

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

навчально-науковий медичний інститут

кафедра терапевтичних дисциплін

«Допущено до захисту»

завідувач кафедри терапевтичних дисциплін

Максим ЗАК

(підпис)

“ _____ ” _____ 2024 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти магістр
за освітньо-професійною програмою «Фізична терапія»
зі спеціальності 227 Фізична терапія, ерготерапія
за спеціалізацією 227.01 Фізична терапія

**на тему: Сучасні методики реабілітації спортсменів після оперативного
втручання при розривах хрестоподібних зв'язок коліна.**

Виконала:

Здобувачка VI курсу, групи 681м

Ходирева Ольга Володимирівна

(підпис)

Науковий керівник:

кандидат медичних наук,

доцент кафедри терапевтичних дисциплін

Ворохта Юрій Миколайович

(підпис)

Рецензент:

кандидат медичних наук,

доцент кафедри терапевтичних дисциплін

Храмцов Денис Миколайович

(підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних посилань

Здобувач _____

(підпис)

Миколаїв – 2024 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1	
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З ТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ	7
1.1 Фізіологічні та анатомічні властивості колінного суглоба.	7
1.2 Пошкодження зв'язок колінного суглоба у футболістів, механізми.....	9
1.3 Лікування та реабілітація при травмі хрестоподібних зв'язок колінного суглоба.....	10
РОЗДІЛ 2	
СУКУПНІСТЬ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБИ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ПРИ ПОШКОДЖЕННЯХ ЗВ'ЯЗОК КОЛІННОГО СУГЛОБА.....	13
РОЗДІЛ 3	
МЕТОДИ Й ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	26
3.1. Методи дослідження.....	26
3.2. Організація та дизайн дослідження.....	34
РОЗДІЛ 4	
ПРОГРАМА ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПРИ ПОШКОДЖЕННЯХ ЗВ'ЯЗОК КОЛІННОГО СУГЛОБА У ФУТБОЛІСТІВ.....	47
4.1. Алгоритм побудови програми фізичної реабілітації при пошкодженнях зв'язок (хрестоподібної зв'язки) колінного суглоба.	47
4.2. Програма фізичної реабілітації при розривах передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба в післяопераційному періоді.....	49

ВИСНОВКИ..... 58

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 59

ВСТУП

Актуальність роботи. Футбол — найпопулярніша у світі гра (від англійської «Foot» нога та «ball» — м'яч). Його називають спортом № 1. І хоча гру у ножний м'яч знають уже багато століть, досі невідомо, де саме виник попередник сучасного футболу.

В футбол грають м'ячем на прямокутному трав'яному полі (іноді траву замінюють штучним покриттям) з воротами на двох протилежних сторонах поля.

Метою гри є забити якомога більше голів; тобто, завести м'яч у ворота супротивника якомога більше разів. Головною особливістю футболу є те, що гравці (за винятком воротарів) не можуть в межах ігрового поля торкатися м'яча руками. Переможцем гри є команда, що забила за час матчу (два тайми по 45 хвилин) більше голів, ніж супротивник.

Через збільшення кількості замін футбольним командам дозволили і збільшити кількість запасних гравців на матчі — з 12 до 15 футболістів. Міжнародна рада футбольних асоціацій (IFAB) офіційно дозволила проводити п'ять замін протягом одного матчу. Раніше одній команді дозволялося робити лише три заміни. У повідомленні йдеться, що кількість замін збільшили тимчасово у травні 2020 року з початком пандемії коронавірусу. Нововведення сподобалося всім асоціаціям, а тому нові правила вирішили залишити назавжди. Вони запрацювали з 1 липня 2022 року.

Це зробили для зменшення фізичного навантаження на футболістів, у зв'язку зі збільшенням травмувань, в тому числі ушкодженням передньої хрестоподібної зв'язки.

До того ж футбол дуже швидкісна гра, тому проблема травмування коліна у футболістів досить поширена та складна. За даними звіту про травматизм у спорті одним з найбільш травматичних видів спорту є футбол, 23% від усіх травм є саме пошкодження колінного суглоба та займає третє місце за частотою

отримання. Це пов'язано з тим, що гравці набирають високу швидкість змінюють напрямок та нерідко зіштовхуються з іншими гравцями.

Зважаючи, що падіння на великій швидкості вимагає від спортсмена не аби якого вміння безпечно зупинитись і не завжди проходить без отримання травм. Футболіст в певних моментах рухатися з великою швидкістю за деякими состеререженнями, навідь більше 35 км/год, фактично у 78% випадків це призводить до травми, особливо прямому удару в суглоб чи зіткненні.

Реабілітація сприяє поверненню до занять спортом, а також зменшенню ризику посттравматичних остеоартрозів після реконструкції ПХЗ колінного суглоба, що є дуже важливими. Серед методів реабілітації велике значення мають заходи фізичної терапії.

Об'єктом дослідження є фізична реабілітація опорно-рухового апарату при травмуванні у спортсменів.

Предметом дослідження є фізична реабілітація при розривах зв'язок колінного суглоба у футболістів.

Новизна роботи у створенні програми фізичної реабілітації та відновлення цілісного функціонування і стабілізації суглоба після розриву зв'язок колінного суглоба, та поєднує засоби і методи, фізичної, медичної та спортивної реабілітації, як результат покращення якості життя спортсменів в цілому та спотривної діяльності зокрема, після травмування та оперативного втручання.

Мета роботи. Аналіз впливу засобів фізичної реабілітації після оперативних втручань з приводу ушкодженнях хрестоподібних зв'язок колінного суглоба на відновлення стато-динамічних функцій

Завдання роботи.

1. Оцінити функціональні зміни у осіб, що мають ушкодження хрестоподібних зв'язок колінного суглоба
2. Визначити гендерні особливості функціональних змін у осіб, що мають ушкодження хрестоподібних зв'язок колінного суглоба

3. Створити експериментальну програму реабілітації при пошкодженнях зв'язок колінного суглобу у спортсменів.
4. Порівняти ефективність розробленої експериментальної програми реабілітації при пошкодженнях зв'язок колінного суглобу у спортсменів із традиційними підходами

Методи дослідження: аналіз інформаційних джерел; клінічні, інструментальні, статистичні

Практичне значення отриманих результатів. Практичне значення роботи визначається підвищенням ефективності фізичної реабілітації при пошкодженнях зв'язок колінного суглобу на всіх етапах реабілітаційного процесу. Впроваджено у практику розроблену програму фізичної реабілітації для спортсменів з ушкодженням зв'язок колінного суглоба.

РОЗДІЛ 1.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З ТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Фізіологічні та анатомічні властивості колінного суглоба.

Колінний суглоб великий та доволі складний за своєю структурою у тілі людини. Колінний суглоб утворюють три кістки: надколіник, дистальний епіфіз стегнової кістки та проксимальний епіфіз великогомілкової кістки. На передній поверхності кістки, між виростками знаходиться надколінникова поверхня. Суглобова поверхня виростків має еліпсоподібну форму [2, 3]. Поверхня розділена на малу медіальну та велику латеральну ділянки, що з'єднані відповідно з суглобовими поверхнями розташованні на задній суглобовій поверхні надколінника. Меніски - міжсуглобові хрящі знаходяться між стегноюю и великогомілковою кісткою. Меніски кріпляться на міжвиростковому підвищенню спереду та ззаду великогомілкової кістки. Суглобова капсула прикріплена до наколінника та кінців стегнової та великогомілкової кістки [3].

Синовіальна мембрана покриваючи з'єднувальні поверхні кісток до ліній суглобових хрящів та вдавлюючись в порожнину суглоба оточує хрестоподібні зв'язки тим самим утворює синовіальні складки і синовіальні ворсинки. Синовіальні сумки не сполучаючись з порожниною суглоба, залягають по ходу м'язів та сухожилок, утворені капсулою колінного суглоба.

Зв'язки колінного суглоба розподілені в окремі групи [4-6]:

- зв'язки, які знаходяться за порожниною капсули;
- зв'язки у середині капсули.

Відповідно бічні зв'язки, знаходяться на бокових поверхнях суглоба.

Великогомілкова колатеральна зв'язка має початок з медіального виростка стегнової кістки з кріпленням до верхнього епіфіза великогомілкової кістки, далі зростаючись з капсулою суглоба та медіальним меніском.

Малогомілкова колатеральна зв'язка має початок від латерального виростка стегна з кріпленням до зовнішньої поверхні головки малогомілкової кістки. В передніх відділах суглобової капсули зкріплені зв'язками, які безпосередньо мають відношення до сухожилків чотирьохголового м'язу стегна. З'єднуючись з наколінником, сухожилок м'язу стегна має продовження до великогомілкової кістки, охоплюючи зі всіх сторін. Більша частина пучків, які ідуть від верху надколінника, доходять бугристості великогомілкової кістки [4].

Цей сухожилок, або передавач сили, називають зв'язкою надколінника. Створюючи латеральну підтримуючу та медіальну підтримуючу зв'язку надколінника, бокові частини сухожильних пучків зв'язки надколінника ідуть від наколінника до зовнішнього та внутрішнього виросткам великогомілкової кістки. До складу підтримуючих зв'язок також відносяться горизонтальні пучки. Підтримуючи зв'язки виконують роль стабілізатора, утримуючи надколінник у потрібному положенні при рухах, у суглобі. Також, задні відділи суглобової капсули, в свою чергу, кріпляться косою підколінною зв'язкою. До цього ж, у данному відділі є дугоподібна підколінна зв'язка.

Також в середині порожнини колінного суглоба знаходяться хрестоподібні зв'язки коліна, які розподіляються на [4, 6]:

а) Передню хрестоподібну зв'язку, що кріпиться на передньому міжвирастковому полі великостегнової кістки та має початок від внутрішньої поверхні латерального виростка стегна та в напрямку вперед та медіально;

б) Задню хрестоподібну зв'язку, яка перехрещується з передньою хрестоподібною зв'язкою і кріпиться на задньому міжвирастковому полі великостегнової кістки та має початок на внутрішній поверхні медіального виростка стегна, та в напрямку назад і медіально.

До цього, ж існують ще три зв'язки, які мають відношення конкретно до менісків: передня меніскостегнова зв'язка, поперекова зв'язка коліна, і задня меніскоподібна зв'язка.

Колінний суглоб є двоосним, та розгорнутому положенні працює як блоковидний суглоб. При згинанні гомілки у ньому відбувається обертальний рух [5]. Колінний суглоб утворює рухи в трьох проєкційних площинах, одночасно надаючи опорності нижній кінці та стабільної рухливості і стійкості усього тіла.

До основних функцій суглоба відносяться:

- згинання, розгинання;
- латеральна ротація;
- пронація та супінація [6].

Піж час гри у футбол колінні суглобі здебільшого знаходяться у напівзігнутому положенні, що в більшості випадків є ризиком для травми, або створює прецедент повторного травмування. В результаті удару у латеральну частину колінного суглобу діє вальгусне внутрішнє обертаюче навантаження на суглоб, що може призвести до пошкодження медіальної колатеральної та передньої хрестоподібної зв'язок.

1.2 Пошкодження зв'язок колінного суглоба у футболістів, механізми.

Пошкодження та розтягнення зв'язок колінного суглоба – травми, які часто зустрічаються в осіб під час активних занять спортом (зокрема футболом) або виникають внаслідок побутових, рідше виробничих травм.

І як було сказано вище, футбол дуже швидкісна гра, тому проблема травмування коліна у футболістів досить поширена та складна. А саме падіння на великій швидкості ще більше ускладнює маневрування, зупинку і створює особливо небезпечну ситуацію для гравця який впав. [7-10]

Зв'язковий апарат є стабілізатором колінного зчленування, що складається з двох колатеральних (бічних), передньої та задньої хрестоподібних зв'язок. Перші запобігають зміщенню коліна з боку в бік, другі — відхиленню гомілки назад і вперед.

Пошкодженню передують: надмірна рухливість суглоба, удар також тиск на гомілку. Важкі наслідки травми чинять негативний вплив на рухливі з'єднання кісток.

Постраждалий в момент травми відчуває, що колінний суглоб ніби то «підкошується, випадає і знову встає на місце». Супутником підввику є гострий біль і нерідко відчуття тріску у коліні. У зв'язку з швидким накопленням у суглобі крові протягом 1-2 годин коліно збільшується у об'ємі і стає набряклим, напруженим, теплим, присутнє відчуття болю. З'являється нестабільність колінного суглоба, що є головним симптомом розриву бічних зв'язок [7, 11].

Травмі хрестоподібних зв'язок характерний гемоартроз. Отже, діагностика розриву цих зв'язок в гострому періоді дуже важка, тому буває майже неможливо при гемартрозі досліджувати симптом «висувного ящика», характерний для пошкодження хрестоподібних зв'язок [12]

Також при травмі можуть пошкоджуватися і інші структури суглобу (меніски, суглобний хрящ, бокові зв'язки). Таке сполучене ушкодження назвали "нешасною тріадою" [13].

1.3 Лікування та реабілітація при травмі хрестоподібних зв'язок колінного суглоба.

Лікування залежить від ступеня пошкодження зв'язок [14-17]. 1 ступінь – фіксується часткове пошкодження зв'язок колінного суглоба і травматичне розтягнення деяких волокон (мікророзриви), але загальна цілісність суглоба не порушується. Відчуття помірною болю. Функціональність зчленування незначно знижена, набряклість і ознаки гемартрозу відсутні або розвиваються протягом декількох годин; 2 ступінь – характеризується неповним розривом (надривом) зв'язок коліна, при якому велика частина волокон пошкоджується. Симптоматика стає більш вираженою, функціональність суглоба частково зберігається. Травмованого турбує біль середньої тяжкості або різкий,

проявляється нестійкість коліна, рухи при ходьбі утруднені, наростає набряк у травмованій області; 3 ступінь – повний розрив зв'язок колінного суглоба. В основному, поєднується з пошкодженням інших елементів суглоба (капсули, менісків, хрящів і т. д.). [14]. Біль середньої тяжкості або різкий, проявляється нестійкість коліна, наростає набряк у травмованій області, утруднені рухи при ходьбі.

Симптоми пошкодження хрестоподібних зв'язок:

- виражений набряк та біль;
- накопичується кров у суглобі;
- рухливість суглоба у переднезадньому напрямку.

Реабілітаційні заходи показані вже після першого дня оперативного втручання [18-22]. У результаті розриву передньої хрестоподібної зв'язки призначається оперативне лікування. При гемоартрозі, на колінний суглоб накладається іммобілізуюча пов'язка на 7-10 тижнів. У цей період назначають консервативне і симптоматичне лікування та ЛФК. Якщо симптом «шухляди» за цей час достатньо виражений, необхідно хворого направити на пластику передньої хрестоподібної зв'язки [14, 18].

Реабілітаційні заходи починається відразу після операції на другий день. У реабілітаційний період хворий користується функціональним ортезом, час його застосування в межах 2 - 6 тижнів. Після відновлення хрестоподібної зв'язки, пацієнт до повноцінних навантажень зможе повертатися майже через 6 місяців, а до повноцінних тренувань та змагань не раніше 7-9 місяців [18, 19].

Слід наголосити, що для стабілізації спортсменів завжди потрібно оперативне лікування для відновлення повноцінної стабілізації колінного суглоба та скорого одужання [23, 24].

Гендерні аспекти ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки у спортсменів [25-50] полягають у відмінностях у віці, коли особа починає займатися спортом, а також у статевій анатомії, гормональному профілі та будові

опорно-рухового апарату. Статеві відмінності включають початковий рівень кондиціонування, вирівнювання нижніх кінцівок, фізіологічну в'ялість, ширину таза, ротацію великогомілкової кістки та вирівнювання стопи. Такі види спорту, як гімнастика та черлідінг, створюють безконтактне середовище, але можуть призвести до серйозних травм коліна. У спорті зі швидкою зупинкою та підкатами, наприклад у футболі, жінки мають підвищену частоту травм передньої хрестоподібної зв'язки. Пателлофеморальні розлади також дуже поширені у жінок-спортсменок. Усвідомлення цих фактів допомагає фахівцеві зі спортивної медицини поставити точний діагноз і розпочати ранню реабілітацію, орієнтовану на лікування, з хірургічним втручанням або без нього.

Ушкодження зв'язок колінного суглоба – складна і досить поширена травма, та вимагає швидкого та професійного втручання спеціалістів. Для відновлення цілісного функціонування та стабілізації суглоба, спортсменам назначається артроскопія колінного суглоба, після якого одразу проводяться реабілітаційні заходи.

РОЗДІЛ 2.

СУКУПНІСТЬ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБИ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ПРИ ПОШКОДЖЕННЯХ ЗВ'ЯЗОК КОЛІННОГО СУГЛОБА.

В наслідок травмування в разі розриву зв'язок здійснюють артроскопічні операції та призначають засоби фізичної реабілітації, які полегшують за недовготривалий час зменшити больовий синдром, поширити амплітуду рухів, поступово нарощувати навантаження на травмований суглоб, повністю або частково відновити спортивну діяльність, адаптуватися до повсякденного життя.

Наразі, не тільки відновлюють функцію суглоба, а й суттєво впливають на відновлення спортсмена. У відкритих літературних джерелах дотично розглянуті питання застосування засобів фізичної реабілітації в комплексі, після артроскопічних операцій з урахуванням післяопераційного періоду [18].

Завдання фізичної терапії на ранньому післяопераційному періоді: стабілізація трофіки та пришвидшення процесів регенерації тканин колінного суглоба, профілактика контрактури суглоба та підтримка загального тону організму.

У перші 8-9 діб виконують активні легкі вправи для верхніх кінцівок, дихальні статичні та динамічні вправи; плечового поясу, тулуба, шиї та здорової нижньої кінцівки;

В першу добу виконується напруження м'яза (1–2 секунди), що чередується з фазою розслаблення (2–3 секунди), кількість повторних виконань 10–20 разів. Обов'язкове повторювання вправ 3–4 рази на протязі доби.

Після операції, починаючи з другої доби рекомендують пасивні й активні вправи для гомілковостопного суглоба та пальців стопи, а з третьої доби – для кульшового суглоба оперованої ноги;

з другої-третьої доби призначаються обережні маніпуляції в колінному суглобі оперованої ноги, ізометричні вправи чотиригодового м'язу стегна.

Через декілька діб фаза напруження зростає до 6–8 секунд, а фаза розслаблення 10–12 секунд.

Гідрокінезотерапія - це засіб фізичної реабілітації, який обумовлює виконання вправ у водному середовищі (штучні басейни чи природні водойми). Фізичні вправи у воді в після операційний період починають через 12-14 днів, а після операції на зв'язках - через 3-4 тижні. Фізичні вправи у воді мають особливе значення при тривалій констатації набрякості колінного суглоба (наявність випоту), обмеження рухів в ньому, больовому синдромі, а також після пластики зв'язкового апарату при виражених функціональних розладах.

На етапі функціональних порушень міогенного характеру після оперативного лікування внутрішніх ушкоджень колінного суглоба, активне ведення хворих із застосуванням фізичних вправ у воді в ранні терміни, дає можливість зменшити ймовірність утворення стійкого обмеження амплітуди рухів в ньому.

У вийхідному положенні стоячи, пацієнт виконує погойдування без навантаження в колінному суглобі хворої ноги, вільне згинання ноги в колінному і тазостегновому суглобах, рух прямою ногою, а також напівприсідання (без навантаження на хвору ногу).

У вихідному положенні сидячи, на підвісному стільці, пацієнт виконує рухи ногами активно, що імітують вправи на велосипеді, почергове і одночасне згинання в колінних суглобах хворої та здорової ніг, а також згинання і випрямлення хворої ноги за допомогою здорової.

Тримаючись руками, спиною до борта басейна, пацієнт виконує плавні рухи плавця ногами, імітуючи стилі «вільний», «брас» та педалювання на велосипеді.

У висі на дошці Євмінова, зануреної в воду, або на що висить над водою трапеції пацієнт (за умови доброї фізичній підготовленості) виконує у чергуванні і одночасно підтягування ніг до живота, зі зміною виносу ніг вперед і назад.

Футболісти мають хорошу спортивну підготовку і досить легко виконують перераховані фізичні вправи [51-55].

ЛДХ (лікувальна дозована ходьба) – це не тільки один з видів прикладної вправи, це окремий засіб, що займає одне з перших місць у градації ФР. Цей засіб має певні переваги, насамперед: природність і значущість у соціальній адаптації, легкість щодо нормуванні часу та контролі рефлексії

Відновлення ходьби за допомогою локомоторного тренування – це найбільш прогресивний метод функціональної реабілітації, що має на меті відновлення загальної локомоції ходіння, а не тільки певних м'язів. В основі тренування інтернейронного апарату спинного мозку, який забезпечує координовану локомоторну активність, що відтворюється спінальним генератором крокування [51-53].

Спеціальні вправи призначаються для тренування м'язів стегна також вправи в ізометричному режимі (підтримуючому), вправи з незначним фізичним навантаженням для силового тренування м'язів, вправи з опором партнера чи без, ходьба без милиць (під наглядом).

В реабілітаційний період бажано включати заняття в басейні [54-55]. Плавання «кролем» і «брасом» у швидкому темпі, а на кінець періоду дозволяється використання ластів. У воді використовуються різноманітні варіанти ходьби та вправи з бігу, можна до кінця періоду. Тривалість заняття – 35–60 хвилин [55].

Завдання ЛФК у відновно-тренувальному періоді: повне відновлення функцій колінного суглоба, адаптація до бігу та фізичних навантажень, максимальне тренування силової витривалості м'язів стегна, відновлення спортивної форми, повернення функціоналу побутових навичок. Призначають ті

ж форми проведення ЛФК, що і в попередньому періоді із збільшенням спектру варіації бігу, рухливих і спортивних ігор, працетерапії.

Зазначимо що, під час ЛФК виконують спеціальні вправи силової витривалості чотириголового м'язу стегна – силові вправи, вправи для відновлення повної амплітуди рухів у колінному суглобі та вправи на спеціальних тренажерах, швидкісно-силові вправи, різного спектру ходьби та бігу, швидкісноімітаційні вправи з різних видів спорту у воді. Рекомендовано плавання різними стилями, бігові вправи, багатоскоки, стрибкові вправи, імітаційні вправи [54].

Механотерапія – вправи в ізометричному режимі на спеціальних апаратах - є методом додаткового локального впливу на опорно-руховий апарат [56-59]. Сучасні механотерапевтичні апарати використовуються для збільшення спектру рухливості в суглобах, тренування певних м'язових груп також полегшення рухів.

Сучасні механотерапевтичні апарати, або тренажери, стали компактнішими та зручнішими і сфокусовані на відновлення загальної фізичної працездатності пацієнта (хворого), вдосконалення функціональних можливостей опорно-руховий апарату людей без травмувань вказаного апарату.

За принципом існують три види апаратів активної дії:

- а) на принципі блоку (використання тяги вантажу);
- б) на принципі маятника (використання інерції);
- в) ізокинетичні апарати (використовується ізокинетичний режим м'язової роботи).

Апарати, принципом блоку, використовуються в двох напрямках:

- а) для полегшення руху;
- б) для надання протидії в момент виконання вправ.

В більшості розвинених країн робота на подібних апаратах називається суспензійний терапією і пулітерапією. Через один або декілька блоків проводиться трос, один кінець якого фіксується вантажем, а інший - відповідний

сегмент кінцівки. Ричяг сили, необхідної для виконання даного руху, змінюється шляхом регулювання маси вантажу, кількістю блоків та їх розташуванням. Пацієнт може займатися на апараті в положеннях: лежачи, сидячи, стоячи. Змінюючи положення пацієнта, можна домогтися варіативного впливу на різні м'язові групи.

Блокові апарати ефективні для збільшення рухливості при контрактурах з м'якою піддатливістю, дозованого зміцнення ослаблених м'язових груп, при рефлекторному больовому синдромі і для профілактики контрактур зростаючихся переломів.

Апарати, за принципом дії важеля (Цандера), ефективні для окремих м'язових груп. Змінюючи довжину важеля можна збільшувати або зменшувати опірність, що ускладнює або злегшує виконання рухів, поновлює силу м'язів і рухливості у суглобах.

Показання до застосування механотерапії [56]:

- контрактури різного походження;
- артрози;
- артрити;
- тугорухливість суглобів після травм;
- тривалої іммобілізації.

Протипоказання механотерапії:

- при рефлекторних контрактурах;
- різкому ослабленні сили м'язів;
- прогресуючих набряках;
- недостатній консолідації кісткової мозолі при переломах;
- наявності синергій, больового синдрому і підвищеної рефлекторної збудливості м'язів.

Суспензійна терапія спроможна впливати на окремий суглоб або окрему м'язову групу. Кінцівку на підвісках повністю розвантажують, прикріпивши

таким чином, щоб напрямок троса завжди відповідав осі суглоба, в якому відбувається рух. Кожен манжет кріпиться до дистальному відділу, таким чином сегмент розвантажується самостійно. У тому випадку, якщо блок кріпиться на спеціальній решітці (сітка Rocher), фізичні вправи виконуються в умовах усунення ваги сегментів тіла, умовно створюється стан, близький до невагомості.

Рух проводиться тільки в горизонтальній площині з обов'язковою фіксацією проксимального сегмента для виключення компенсаторних рухів [57]. Методом протилежним по цільовій настанові, виконуваної на тій же сітці Rocher, є блокова терапія. Блок призначений для зміни напрямку дії сили, створюючи опір окремим м'язовим групам за рахунок дозованої ваги.

Положення суспензії дистального сегмента усуває дію м'язів-антагоністів, а міцна фіксація проксимального відділу - компенсаторні руху інших сегментів і м'язових груп [60, 61]. Обтяжливі манжети завжди фіксуються за дистальну частину сегменту, до суглоба. Трос з вантажем перекидається через один або декілька блоків. Слід обирати таке вихідне положення, коли трос прикріплений перпендикулярно поздовжньої осі тренуючої кінцівки. Вантаж має бути виведений через систему додаткових блоків за межі опори, на якій знаходиться пацієнт.

Апарати маятникового типу призначаються на більш пізніх етапах відновлення рухливості суглобів (контрактури більш ніж тримісячної давності), за рахунок сили інерції, що виникає при рухах маятника в момент активного руху, що здійснюється самим хворим [56].

Дозування навантаження досягається зміною кута, під яким встановлена штанга апарату, тривалістю і темпом виконання вправ, корегуванням величини і місця кріплення вантажу.

До комплекту промислових маятникових апаратів входять стійки і пристрої для всіх суглобів нижніх, верхніх кінцівок з набором вантажів від 0,5 до 5,0 кг. Під час роботи на апараті треба фіксувати проксимальний сегмент кінцівки та

стежити, щоб вісь сегмента збігалася з горизонтальною віссю маятника. Проміжок часу роботи на апараті поступово збільшується від 5 до 20 хвилин. Перед процедурою механотерапії, обов'язкова розминка у вигляді лікувальної гімнастики [56, 57].

Для більш релевантного зміцнення м'язів розроблені і випускаються за кордоном ізокінетичні апарати. Апарат, або електромеханічний пристрій, який задає постійну необхідну швидкість руху і за необхідності перемінний опір в залежності від зростаючої сили.

Отже, чим більш сила дії до важеля, тим більш опір на кінцівку, яка рухається із заданою швидкістю. Ізокінетичні апарати застосовуються лише для підвищення силових якостей та можливості великих м'язових груп до навантажень при збереженої рухливості в суглобах. Ізокінетичні тренажери мають позитивний ефект переважно в прискоренні процесу фізичної реабілітації спортсменів з вираженою патологією опорно-рухового апарату [62, 63].

Апарат виконує рухі на опорно-рухового апарату (згинання - розгинання) з амплітудою від 10 до 135°, зі швидкістю 30-210 рухів в хвилину, мінімально обмежує переднє зміщення стегнової кістки і задає мінімум навантаження на відповідний суглоб. Нескладність складання і функціонал, включаючи індивідуальну установку параметрів під будь-якого хворого, універсальність керування, дають змогу використовувати цей пристрій без стороннього втручання [64]

В основу принципіальної роботи Артромота покладено метод СРМ (continuous passive motion) -терапії [65, 66]. Вказаний терапевтичний метод має на меті виконання хворим суглобом пасивних рухів, що досягається завдяки спеціальній конструкції. На самперед, завдяки Артромоту заняття на тренажері безболісні, завдяки відсутності активних скорочень навколосуглобових м'язів. Для використання тренажера досить помістити хвору ногу в спеціальне місце (поглиблення), встановити на пульті відповідний режим сеансу по тривалості.

Результатом сеансу механотерапії, де колінний суглоб здійснює ритмічні пасивні рухи, є процес відновлення його рухливості, поліпшення кровообігу зменшення набряку та усунення болю [56].

Основна суттєва перевага використання терапевтичного методу СРМ перед активною лікувальною фізкультурою - це мінімальна кількість протипоказань. Травмована чи пошкоджена зона при застосуванні СРМ-терапії, відчуває набагато менші навантаження, при ніж при ЛФК. Так кожен сеанс на апараті супроводжується менш вираженою хворобливою симптоматикою (відчуттям), ніж заняття ЛФК. Навантаження на м'язову систему у пацієнтів, що займаються на Артромоті, набагато менші. Зменшення періоду реабілітації в процесі використання методу СРМ має ефект не тільки поліпшити фізіологічний, а й ментальний стан хворого, що в свою чергу позначиться на його психо-емоційному відчутті і сприятиме повному відновленню [65, 66].

Окрему групу механотерапевтичних апаратів складають тренажери (гребний тренажер, велотренажер, тредміл, роллер і ін.).

У ортопедичній та травматологічній практиці вони мають застосунок насамперед для загальнозміцнючого впливу на організм, компенсуючи нестачу рухової активності в умовах стаціонару.

При пошкодженнях колінного суглоба – велотренажер, один із найпоширеніших тренажерів. Він зміцнює м'язи сідниць, ніг, преса, сприяє роботі серцево-судинної і дихальної систем, а також довантажує м'язи спини і рук і додає навантаження на голеностоп і колінний суглоб. Тренажер зміцнює серцево-судинну систему, сприяє розвитку та відновленню рівня фізичних якостей, таких як витривалість. На панелі комп'ютері можна стежити за дистанцією, швидкістю і пульсом [67].

Серед велотренажерів можна виділити дві основні групи - механічні і магнітні.

Залежно від способу регулювання навантаження механічні діляться на:

- ремінні (навантаження залежить від натягу ремня і його тертя об колесо-36 маховик);

- колодкові (їх дія заснована на опорі гальмівних колодок, що притискаються до маховика). Кожна з систем має свої переваги:

- ремінні велотренажери коштують дешевше і більш компактні;

- колодкові володіють великою інерційністю і прекрасно імітують їзду на гоночному велосипеді; магнітні - безшумні і мають більш рівномірний хід [67].

Найпростіші - велосипеди з ремінним навантаженням. Вони мають мінімальний набір функцій, достатніх для повноцінного тренування: вбудований комп'ютер, датчики вимірювання пульсу і т.д. У моделей з магнітною системою навантаження варіюється за допомогою регулювання відстані між постійними магнітами і маховиком.

Велотренажери більш сучаснішого типу мають запрограмовані функції щодо сеансів тренувань. Програми, розроблені провідними фахівцями в галузі спорту, що пропонують програми тренувань, розраховані на будь-який спектр фізичної реабілітації і не тільки.

В одному тренажері може бути до 30 таких програм. Підібрати підходящу модель велотренажера, слід звернутися до фахівців, або звернути увагу на параметри і характеристики, які доступні в джерелах інтернет ресурсів.

Магнітна система гальмування має постійний магніт, що механічно наближається до маховика. Керована електродвигуном, вона дає можливість застосовувати програми з режимами постійного пульсу і постійного зусилля, а також забезпечує безшумність і довговічність роботи велотренажера.

Електромагнітна система гальмування, вимагає обов'язкового підключення до мережі, тому як не має механічних елементів в системі управління. [67].

Система приводу від маховика до педалей має три варіанти, ланцюгової, пасової та комбінованої з проміжним валом. Це найважливіша ланка

велотренажера. Датчики пульсу застосовуються у всіх тренажерах, маючи модифікації в різних моделях [28].

- Перший тип датчиків – доволі простий і найрозповсюджений: на мочку вуха надівається кліпса, в одній половині якої знаходиться приймач-фотодіод, в іншій випромінювач - світлодіод, Пульсація крові змінює світлопроникність тканин мочки вуха, що і реєструє вимірник, відповідно на дисплеї через певні інтервали часу показання оновлюються.

- Другий тип - це бездротові датчики які передають сигнал на дисплей комп'ютера, що прикріплюються на зручне місце на корпусі людини.

- Третій тип датчиків, в кому датчики безпеседньо вбудовані в ручки велотренажера, що знімають показання з долонь людини, є найзручнішим для використання.

Професійні велотренажери оснащуються вбудованими програмами навантаження (3D проєкціями) і функцією автоматичного, в залежності від частоти пульсу (HRC-програми), обмеження навантаження. Можливий моніторинг навантаження в процесі тренування (IFCOM), при з'єднанні з зовнішнім комп'ютером.

Особливий клас велотренажерів - велоергометри. Відмінність від звичайних велотренажерів полягає в тому, що навантаження на них має чітко визначені значення. Це дозволяє точно програмувати навантаження залежно від рівня підготовленості користувача й цілей занять. Тому велоергометри дуже широко застосовуються в терапевтичних і реабілітаційних цілях.

Велоергометри призначені для конкретно визначених цільових тренувань, мають контроль навантаження і точні свідчення вимірюваних величин. У відповідності з європейським стандартом DIN EN 957-1 / 5, ергометри повинні мати свідчення навантаження у одиницях- (Ват).

Велоергометри мають магнітну систему навантаження, комп'ютер, часто з вбудованими програмами, з високою точністю контролює опір тренажера в

пордовж усього часу тренування, згідно з визначеним профілем (наприклад «тест ВООЗ», «кардіопрограмм», та інше), або необхідному рівню пульсу («пульс-програма»).

Велоергометри в основі, вимагають підключення до електромережі, а також моделі, що дозволяють підключитися до персонального комп'ютера. [68].
асаж.

Виконуючи масаж суглобів важливо пам'ятати де місця кріплення м'язів з сухожиллями і братити це до уваги [69, 70]. Масаж допомагає відновити нормальну діяльність суглоба, зменшити відчуття болю в пошкодженій ділянці, поліпшити крово і лімфо обіг. Починати масаж при розтягуванні зв'язок рекомендується майже через дві доби після отримання травми.

Перед процедурою масажу треба робити прогрівання. Масаж потрібно робити не завдаючи пацієнтові болю, тому що може призвести до погіршення стану хворого. Масаж пошкодженої області починають з ділянок розташованих вище. При розтягуванні колінного суглоба бажано масажувати все стегно. [69]

При розтягуванні зв'язок суглобів до основного (масажу травмованої ділянки), потрібно спочатку проводити (1-2 рази на день по 5-10 хвилин) підготовчий масаж.

Коли спостерігається пошкодження зв'язок, відбувається накопичення в суглобової сумці випоту, який потім деформує її передню стінку і зміщує надколінок вгору, тому час проведення масажу необхідно поступово збільшити до 15-20 хвилин.

Масування починається з передньої частини поверхні стегна. Спочатку підготовчий масаж дві-трихвилинний, (щадящий) - погладжування, розминання, потім, концентричний - поглаживанню колінного суглоба; (для створення комфортного, фізіологічного положення краще підкласти під суглоб подушку-валік).

Після цього рекомендовано провести розтирання тривалістю 2-3 хвилини (прямолінійне і колове та витягуюче) підставою долоні, подушечками чотирьох пальців. Особливу увагу приділяють бічним ділянкам суглобу. Пацієнту треба зігнути ногу в коліні, після чого процес масажу продовжити розтиранням бічних ділянок подушечками великих пальців. Розтирання проводять (прямолінійне і колове та витягуюче) в різні боки. З процесі інтенсивність масажу повинна зростати. При потребі, провести масування задньої поверхні колінного суглоба, положення хворого - лежачи на животі і зігнути ногу в коліні під кутом 45-75 градусів.

Масаж хворого суглобу аналогічно, як і на здоровому, важливо контролювати рівень больових відчуттів пацієнта. Масаж колінного суглоба завершують чергуючи пасивні та активні рухи з рухами з опором (чергуються з щадними розтираннями) [69].

Масаж колінного суглоба починають робити долонною поверхнею великих пальців обох рук спочатку на передній кінцівки колінного суглоба, з погладжувань, для чого великі пальці встановлюють на 1,5-2 см нижче колінної чашечки і, обходячи її, продовжують масажні рухи вздовж обох країв сухожилля чотириголового м'язи до середини стегна. І в тому ж напрямку слід робити спиралевне розтирання. Також масажні прийоми застосовують і на бічній і задній поверхні колінного суглоба.

Проникнення в щілину колінного суглоба рекомендовано робити при зігнутому коліні з внутрішньої сторони колінного суглоба. Доступ до колінного суглобу зі сторони передньої поверхні можливий між сухожиллям чотириголового м'яза і зовнішньої бокової зв'язкою, тільки на двох обмежених ділянках, а саме, між сухожиллям тієї ж м'язи і внутрішній боковій зв'язкою. Для масажу задньої поверхні колінного суглоба хворого укладають у положення на живіт, гомілку згинають (трохи в колінному суглобі), для чого під дистальний кінець гомілки підкладають подушку - валик.

У зв'язку з тим, що великі нерви і судини знаходяться в глибині підколінної западини, масажні рухи повинні бути щадними. З масажних прийомів застосовується почергове колове та витягуюче розтирання.

Після процедури масажу стабілізуючий (антогоністичний рух на повну дугу) в колінному суглобі - згинання та розгинання, а також в пателлярний-стегновому суглобі - зрушення колінної чашечки вгору, вниз і в сторони. [14]

Висновки до 2-го розділу.

У другому розділі розглянуто сучасні засоби та методи фізичної реабілітації при пошкодженнях зв'язок колінного суглоба. Наведено їх вплив та принципи використання. Охарактеризовано деякі пристрої механотерапії.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ Й ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Методи дослідження

Всім хворим проводили стандартні клінічні дослідження. Ретельно вивчали скарги. Проводили збір анамнезу хвороби та життя, акцентували увагу на обставини та механізм травми. Проводили загальний клінічний огляд та досліджували артрологічний статус. Звертали увагу на наявність блоку суглоба, набряку, дефігурації, синовіту чи гемоартрозу. Симптом балотування надколінка свідчив за наявність синовіту. Пальпаторно перевіряли набряк навколо суглобових м'яких тканин та локалізацію больового синдрому. Досліджували поставу та ходу пацієнта. Відзначали накульгування, пересування за допомогою палиці чи милиць, здатність підійматися чи опускатися сходами, можливість виконувати глибоке присідання.

Емпіричні методи дослідження

У клінічній практиці важливим є не тільки ретельне обстеження пацієнта із застосуванням об'єктивних методів інструментального обстеження, але суб'єктивна оцінка свого стану самим пацієнтом, а так само вплив хвороби на якість життя і професійну діяльність. У зв'язку з цим широкого поширення отримало застосування різних шкал і опитувальників, наприклад, шкали WOMAC, ICRS, Goldberg, SF-36, що дозволяють оцінити вплив патології на стан пацієнта [71-74]. Больовий синдром оцінювали не тільки за локалізацією, а й за інтенсивністю протягом всього періоду фізичної реабілітації.

Опитувальник IKDC - 2000 був розроблений для виявлення і оцінки зниження функції колінного суглоба і пов'язаних з ним обмежень спортивної активності. Даний опитувальник складається з 10 питань для оцінки скарг, функції колінного суглоба і рівня спортивної активності пацієнта. Підсумковий

бал може бути розрахований в разі заповнення пацієнтом більше 90% відповідей на питання. Підрахунок здійснюється шляхом підсумовування балів кожного з питань з подальшим переведенням в шкалу від 0 до 100 балів.

Шкала підрахунку Tegner-Lysholm дає можливість оцінити функціональний стан оперованого колінного суглоба за бальною системою. Вона заповнюється пацієнтом за участю лікаря. Після загального підрахунку балів результат класифікується як «незадовільний», «задовільний», «хороший», або «відмінний». Даний показник дозволяє безпосередньо оцінити не тільки ступінь відновлення функціональної активності оперованого колінного суглоба, але і ефективність виконаного оперативного втручання, так як функціональна активність КС визначається тим, наскільки повно вдається відновити біомеханіку суглоба оперативним шляхом, а нормальна біомеханіка колінного суглоба безпосередньо визначається оперативним втручанням. Згідно шкали Tegner-Lysholm враховували 8 критеріїв, де при значенні менш ніж 65 балів результат оцінювали як незадовільний, значення в межах 65 – 83 бали вказували на задовільний результат, добрим вважали результат 84 – 90 балів та відмінним більш ніж 90. Шкала Tegner-Lysholm була завантажена електронними носіями на відповідні гаджети пацієнтів, і в процесі фізичної реабілітації постраждалих самостійно у зазначені терміни відповідно програмі фізичної реабілітації проходили тестування, а дані надсилали координатору. Такий підхід об'єктивізує аналіз результатів і цілком виключає суб'єктивний вплив реабілітолога на результати фізичної реабілітації та дає змогу дистанційно попередньо оцінити якість розробленої програми фізичної реабілітації у постраждалих з ушкодженням передньої хрестоподібної зв'язки [75].

У спортивній медицині одним з найбільш застосованих опитувальників є шкала KOOS (Knee injury and osteoarthritis outcome score), яку розробив E. Roos для оцінки функції колінного суглоба у повсякденному та активному спортивному житті. Шкала KOOS поєднує в собі риси шкал WOMAC, SF-36 і

дозволяє оцінити ступінь больового синдрому, порушення функції ураженого суглоба та вплив захворювання на якість життя пацієнта. Відмінною особливістю шкали KOOS є можливість самооцінки впливу захворювання на спортивну діяльність, що дозволяє застосовувати її у практиці спортивної медицини.

KOOS (Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score) – опитувальник щодо самостійної оцінки пацієнтом стану колінних суглобів і проблем, асоційованих з ними. KOOS складається з 5 підшкал [76]:

- біль (KOOS 1);
- симптоми та скутість (KOOS 2);
- функція, повсякденне життя (KOOS 3);
- функція, спорт та активний відпочинок (KOOS 4);
- якість життя (KOOS 5).

Антропометрія. Дослідження антропометричних показників є доступним, одночасно інформативним методом, та дозволяє об'єктивно оцінити фізичний стан пацієнта. При вивченні морфологічного стану нижньої кінцівки на етапах медико-фізичної реабілітації проводили лінійні заміри за методикою Мартиросова (1982). Механічна травма, хірургічна агресія та післяопераційна іммобілізація призводять до гіпотрофічних процесів у м'язах нижньої кінцівки. Для оцінки ступеня агресивності та швидкості відновлення м'язової форми та маси проводили стандартні заміри окружності стегна на 12 см вище надколінка та окружність гомілки в найширшому її місці. Усі вимірювання проводили в сантиметрах одноразово 3 спроби - середній показник.

Обхвати тіла людини вимірюються сантиметровою стрічкою, площа якої розташовується паралельно площині тіла, а її нульовий розподіл знаходиться попереду випробуваного. Вимірювався обхват голови, шиї, плеча, передпліччя, грудей, талії, таза (через сідниці), стегна, гомілки.

Вимірювання окружності стегна. Під час вимірювання периметрів нижньої кінцівки обстежуваний повинен стояти, рівномірно спираючись на обидві ноги,

які розставлені на ширину плечей. Максимальна окружність стегна визначається на місці найбільшої повноти під сідничної складкою, в медіальному напрямку. Сантиметрова стрічка накладається чітко горизонтально з мінімальним натягом. Мінімальна окружність стегна визначається в нижній третині його на 10 см вище колінного суглоба. Сантиметрова стрічка накладається в найтоншій частині стегна горизонтально. В деяких випадках при обстеженнях спортсменів доцільно знати не загальні охоплювальні розміри кінцівки, а окремо групи м'язів антогоністів, з цією метою слід визначати напівпериметр.

Вимірювання окружності гомілки. Визначається максимальна і мінімальна окружності гомілки. Чіткого та певного рівня виміру на гомілці немає, тому що форми гомілки надзвичайно різноманітні. Максимальна окружність гомілки визначається там, де вона знаходиться, мінімальна окружність гомілки визначається на 5-6 см вище нижньогомілкової точки. Слід визначати також розміри передньої і задньої груп м'язів. Для визначення проводять вертикальну лінію від головки малоюгомілкової кістки до нижнього виступу зовнішньої кісточки. Вимірювання проводять на верхній третині гомілки, накладаючи сантиметрову стрічку горизонтально між вказаною вертикальною лінією та переднім гребенем великогомілкової кістки. [137]. Характеристика задньої групи м'язів виходить виміром від вертикалі вздовж задньої поверхні до внутрішнього краю великогомілкової кістки.

В зазначені терміни були проведені гоніометричні дослідження (з метою визначення результатів фізичної реабілітації). Під час дослідження обсягу рухів в колінному суглобі, був використаний браншовий гоніометр за методикою Л. Зембатового (1994). Методика дослідження є стандартною. Обсяг рухів досліджували в сагітальній площині. Вихідне положення пацієнта - лежачи на спині. Стабілізація таза здійснювалася за допомогою рук реабілітолога. Вісь гоніометра прикладали відповідно поперечній осі суглоба на проекцію суглобової щілини (нижній полюс надколінка). Рухоме плече було спрямоване на

зовнішню кісточку (дистальний відділ малогомілкової кістки), нерухоме - поздовжньо стегнової кістки спрямоване до великого вертлюга. Плечі кутометра знаходились приблизно в 8-10 см над рівнем кушетки. Точність вимірювання складала 2°. Допустимі нормальні показники обсягу рухів у колінному суглобі складають розгинання/згинання 00-140°. При проведенні вимірювання положення тіла та стегна є незмінними.

За візуальноаналоговою шкалою ВАШ (Visual analog pain scale (VAS), Huskisson), проводили суб'єктивну оцінку больового синдрому, яка є загальним інструментом оцінки ступеня больового синдрому при багатьох патологічних станах. Це горизонтальна лінія з позначками від 1 до 10 см, початок відповідає відсутності больових відчуттів, а закінчення – максимальному нестерпному болю [77]. Для відповіді пацієнту пропонується відмітити точку на шкалі (про ступінь своїх больових відчуттів) (рис.3.1.)

Яке больове відчуття відчуваєте зараз?

нема болю	максимальний нестерпний біль									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Рис.3.1. Шкала ВАШ

Динамометрія проводилася за допомогою станового динамометра В.М. Абалакова. Під час вимірювання кронштейн з ланцюгом динамометра кріпили до гімнастичної стінки. Під час виміру обстежувального тіла фіксувалось за допомогою ременів до стійки стоячи спиною до стінки, що дозволяло здійснити вимірювання сили окремої групи м'язів.

Пацієнт, що обстежувався, виконував згинання в колінному суглобі оперованої кінцівки до кута 90 градусів, лямка динамометра кріпилась в середній третині гомілки. Це дозволяє вимірювати силу чотириголового м'яза стегна. В

процесі вимірюванні сили м'язів задньої групи обстежуваний пацієнт стояв лицем до гімнастичної стінки виконуючи розгинання.

Абсолютні показники сили м'язів недостатньо інформативні, оскільки футболісти відрізняються один від одного формою тіла, зростом, конституцією, вагою. Сила м'язів є характеристика індивідуальна, тому є суб'єктивна і коректно порівнювати показники м'язової сили лише в процесі фізичної реабілітації до оперативного лікування та післяопераційний період.

Тому, аналіз таких досліджень можливий тільки у порівнянні показників відносно вихідних у динаміці для кожного конкретного випадку.

Для об'єктивізації данного методу доцільним буде використання відносних показників м'язової сили, які обчислюються у відсотках на одиницю маси тіла.

Для цього показник «абсолютної» сили вказаної групи м'язів ділять на масу тіла і множать на 100.

Де, наприклад, F/a – абсолютна сила групи м'язів (кг), P – маса тіла (кг), F/v - відносна сила групи м'язів (%).

Електроміографія як метод, що визначає електричну активність периферичного апарату нервово-м'язової системи та симетричність залучення нервово-м'язового апарату до динамічного процесу рівноваги, дозволяє оцінити біомеханіку КС, і, тим самим, контролювати ефективність лікування. Електрофізіологічні методи були використані для дослідження електроміографічних та міотонетричних епоказників. [61, 123]

Методика обґрунтована моніторингом сумарної біоелектричної активності м'язів за допомогою нашкірних (поверхневих) електродів. Нашкірні електроди являють собою металеві диски чи пластини площею до 1 см, вмонтовані у фіксуєчу колодку для забезпечення постійної відстані між ними до 20 мм. Якщо застосовуються електроди по типу вільних пластин, потрібно витримувати міжелектродну відстань, що рекомендована. Шкіра обстежуваного обробляється спиртом та зволожується ізотонічним розчином хлориду натрія. За тривалого

дослідження доцільно використовувати електродні гелі чи пасти. Референтний електрод розташовується над сухожилком чи кістковим виступом, а активний над черевцем м'язу (в проекції рухомої точки).

Дослідження поверхневої ЕМГ починають з оцінки спонтанної активності м'язів у спокої, потім аналізують активність довільних рухів (при тоничній нарузі і максимальному скороченні м'язів), іноді проби на синергію. Є чотири типи ЕМГ, що відображають активність РО. В нормі частота інтерференційної кривої близько 50 Гц, амплітуда 1-2 мВ. Зниження показників говорить про дегенеративно-дистрофічні зміни частини м'язових волокон у РО і спостерігається при ранішніх процесах у м'язах.

Поверхневу ЕМГ проводили відповідно до етапів реабілітаційного процесу в визначені терміни до і після оперативного втручання. Біоелектричну активність обстежували на трьох м'язах задньої групи нижньої кінцівки: двоголового м'язу – *m. biceps femoris*, напівсухожильного м'язу – *m. semitendinosus*, перетинчастого м'язу – *m. semimembranosus* а також м'язів передньої групи - чотирьохголова м'язу стегна – *quadriceps femoris* при їх довільному максимальному скороченні на апараті «Нейро – МВП». За норму приймали показники інтактної кінцівки. Показники зафіксувалися в абсолютному значенні та у відсотках до норми.

Міотонометрія дозволяє оцінити м'язовий тонус чотириголового м'язу стегна, яка є важливим показником, що відображає динаміку функціонального відновлення [33].

Тривале зменшення фізичної активності, контрактура у колінному суглобі та больовий синдром призводять до порушення сталого тонусу чотириголового м'язу стегна травмованих футболістів.

Використання методу міотонометрії для визначення функціональних можливостей м'язів ушкодженої кінцівки є важливим етапом оцінки критеріїв повернення до тренувальних занять.

Гіпотрофія м'язів стегна, є однією з найважливіших ознак зниження рухової функції травмованої нижньої кінцівки.

Кожна зміна в мобільності кінцівки, сигнал м'язам, реагувати зміною тону, тобто при артроскопії колінного суглоба першим виникає гіпотонія, а потім розвивається гіпотрофія м'язів. У футболістів з ушкодженнями нижніх кінцівок за досить короткий термін настає гіпотрофія чотириголового м'яза стегна. Це пояснюється великими функціональними навантаженнями, і тому в умовах тривалого зниження рухової активності настає гіпотрофія [98].

У нашому дослідженні визначення стану м'язового тону у спортсменів після артроскопії колінного суглоба проводилося шляхом вимірювання пружно-в'язких властивостей чотириголового, двоголового, напівсухожилкового, напівперетинчастого м'язів. При реєстрації показників, що характеризують тону, нами застосовувався міотонометр Сірмаї, прилад важель-механічної дискретної (переривчастої) дії.

В основі його дії заснований на глибині занурення металевого штока у м'язову тканину: чим м'якше тканина, тим більше глибина занурення, що знаходить відображення на шкалі приладу. Глибину вдавнення штока у тканини визначають в умовних одиницях за шкалою індикатора. Ціна поділки 2 ум.од., похибка становить ± 3 ум.од.

Під час вимірювання пацієнти перебували у в.п.: лежачи на спині, гомілка помірно розігнута. Виконується утримання розігнутого положення гомілки, чинячи опір тиску, який здійснюється реабілітологом.

Методика заміру полягала в наступному: насадка основного штока локалізувалась на попередньо відміченому місці відповідно черевцю м'яза, що підлягає дослідженню м'язів задньої групи:

- напівсухожилкового м'яза – m. Semitendinosus;
- двоголового м'яза – m. biceps femoris;
- перетинчастого м'яза – m. Semimembranosus;

Та м'язів передньої групи:

- чотирьохголова м'яз стегна – quadriceps femoris.

Обстежувані знаходили в положенні лежачи на животі чи на спині залежно від досліджуваного м'яз.

Першим визначається міцність м'яза при максимальному розслабленні, другим визначається міцність при максимальному напруженні м'язів, а показник обчислюється за формулою: П – контракція, МН – міцність в стані ізотонічної напруги, МС – міцність в стані спокою, обраховується коефіцієнт скорочувальної здатності $P = MN - MS$

Нами були розраховані і стандартні коефіцієнти, що відображають скорочувальні властивості м'язів стегна, як важливого показника стану нервово-м'язової системи де МР – міцність в стані максимального розслаблення, ДР – коефіцієнт додаткового розслаблення і обраховується за формулою: $DR = MR / MS$.

Даний метод дав можливість простежити і провести порівняльний аналіз рухових можливостей травмованої нижньої кінцівки у футболістів з ознаками м'язової патології і без неї протягом курсу фізичної реабілітації.

3.2. Організація та дизайн дослідження

Дослідження проводили протягом 2022- 2023 років на базі МЖФК «НІКО» м. Миколаїв, а також МЦ «Артромед» (м. Одеса).

У дослідження прийняли участь 60 пацієнтів, віком від 19 до 27 років.

Дизайн дослідження – когортне, проспективне

Критерії включення пацієнтів в дослідження: активні заняття футболом, наявність ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки, індекс маси тіла до 30 кг/м²

Критерії виключення: ушкодження інших структур колінного суглоба, індекс маси тіла ≥ 30 кг/м²

Дослідження проводили в три етапи.

На першому етапі дослідження (вересень 2022 – листопад 2022 р.р.) проведено аналіз сучасних літературних джерел, що було спрямовано на остаточне формування наукової гіпотези та підтвердження актуальності проблеми.

Опановані засоби та методи фізичної реабілітації, проведено критичний аналіз вже існуючих програм фізичної реабілітації в цієї категорії постраждалих, вивчалися обставини та механізм травми.

На другому етапі (листопад 2022 – листопад 2023 р.р.) розроблено дизайн дослідження, проведено наукове обґрунтування доцільності авторської програми фізичної реабілітації.

Проведено основні дослідження і отримані матеріали, що дозволяють об'єктивно оцінити функціональні можливості на до та післяопераційному етапах, первинну обробку отриманих даних.

Методом випадкового відбору пацієнти були розподілені на дві групи. *Контрольну групу (КГ)* порівняння складала 40 пацієнтів, яким виконували атроскопічні втручання з приводу ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки, середній вік - $22,13 \pm 0,21$ років, яким проводили традиційні реабілітаційні втручання, до *основної групи (ОГ)* було віднесено 20 пацієнтів, середнього віку $23,08 \pm 0,26$ років.

Групи були співставні за віковим та гендерним складом (рис. 3.2), у структурі травмованих переважали чоловіки, із гендерним індексом 3/2 у контрольній групі та 11/9 в основній ($p > 0,05$).

Такі дані засвідчують тотожність груп і цілком ймовірну можливість порівняння показників реабілітаційного процесу. Пацієнти в КГ після оперативного втручання проходили відновне лікування за традиційною програмою фізичної реабілітації. Пацієнти в ОГ проходили курс відновного

лікування за програмою фізичної реабілітації, яка була розроблена. Обстеження проводили під контролем лікаря-травматолога.



Рис. 3.2 Гендерний склад груп порівняння

Третій етап (грудень 2023 – березень 2024 р.р.) Вивчено динаміку всіх досліджуваних параметрів та визначено ефективність розробленої програми фізичної реабілітації.

Дизайн дослідження:

1. При зверненні пацієнта у травматологічне відділення проводився стандартний діагностичний алгоритм, що передбачав клінічне, морфофункціональне та емпіричне обстеження, визначався день оперативного втручання.

2. Після обстеження залежно від групи (КГ або ОГ) призначали курс фізичної реабілітації за стандартною або розробленою програмою.

3. Повторні обстеження осіб КГ і ОГ проводили після кожного періоду реабілітації (табл. 3.1).

4. Наприкінці професійного періоду було проведено аналогічне з первинним обстеження пацієнтів обох груп. Проведено констатувальний експеримент на основі визначення ефективності програм фізичної реабілітації.

Таблиця 3.1

Діагностичний алгоритм дослідження

Методи дослідження	Періоди фізичної реабілітації					
	До операційний	Ранній післяопераційн	Пізній післяопераційн	Функціональни	Відновний	Професійний
	1-2 тиждень	2-4 тиждень	5-21 тиждень	21-25 тиждень	25-39 тиждень	40-46 тиждень
Оцінка болю за VAS	+	+	+	+	+	+
Шкала IKDC 2000	+					+
Шкала TegnerLysholm	+	+	+	+	+	+
Шкала KOOS			+			+
Антропометрія	+	+	+	+	+	+
Гоніометрія	+	+	+	+	+	+
Динамометрія	+	+	+	+	+	+
Міотонометрія	+	+	+	+	+	+

За методикою Tegner-Lisholm [14], в клінічних групах, була дана оцінка клініко-функціонального лікування пацієнтів з ушкодженням передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба.

Оцінка в балах функції колінного суглоба згідно шкали Tegner-Lisholm становила $42,8 \pm 1.66$ балів, що засвідчує про необхідність реабілітації (фізичної), з подальшим лікуванням із супроводом лікаря-хірурга (Рис.3.3).



Рис. 3.3 Аналіз за шкалою Tegner-Lisholm

Оцінка больового синдрому фіксувалась за 10-сантиметровою візуальною шкалою VAS. Оцінка проведена не тільки за локалізацією, а й за інтенсивністю протягом усього періоду фізичної реабілітації. Увага була на циркадність болю протягом доби, при навантаженні і в спокою (рис.3.4).



Рис. 3.4. Якість життя за VAS

Оцінка больового синдрому в цілому за шкалою VAS становила у пацієнтів $6,6 \pm 0,5$ балів, що вказує на необхідність призначення медичної реабілітації та негайний початок такової.

За показником рухової функції колінного суглоба, згідно шкали IKDC-2000, артрологічний статус пацієнтів склав $45,09 \pm 1,9\%$ при 100% в нормі що

вказало на суттєві ушкодження колінного суглоба та потребують оперативного втручання (корекції) з подальшим процесом реабілітації (рис.3.5).



Рис. 3.5. Аналіз за шкалою IKDC-2000 (n=10)

Дослідження щодо клініко-функціональних показників відповідно до шкали KOOS не використовувалися в цей термін.

Тестування антропометричних даних у пацієнтів виявили відсутність проявів (антропометричних) м'язів нижніх кінцівок, тому що час від моменту травмування мінімальний та й показники достовірно не відрізняються (табл. 3.2).

Суттєва відмінність у показниках обхватних розмірів поснюється больвим синдромом та набряком травмованої кінцівки.

Таблиця 3.2.

Розміри обхвату кінцівок у пацієнтів з ушкодженням передньої хрестоподібної зв'язки, см

Сегмент		жінки	чоловіки
Стегно	непошкоджене	40,19±2,11	43,33±2,33
	ушкоджене	41,39±2,15	44,57±1,67
Гомілка	непошкоджена	30,75±2,14	35,33±1,24
	ушкоджена	32,20±1,80	38,17±1,57

Після травми змінювалися гоніометричні показники. Ступінь зменшення обсягів рухів при цьому не залежала від статі, та визначалася здебільшого тяжкістю травми.

Таблиця 3.3

Гоніометричні показники пацієнтів з ушкодженням передньої хрестоподібної зв'язки нижніх кінцівок (°)

Колінний суглоб		Чоловіки	Жінки
Згинання	неушкоджений	149±2,27	136±3,35
	ушкоджений	96±2,13	100±3,05
Розгинання	неушкоджений	7,1± 0,13	6,90± 0,55
	ушкоджений	2,11± 0,20	2,20± 0,10

Досліджувані результати гоніометричних показників свідчать про ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки, тому що, рухи, які відбуваються в сагітальній площині колінного суглоба обмежені та відрізняються достовірно від норми.

Таблиця 3.4.

Показники динамометрії нижніх кінцівок пацієнтів з ушкодженням передньої хрестоподібної зв'язки

Показники		жінки		чоловіки	
		Сила м'язів Н	Момент сили Н.м	Сила м'язів Н	Момент сили Н.м
Стегно при згинанні	Неушкоджене	18,19±0,51	60,29±2,87	23,12±0,33	68,33±1,75
	Ушкоджене	14,10±2,43	57,49±2,61	13,92±1,14	58,16±1,96
Стегно при розгинанні	Неушкоджене	20,10±1,11	60,15±3,71	24,05±1,22	61,33±2,22
	ушкоджене	13,59±0,71	43,89±2,72	13,44±0,56	44,14±1,88

Продовж. табл. 3.4

Стегно при відведенні	Неушкоджене	10,19±0,16	68,33±0,31	10,33±0,22	69,55±0,44
	Ушкоджене	9,19±0,11	58,78±0,23	8,99±0,16	59,13±0,34
Стегно при приведенні	Неушкоджене	12,15±0,15	77,51±2,91	12,44±0,11	79,11±2,33
	Ушкоджене	8,59±0,14	65,54±2,57	8,71±0,21	66,15±2,13

Аналіз результатів динамометрії пацієнтів ушкодженої передньої хрестоподібної зв'язки свідчить, про достовірне статистичне зниження сили м'язів, при здійсненні рухів у всіх напрямках травмованої кінцівки відносно здорової.

В процесі дослідження поверхневої інтерферентної електроміографії вивчались показники медіальної та прямої голівки чотири голового м'яза стегна пацієнтів, з метою проведення електроміостимуляції в подальшому.

Слід зазначити що, показники неушкодженої кінцівки значно достовірно відрізняються від показників ушкодженої (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5.

Електроміографічні показники у пацієнтів з ушкодженням передньої хрестоподібної зв'язки

Область застосування ЕМГ		Середня амплітуда мкВ
Скорочення медіальної голівки чотириголового м'яза	неушкоджене	1870,19±23,51
	ушкоджене	1334,10±21,43
Скорочення прямої голівки чотириголового м'яза	неушкоджене	1883,89±20,51
	ушкоджене	1327,12±32,45

Продовж. табл. 3.5

Скорочення напівсухожильного м'яза	неушкоджене	1764,19±22,31
	ушкоджене	1248,18±29,43
Скорочення двоголового м'яза	неушкоджене	1858,19±23,57
	ушкоджене	1288,18±29,66
Скорочення півперетинчастого м'яза	ушкоджене	1641,10±2,43
	неушкоджене	1218,19±30,59

Визначаючи функціональний стан м'яза після ушкодження, можна засвідчити, що м'язовий тонус є важливим показником і безперечно має рефлекторну природу.

Коефіцієнт скорочувальної здатності м'яза-«П», характеризує інтегральний м'язовий тонус і свідчить про м'язову контракцію. При цьому в стані розслаблення і в стані тах-спокою коефіцієнт додаткового розслаблення «ДР» характеризує співвідношення міцності м'яза (табл. 3.6).

Таблиця 3.6.

Показники міотометрії м'язів стегна пацієнтів з ушкодженням передньої хрестоподібної зв'язки

Область застосування міотометрії		«П»-умовні одиниці	«ДР»- коефіцієнт
Черевце чотириголового м'яза	неушкоджене	17,0±1,51	0,989±0,01
	ушкоджене	10,1±1,43	0,889±0,01
Черевце напівсухожильного м'яза	неушкоджене	16,1±1,131	0,987±0,02
	ушкоджене	8,9±0,91	0,883±0,02

Продовж. табл. 3.6

Черевце двоголового м'яза	неушкоджене	16,9±2,16	0,986±0,01
	ушкоджене	9,89±1,11	0,896±0,01
Черевце півперетинчастого м'яза	неушкоджене	15,8±1,35	0,988±0,02
	ушкоджене	8,5±1,28	0,888±0,02

Із розрахунка такого показника міотометрії, показники півперетинчастого м'яза трохи нижче за двоголового, на 8-10 міотон. Показники двоголового та чотириголового м'язів достовірно не відрізняються. А напівсухожильний м'яз, фізіологічно за своїми показниками, має відносно посередні показники між двоголовим та півперетинчастим м'язами.

Враховуючи що, показники міотометрії м'язів стегна пацієнтів з ушкодженням передньої хрестоподібної зв'язки відрізняються відносно показників міотометрії м'язів стегна пацієнтів з неушкодженою передньою хрестоподібною зв'язкою, є наявність ушкодження на контрлатеральній кінцівки, ментальні фактори, стрес біль, які відбивають на м'язовому тонусі фізіологічно (табл. 3.7).

Таблиця 3.7.

Показники міотометрії м'язів стегна пацієнтів з неушкодженням передньої хрестоподібної зв'язки (n=10)

Значення показників міотометрії, ум.од.	Чотириго- лового	Двоголо- вого	Напівсухо- жильного	Півпере- тинчастого
«МС»- тонус у спокої	61,3±1,61	64,3±1,31	58,±1,38	53,3±1,31
«МН»-тонус у стані ізотонічного напруження	78,3±1,51	88,5±1,45	75,7±1,51	68,2±1,41

Продовж. табл. 3.7

«МР»- тонус у стані max-розслаблення	60,8±2,31	60,3±1,71	59,33±1,37	56,6±1,39
«П»-коефіцієнт скорочувальної здатності	17,0±1,51	16,9±2,16	16,1±1,131	15,8±1,35
«ДР»- коефіцієнт додаткового розслаблення	0,989±0,01	0,986±0,01	0,987±0,02	0,988±0,02

Зазначимо, що коефіцієнт скорочувальної здатності м'язів передньої та задньої групи неушкодженого стегна є в межах фізіологічної норми (від 15 міотон у нетренованих осіб до 20 ум. од. у спортсменів).

З боку ушкодження амплітуда тонусу всіх м'язів достовірно знижена. Значення що є низькими для данного показника, вказують на ригідність м'язів передньої та задньої групи ушкодженої кінцівки.

Інтегральний показник тонусу чотириголового м'яза становив «П»- 10,1±1,43 ум. од. на боці ушкодження при умовно відносній нормі «П»-17,0±1,51; тонус в стані ізотонічного напруження становив «МН»- 17,0±1,55 ум. од.; тонус у стані ізотонічного напруження у стані ізотонічного напруження становив «МН»- 62,5±2,51 ум. од., що суттєво нижчий в співвідношенні до показника неушкодженої, «МН»- 78,3±1,51 ум. од. Також показник «МС»- 51,1±1,67 нижчий за неушкодженого показника «МС»- 61,3±1,61 ум. од.

Інтегральний показник тонусу двоголового м'яза становив «П»- 9,89±1,11 ум. од. на боці ушкодження при умовно відносній нормі «П»- 15,8±1,35; тонус в стані ізотонічного напруження становив «МН»- 17,0±1,55 ум. од.; тонус у стані ізотонічного напруження у стані ізотонічного напруження становив «МН»- 62,5±2,51 ум. од., що суттєво нижчий в співвідношенні до показника неушкодженої, «МН»- 88,5±1,45 ум. од. Також показник «МС»- 51,1±1,67 нижчий за неушкодженого показника «МС»- 64,3±1,31 ум. од.

Інтегральний показник тонузу півперетинчастого м'яза становив «П»- $8,5 \pm 1,28$ ум. од. на боці ушкодження при умовно відносній нормі «П»- $16,9 \pm 2,16$; тонуз в стані ізотонічного напруження становив «МН»- $17,0 \pm 1,55$ ум. од.; тонуз у стані ізотонічного напруження у стані ізотонічного напруження становив «МН»- $60,4 \pm 1,93$ ум. од., що суттєво нижчий в співвідношенні до показника неушкодженої, «МН»- $68,2 \pm 1,41$ ум. од. Також показник «МС»- $49,2 \pm 1,64$ нижчий за неушкодженого показника «МС»- $53,3 \pm 1,31$ ум. од.

Такі з саме зміни і в показниках напівсухожильного м'яза, тобто кореляція інтегрального показника м'язового тонузу, де «П»- $8,9 \pm 0,91$ ум. од. на боці ушкодження при умовно відносній нормі «П»- $16,1 \pm 1,131$;

Загальний тонуз-підвищений, оскільки в стані відносного спокою, для всіх груп м'язів є збільшений по відношенню до тонузу м'язів у стані ізометричного напруження. Це пояснюється синромом больового відчуття в ушкодженому статистичному стабілізаторі, яким є хрестоподібна зв'язка і як результат - компенсаторна реакція динамічної стабілізації суглоба. І загалом після травми ізометричне напруження параартикулярних м'язів стегна, особливо у спортсменів, в показниках менше за показники фізіологічної норми.

Отож, клініко-функціональні показники вказують на необхідність фізичної реабілітації в дооперейний період.

Висновки розділу 3

Оцінка болю за шкалою VAS, результати функції колінного суглоба за шкалою Шкала Tegner-Lysholm свідчать про необхідність фізичної реабілітації найближчим терміном та в перспективі, можливе оперативне лікування. Якість життя після травмування становила трохи більше 5 балів.

Антропометричне тестування вказало на відсутність атрофічних проявів м'язів нижніх кінцівок, показники достовірно не різняться. В силу того що час після травми невеликий, та середній вік ОГ та КГ становив приблизно- $22,73 \pm 0,21$ років.

Артрологічний статус рухової функції колінного суглоба за показником, відповідно шкали IKDC 2000 становить -100% в нормі, у наших пацієнтів складав $50.11 \pm 1.7\%$, що вказує на значні порушення колінного суглоба і потребу оперативного лікування з наступною фізичною реабілітацією.

По результатам міотометрії, загальний тонус м'язів ушкодженого стегна підвищений; тому що, в стані спокою тонус м'язів, для всіх груп м'язів достовірно збільшений відносно тону м'язів у стані ізотонічного напруження. Це пояснюється синдромом больового відчуття в ушкодженому 33чному стабілізаторі, яким є хрестоподібна зв'язка і як результат -компенсаторна реакція динамічної стабілізації суглоба. І загалом після травми ізометричне напруження параартикулярних м'язів стегна, особливо у спортсменів, в показниках менше за показники фізіологічної норми.

РОЗДІЛ 4.

ПРОГРАМА ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПРИ ПОШКОДЖЕННЯХ ЗВ'ЯЗОК КОЛІННОГО СУГЛОБА У ФУТБОЛІСТІВ.

4.1. Алгоритм побудови програми фізичної реабілітації при пошкодженнях зв'язок (хрестоподібної зв'язки) колінного суглоба.

У цьому розділі проведено аналіз алгоритму побудови програми фізичної реабілітації при пошкодженнях зв'язок колінного суглоба, розроблено проєкт реабілітаційної програми та блок-схеми реабілітаційних заходів реабілітації при пошкодженнях зв'язок колінного суглоба.

З першої до сьомої доби призначаються дихальні статичні та динамічні вправи; активні загально-розвивальні вправи для верхніх кінцівок, плечового поясу, тулуба, шиї та здорової нижньої кінцівки; з другої доби після операції рекомендують активні й пасивні вправи для гомілковостопного суглоба та пальців стопи.

В другу-третю добу додаються – для кульшового суглоба оперованої ноги; також призначаються ізометричні вправи для чотириголового м'язу стегна, контрольовані згинання та розгинання в колінному суглобі оперованої ноги.

З першої доби - короткотермінове напруження м'язу до 2 сек., в чергуванні з розслабленням до 5 сек., кількість повторень до 15 разів; з урахуванням патології. За добу пацієнт самостійно робить вправи 3–4 рази. Через декілька днів тривалість періоду напруження нарощується до 10 с, а пауза спокою до 15 сек., кількість контрольованих повторень – до стомлення; ходьба не спираючись на оперовану ногу, за допомогою милиць або трості- з 3 доби після мініінвазивної хірургічної маніпуляції. Час занять лікувальною гімнастикою в ранньому післяопераційному періоді складає до 30 хвилин, в.п. – сидячи в ліжку, лежачи на спині, на здоровому боці [17].

До завдань лікувальної гімнастики в пізньому післяопераційному періоді входить: загальна зміцнювальна дія, ліквідація контрактури колінного суглоба, зменшення або повне усунення м'язової атрофії стегна, відновлення нормальної ходи.

ЛФК повинні включати заняття: ранкової гігієнічної гімнастики, лікувальною гімнастикою, дозованої ходьби, самостійних занять, механотерапії, гідрокінезотерапії. До засобів лікувальної фізичної культури в данному періоді призначаються 75 % спеціальних вправ для повної ліквідації контрактури колінного суглоба й атрофії м'язів стегна і до 25% дихальних, коригувальних вправ і загальнорозвивальних.

Для тренування м'язів стегна, призначаються спеціальні вправи в ізометричному режимі, силові вправи для тренування м'язів стегна при незначних фізичних навантаженнях, вправи на спеціальних тренажерах, вправи з опором і всі види ходьби без милиць, без опори на травмовану ногу. Рекомендовані вправи плавання кролем і брасом, виконуючи в швидкому темпі, а наприкінці періоду можливе використання ластів. Бажано у воді різні варіанти ходьби і при позитивній динаміці до кінця періоду – бігові вправи. Тривалість заняття – до 1 години [6].

Завдання ЛФК у відновно-тренувальному періоді:

-повне поновлення функцій колінного суглоба, адаптація до фізичних навантажень, відновлення тренуваності і силовой витривалості м'язів стегна, відновлення соціально-побутових навичок та трудових умінь;

- стабілізація фізичної спортивної форми. Додаються різні варіації бігу, елементи рухливих і спортивних ігор, працетерапії.

Для відновлення повної амплітуди рухів у колінному суглобі та силовой витривалості чотириголового м'язу стегна, використовують вправи: – різні варіанти ходьби та бігу в середньому та швидкому темпі, силові вправи, швидко-силові вправи, вправи на спеціальних тренажерах, імітаційні вправи з

різних видів спорту у воді, плавання в швидкому темпі, з навантаженням, з ластами.

Після артроскопічної операції, в фізичній реабілітації, значне місце займає масаж, задачею якого є попередження гіпотрофії м'язів та тугоухомості в суглобі, поліпшення трофічних і регенераційних процесів в тканинах суглоба, відновлення функцій колінного суглоба в повному обсязі.

У ранньому післяопераційному періоді проводиться масаж здорової симетричної нижньої кінцівки з використанням усіх прийомів масажу, сегментарно-рефлекторний масаж паравертебральних зон – спинномозкових сегментів S5– S1 і L5–L1, через декілька діб додають дренажний масаж, виключаючи масаж колінного суглоба оперованої ноги.

В пізньому післяопераційному та відновно-тренувальному періодах підключають масаж колінного суглоба оперованої ноги. Масаж колінного суглоба з обох боків та периферичні частини стегна та гомілки. Масаж колінного суглоба завершують активними і пасивними рухами [3].

Завдання фізичної терапії після артроскопічної операції: знеболююча, протизапальна дія, розтягнення і поліпшення еластичності м'язів і зв'язок, сприяння відновленню сили м'язів і функції суглоба, покращення місцевого кровотоку, лімфообігу та окисновідновних і трофічних процесів у суглобах, збільшення амплітуди рухів.

4.2. Програма фізичної реабілітації при розривах передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба в післяопераційному періоді.

Структура фізичної реабілітації при даного виду травми орієнтовно повинна включати 4 періоди:

- 1) *Ранній післяопераційний (1-2 тижні);*
- 2) *Пізній післяопераційний (2-4 тижні);*
- 3) *Функціональний (5-9 тижнів);*

4) Тренувально-відновний (9-24 тижні).

Термін тривалості періодів є орієнтовним, перехід до певного періоду можливий після виконання поставлених задач та позитивної динаміки попереднього періоду.

Задачі раннього післяопераційного періоду (1-2 тижень): зменшення набрякості суглоба, зменшення скупчення рідини у порожнині колінного суглоба, зменшення больового синдрому, покращення тону м'язів стегна.

Задачами пізнього післяопераційного періоду (2-4 тижні): повне пасивне контрольоване розгинання у колінному суглобі, профілактика контрактур, повернення об'єму рухів у колінному суглобі до 90°, валідна здатність до скорочення м'язів стегна.

Функціональний період (5-9 тижнів): покращення пропріоцептивної чутливості, поновлення повної чіткої амплітуди рухів у колінному суглобі, тону та еластичності м'язів, стабілізація функції нервово - м'язового апарату, відновлення нормальної ходьби.

На тренувально-відновному періоді (9-24 тижні): повна пропріоцептивна чутливість, координації рухів та симетрії кінцівок, поновлення функцій колінного суглоба, стабільна функція нервово - м'язового апарату.

Ранній післяопераційний період.

У ранній післяопераційний реабілітаційні вправи:

1-2 тиждень

- Підйом прямої ноги на кут до 30°. Повторення до 20 раз, інтервал – до 5 секунд, циклічність що дві години.

- Ізометричне напруження м'язів стегна та гомілки. Повторення до 25 раз, статично в напружені до 5 секунд, інтервал – до 5 секунд, циклічність що дві години.

- Загальні спеціальні фізичні положення (ЗСФП), для неушкоджених частин тіла, циклічність - 3 рази на день.

Умови переходу до наступного періоду: зменшення або відсутність патологічного болю та набряку у суглобі, починати після операції, враховуючи динаміку, можна вже другого дня.

В кінці першого тижня на ортезі виставляють обмежувач згинання на 50° , сьомого дня на 80° . Осьове навантаження небажане, оперована кінцівка фіксована в положенні розгинання.

Пізній післяопераційний період. 2-4 тиждень

Враховуючи що, термін тривалості періодів є орієнтовним та перехід до певного періоду можливий після виконання поставлених задач і позитивної динаміки попереднього періоду то граничні переходи- умовні.

- В. п. лежачі на боці. Підйом, відведення и приведення випрямленої в суглобі ноги. Повторення до 25 раз..

- В. п. лежачі на спині. Згинання та розгинання у колінному суглобі. Дозування до 15 раз., циклічність що дві години.

- В. п. сидячи на ліжку, стільці. Відведення и приведення випрямленої в суглобі ноги. Повторення до 15 раз., статика з утриманням до 10 секунд.

- Стиснення масажного м'яча або ролика з фіксацією ногами. Повторення до 15 раз, статика з утриманням до 10 секунд.

- Підйом гомілки на кут 45° - повне розгинання. Повторення до 15 раз., статика з утриманням до 10 секунд.

- Ходьба з підтримкою, з залученням оперованої ноги. Дозування до 15 раз, циклічність що дві години, зі збільшенням часу. Вправи поперемінно, на неушкоджену та оперовану кінцівку. Виконуються вправи тільки при умові відсутності патологічно зміненої внутрішньосуглобової рідини у суглобі.

- В. п. лежачі на спині, ноги зігнуті у колінному суглобі. Підйом ніг до грудей, статика з утриманням до 5 секунд – випрямлення ніг у колінному суглобі, статика з утриманням до 5 секунд – згинання ніг назад в попереднє положення –

випрямлення, у в.п. Повторення до 15 раз. Випрямлення ніг виконувати з опорою або з підтримкою.

- Розгинання гомілки – повернення у в.п. Повторення до 15 раз. на кожную ногу, з опорою або з підтримкою .

- В. п. сидячі на ліжку, стільці. Підйом гомілки до повного розгинання кінцівки. Повторення до 15 раз..

- В. п. основна стійка (стоячи). Полуприсід кут 90° з опорою або з підтримкою. Повторення до 15 раз. з утриманням в 15 секунд. Виконуються на прикінці пізнього післяопераційного періоду.

Вправи з розгинанням та згинанням, в колінному суглобі, виконувати пасивно, зі збільшенням темпу та швидкості. Критерій переходу у наступний період: відсутність патологічного болю, набряку у суглобі, навантаження на неушкоджену кінцівку 100%, оперовану - 50%, зі збільшенням об'єм рухів, можлива – циркумдукція (але з допомогою, або під наглядом).

Функціональний період. 5-6 тиждень

- В. п. лежачі на боці, на спині. Підйом – відведення– (аддукція), приведення (аддукція) випрямленої ноги в суглобі. Повторення до 15 раз.

- В. п. лежачі на спині. Підйом зігнутих ніг, у колінному суглобі, кут 90° до грудей – вгору, статика з утриманням до 10 секунд – згинання у колінному суглобі – повернення у в. п. Повторення до 15 раз.

- В. п. теж саме. Згинання зігнутих ніг, у колінному суглобі – випрямлення ніг - абдукція у різні сторони – аддукція у вихідне положення, з допомогою, або під наглядом. Повторення до 15 раз.

- В. п. лежачі на спині, ноги зігнуті у колінному суглобі кут 90° и підняті до грудей. Кругові рухи - циркумдукція ногами вперед та назад. Повторення до 15 раз.

- В. п. лежачі на спині, ноги зігнуті у колінному суглобі кут 90° . Циркумдукція гомілкою при статичному стегні. Повторення до 15 раз.

- В.п. лежачі на животі. Згинання і розгинання ніг у колінному суглобі. Повторення до 20 раз.

З шостої неділі вправа виконується з утриманням положення повного розгинання до 10 секунд, під ноги підкладається фізіотерапевтичний упор, або валик.

- В. п. теж саме. Скрестне відведення і приведення ніг (вправа ножиці). Циклічність – 4 раз. Повторення до 15-20 раз.

- В. п. лежачі на боці. Згинання ніг у колінному суглобі – підніом ніг по чергово вгору, випрямлення, статика з утриманням до 10 секунд, циклічність – 4 раз. Повторення до 15 раз. на кожному - повернення в ісходне положення.

- В. п. лежачі на боці. Концентрація ваги тіла на стегні, руки тримають рівновагу за рахунок піднімання корпусу. Циркумдукція до 10 секунд по чергово зі зміною в.п. Циклічність – 4 раз.

- В.п. сидячі на стільці. Піднімання гомілки до повного розгинання кінцівки. Повторення до 15-20 раз.

- В. п. основна стійка - руками опора на гімнастичку палицю, спинки стільця, або ліжка. Підном на носки – повернення у в. п. – переكاتи з п'яти на носок. Повторення до 15 раз. Циклічність – 4 раз..

- В. п. основна стійка. Підніом вгору, назад, абдукція - аддукція випрямленої кінцівки. Циклічність – 5 раз, статика з утриманням. Кут підйому до 45°.

- В. п. основна стійка - ноги на ширину плечей, носки нарізно на кут 45°. Полуприсід без опори. Повторення до 15 раз. статика з утриманням 15 секунд. Кут присідання змінний від 15°- 45°.

- Велоергометр або велотренажер. Час до 10 хвилин. Зі збільшенням часу та навантаження на ушкоджений суглоб. Циклічність 2 рази на день, в комплексі з загально розвиваючими вправами на неушкоджену кінцівку.

7-8 тиждень

Використовуючи еластичні спортивні ортези на оперовану кінцівку, додаємо вправи з обтяженням 1-2 кг.

- В. п. лежачі на спині - ноги зігнуті у колінному суглобі. Підйом тулуба вгору – статика з утриманням до 10 секунд – розгинання і згинання в колінному суглобі у гомілці – в. п.. згинання/розгинання. Повторення до 15 раз. Розгинання виконується до 180° з повним випрямленням кінцівки.

- В. п. лежачі на спині. Циркумдукція прямою ногою. Повторення до 20 раз. у кожную сторону. По черзі, неушкодженою ногою, потім ушкодженою.

- В. п. лежачі на спині - ноги зігнуті в колінах до 90° - підняті до грудей. Циркумдукція ногами вперед - назад. Повторення до 20 раз. - в. п.

- В. п. теж саме. Циркумдукція гомілкою, стегно нерухоме. Повторення до 20 раз у кожную сторону. Циклічність 2 рази.

- В. п. лежачі на животі. Згинання і розгинання ніг у колінному суглобі. Повторення до 20 раз.

- В. п. лежачі на животі. Циркумдукція прямою ногою. Повторення до 20 раз. у кожную сторону.

- В. п. основна стійка. Піднімання вгору, назад, абдукція - аддукція випрямленої кінцівки. Повторення до 20 раз., статика з утриманням до 10 секунд. Кут підйому 45° - 75° без допомоги, чи опори.

- В. п. основна стійка. Згинання стегна до кута 90° . Повторення до 20 раз., статика з утриманням до 10 секунд. З допомогою чи опорою, далі самостійно.

- В. п. основна стійка (стоячи) - ноги на ширині плечей. Полуприсід – з допомогою чи опорою, далі самостійно, в кінці періоду на 1 нозі (можливо з обтяженням). Повторення до 20 раз., статика з утриманням до 10 секунд. Кут згинання присідання до 45° .

- Велоергометр або велотренажер. Час до 10 хвилин. Рівень складності (за програмою) - 2-3.

- Тренажер степпер. По можливості задіяти верхні кінцівки. Циклічність 2 рази. До 5 хвилин.

- Плавання. 30 хвилин. Циклічність 2 рази. на день, ЗСФП, загально - розвиваючи вправи.

Критерій переходу у наступний період: відновлення повна амплітуда і координація, сила м'язів пошкодженої кінцівки складає більше 70% від здорової, пацієнт впевнено стоїть на обох ногах та рухається, відсутність болю при навантаженні, навантаження на оперовану кінцівку - 100%, зі збільшенням, відновлення об'єму рухів, подновлена правильна ходьба.

Тренувально – відновний період. 9-16 тижні

- Вправи на тренажерах з блоком та вправи з резиновою гумою - жгутом (Динамічна, утримуюча, поступлава, утримуюча, долаюча робота прямої ноги). Повторення до 20 раз.

- Статичні випади на місці. Повторення до 10 раз. Випади з допомогою чи опорою, далі самостійно.

- Пілатес- тренажери – пілатес, м'ячи, еспандери.

- Вправи по сходах

- Велоергометр або велотренажер, степпер, плавання. Циклічність - 2 рази на день, ЗСФП, загально- розвиваючи вправи.

17-24 тижні.

- Присідання в сід. Повторення до 15 раз. Циклічність - 2 рази на день. З опорою, далі самостійно.

- Сід в упорі - з опорою, допомогою, далі самостійно. Повторення до 5 раз., статика з утриманням до 5 секунд. Кут у голеностопному, колінному, тазостегновому суглобах не більше 90°.

- Вправи з зовнішнім опором (гума, тренажер, еспандер).

- Біг. до 5 хвилин і збільшуючи до 10 хвилин (в кінці 22-24 тижні).

• Стрибки. Скакалка, гума, без предметів. Повторення до 5 раз. Виконувати на 1-2 ногах, у різні сторони, потрійний стрибок, відновлення повна амплітуда і координація, сила м'язів пошкодженої кінцівки.

За умови дотримання рекомендацій, дотримання дієти та психологічної адаптації і звісно повного відновлення функцій колінного суглоба (відновлений повний об'єм активних рухів, сила м'язів стегна відповідає 85% та більше неушкодженої кінцівки, відновленні контроль нервово-м'язового апарату, кінестетична чутливість, пропріоцепція складає 85%- 90% від неушкодженої кінцівки, поновлена функція ходьби та координованої рівноваги). Процес фізичної реабілітації триває орієнтовно 6 місяців.

Перехід у спортсменів від реабілітації до загальних і спеціальних тренувань, у зв'язку з м'язовою пам'яттю до змагань може відбутися після 10-12 місяців, іноді раніше.

У таблиці 4.1 наведено динаміку змін долориметричних та гоніометричних показників після проведеної реабілітації в основній та у контрольній групі. З наведеного видно, що застосування запропонованого комплексу фізичної реабілітації дозволяє досягти кращих функціональних показників. При цьому гендерні відмінності були відсутні, що можна пояснити раціональним вибором реабілітаційних засобів. Водночас, ми не встановили факту більш швидкого відновлення у жінок, про яке згадують деякі сучасні автори.

Таблиця 4.1

Динаміка функціонального відновлення у групах спостереження

Параметр	Вихідні показники	Основна група		Контрольна група	
		чоловіки	жінки	чоловіки	жінки
TLS, бали	42,8±1,66	14,1±0,9	13,3±0,7	23,6±1,6	27,8±2,2
VAS, бали	6,6±0,5	1,1±0,1	1,3±0,2	2,4±0,2	2,2±0,1

Продовж. табл. 4.1

Згинання, °	149±2,27♂	148±1,34*		131±1,18	
	136±3,35♀		137±1,56*		129±2,22
Розгинання, °	7,1±0,13	7,11±0,11*		5,5±0,25	
	6,9±0,55		7,0±0,13*		5,3±0,38

Примітка: * - відмінності є статистично значущими ($p < 0,05$)

Термін функціонального відновлення залежить від тяжкості травми, своєчасного початку лікування та реабілітації. Мінімальний час до відновлення функції складає 6 місяців, у деяких випадках потрібно більше часу. У нашому дослідженні тривалість катамнестичного спостереження склала півроку.

З наведеного видно, що за відновленням основних функціональних характеристик запропонований комплекс перевищує традиційний підхід на 15-30%. Отже, запропонований комплекс фізичної реабілітації спортсменів (футболістів) після оперативного втручання при розривах хрестоподібних зв'язок коліна є достатньо ефективним.

ВИСНОВКИ.

1. При ушкодженні хрестоподібних зв'язок колінного суглоба зменшується обсяг активних рухів, м'язовий тонус та страждає опорна функція ураженої кінцівки. Основні зміни стосуються ротаційної стабільності колінного суглоба у сагітальній площині.
2. Жінки мають значно більший ризик ушкодження хрестоподібних зв'язок колінного суглоба, що пояснюється анатомічними факторами, факторами розвитку, нервово-м'язовими та гормональними факторами.
3. Програма реабілітації має містити вправи, спрямовані на ключові аспекти тренувань, включаючи пліометрику, зміцнення м'язів стегна та гомілки, вправ на рівновагу рівновагу, витривалість і стабільність, а також тренування нервово-м'язової системи.
4. Ефективність розробленої експериментальної програми реабілітації при пошкодженнях зв'язок колінного суглобу у спортсменів обох статей перевищує ефективність традиційних підходів на 15-30%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Спортивна медицина / Корнійчук Н. М., Ляшевич А.М. С. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. – 80 с.
2. Amis AA. Anterolateral knee biomechanics. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Apr;25(4):1015-1023. doi: 10.1007/s00167-017-4494-x. Epub 2017 Mar 15. PMID: 28299387; PMCID: PMC5420373.
3. Amis AA. Anterolateral knee biomechanics. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Apr;25(4):1015-1023. doi: 10.1007/s00167-017-4494-x. Epub 2017 Mar 15. PMID: 28299387; PMCID: PMC5420373.
4. Musahl V, Nazzal EM, Lucidi GA, Serrano R, Hughes JD, Margheritini F, Zaffagnini S, Fu FH, Karlsson J. Current trends in the anterior cruciate ligament part 1: biology and biomechanics. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2022 Jan;30(1):20-33. doi: 10.1007/s00167-021-06826-y. Epub 2021 Dec 20. PMID: 34927221. Hassebrock JD, Gulbrandsen MT, Asprey WL, Makovicka JL, Chhabra A. *Knee Ligament Anatomy and Biomechanics. Sports Med Arthrosc Rev.* 2020 Sep;28(3):80-86. doi: 10.1097/JSA.0000000000000279. PMID: 32740458.
5. Park JG, Han SB, Lee CS, Jeon OH, Jang KM. Anatomy, Biomechanics, and Reconstruction of the Anterolateral Ligament of the Knee Joint. *Medicina (Kaunas).* 2022 Jun 10;58(6):786. doi: 10.3390/medicina58060786. PMID: 35744048; PMCID: PMC9228568.
6. Failla MJ, Arundale AJ, Logerstedt DS, Snyder-Mackler L. Controversies in knee rehabilitation: anterior cruciate ligament injury. *Clin Sports Med.* 2015 Apr;34(2):301-12. doi: 10.1016/j.csm.2014.12.008. Epub 2015 Feb 27. PMID: 25818715; PMCID: PMC4379426.

7. Donnell-Fink LA, Klara K, Collins JE, Yang HY, Goczalk MG, Katz JN, Losina E. Effectiveness of Knee Injury and Anterior Cruciate Ligament Tear Prevention Programs: A Meta-Analysis. *PLoS One*. 2015 Dec 4;10(12):e0144063. doi: 10.1371/journal.pone.0144063. PMID: 26637173; PMCID: PMC4670212.
8. Kohn L, Rembeck E, Rauch A. Verletzung des vorderen Kreuzbandes beim Erwachsenen : Diagnostik und Therapie [Anterior cruciate ligament injury in adults : Diagnostics and treatment]. *Orthopade*. 2020 Nov;49(11):1013-1028. German. doi: 10.1007/s00132-020-03997-3. PMID: 33084915; PMCID: PMC7653792.
9. LaBella CR, Hennrikus W, Hewett TE; Council on Sports Medicine and Fitness, and Section on Orthopaedics. Anterior cruciate ligament injuries: diagnosis, treatment, and prevention. *Pediatrics*. 2014 May;133(5):e1437-50. doi: 10.1542/peds.2014-0623. PMID: 24777218.
10. Atik OŞ, Kaya İ. Is it possible to prevent ACL injury? *Jt Dis Relat Surg*. 2022;33(2):263-264. doi: 10.52312/jdrs.2022.57905. Epub 2022 Jul 6. PMID: 35852183; PMCID: PMC9361111.
11. Жук П.М., Мовчанюк В.О., Маціпура М.М., Кирищук І.Г., Шаммо А.М., Вахбех Р.Т. Ранні клініко-рентгенологічні прояви нестабільності компонентів ендопротеза при монокондилярній артропластиці колінного суглоба. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 2021, № 4: 36-41
існик ортопедії, травматології та протезування, 2021, № 4: 36-41
12. Novikova, P. P., Savchuk, V. M., Doroshenko, V. V., Liakhovych, R. M., & Kitsak, ya. M. (2018). НАСЛІДКИ ВПЛИВУ ПОСТТРАВМАТИЧНОГО ГЕМАРТРОЗУ НА РОЗВИТОК ДЕГЕНЕРАТИВНО-ДИСТРОФІЧНИХ ЗМІН у КОЛІННОМУ СУГЛОБІ. *Медсестринство*, (1).
<https://doi.org/10.11603/2411-1597.2018.1.9092>

13. Hoveidaei AH, Sattarpour R, Dadgostar H, Razi S, Razi M. Unhappy triad of the knee: What are the current concepts and opinions? *World J Orthop.* 2023 May 18;14(5):268-274. doi: 10.5312/wjo.v14.i5.268. PMID: 37304199; PMCID: PMC10251265.
14. Хімiон Л.В., Гаврилук Г.О. Можливості лікування травми колінного суглоба в амбулаторній практиці. *Східноєвропейський журнал внутрішньої та сімейної медицини.* 2019. №1 91-94
15. Ібрагімов Е.Ю., Городинський С.І., Телекі Я.М., Олійник О.Ю., Гончарук Л.М. Сучасні погляди на фізичну реабілітацію хворих на остеоартроз колінного суглоба. *Український журнал медицини, біології та спорту.* 2022 т. 7 №1(36) 209-213
16. Штробля В.В., Дроговоз С.М., Луценко Р.В. Нетрадиційні методи лікування остеоартрозу колінного суглоба. *Травма.* Т 24 №1 63-39
17. Doroshenko, V. V., Naida, M. M., Kitsak, Y. M., & Liakhovych, R. M. (2019). СУЧАСНІ МЕТОДИ ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ХВОРИХ ПІСЛЯ АРТРОСКОПІЧНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПЕРЕДНЬОЇ ХРЕСТОПОДІБНОЇ ЗВ'ЯЗКИ КОЛІННОГО СУГЛОБА. *Медсестринство*, (2), 46–49.
<https://doi.org/10.11603/2411-1597.2019.2.10212>
18. Зазірний І.М., Коструб О.О., Котюк В.В., Плуктор О.В. Наш погляд на відновне лікування після пластики передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба. *Вісник ортопедії, травматології та протезування.* 2020 №3 9-17
19. Kaya D, Guney-Deniz H, Sayaca C, Calik M, Doral MN. Effects on Lower Extremity Neuromuscular Control Exercises on Knee Proprioception, Muscle Strength, and Functional Level in Patients with ACL Reconstruction. *Biomed Res Int.* 2019 Nov 15;2019:1694695. doi: 10.1155/2019/1694695. PMID: 31828089; PMCID: PMC6881759.

20. Yabroudi MA, Irrgang JJ. Rehabilitation and return to play after anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Sports Med.* 2013 Jan;32(1):165-75. doi: 10.1016/j.csm.2012.08.016. Epub 2012 Oct 13. PMID: 23177470.
21. Lim JM, Cho JJ, Kim TY, Yoon BC. Isokinetic knee strength and proprioception before and after anterior cruciate ligament reconstruction: A comparison between home-based and supervised rehabilitation. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2019;32(3):421-429. doi: 10.3233/BMR-181237. PMID: 30507563.
22. Dos'Santos T, Thomas C, Comfort P, Jones PA. The Effect of Training Interventions on Change of Direction Biomechanics Associated with Increased Anterior Cruciate Ligament Loading: A Scoping Review. *Sports Med.* 2019 Dec;49(12):1837-1859. doi: 10.1007/s40279-019-01171-0. PMID: 31493206; PMCID: PMC6851221.
23. Webster KE, Nagelli CV, Hewett TE, Feller JA. Factors Associated With Psychological Readiness to Return to Sport After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery. *Am J Sports Med.* 2018 Jun;46(7):1545-1550. doi: 10.1177/0363546518773757. Epub 2018 May 2. PMID: 29718684; PMCID: PMC6598700.
24. Lepley LK, Wojtys EM, Palmieri-Smith RM. Combination of eccentric exercise and neuromuscular electrical stimulation to improve quadriceps function post-ACL reconstruction. *Knee.* 2015 Jun;22(3):270-7. doi: 10.1016/j.knee.2014.11.013. Epub 2014 Dec 10. PMID: 25819154; PMCID: PMC4754794.
25. Larwa J, Stoy C, Chafetz RS, Boniello M, Franklin C. Stiff Landings, Core Stability, and Dynamic Knee Valgus: A Systematic Review on Documented Anterior Cruciate Ligament Ruptures in Male and Female Athletes. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Apr 6;18(7):3826. doi: 10.3390/ijerph18073826. PMID: 33917488; PMCID: PMC8038785.

26. Benjaminse A, Otten B, Gokeler A, Diercks RL, Lemmink KAPM. Motor learning strategies in basketball players and its implications for ACL injury prevention: a randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Aug;25(8):2365-2376. doi: 10.1007/s00167-015-3727-0. Epub 2015 Aug 11. PMID: 26259551; PMCID: PMC5522510.
27. Hong IS, Pierpoint LA, Hellwinkel JE, Berk AN, Salandra JM, Meade JD, Piasecki DP, Fleischli JE, Ahmad CS, Trofa DP, Saltzman BM. Clinical Outcomes After ACL Reconstruction in Soccer (Football, Futbol) Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Health.* 2023 Nov-Dec;15(6):788-804. doi: 10.1177/19417381231160167. Epub 2023 Mar 29. PMID: 36988238; PMCID: PMC10606974.
28. Mausehund L, Krosshaug T. Knee Biomechanics During Cutting Maneuvers and Secondary ACL Injury Risk: A Prospective Cohort Study of Knee Biomechanics in 756 Female Elite Handball and Soccer Players. *Am J Sports Med.* 2024 Apr;52(5):1209-1219. doi: 10.1177/03635465241234255. Epub 2024 Mar 8. PMID: 38459717; PMCID: PMC10986153.
29. Nilstad A, Petushek E, Mok KM, Bahr R, Krosshaug T. Kiss goodbye to the 'kissing knees': no association between frontal plane inward knee motion and risk of future non-contact ACL injury in elite female athletes. *Sports Biomech.* 2023 Jan;22(1):65-79. doi: 10.1080/14763141.2021.1903541. Epub 2021 Apr 28. PMID: 33906580.
30. Lucarno S, Zago M, Buckthorpe M, Grassi A, Tosarelli F, Smith R, Della Villa F. Systematic Video Analysis of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Professional Female Soccer Players. *Am J Sports Med.* 2021 Jun;49(7):1794-1802. doi: 10.1177/03635465211008169. Epub 2021 May 14. PMID: 33989090.
31. Bruder AM, Culvenor AG, King MG, Haberfield M, Roughead EA, Mastwyk J, Kemp JL, Ferraz Pazzinatto M, West TJ, Coburn SL, Cowan SM, Ezzat AM,

- To L, Chilman K, Couch JL, Whittaker JL, Crossley KM. Let's talk about sex (and gender) after ACL injury: a systematic review and meta-analysis of self-reported activity and knee-related outcomes. *Br J Sports Med.* 2023 May;57(10):602-610. doi: 10.1136/bjsports-2022-106099. Epub 2023 Mar 8. PMID: 36889918.
32. Weir G, Alderson J, Smailes N, Elliott B, Donnelly C. A Reliable Video-based ACL Injury Screening Tool for Female Team Sport Athletes. *Int J Sports Med.* 2019 Mar;40(3):191-199. doi: 10.1055/a-0756-9659. Epub 2019 Jan 10. PMID: 30630192.
33. Beaulieu ML, Nowak EK, Beynon BD, Ashton-Miller JA, Sturnick DR, Wojtys EM. Clinical-Grade MRI-Based Methods to Identify Combined Anatomic Factors That Predict ACL Injury Risk in Male and Female Athletes. *Am J Sports Med.* 2021 Aug;49(10):2615-2623. doi: 10.1177/03635465211024249. Epub 2021 Jul 8. PMID: 34236896; PMCID: PMC8555124.
34. Fältström A, Hägglund M, Hedevik H, Kvist J. Self-reported knee function and activity level are reduced after primary or additional anterior cruciate ligament injury in female football players: a five-year follow-up study. *Braz J Phys Ther.* 2023 Nov-Dec;27(6):100573. doi: 10.1016/j.bjpt.2023.100573. Epub 2023 Nov 22. PMID: 38043159; PMCID: PMC10703595.
35. Boguszewski DV, Cheung EC, Joshi NB, Markolf KL, McAllister DR. Male-Female Differences in Knee Laxity and Stiffness: A Cadaveric Study. *Am J Sports Med.* 2015 Dec;43(12):2982-7. doi: 10.1177/0363546515608478. Epub 2015 Oct 13. PMID: 26464493.
36. Foody JN, Bradley PX, Spritzer CE, Wittstein JR, DeFrate LE, Englander ZA. Elevated In Vivo ACL Strain Is Associated With a Straight Knee in Both the Sagittal and the Coronal Planes. *Am J Sports Med.* 2023 Feb;51(2):422-428. doi: 10.1177/03635465221141876. Epub 2023 Jan 10. PMID: 36625427.

37. Norcross MF, Johnson ST, Pollard CD, Chang EW, Hoffman MA. Normalization influences knee abduction moment results: Could it influence ACL-injury research, too? *J Sci Med Sport*. 2017 Apr;20(4):318-321. doi: 10.1016/j.jsams.2016.10.005. Epub 2016 Oct 21. PMID: 27816458.
38. Smeets A, Malfait B, Dingenen B, Robinson MA, Vanrenterghem J, Peers K, Nijs S, Vereecken S, Staes F, Verschueren S. Is knee neuromuscular activity related to anterior cruciate ligament injury risk? A pilot study. *Knee*. 2019 Jan;26(1):40-51. doi: 10.1016/j.knee.2018.10.006. Epub 2018 Nov 8. PMID: 30415973.
39. Watanabe S, Nagai K, Hoshino Y, Kataoka K, Nakanishi Y, Araki D, Kanzaki N, Matsushita T, Kuroda R. Influence of Injury to the Kaplan Fibers of the Iliotibial Band on Anterolateral Rotatory Knee Laxity in Anterior Cruciate Ligament Injury: A Retrospective Cohort Study. *Am J Sports Med*. 2022 Oct;50(12):3265-3272. doi: 10.1177/03635465221116097. Epub 2022 Aug 22. PMID: 35993529.
40. Nishida K, Xu C, Gale T, Anderst W, Fu F. Symmetry and sex differences in knee kinematics and ACL elongation in healthy collegiate athletes during high-impact activities revealed through dynamic biplane radiography. *J Orthop Res*. 2022 Jan;40(1):239-251. doi: 10.1002/jor.25162. Epub 2021 Aug 19. PMID: 34387908.
41. Numata H, Nakase J, Kitaoka K, Shima Y, Oshima T, Takata Y, Shimozaki K, Tsuchiya H. Two-dimensional motion analysis of dynamic knee valgus identifies female high school athletes at risk of non-contact anterior cruciate ligament injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018 Feb;26(2):442-447. doi: 10.1007/s00167-017-4681-9. Epub 2017 Aug 24. PMID: 28840276.
42. Wahl CJ, Westermann RW, Blaisdell GY, Cizik AM. An association of lateral knee sagittal anatomic factors with non-contact ACL injury: sex or geometry? *J*

- Bone Joint Surg Am. 2012 Feb 1;94(3):217-26. doi: 10.2106/JBJS.K.00099. PMID: 22298053.
43. Aoki A, Kubota S, Morinaga K, Zheng NN, Wang SS, Gamada K. Detection of knee wobbling as a screen to identify athletes who may be at high risk for ACL injury. *Int Biomech*. 2021 Dec;8(1):30-41. doi: 10.1080/23335432.2021.1936175. PMID: 34338140; PMCID: PMC8330762.
44. Nyland J, Greene J, Carter S, Brey J, Krupp R, Caborn D. Return to sports bridge program improves outcomes, decreases ipsilateral knee re-injury and contralateral knee injury rates post-ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020 Nov;28(11):3676-3685. doi: 10.1007/s00167-020-06162-7. Epub 2020 Jul 22. PMID: 32699921.
45. Beynnon BD, Tourville TW, Hollenbach HC, Shultz S, Vacek P. Intrinsic Risk Factors for First-Time Noncontact ACL Injury: A Prospective Study of College and High School Athletes. *Sports Health*. 2023 May;15(3):433-442. doi: 10.1177/19417381221121136. Epub 2022 Sep 25. PMID: 36154754; PMCID: PMC10170220.
46. Snoeker B., Turkiewicz A., Magnusson K. et al. (2019) Risk of knee osteoarthritis after different types of knee injuries in young adults: a population-based cohort study. *BMJ*, Dec. 11, doi: 10.1136/bjsports-2019-100959
47. Lukas S, Putman S, Delay C, Blairon A, Chazard E, Letartre R. Knee Ligament Sprains: Diagnosing Anterior Cruciate Ligament Injuries by Patient Interview. Development and Evaluation of the Anterior Cruciate Ligament Injury Score (ACLIS). *Orthop Traumatol Surg Res*. 2022 May;108(3):103257. doi: 10.1016/j.otsr.2022.103257. Epub 2022 Feb 24. PMID: 35219887.
48. Navacchia A, Bates NA, Schilaty ND, Krych AJ, Hewett TE. Knee Abduction and Internal Rotation Moments Increase ACL Force During Landing Through the Posterior Slope of the Tibia. *J Orthop Res*. 2019 Aug;37(8):1730-1742. doi:

- 10.1002/jor.24313. Epub 2019 May 6. PMID: 30977558; PMCID: PMC6790148.
49. Cronström A, Creaby MW, Nae J, Ageberg E. Gender differences in knee abduction during weight-bearing activities: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture*. 2016 Sep;49:315-328. doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.07.107. Epub 2016 Jul 25. PMID: 27479217.
50. Jeon N, Choi NH, Hwangbo BH, Victoroff BN. An Increased Lateral Femoral Condyle Ratio in Addition to Increased Posterior Tibial Slope and Narrower Notch Index Is a Risk Factor for Female Anterior Cruciate Ligament Injury. *Arthroscopy*. 2022 May;38(5):1597-1604. doi: 10.1016/j.arthro.2021.10.022. Epub 2021 Oct 26. PMID: 34710572.
51. Jeon N, Choi NH, Hwangbo BH, Victoroff BN. An Increased Lateral Femoral Condyle Ratio in Addition to Increased Posterior Tibial Slope and Narrower Notch Index Is a Risk Factor for Female Anterior Cruciate Ligament Injury. *Arthroscopy*. 2022 May;38(5):1597-1604. doi: 10.1016/j.arthro.2021.10.022. Epub 2021 Oct 26. PMID: 34710572.
52. Baghaei Roodsari R, Esteki A, Aminian G, Ebrahimi I, Mousavi ME, Majdoleslami B, Bahramian F. The effect of orthotic devices on knee adduction moment, pain and function in medial compartment knee osteoarthritis: a literature review. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 2017 Jul;12(5):441-449. doi: 10.3109/17483107.2016.1151952. Epub 2016 Mar 15. PMID: 26980073.
53. Klamroth-Marganska V. Stroke Rehabilitation: Therapy Robots and Assistive Devices. *Adv Exp Med Biol*. 2018;1065:579-587. doi: 10.1007/978-3-319-77932-4_35. PMID: 30051408.
54. Bartels EM, Juhl CB, Christensen R, Hagen KB, Danneskiold-Samsøe B, Dagfinrud H, Lund H. Aquatic exercise for the treatment of knee and hip osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 Mar 23;3(3):CD005523. doi: 10.1002/14651858.CD005523.pub3. PMID: 27007113; PMCID: PMC9942938.

55. Rewald S, Lenssen AFT, Emans PJ, de Bie RA, van Breukelen G, Mesters I. Aquatic Cycling Improves Knee Pain and Physical Functioning in Patients With Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2020 Aug;101(8):1288-1295. doi: 10.1016/j.apmr.2019.12.023. Epub 2020 Mar 10. PMID: 32169459.
56. Khan KM, Scott A. Mechanotherapy: how physical therapists' prescription of exercise promotes tissue repair. *Br J Sports Med.* 2009 Apr;43(4):247-52. doi: 10.1136/bjism.2008.054239. Epub 2009 Feb 24. PMID: 19244270; PMCID: PMC2662433.
57. Желєзний О.Д., Засік Г.Б., Мухін В.М. Використання засобів механотерапії у відновленні спортсменів – баскетболістів після травм нижніх кінцівок. // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2013. – № 5 – С. 23-26. doi:10.6084/m9.figshare.707094
58. Горопашна С.А., Траверсе Г.М., Горошко В.І. Реабілітаційні методики відновлення при артриті колінного суглоба. Реабілітація та рекреація. 2022 №12 15-21
59. Seo BR, Mooney DJ. Recent and Future Strategies of Mechanotherapy for Tissue Regenerative Rehabilitation. *ACS Biomater Sci Eng.* 2022 Nov 14;8(11):4639-4642. doi: 10.1021/acsbio.1c01477. Epub 2022 Feb 8. PMID: 35133789.
60. Без'язична О.В., Омельник А.В. Особливості методики лікувальної фізкультури після ушкодження зв'язкового апарату колінного суглоба у тренуваних осіб. Фізична реабілітація та рекреаційно-оздоровчі технології. 2016 №2 5-7
61. Hsieh CJ, DeJong G, Vita M, Zeymo A, Desale S. Effect of Outpatient Rehabilitation on Functional Mobility After Single Total Knee Arthroplasty: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open.* 2020 Sep 1;3(9):e2016571. doi:

- 10.1001/jamanetworkopen.2020.16571. PMID: 32940679; PMCID: PMC7499127.
- 62.Chan JPY, Krisnan L, Yusof A, Selvanayagam VS. Maximum isokinetic familiarization of the knee: Implication on bilateral assessment. *Hum Mov Sci.* 2020 Jun;71:102629. doi: 10.1016/j.humov.2020.102629. Epub 2020 May 16. PMID: 32452445.
- 63.Clark NC, Heebner NR, Lephart SM, Sell TC. Specificity of isokinetic assessment in noncontact knee injury prevention screening: A novel assessment procedure with relationships between variables in amateur adult agility-sport athletes. *Phys Ther Sport.* 2022 Jan;53:105-114. doi: 10.1016/j.ptsp.2021.11.012. Epub 2021 Dec 3. PMID: 34894616.
- 64.Continuous passive motion [https://www.physio-pedia.com/Continuous Passive Motion \(CPM\)](https://www.physio-pedia.com/Continuous_Passive_Motion_(CPM))
- 65.Lenssen TA, van Steyn MJ, Crijns YH, Waltjé EM, Roos GM, Geesink RJ, van den Brandt PA, De Bie RA. Effectiveness of prolonged use of continuous passive motion (CPM), as an adjunct to physiotherapy, after total knee arthroplasty. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008 Apr 29;9:60. doi: 10.1186/1471-2474-9-60. PMID: 18442423; PMCID: PMC2386789.
- 66.Lee BC, Moon CW, Choi WS, Kim YM, Joo YB, Lee DG, Lee SJ, Choi ES, Ji JH, Suh DW, Cho KH. Clinical evaluation of usefulness and effectiveness of sitting type continuous passive motion machines in patients with total knee arthroplasty: a study protocol for a single-blinded randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022 Jun 10;23(1):565. doi: 10.1186/s12891-022-05507-2. PMID: 35689278; PMCID: PMC9188049.
- 67.Lawson BE, Shultz A, Ledoux E, Goldfarb M. Estimation of crank angle for cycling with a powered prosthesis. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc.* 2014;2014:6207-10. doi: 10.1109/EMBC.2014.6945047. PMID: 25571415.

68. Luan L, Bousie J, Pranata A, Adams R, Han J. Stationary cycling exercise for knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2021 Apr;35(4):522-533. doi: 10.1177/0269215520971795. Epub 2020 Nov 10. PMID: 33167714.
69. Perlman A, Fogerite SG, Glass O, Bechard E, Ali A, Njike VY, Pieper C, Dmitrieva NO, Luciano A, Rosenberger L, Keever T, Milak C, Finkelstein EA, Mahon G, Campanile G, Cotter A, Katz DL. Efficacy and Safety of Massage for Osteoarthritis of the Knee: a Randomized Clinical Trial. *J Gen Intern Med*. 2019 Mar;34(3):379-386. doi: 10.1007/s11606-018-4763-5. Epub 2018 Dec 12. PMID: 30543021; PMCID: PMC6420526.
70. Руденко Р.Є., Жувущак Н.В. Масаж при ушкодженні капсульно-зв'язкового апарату колінного суглоба. Актуальні питання сучасного масажу. 2023 №1 (8) 109-116
71. Collins NJ, Misra D, Felson DT, Crossley KM, Roos EM. Measures of knee function: International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Evaluation Form, Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score Physical Function Short Form (KOOS-PS), Knee Outcome Survey Activities of Daily Living Scale (KOS-ADL), Lysholm Knee Scoring Scale, Oxford Knee Score (OKS), Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), Activity Rating Scale (ARS), and Tegner Activity Score (TAS). *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011 Nov;63 Suppl 11(0 11):S208-28. doi: 10.1002/acr.20632. PMID: 22588746; PMCID: PMC4336550.
72. Ozeki N, Koga H, Nakagawa Y, Katagiri H, Katano H, Tomita M, Masumoto J, Sekiya I. Association between knee cartilage thickness determined by magnetic resonance imaging three-dimensional analysis and the International Cartilage Repair Society (ICRS) arthroscopic grade. *Knee*. 2023 Jun;42:90-98. doi: 10.1016/j.knee.2023.02.005. Epub 2023 Mar 21. PMID: 36958124.

- 73.Spahn G, Mückley T, Klinger HM, Hofmann GO. Whole-Organ Arthroscopic Knee Score (WOAKS). *BMC Musculoskelet Disord*. 2008 Nov 24;9:155. doi: 10.1186/1471-2474-9-155. PMID: 19025645; PMCID: PMC2658669.
- 74.Frobell RB, Roos HP, Roos EM, Roemer FW, Ranstam J, Lohmander LS. Treatment for acute anterior cruciate ligament tear: five year outcome of randomised trial. *BMJ*. 2013 Jan 24;346:f232. doi: 10.1136/bmj.f232. PMID: 23349407; PMCID: PMC3553934.
- 75.de Andrade ALL, Castro A, Livani B, Belangero WD. Association between Lysholm score and muscular torque deficit after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2020 Jan-Apr;28(2):2309499020933485. doi: 10.1177/2309499020933485. PMID: 32618222.
- 76.Hunnicuttl JL, Hand BN, Gregory CM, Slone HS, McLeod MM, Pietrosimone B, Kuenze C, Velozo CA. KOOS-JR Demonstrates Psychometric Limitations in Measuring Knee Health in Individuals After ACL Reconstruction. *Sports Health*. 2019 May/Jun;11(3):242-246. doi: 10.1177/1941738118812454. Epub 2018 Nov 16. PMID: 30444674; PMCID: PMC6537326.
- 77.Lakra A, Murtaugh T, Shah RP, Cooper HJ, Geller JA. Early Postoperative Pain Predicts 2-Year Functional Outcomes following Knee Arthroplasty. *J Knee Surg*. 2020 Nov;33(11):1132-1139. doi: 10.1055/s-0039-1692650. Epub 2019 Jul 3. PMID: 31269524.