значущою ( $p < 0,05$ ).

Зареєстровані показники суб'єктивного больового відчуття пацієнтів КГ достовірно перевищували показники пацієнтів ОГ ( $p < 0,05$ ), і на завершальному етапі дослідження становили  $1,29 \pm 0,64$  балів ( $\bar{x} \pm S$ ).

**Оцінка амплітуди руху в суглобі.** *Метод гоніометрії. Шифр МКФ: b7100 Рухливість одного суглоба*

Результати аналізу динаміки показників гоніометрії колінного суглоба у процесі відновного лікування. У передопераційному періоді відновного лікування середні показники доступного обсягу руху при згинанні ураженої кінцівки у колінному суглобі становили у хворих ОГ–  $98,33 \pm 4,42$  ( $\bar{x} \pm S$ ) та КГ–  $100,0 \pm 3,51$  ( $\bar{x} \pm S$ ) відповідно, при цьому зареєстровані показники не мали статистично значущих відмінностей ( $p > 0,05$ ). Що стосується доступного обсягу рухів при виконанні розгинання в колінному суглобі інтактної та ураженої кінцівок, то зареєстровані показники хворих близькі до норми.

У ранньому післяопераційному періоді середньостатистичні показники доступного обсягу рухів при згинанні ураженої кінцівки в колінному суглобі істотно знижені – при нормальному обсязі руху рівному  $140^\circ$ , при цьому у хворих ОГ вони склали  $95,0 \pm 5,08^\circ$  ( $\bar{x} \pm S$ ), що на  $45^\circ$  менше, ніж у нормі й відповідає 67,85 % нормального обсягу рухів ( $p < 0,05$ ); у пацієнтів КГ відповідно  $-75,82 \pm 3,39^\circ$  ( $\bar{x} \pm S$ ), що на  $64,18^\circ$  менше, ніж у нормі й відповідає 54,15 % нормального обсягу рухів ( $p < 0,05$ ). Таким чином, показники % нормального обсягу рухів у колінному суглобі пацієнтів ОГ перевищували відповідні показники пацієнтів КГ на 10,03 %. Різниця між показниками ОГ та КГ пацієнтів статистично достовірна при  $p < 0,05$ .

У пізньому післяопераційному періоді у пацієнтів ОГ та КГ середньостатистичні показники доступного обсягу рухів при згинанні ураженої кінцівки в колінному суглобі суттєво покращилися, та становили у ОГ–  $112,85 \pm 9,78^\circ$  ( $\bar{x} \pm S$ ), у КГ–  $83,33 \pm 2,81^\circ$  ( $\bar{x} \pm S$ ). Різниця між показниками ОГ та КГ пацієнтів статистично достовірна при  $p < 0,05$ .

Таким чином можна стверджувати, що показники доступного обсягу рухів при згинанні колінного суглоба у пацієнтів основної групи статистично значуще поступово покращувалися від другого до третього тестування ( $p < 0,05$ ) за середньостатистичними показниками на  $14,52^\circ$ ; позитивні зміни, відмічені в результатах основної групи, краще виражені порівняно з даними контрольної групи ( $p < 0,05$ ), пацієнти якої поліпшили показники на  $7,51^\circ$ .

У ранньому післяопераційному періоді пацієнти ОГ досягли норми за показниками доступного обсягу рухів при розгинанні ураженої кінцівки в колінному суглобі (за кутом відхилення).

У ранньому та пізньому післяопераційному періодах у 100 % пацієнтів КГ відмічали неспроможність до розгинання у колінному суглобі ураженої кінцівки, спостерігалася згинальна контрактура.

#### **Оцінка результатів дослідження на рівні активність та участь (d).**

*Оцінка функціонального стану колінного суглоба за шкалою Lysholm J., Gillquist J. Шифр за МКФ: d2303 Управління рівнем власної активності*

Оцінювання функціонального стану колінного суглоба у процесі відновного лікування у передопераційному періоді, ранньому післяопераційному та пізньому післяопераційному періоді проводили з використанням опитувальника J. Lysholm, J. Gillquist (1982), з використанням відповідної шкали в балах. При загальному підрахунку балів результат класифікувався як «незадовільний» –  $> 64$  бали, «задовільний» – 65-83 бали, «добрий» – 84-94 бали, або «відмінний» – 95-100 балів. Даний опитувальник є формою суб'єктивної оцінки колінного суглоба та спрямований на оцінку нестабільності у колінному суглобі при виконанні дій, необхідних для повсякденного життя. Особливий інтерес представляло вивчення даних показників у пізньому післяопераційному періоді, коли пацієнти мають змогу ходити без використання милиць, з повним розгинанням прооперованої кінцівки та навіть ходити сходинками.

Аналіз отриманих даних у ході проведеного опитування у пізньому післяопераційному періоді хворих ОГ показав відсутність незадовільних

результатів за індивідуальними показниками, задовільний результат спостерігали у 66,67 % хворих, добрий – у 23,81 % та відмінний – у 9,52 % пацієнтів основної групи. У пацієнтів КГ за індивідуальними показниками 45,17 % хворих мали незадовільний результат менший за 64 бали, задовільний результат спостерігали у 48,38 % хворих, добрий – у 6,45 % (рис. 3.13).

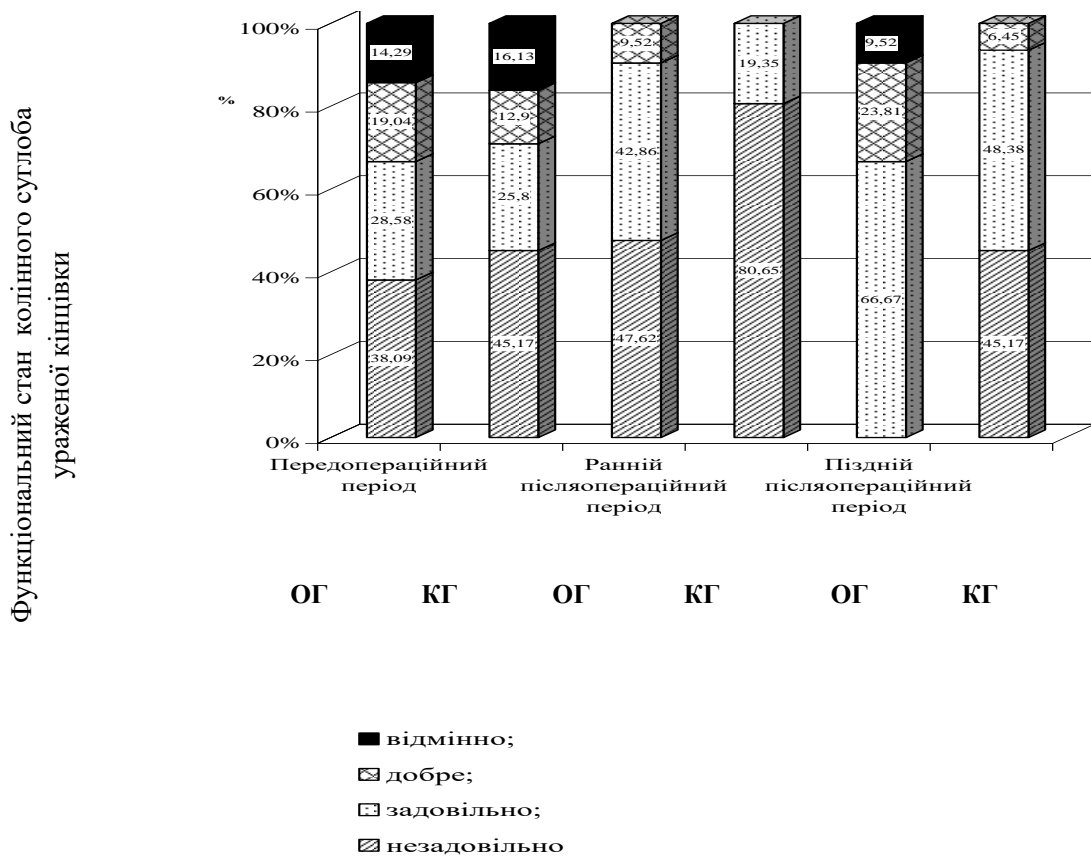


Рисунок 3.13 – Динаміка індивідуальних показників функціонального стану колінного суглоба ураженої кінцівки за даними опитувальника Lysholm J., Gillquist J.

Покращення результатів після курсу реабілітації відбулося в обох групах. Кількість хворих, які мають добрий результат, у ОГ збільшилася у 2,33 рази, у КГ – у 1,87 рази. Відсутня відмінна оцінка у пацієнтів КГ, у ОГ-таких пацієнтів – 9,52 %. В результаті застосування запропонованої програми реабілітації ми отримали зменшення ( $p < 0,05$ ) кількості незадовільних результатів з 38,09 % до операції до повної відсутності незадовільних

результатів у пізньому післяопераційному періоді згідно шкали Lysholm J., Gillquist J (1982) у пацієнтів основної групи.

Таким чином, відсоток незадовільних результатів у пацієнтів КГ достовірно не змінився ( $p < 0,05$ ) за індивідуальними показниками, низька оцінка власних можливостей, як з'ясувалося у процесі опитування і бесіди з пацієнтами, найчастіше була пов'язана з постійним накульгуванням, зниженою опороздатністю оперованої кінцівки, неможливістю повністю присісти та ходити сходами у повсякденному житті.

Застосування розробленої програми фізичної реабілітації для осіб з поєднаними ушкодженнями структур колінного комплексу в основній групі пацієнтів дозволило більшою мірою знизити рівень болю в порівнянні з контрольною групою хворих. При цьому, аналіз динаміки показників больового відчуття у пізньому післяопераційному періоді та на завершальному етапі обстеження, дозволив зафіксувати статистично значущі відмінності у пацієнтів ОГ та КГ.

В результаті застосування запропонованої програми реабілітації отримано зменшення ( $p < 0,05$ ) кількості незадовільних результатів з 38,09 % до операції до повної відсутності незадовільних результатів у пізньому післяопераційному періоді згідно шкали J. Lysholm, J. Gillquist (1982) у пацієнтів основної групи. Відсоток незадовільних результатів у пацієнтів КГ достовірно не змінився ( $p > 0,05$ ) за індивідуальними показниками, низька оцінка власних можливостей, як з'ясувалося у процесі опитування і бесіди з пацієнтами, найчастіше була пов'язана з постійним накульгуванням, зниженою здатністю опори на оперовану кінцівку, неможливістю повністю присісти та ходити сходами у повсякденному житті. Розроблений нами алгоритм застосування засобів фізичної терапії у відновленні пацієнтів після артроскопічних операцій з приводу комбінованих ушкоджень дозволяє підвищити швидкість відновлення, що підтверджено результатами власних досліджень.

## ВИСНОВКИ

1. Проаналізувавши науково-методичну літературу можна стверджувати, що колінний суглоб є найбільшим опорним суглобом, на який завжди припадає велике навантаження, і, внаслідок своїх анатомо-біомеханічних особливостей будови має велику схильність до травматизації, а найчастіше – до передньомедіальної нестабільності, що, в свою чергу, призводить до негативних наслідків.

2. Незважаючи на велику кількість наукових досягнень, гайдлайни, які впроваджуються опираючись на сучасні дослідження, залишаються недостатньо специфічними та недостатньо комплексними, щоб повністю підготувати спортсмена до вимог його виду спорту. Наявність дефіциту нервово-м'язової функції, недостатня якість рухів, специфічних під конкретний вид спорту, недостатнє відновлення організму після навантажень та відсутність біопсихосоціального підходу можуть перешкоджати поверненню до спорту та посприяти отриманню повторної травматизації у поєднанні з ускладненнями в подальшому. Аналіз сучасних заходів і методів фізичної терапії дозволив підібрати найефективніші для впровадження їх в наш алгоритм втручань особам з тріадою Турнера.

3. Під час аналізу отриманих даних про відновлення пацієнтів з тріадою Турнера, було доведено, що розроблений нами алгоритм фізичної терапії є ефективнішим у порівнянні з КГ. Результати дослідження показують кращі результати за своїми характеристиками у пацієнтів ОГ, а отже, підкреслюють важливість врахування сучасних методів та наукових досліджень у розробці терапевтичних алгоритмів для досягнення максимальної ефективності та якості відновлення пацієнтів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Chivers MD, Howitt SD. Anatomy and physical examination of the knee menisci: a narrative review of the orthopedic literature. *J Can Chiropr Assoc.* 2009 Dec;53(4):319-33.
2. Flandry F, Hommel G. Normal anatomy and biomechanics of the knee. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2011 Jun;19(2):82-92.
3. Chaurasia A, Tyagi A, Santoshi JA, Chaware P, Rathinam BA. Morphologic Features of the Distal Femur and Proximal Tibia: A Cross-Sectional Study. *Cureus.* 2021 Jan 25;13(1):e12907.
4. Malik S, Herron T, Mabrouk A, Rosenberg N. Tibial Plateau Fractures. [Updated 2022 Sep 25]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470593/>
5. Gray JC. Neural and vascular anatomy of the menisci of the human knee. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1999 Jan;29(1):23-30.
6. Beaupré A, Choukroun R, Guidouin R, Garneau R, Gérardin H, Cardou A. Knee menisci. Correlation between microstructure and biomechanics. *Clin Orthop Relat Res.* 1986 Jul;(208):72-5.
7. Fox AJ, Wanivenhaus F, Burge AJ, Warren RF, Rodeo SA. The human meniscus: a review of anatomy, function, injury, and advances in treatment. *Clin Anat.* 2015 Mar;28(2):269-87.
8. Kwon YJ, Lee HO. How different knee flexion angles influence the hip extensor in the prone position. *J Phys Ther Sci.* 2013 Oct;25(10):1295-7.
9. Hassebrock JD, Gulbrandsen MT, Asprey WL, Makovicka JL, Chhabra A. Knee Ligament Anatomy and Biomechanics. *Sports Med Arthrosc Re.* 2020 Sep;28(3):80-6.

10. Evans J, Nielson JL. Anterior Cruciate Ligament Knee Injuries. 2022 May 5. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-.
11. Kapandi IA. The Physiology of the joints, vol. 2, Lower limb. 6th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2010. 336 p.
12. Butler DL, Noyes FR, Grood ES. Ligamentous restraints of anterior-posterior drawer in the human knee: a biomechanical study. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 1980;62A:259-70.
13. Bennett K, Vincent T, Sakthi-Velavan S. The patellar ligament: A comprehensive review. *Clin Anat*. 2022 Jan;35(1):52-64.
14. Hedderwick M, Stringer MD, McRedmond L, Meikle GR, Woodley SJ. The oblique popliteal ligament: an anatomic and MRI investigation. *Surg Radiol Anat*. 2017 Sep;39(9):1017-27.
15. Palastanga, N Soames R. *Anatomy and human movement: structure and function* 6th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2012. 640 p.
16. Raj MA, Mabrouk A, Varacallo M. Posterior Cruciate Ligament Knee Injuries. [Updated 2022 Sep 25]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430726/>
17. Grabiner MD, Koh TJ, Draganich LF. Neuromechanics of the patellofemoral joint. *Med Sci Sports Exerc*. 1994 Jan;26(1):10-21.
18. Majewski M, Susanne H, Klaus S. Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. *Knee*. 2006 Jun;13(3):184-8.
19. Standring, S. *Gray's Anatomy* 41st ed. Edinburgh: Elsevier Churchill Livingstone; 2016. 1562 p.
20. Lunnen JD, Yack J, LeVeau BF. Relationship between muscle length, muscle activity, and torque of the hamstring muscles. *Phys Ther*. 1981 Feb;61(2):190-5.



21. Onishi H, Yagi R, Oyama M, Akasaka K, Ihashi K, Handa Y. EMG-angle relationship of the hamstring muscles during maximum knee flexion. *J Electromyogr Kinesiol.* 2002 Oct;12(5):399-406.
22. Mansori A El, Lording T, Schneider A, Dumas R, Servien E, Lustig S. Incidence and patterns of meniscal tears accompanying the anterior cruciate ligament injury: possible local and generalized risk factors. *Int Orthop.* 2018;42(9):2113-21.
23. Piasecki DP, Spindler KP, Warren TA, Andrish JT, Parker RD. Intraarticular injuries associated with anterior cruciate ligament tear: Findings at ligament reconstruction in high school and recreational athletes. An analysis of sex-based differences. *Am J Sports Med.* 2003;31(4):601-5.
24. Kilcoyne KG, Dickens JF, Haniuk E, Cameron KL, Owens BD. Epidemiology of meniscal injury associated with ACL tears in young athletes. *Orthopedics.* 2012;35(3):208-12.
25. Torgutalp SS, Donmez G, Korkusuz F. Incidence rates of injuries associated with anterior cruciate ligament tear diagnosed by magnetic resonance imaging: A retrospective cohort study. *Turk J Sports Med.* 2021;56(1):33-7.
26. Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med.* 2005;39:324-29.
27. Meeuwisse WH. Assessing causation in sport injury: a multifactorial model. *Clin J Sport Med.* 1994;4:166-70.
28. Meeuwisse WH, Tyreman H, Hagel B, Emery C. A dynamic model of etiology in sport injury: the recursive nature of risk and causation. *Clin J Sport Med.* 2007;17(3):215-19.
29. Nagano Y, Ida H, Akai M, Fukubayashi T. Biomechanical characteristics of the knee joint in female athletes during tasks associated with anterior cruciate ligament injury. *The Knee.* 2009 Mar 1;16(2):153-8.
30. Domnick C, Raschke MJ, Herbort M. Biomechanics of the anterior cruciate ligament: Physiology, rupture and reconstruction techniques. *World J Orthop.* 2016 Feb 18;7(2):82-93.

31. Brophy RH, Wojtys EM, Mack CD, Hawaldar K, Herzog MM, Owens BD. Factors associated with the mechanism of ACL tears in the National Football League: A video-based analysis. *Orthopaedic journal of sports medicine*. 2021 Nov 8;9(11):23259671211053301.
32. Wetters N, Weber AE, Wuerz TH, Schub DL, Mandelbaum BR. Mechanism of Injury and Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury. *Oper Tech Sports Med*. 2016;24(1):2-6.
33. Geng B, Wang J, Ma JL, Zhang B, Jiang J, Tan XY, Xia YY. Narrow intercondylar notch and anterior cruciate ligament injury in female nonathletes with knee osteoarthritis aged 41–65 years in plateau region. *Chin Med J (Engl)*. 2016 Nov 5;129(21):2540-45.
34. McLean SG, Huang X, Van Den Bogert AJ. Association between lower extremity posture at contact and peak knee valgus moment during sidestepping: implications for ACL injury. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2005 Oct;20(8):863-70.
35. Mountcastle SB, Posner M, Kragh JF, Taylor Jr DC. Gender differences in anterior cruciate ligament injury vary with activity: epidemiology of anterior cruciate ligament injuries in a young, athletic population. *Am J Sports Med*. 2007 Oct;35(10):1635-42.
36. Price MJ, Tuca M, Cordasco FA, Green DW. Nonmodifiable risk factors for anterior cruciate ligament injury. *Curr Opin Pediatr*. 2017 Feb 1;29(1):55-64.
37. Thomson A, Whiteley R, Bleakley C. Higher shoe-surface interaction is associated with doubling of lower extremity injury risk in football codes: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2015 Oct 1;49(19):1245-52.
38. Della Villa F, Buckthorpe M, Grassi A, Nabiuzzi A, Tosarelli F, Zaffagnini S, Della Villa S. Systematic video analysis of ACL injuries in professional male football (soccer): injury mechanisms, situational patterns and

biomechanics study on 134 consecutive cases. *Br J Sports Med.* 2020 Dec 1;54(23):1423-32.

39. Prentice WE. *Rehabilitation techniques for sports medicine and athletic training.* 6 ed. Slack Incorporated publications; 2015. 904 p.

40. Rubin DA, Kneeland JB, Listerud J, Underberg-Davis SJ, Dalinka MK. MR diagnosis of meniscal tears of the knee: value of fast spin-echo vs conventional spin-echo pulse sequences. *AJR Am J Roentgenol.* 1994 May;162(5):1131-5.

41. Burk DL Jr, Dalinka MK, Kanal E, Schiebler ML, Cohen EK, Prorok RJ, et al. Meniscal and ganglion cysts of the knee: MR evaluation. *AJR Am J Roentgenol.* 1988 Feb;150(2):331-6.

42. Vaishya R, Kambhampati SBS, Vaish A. Meniscal Injuries in the Olympic and Elite Athletes. *Indian J Orthop.* 2020 Feb 11;54(3):281-93.

43. Bhan K. Meniscal Tears: Current Understanding, Diagnosis, and Management. *Cureus.* 2020 Jun 13;12(6):e8590.

44. Naqvi U, Sherman AI. Medial Collateral Ligament Knee Injuries. [Updated 2022 Jul 19]. In: *StatPearls [Internet].* Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-.

45. LaPrade RF, Macalena JA. Fibular collateral ligament and the posterolateral corner. *Insall and Scott Surgery of the Knee.* 5th ed. Philadelphia, PA: Elsevier/Churchill Livingstone; 2012;45:592-607.

46. Andrews K, Lu A, Mckean L, Ebraheim N. Medial collateral ligament injuries. *J Orthop.* 2017 Aug 15;14(4):550-4.

47. Konin J. Introduction to rehabilitation. *Clin Sports Med.* 2010;29(1):1-4.

48. Anggiat L. Sports Rehabilitation Phases: A Literature Review. *IJMES.* 2021;7(3):1096-103.

49. Shekhar A, Singh A, Laturkar A, Tapasvi S. Anterior Cruciate Ligament Rupture with Medial Collateral Ligament Tear with Lateral Meniscus

Posterior Root Tear with Posterolateral Tibia Osteochondral Fracture: A New Injury Tetrad of the Knee. *J Orthop Case Rep.* 2020 May;10(3):36-42.

50. Davenport M, Oczypok M. Knee and Leg Injuries. *Emerg Med Clin North Am.* 2020;38(1):143-65.

51. Keeling LE, Powell SN, Purvis E, Willauer TJ, Postma WF. Postoperative Rehabilitation of Multiligament Knee Reconstruction: A Systematic Review. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2021 Jun 1;29(2):94-109.

52. Nelson C, Rajan L, Day J, Hinton R, Bodendorfer B. Postoperative rehabilitation of anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2021;29(2):63-80.

53. Elkin JL, Zamora E, Gallo RA. Combined Anterior Cruciate Ligament and Medial Collateral Ligament Knee Injuries: Anatomy, Diagnosis, Management Recommendations, and Return to Sport. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2019 Jun;12(2):239-44.

54. Gupta R, Singhal A, Malhotra A, Soni A, Masih GD, Raghav M. Predictors for Anterior Cruciate Ligament (ACL) Re-injury after Successful Primary ACL Reconstruction (ACLR). *Malays Orthop J.* 2020 Nov;14(3):50-6.

55. Miyamoto N, Hirata K, Kanehisa H. Effects of hamstring stretching on passive muscle stiffness vary between hip flexion and knee extension maneuvers. *Scand J Med Sci Sports.* 2017 Jan;27(1):99-106.

56. Jewiss D, Ostman C, Smart N. Open versus Closed Kinetic Chain Exercises following an Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Sports Med (Hindawi Publ Corp);* 2017;4721548.

57. Bynum EB, Barrack RL, Alexander AH. Open versus closed chain kinetic exercises after anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective randomized study. *Am J Sports Med.* 1995 Jul-Aug;23(4):401-6.

58. Ardern CL, Kvist J, Webster KE. Psychological aspects of anterior cruciate ligament injuries. *Oper Tech Sports Med.* 2016;24(1):77-83.

59. Brattstrom H. Shape of the intercondylar groove normally and in recurrent dislocation of patella. *Acta Orthop Scand Suppl.* 1964;68:1-40.

60. Buckthorpe M, Roi GS. The time has come to incorporate a greater focus on rate of force development training in the sports injury rehabilitation process. *Muscle Tendon Ligament J.* 2017;7(3):435-41.
61. Jenkins SM, Guzman A, Gardner BB, Bryant SA, Del Sol SR, McGahan P, et al. Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Injury: Review of Current Literature and Recommendations. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2022 Jun;15(3):170-9.
62. Truong LK, Mosewich AD, Holt CJ, Le CY, Miciak M, Whittaker JL. Psychological, social and contextual factors across recovery stages following a sport-related knee injury: a scoping review *Br J Sports Med.* 2020 Oct;54(19):1149-56.
63. Culvenor AG, Girdwood MA, Juhl CB, Patterson BE, Haberfield MJ, Holm PM, et al. Rehabilitation after anterior cruciate ligament and meniscal injuries: a best-evidence synthesis of systematic reviews for the OPTIKNEE consensus *Br J Sports Med.* 2022 Dec;56(24):1445-53.
64. Angelozzi M, Madama M, Corsica C, Calvisi V, Properzi G, McCaw ST, et al. Rate of force development as an adjunctive outcome measure for return-to-sport decisions after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(9):772-80.
65. Paterno MV, Kiefer AW, Bonnette S, Riley MA, Schmitt LC, Ford KR, et al. Prospectively identified deficits in sagittal plane hip-ankle coordination in female athletes who sustain a second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2015 Dec;30(10):1094-101.
66. Bien DP, Dubuque TJ. Considerations for late stage ACL rehabilitation and return to sport to limit re-injury risk and maximize athletic performance. *Int J Sports Phys Ther.* 2015;10(2):256-71.
67. de Fontenay BP, Argaud S, Blache Y, Monteil K. Motion alterations after anterior cruciate ligament reconstruction: comparison of the injured and uninjured lower limbs during a single-legged jump. *J Athl Train.* 2014;49(3):311-6.

68. Goerger BM, Marshall SW, Beutler AI. Anterior cruciate ligament injury alters preinjury lower extremity biomechanics in the injured and uninjured leg: the JUMP-ACL study. *Br J Sports Med.* 2015;49:188-95.

69. Padua DA, DiStefano LJ, Marshall SW, Beutler AI, de la Motte SJ, DiStefano MJ. Retention of movement pattern changes after a lower extremity injury prevention program is affected by program duration. *Am J Sports Med.* 2012;40(2):300-6.

70. Barber-Westin SD, Noyes FR. Effect of fatigue protocols on lower limb neuromuscular function and implications for anterior cruciate ligament injury prevention training: a systematic review. *Am J Sports Med.* 2017;45(14):3388-96.

71. Benjaminse A, Webster KE, Kimp A, Meijer M, Gokeler A. Revised approach to the role of fatigue in anterior cruciate ligament injury prevention: a systematic review with meta-analyses. *Sports Med.* 2019;49(4):565-86.

72. Weigl K, Forstner T. Design of paper-based visual analogue scale items. *Educ Psychol Meas.* 2021 Jun;81(3):595-611.

73. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res.* 1985 Sep;(198):43-9.