

**ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
ПЕТРА МОГИЛИ**

**Факультет фізичного виховання та спорту
Кафедра медико-біологічних основ спорту та фізичної реабілітації**

**ЗАСТОСУВАННЯМ БАЛАНС ТРЕНІНГУ У ФІЗИЧНІЙ ТЕРАПІЇ
СПОРТСМЕНІВ ПРИ КОМБІНОВАНІЙ ТРАВМІ КОЛІННОГО
СУГЛОБА**

Дипломна робота

Студента групи 681
Позднякова Максима Ігоровича

Науковий керівник
Т.М.Яблонська – доцент кафедри
медико-біологічних основ спорту
та фізичної реабілітації, к.м.н.

Миколаїв - 2023

ЗГІДНО РІШЕННЯ КАФЕДРИ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ОСНОВ СПОРТУ ТА ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ (Протокол №6 від 24.01.2023) дипломну роботу магістра Позднякова М.І на тему: «ЗАСТОСУВАННЯМ БАЛАНС ТРЕНІНГУ У ФІЗИЧНІЙ ТЕРАПІЇ СПОРТСМЕНІВ ПРИ КОМБІНОВАНІЙ ТРАВМІ КОЛІННОГО СУГЛОБА» розглянуто та рекомендовано до захисту.

Завідувач кафедри

Гетманцев Сергій Васильович

Декан факультету

Тупеев Юлай Вільович

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ I.....	9
1.1. Етіологія та патогенез травм хрестоподібних зв'язок та менісків колінного суглоба.....	9
1.2. Застосування засобів та форм фізичної реабілітації спортсменів на різних етапах процесу відновлення	15
1.3. Порівняльний аналіз комплексів лікувальної гімнастики після артроскопічної реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки	20
1.4. Методи розвитку пропріоцепції колінного суглоба	22
Висновки до розділу I.....	32
РОЗДІЛ II. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	34
2.1. Матеріал дослідження	34
2.2. Методи дослідження	36
2.3 Основні положення методики фізичної реабілітації.....	46
Висновки до розділу II.....	49
РОЗДІЛ III РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	50
3.1. Баланс-тренінг для розвитку пропріоцепції у процесі фізичної реабілітації.....	50
3.2. Комплексна методика фізичної реабілітації спортсменів після травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба із застосуванням баланс-тренінгу для розвитку пропріоцепції.....	60
3.3. Оцінка показників фізичного розвитку	65
3.4 Дослідження показників фізичної підготовленості.....	72
3.5 Динаміка показників пропріоцепції.....	77
3.6 Зміна показників за результатами анкетування.....	81
Висновки до розділу III.....	84
ВИСНОВКИ.....	86
Практичні рекомендації.....	90

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	91
ДОДАТКИ.....	117

ВСТУП

Актуальність дослідження. Травми колінного суглоба у спортсменів зустрічаються найчастіше (близько 50%) серед усіх травм опорно-рухового апарату (Чекерес П.П., Будашкін М.В., Муханов В.В. та ін., 2015), з них на другому місці по частоті перебувають ушкодження хрестоподібних зв'язок. Травма передньої хрестоподібної зв'язки та меніска зустрічається у 70% випадків (Sofu H., Yildirim T., Gursu S. et al., 2015). Дана травма належить до найбільш серйозних пошкоджень, так як порушуються опороспроможність кінцівки та процес ходьби, що призводить до обмеження рухової активності потерпілого та зниження соціальної адаптації.

Найчастіше пошкодження передньої хрестоподібної зв'язки та меніска зустрічається серед людей, які займаються спортом. Аналіз досліджень дозволив виявити, що у 44% випадків вторинний розрив виникає внаслідок біомеханічної асиметрії та порушення аферентної провідності кінцівки (Hewett T.E., Di Stasi S.L., Myer G.D., 2013). Реабілітаційні заходи займають, як правило, від 5 місяців до 1 року, проте навіть після відновлення функції кінцівки спостерігається високий відсоток ускладнень, пов'язаних із наслідками ушкоджень та захворюваннями, зумовленими травмою колінного суглоба. Так, ймовірність розвитку деформуючого остеоартрозу колінного суглоба (гонартрозу) через порушення балансу тіла під час руху збільшується на 13-42 % випадків (Dejour H., 2014; Kessler M.A., 2008). Вітчизняні фахівці у своїх дослідженнях також діагностують порушення статичного та динамічного балансу після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки (ПХЗ), та відзначають, що динамічний баланс оперованої кінцівки не відновлюється, а до 10 місяців після операції зберігається функціональна нестабільність (Арьков В.В., Калинин Л. А., Міленін О. Н. та ін, 2008).

Таким чином, навіть при відновленні рухової активності спортсмена і поверненні його в спорт є ймовірність вторинної травми при граничних і

граничних навантаженнях. Все це зумовлює необхідність пошуку нових засобів, методів і форм організації фізичної реабілітації, які б сприяли максимально повному відновленню стабільності колінного суглоба спортсмена та відновленню сенсомоторного контролю в управлінні рухами.

Раніше існували спроби вирішення завдання щодо збереження та відновлення пропріоцепції після травми передньої хрестоподібної зв'язки. Так, наприклад, було виявлено, що від кількості механорецепторів у зв'язці залежить пропріоцептивна чутливість і якщо фрагменти зв'язки можуть бути збережені під час її реконструкції, то й механорецептори також збережуться до певної міри, що може допомогти покращити відновлення пропріоцепції після операції (Орлецький А.К. , Ветриле В.С., 2003; Kvist J., 2004; Кузнецов І.А., Рибін А.В., Рябінін І.В., та ін 2009).

Фахівці з фізичної реабілітації знаходять вирішення проблеми відновлення пропріоцепції за рахунок застосування вправ на координацію (Cooper R.L., Taylor N.F., Feller J.A., 2005; Lee H.-M., Cheng C.-K., Liao J.-J., 2009; Валєєв Н.М., 2012; Хайдарі М., 2013; Гершбург М.І., Попов С.М., 2014;).

Тим не менш, робіт, присвячених ступеню зміни пропріоцепції при травмі меніска або ушкодженнь ПХЗ та меніска у вітчизняній літературі недостатньо (Алфімов М.М., Абрамова Т.Ф., Арков В.В. та ін., 2011). У зарубіжній літературі переважно представлені роботи, що мають оглядовий характер (Tusciarone A., Godente L., Fabbrini R. et al. 2012; Parus K., Lisinski P., Huber J., 2015; Park J.-H., Jeong W.-K., Lee J.-H. et al., 2015).

Таким чином, досить висока актуальність як створення методики розвитку пропріоцепції у процесі фізичної реабілітації після травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба, так і алгоритму виявлення ступеня зміни рухової чутливості на різних етапах реабілітації.

Мета дослідження спортсменів після поєднаної травми передньої хрестоподібної зв'язки і меніска колінного суглобу з застосуванням баланс тренінгу для розвитку пропріоцепції.

Завдання дослідження

1) Розробити програму фізичної реабілітації спортсменів із застосуванням баланс-тренінгу для розвитку пропріоцепції після травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба.

2) Оцінити ефективність методики фізичної реабілітації спортсменів із застосуванням баланс-тренінгу для розвитку пропріоцепції після травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба.

3) Вивчити механізм дії баланс-тренінгу для відновлення пропріоцепції та постуральної функції спортсменів після травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба.

4) Вивчити віддалені результати розробленої методики фізичної реабілітації спортсменів зміни функціонального стану колінного суглоба у віддаленому періоді.

Об'єкт дослідження фізичної реабілітації спортсменів після оперативного лікування травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба

Предметом дослідження процесу фізичної реабілітації спортсменів після оперативного лікування травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба, із застосуванням пропріоцептивних вправ баланс-тренінгу.

Методи дослідження: Основу побудови методики розвитку пропріоцепції становили: теорія сенсорних корекцій Бернштейна Н.А., 2004; протоколи оптимальних способів відновлення хрестоподібних зв'язок та менісків колінного суглоба Ветриле з співавт., 2002; Миронов С.П. із співавт., 2004; Заміський Н.В. із співавт., 2006; Лазішвіші Г.Д.з співавт., 2006; теорії та методики розвитку пропріоцепції цілісного організму Анохін П.К., 1975; Гурфінкель В.С., 1999; Фарфель В.С., 2011; Adams D. et al., 2012; Clark N.C. et al., 2015, теорії та методики розвитку пропріоцепції внаслідок розриву передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба Лісіцин М.П. з співавт., 2001; Орджонікідзе З.Г. із співавт., 2006; Валеєв Н.М. із співавт., 2012; Noyes F.R. et al., 1991.

Робота є закінченим дослідженням, проведеним з урахуванням етичних норм, в якому взяли участь пацієнти після реконструкції передньої хрестоб різної зв'язки та резекції меніска. Усім пацієнтам до та після лікування було проведено комплексну оцінку клінікофункціонального стану опорно-рухового апарату, проведено тести на вестибулярну стійкість, пропріоцепцію, дослідження динамометрії та рухової координації на багатофункціональному тренажері HUBER Motion Lab. Достовірність результатів дослідження підтверджено методами математичної статистики та заснована на достатній кількості спостережень.

Практична значимість дослідження полягає у розробці та впровадженні методики фізичної реабілітації спортсменів після оперативного лікування травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба із застосуванням баланс-тренінгу для розвитку пропріоцепції, побудованої з урахуванням біомеханічних особливостей процесу відновлення, та покращення пропріоцептивної чутливості.

Розроблена методика може бути використана у практичній роботі зі спортсменами у профільних лікувальних закладах, у фізкультурно-спортивних комплексах при переході від реабілітаційних заходів до тренувального процесу; для профілактики травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба у навчально-тренувальному процесі вузів фізкультурної спрямованості та у спортивних секціях фізкультурно-оздоровчих центрів; при підготовці та підвищенні кваліфікації інструкторів-методистів лікувальної фізичної культури.

Особистий внесок автора. Автором проведено теоретичний аналіз літературних джерел та визначено раціональні засоби та методи фізичної реабілітації, автор самостійно проводив заняття лікувальної гімнастики та гідрокінезотерапією зі спортсменами. Для отримання наукових результатів автором було здійснено обробку та обговорення експериментальних даних, проведено узагальнення та наукову інтерпретацію результатів, описано методичні рекомендації при реалізації змісту методики фізичної реабілітації.

Публікації. За результатами дослідження опубліковано 2 наукові праці:

1. Поздняков М. Етіологія та патогенез травм хрестоподібних зв'язок та менісків колінного суглобу/ М. Поздняков // Збірник наукових праць Миколаївського інституту розвитку людини закладу вищої освіти «Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна». Серія: Фізична терапія, ерготерапія, Випуск VII. Миколаїв: МІРЛ ЗВО Університету «Україна», 2023. – С. 241-248.

2. Поздняков М. Методи розвитку пропріоцепції колінного суглобу/ М. Поздняков // Збірник наукових праць Миколаївського інституту розвитку людини закладу вищої освіти «Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна». Серія: Фізична терапія, ерготерапія, Випуск VII. Миколаїв: МІРЛ ЗВО Університету «Україна», 2023. – С. 248-258.

Структура роботи. Робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, практичних рекомендацій, бібліографічного списку та додатків. Бібліографічний список містить 238 джерел, у тому числі 84 іноземною мовою. Робота ілюстрована 15 таблицями та 27 малюнками, викладеними на 115 сторінках.

РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Етіологія та патогенез травм хрестоподібних зв'язок та менісків колінного суглоба

Колінний суглоб (articulation genus) - найбільший і складно влаштований суглоб тіла людини. Він утворений суглобовими поверхнями виростків стегнової кістки, суглобовою поверхнею великогомілкової кістки та надколінком.

Хрестоподібні зв'язки знаходяться всередині суглоба і мають важливе значення для зміцнення колінного суглоба: передня хрестоподібна зв'язка (ligamentum cruciatum anterius) перешкоджає зісковзуванню стегнової кістки назад, а задня хрестоподібна зв'язка (ligamentum cruciatum posterius) – вперед. Також вони регулюють стабільність суглоба при рухах великого розмаху та рухах, пов'язаних з ротацією; надають гальмуючу дію при розгинанні та згинанні гомілки в колінному суглобі.

Ушкодження хрестоподібних зв'язок є одними з найчастіших травм колінного суглоба та спостерігаються до 62 % випадків [30, 53].

Розрив передньої хрестоподібної зв'язки (ПХЗ) виникає в результаті: різкої зміни положення верхньої частини тіла (скручування) та одночасного знаходження на опорній кінцівці; різкої ротації гомілки назовні при одночасному відведенні та розгинанні в колінному суглобі; відхилення гомілки назовні та ротації стегна досередини; прямого удару в ділянку колінного суглоба.

Розрив заднього хрестоподібного зв'язування (ЗХЗ) виникає в результаті: удару по гомілки спереду; сильного перегинання гомілки назовні; падіння на зігнуте коліно.

Одночасне пошкодження ПХЗ і ЗХЗ виникає в результаті травмуючої сили в декількох площинах: момент, що ругує, при фіксованій стопі з одночасним впливом сили зовні всередину і спереду назад. Такий характер травми найбільш можливий при ДТП та падіннях з висоти [82].

Ушкодження ПХЗ спостерігаються значно частіше, ніж ЗХЗ. Це з тим, що у ПКС доводиться основне фізичне навантаження: 75 % за повного розгинання КС і приблизно 85 % за згинання від 90° до 30°. Передня хрестоподібна зв'язка травмується у 18–30 % випадків, задня хрестоподібна зв'язка – від 2,4 % до 10 % випадків. Одночасне пошкодження ПХЗ та ЗХЗ зустрічається у 3 % випадків [82, 130, 132].

Оскільки зв'язка дуже міцна, то розриви можуть бути не тільки повними, а й частковими. Розрізняють розтягування, частковий розрив, повний розрив протягом або біля місця прикріплення зв'язки до кістки, розрив хрестоподібної зв'язки з відривом кісткової тканини міжвиросткового. Найчастіше ушкоджуються середні відділи зв'язки – 70 %, далі йдуть пошкодження проксимальних відділів – 20 %, останньому місці – патологія дистальних відділів – 10 % [15].

Група ризику – люди, які займаються спортом. У спорті з локалізації переважають травми кінцівок – 80% всіх травм. По Башкирову У. Ф. відсоткове співвідношення локалізації травм показує, що колінний суглоб є травмонебезпечним у загальній характеристиці – 40,8 % [14].

Розглянувши індивідуально види спорту, позначимо, що хрестоподібні зв'язки найчастіше травмуються:

у ігрових видах спорту: футбол, хокей, баскетбол, волейбол, гандбол;
у єдиноборствах: спортивна боротьба, бокс, самбо, джиу-джитсу, дзюдо;
у стрибкових видах спорту: гірськолижний спорт, спортивна гімнастика, акробатика, стрибки на батуті тощо.

Таким чином, найбільш ймовірні ушкодження хрестоподібних зв'язок у контактних видах спорту, оскільки в них найчастіше можливий удар в область колінного суглоба; а також у стрибкових видах спорту, тому що в даному випадку можливе неправильне приземлення зі скручує.

При пошкодженні зв'язки може виникати хрускіт, з'являється набряк (іноді через 3–4 години), виникає сильний больовий синдром у стегново-надколінному суглобі та порушується рухливість колінного суглоба. Після

стихання болю та спадання набряку у хворих залишається нестійкість при навантаженні на колінний суглоб, відзначається почуття підкошування в коліні.

Обстеження пацієнта починають із з'ясування скарг та збору анамнезу. Звертають увагу на набряклість суглоба та швидкість наростання набряку [130]. За різними даними, у 60-75% випадків гемартроз колінного суглоба є наслідком часткових або повних розривів хрестоподібних зв'язок [128, 181, 215].

Аналізується обсяг активних та пасивних рухів у КС.

Меньшикова І. В. та ін [22] наводить наступний взаємозв'язок обсягу рухів у суглобі та виду порушення:

Обмеження всіх активних та пасивних рухів суглобі зазвичай спостерігається при артриті та остеоартрозі;

Обмеження і болочість лише певних активних рухів притаманно поразки сухожилів, обсяг пасивних рухів у своїй не порушений;

Надмірна рухливість у суглобі може зустрічатися при синдромі гіпермобільності (вроджена особливість розвитку сполучної тканини) або як прояв нестабільності при пошкодженні зв'язкового апарату (при травмі або тяжкій артропатії);

"Блокада" суглоба (фіксація його в положенні згинання або розгинання) виникла єт при механічних перешкодах рухам (утиску в порожнині суглоба пошкодженого меніска або кукси розірваної хрестоподібної зв'язки, внутрішньосуглобового тіла, конгломерату синовіальних ворсин).

Таким чином, «блокада» суглоба є серйозною ознакою ймовірності пошкодження хрестоподібних зв'язок. Тести, що визначають нестабільність передньої хрестоподібної зв'язки: тест Лахмана (Lachman), нерухомий тест Lachman, активний тест Lachman, тест передньої висувної шухляди при згинанні 90°, максимальний тест висувної ящика Якоба (Jakob), тест зміщення стрижня (pivotshift) стрижня, градуйований тест зміщення стрижня Якоба (Jakob), тест Мартенса (Martens). Тести, що визначають нестабільність задньої

хрестоподібної зв'язки: тест заднього висувного ящика при згинанні 90° , зворотний тест зсуву стрижня Якоба (Jakob), тест заднього відвисання, симптом сили тяжіння та тест рекурвації колінного суглоба, тест Годфрея (Godfrey).

Основним характерним клінічним симптомом ушкодження ПКС є позитивний тест «переднього висувного ящика» - при захопленні гомілки вона легко висувається допереду по відношенню до стегна, що неможливо при цілості зв'язки. При розриві задньої хрестоподібної зв'язки при тестуванні гомілка може бути зміщена ззаду по відношенню до стегна - симптом заднього висувного ящика. Також дані тести проводять поблизу розгинання $20 - 30^\circ$ (тест Лахмана). Інші тести є додатковими та проводяться для підтвердження чи уточнення отриманого діагнозу.

Крім тестів проводять апаратні дослідження: артрометр (КТ-1000, КТ-2000, Rolimeter), рентгенографію, комп'ютерну томографію, магніто-резонансну томографію, ультразвукове дослідження.

Після констатації розриву хрестоподібних зв'язок можливе оперативне та консервативне лікування залежно від цілей реабілітації. Для спортсменів та людей, які ведуть активний спосіб життя, хрестоподібні зв'язки відновлюють оперативно, виготовляючи пластику. Пацієнтам, які не потребують широкого діапазону рухів і повноцінної стабільності колінного суглоба і у зв'язку з наявністю соматичної патології як причиною відмови від оперативного лікування, можливе консервативне лікування. Однак слід зазначити, що у разі поєднаних ушкоджень (розривів) оперативне лікування призначають незалежно від цілей реабілітації.

Є кілька варіантів термінів оперативного лікування. Ряд учених [82] вважає, що найоптимальніший час проведення операції: 2–3 добу після травми (до 2 тижнів). В даному випадку можливе зшивання зв'язки через її розволокнення і, таким чином, реабілітаційний процес буде значно меншим, т.к. сухожилля для аутотрансплантата не будуть порушені.

Деякі реабілітологи [53, 92, 179, 180, 189, 231] дотримуються іншої позиції: до операції необхідний передопераційний період терміном 2-8 тижнів, де пацієнт навчається елементам самообслуговування в умовах подальшого вимушеного обмеження руху та працює над збільшенням сили чотириголового м'яза стегна, оскільки наступні 4-6 тижнів імобілізації наводять до значної гіпотрофії м'яза. Більше того, Shelbourne K. D., Patel D. V. [231] оцінюють наявність передопераційного періоду як найбільш оптимальну умову для профілактики можливого подальшого артрофіброзу (виникає в 4–35 % випадках [180]). Проте при порівнянні статистичних даних найкращі результати досягаються при реконструкції «свіжих» [184] ушкоджень хрестоподібних зв'язок, т.к. відсутність своєчасної операції призводить до хронічної нестабільності колінного суглоба, цим змінюючи процес відновного лікування.

Повне морфо-функціональне відновлення зв'язок після операції настає від 5-6 місяців до 1 року протягом 3 міс. відбувається приживлення трансплантата колінний суглоб [32]; відновлення кровопостачання трансплантату відбувається у терміни від 2-х до 6 міс. [128]; через 6 міс. після травми відбувається повне завершення репарації сполучної тканини [149]; біологічний процес перебудови та зміцнення нової зв'язки триває не менше 6-12 міс. [32].

Дані терміни визначаються обраною методикою реабілітації, фізичною підготовленістю та індивідуальними особливостями пацієнта.

Проте ізольовані розриви передньої хрестоподібної зв'язки зустрічаються рідко, переважно – у поєднанні з іншими ушкодженнями. Так, наприклад, часто відбуваються розриви передньої хрестоподібної та великогомілкової колатеральної (ВКЗ) зв'язок – 20–39 % випадків [85]. Значно рідше мають місце травми малогомілкової колатеральної (МКЗ) та задньої хрестоподібної зв'язок. Найважчим ушкодженням називають комбінацію із пошкодження ПХЗ, БКЗ та розриву медіального меніска – «нещаслива тріада». Така травма можлива при ударі збоку повністю розігнутої гомілки на

фіксованій стопі. Тим не менш, перше місце за статистичними даними множинної травми займає пошкодження ПКС і меніска (латерального або медіального), яке зустрічається в 70% випадках [236]. Внутрішній меніск має напівмісячну або С-образну форму, зовнішній меніск утворює майже повне коло у формі букви О. Зовнішні краї менісків потовщені, у напрямку ж до центру вони стоншуються, їх внутрішній край гострий. При рухах у колінному суглобі меніски стискаються, їхня форма змінюється.

У нормі при розгинанні в КС і опорі на кінцівку меніски дещо зміщуються вперед і назовні, а при згинанні – пересуваються взад. При згинанні і розгинанні меніски рухаються разом з великогомілковою кісткою, а при ротації - разом зі стегном, що відіграє дуже істотну роль у механізмі їх пошкоджень [53] - при згинанні коліна з ротацією в той чи інший бік; при ротаційному русі – обертанні стегна всередині при фіксованих гомілки та стопі. За статистичними даними, враховуючи більшу рухливість зовнішнього меніска, його травматичні ушкодження відбуваються рідше, ніж внутрішнього (1:10) [53, 85].

Характерні ознаки травми: біль у ділянці суглоба, зміна його контурів (гемартроз, синовіт), блокада суглоба; при пальпації визначається біль по ходу суглобової щілини, яка посилюється при ходьбі сходами вниз (симптом «сходів») [48].

Тести, що визначають розрив меніска: симптоми Штейнмана (Steinmann), тест McMurray, тест Брагарда (Bragard), симптом Пайра (Payr), тест Кебота (Cabot), ротаційно-компресійний тест Песлера (Paessler), тест Белера-Кремера), тест Мерке (Merke), дистракційний та компресійний тест Arpley, медіальний та латеральний тест Anderson. [26]

При травмі передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба головним є пошкодження ПКС, тому методика фізичної реабілітації формується, виходячи з домінуючого ушкодження.

1.2. Застосування засобів та форм фізичної реабілітації спортсменів на різних етапах процесу відновлення

Фізична реабілітація – діяльність з відновлення частково втрачених чи ослаблених психофізичних функцій та здібностей людини [102]. Основним змістом фізичної реабілітації є відновлення працездатності спортсмена шляхом поетапного застосування лікувальної фізичної культури з використанням наростаючих за інтенсивністю та обсягом фізичних навантажень.

Поняття «лікувальна фізична культура» (ЛФК) у різних джерелах трактується по-різному. Деякі автори відзначають, що ЛФК – це медико-педагогічна дисципліна [28, 150], інші розкривають поняття ЛФК як метод лікування, реабілітації та профілактики різноманітних захворювань [48, 54,74]. Проте обидві позиції авторів сходяться у змісті поняття – ЛФК використовує засоби фізичної культури з лікувально-профілактичною метою.

За загальноприйнятою класифікацією виділяють такі засоби фізичної культури: фізичні вправи, оздоровчі сили природи та гігієнічні фактори.

Фахівці із фізичної реабілітації, розглядаючи питання засобів лікувальної фізичної культури, розширюють цей перелік. Так, на думку Спіфанова В. А. [54] крім основних засобів (фізичні вправи, природні фактори, руховий режим) присутні додаткові: працетерапія, механотерапія і масаж. Такої ж позиції дотримується Вайнер Е. Н. [28], тільки масаж виділяє не як ЛФК, а як метод. Дубровський В. І. [48], у свою чергу, механотерапію та працетерапію відносить не до засобів, а до форм ЛФК, поряд з лікувальною гімнастикою, ранковою гігієнічною гімнастикою, дозованими прогулянками, ближнім туризмом та гідрокінезотерапією.

Найбільш повно описуються засоби та форми фізичної реабілітації спортсменів на різних етапах процесу відновлення після травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба у класифікації Спіфанова В. А. [55]. При цій травмі використовуються такі засоби, як фізичні вправи,

кріотерапія, масаж, механотерапія; форми: лікувальна гімнастика та гідрокінезотерапія.

Після операції головною метою реабілітаційних заходів є зняття больового відчуття та набрякості, для чого застосовується кріотерапія, яка сприяє зменшенню набряку та болю, м'язових спазмів, викликає зниження швидкості обміну речовин у тканинах, нервової провідності, тим самим допомагаючи пошкодженим тканинам відновлюватися. Ефективність застосування кріотерапії після операцій на хрестоподібних зв'язках відзначають багато дослідників [169, 178, 185, 205, 206, 211, 223], які сходяться на думці, що «холодна» аплікація [205], проведена в перші 12-72 години, знижує больовий ефект та набряклість. Для реабілітації після реконструкції хрестоподібних зв'язок в основному використовуються холодні компреси (охолоджуючі гелеві та хімічні пакети), пристрої холодного стиснення та масаж із льодом. За проведеними дослідженнями, найбільш результативною є методика холодного стиску [169, 185, 211], оскільки зменшується ризик некрозу шкіри. Кріотерапія застосовується у перші 12-72 години після операції, тривалість процедури становить 20-30 хвилин кожні 2 години. Протипоказаннями до процедури є гіперчутливість до холоду, а також наявність вазоспастичних порушень (синдром Рейно). [205]. Важливою перевагою методу є доступність і легкість застосування, а також кріотерапія може бути рекомендована для використання в домашніх умовах.

Після зняття набрякості метою подальшого лікування стає нормалізація кровообігу в суглобі, усунення застійних явищ, запобігання контрактурам, для чого з 2 дня починають проводити фізичні вправи та масаж.

Фізичні вправи є основним засобом фізичної реабілітації та проводяться у формі лікувальної гімнастики (ЛГ) та гідрокінезотерапії. Комплекс ЛГ починають проводити з 2 доби після операції. Тривалість занять лікувальною гімнастикою – близько шести місяців.

Знизити навантаження на суглоб і розпочати активні вправи раніше, ніж звичайно, дозволяють вправи у водному середовищі – гідрокінезотерапія.

Основні переваги методу при даній травмі [39, 167]: завдяки властивостям води та механізмам впливу, відбувається зниження навантаження на колінні суглоби, що дозволяє виконувати вправ з більшою, ніж у звичайних умовах, амплітудою рухів у колінному суглобі за мінімального м'язового зусилля. Можливе поступове тренування опороспроможності оперованої кінцівки при зміні вихідних положень – лежачи, сидячи, стоячи, а також у ходьбі дном басейну з глибшої частини до дрібнішої частини. Після відновлення амплітуди рухів та опороспроможності суглоба за допомогою плавання стилями брас і кроль, а також виконання вправ у швидкому темпі та наявності водного опору відбувається зміцнення передньої та задньої поверхні м'язів стегна та гомілки, збільшується пропріоцепція та відчуття рівноваги.

Гідрокінезотерапію призначають після зняття іммобілізації, заняття проводять у басейні при температурі води 28–30° з тривалістю процедури від 15 до 45 хвилин [39, 149]. Протипоказаннями до проведення процедури є відкриті рани, інфекційні захворювання, висока температура.

Часто щоб адаптувати організм до майбутніх навантажень використовують масаж, який також сприяє нормалізації кровообігу в суглобі та усунення контрактур. Під час іммобілізації застосовують масаж у зоні іннервації S5–S1, L5–L1, Th12–Th11 – поперекової області, також масажують здорову кінцівку та м'язи вище та нижче колінного суглоба оперованої кінцівки з використанням прийомів погладження, розтирання, розминання, вібрації.

Деякі автори дотримуються необхідності проведення масажу перші дні після операції (2–3 день) [62, 122, 238]. Цикунов М. Б. рекомендує призначати масаж через 5-7 днів після операції [149]. Масаж самого оперованого колінного суглоба проводять після зняття іммобілізації. Застосовують техніку самомасажу 2-3 рази на день по 5-7 хв.

Zalta J. [238] пише про те, що за допомогою масажу можна зменшити пателло-феморальний больовий синдром, який є частим ускладненням після реконструкції хрестоподібних зв'язок.

Наступним засобом фізичної реабілітації є механотерапія. Основу механотерапії складають дозовані, ритмічно повторювані фізичні вправи на спеціальних апаратах і приладах з метою: відновлення рухливості в суглобах (на апаратах маятникового типу), полегшення рухів та зміцнення м'язів (на апаратах блокового типу), підвищення загальної працездатності (на ізокіне). Вправи позитивно впливають на той чи інший суглоб або групи м'язів і можуть бути дозовані щодо амплітуди руху, сили опору і темпу за допомогою спеціальних пристроїв.

Доведено, що локальні впливи апаратами механотерапії через збудження пропріорецепторів та центральних зон моторного аналізатора надають широку дію на організм у цілому [10].

Теорія Юліуса Вольфа про те, що кістка здорової людини або тварини адаптується до навантажень, яким піддається, і якщо навантаження на кістку зростає, то кістка перебудує себе таким чином, що стане сильнішою щодо цього типу навантаження, була доповнена. Так, Khan K. M., Scott A. [196] обґрунтували вплив зовнішнього впливу (механотерапії) як на загоєння кістки, а й у ремоделювання і загоєння тканин. У літературі ці процеси позначені поняттям механотрансдукції. Механотрансдукція описує клітинні процеси, які транслюють механічні стимули в біохімічні сигнали, тим самим дозволяючи клітинам адаптуватися до їхнього фізичного оточення. Позитивний ефект механотрансдукції описаний щодо сухожилів, м'язів та суглобового хряща [196]. Таким чином, механотерапії здійснює двосторонній ефект на людину: по-перше, загальний стимулюючий і розвиваючий вплив, як від фізичної активності, по-друге, стимулює нервово-м'язові реакції в організмі, які сприяють розвитку аферентних зв'язків.

Засоби та форми фізичної реабілітації, що застосовуються у відновленні після травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба представлені (табл. 1).

Таблиця 1

Застосування засобів та форм фізичної реабілітації спортсменів на різних етапах процесу відновлення

Завдання	Средства и формы физической реабилитации				
	Кріотерапія	Фізичні вправи	Масаж	Гідрокінезотерапія	Механотерапія
Зниження болювого синдрому	+	-	+	-	-
Зняття набряклості	+	-	+	+	-
Поліпшення кровообігу, трофіки тканин та обміну речовин	-	+	+	+	+

Розробка діапазону рухів	-	+	-	+	+
Відновлення сили та тонуусу м'язів	-	+	-	+	+
Поліпшення скорочувальної здатності м'язів	-	+	+	-	+
м'язів	-	+	-	+	+

Таким чином, проаналізувавши роботу та спрямованість реабілітаційних заходів, відзначимо, що для зняття болювого синдрому та набряклості крім фізіотерапевтичних методів (магнітотерапія, ультразвук, УВЧ) у перші дні після операції застосовують кріотерапію. З метою профілактики застійних явищ та контрактур проводять лікувальну гімнастику, починаючи з легких вправ з ізометричної напруги м'язів нижніх кінцівок та масаж.

Після зняття іммобілізації (до 8 тижнів після операції) на перший план виходять завдання щодо розробки суглоба, збільшення сили м'язів, умови для цього створює застосування гідрокінезотерапії.

На пізніших етапах реабілітації застосовується механотерапія, в основному для покращення сили та тонусу м'язів, а також для відновлення стабільності суглоба та активізації обмінних процесів.

На нашу думку, комбінування всіх вищезазначених засобів та форм фізичної реабілітації формує найбільш раціональний планомірний алгоритм процесу відновлення, проте в даний час дана сукупність визначається з урахуванням оснащення відновлювальних центрів та лікарень, а також власних рухових потреб пацієнта.

1.3. Порівняльний аналіз комплексів лікувальної гімнастики після артроскопічної реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки

При порівнянні комплексів лікувальної гімнастики, були виділені основні і в той же час найбільш спірні компоненти відновлення після артроскопічної реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки: амплітуда рухів у КС, осьове навантаження при пересуванні, вправи з відкритим і закритим кінематичним ланцюгом, блокові апарати та блокові апарати пропріоцепція.

1. Досягнення кута згинання 90° (амплітуда рухів у КС).

Adams D. та ін. [179] пише про те, що вже в перші 3 дні (і протягом 1 тижня) обсяг активних та пасивних рухів повинен досягати від 0° до 90° . Автор вважає, що рання розробка суглоба знижує ризик можливого післяопераційного ускладнення, такого як артрофіброз. Якщо протягом 2-х тижнів цільові показники не досягнуті, пацієнту пропонується додаткова вправа у вихідному положенні – лежачи на животі, оперована кінцівка звисає з кушетки (спочатку без вантажу по 10 хв., потім з обтяжувачем на кісточці). Аналогічної думки дотримується і Єпіфанов А. В. [53].

Wang H.-J. та ін. [237] і Кузьменко В. В. та ін [128] вважають, що кут 90° повинен досягатися за перші сім діб після операції, але різниця у поглядах з вищевказаними авторами полягає в позиції щодо подальшої розробки статуту. Якщо Adams D. та ін. [179] досягає кута згинання 110° - 115° вже на 2-му тижні, то Wang H.J. [237] - через 4 тижні.

Миронов С. П. та ін [82] довів, що кут в 90° досягається через 2 тижні після операції. Федорова Т. Н. та ін [136] ставить завдання досягнення кута згинання в 90° протягом всього першого періоду (30 днів).

Cavanaugh J. T. та ін. [172] пише про те, що кут згинання в 90° досягається до 4-6 тижні і визначає максимальний обмежувач у досягненні кута згинання в 90° - 12 тижнів. Якщо після закінчення цього періоду результату не досягнуто, то виконується артроскопічна операція з видалення спайок в області суглоба.

Осьове навантаження при пересуванні.

Adams D. та ін. [179] вважає, що вже на 2-му тижні після операції допускається повне навантаження на травмовану нижню кінченість і переміщення без милиць. Незважаючи на ранні терміни, Adams обмовляється, що використання милиць може бути припинено тоді, коли під час пересування у пацієнта не виникатимуть болючі відчуття.

Спіфанов В. А. та ін [71] допускає повне навантаження на оперовану кінцівку (ОК) і ходьбу без милиць з 3-4 тижні; Wang H.-J. та ін. [237] - з 6 тижня, Орлецький А. К. та ін [96] - з 7 тижня, Федорова Т. Н. та ін [136] вважає, що повне навантаження можливе з 9 тижня після операції.

Вправи з відкритим та закритим кінематичним ланцюгом.

Спiрність наступної базової позиції комплексу лікувальної гімнастики полягає в тому, що з одного боку вважається, що вправи з відкритим кінематичним ланцюгом (згинання та розгинання КС без опори) збільшують силу чотириголового м'яза стегна [228], з іншого боку – сприяють розвитку нестабільності КС, виявляючи розтягує на ПКС. У зв'язку з чим рекомендують застосовувати вправи із закритим кінематичним ланцюгом, т.к. рефлексорне

включення згинальної мускулатури колінного суглоба виключає «ковзання» гомілкової кістки під час розгинання нижньої кінцівки та знижує розтяг ПКС [93].

При проведенні досліджень щодо впливу окремо вправ з відкритим кінематичним ланцюгом та окремо вправ із закритим кінематичним ланцюгом було виявлено, що при заняттях до 6 тижнів відсутня різниця в результатах, спостерігається однаковий ефект [189, 217]. У пізнішому періоді реабілітації дослідники сходяться на думці, що потрібно комбінувати вправи.

За термінами початку занять більшість реабілітологів рекомендує ним ланцюгом тільки, коли кут згинання досягнутий 90° . Risberg et al., [228] у свою чергу, уточнює, для того щоб мінімізувати навантаження на трансплантат, вправи з відкритим кінематичним ланцюгом повинні виконуватися при згинанні колінного суглоба мінімум 40° ; вправи із закритим кінематичним ланцюгом – не більше 60° .

Блокові апарати та вправи з обтяженням.

Рой І. В. та ін [122] у свою програму з реабілітації включає вправи з обтяженням вже з 3-го тижня. Валєєв Н. М. [116] - з 9-го тижня. Попов С. Н. [140] рекомендує використовувати блокові апарати на 5-8 тижнів. У свою чергу, Тихілов Р. М. та ін [32] пише про те, що, виходячи з його досвіду, не слід тренувати м'язи передньої поверхні стегна на апаратах з блоком до 6 місяців.

Розвиток пропріоцепції.

Автори сходяться на думці, що пропріоцептивні вправи необхідно включати до комплексів лікувальної гімнастики з 5 тижня [53, 136, 157]

Таким чином, аналіз методик відновлення дозволив визначити цільові установки з реабілітації фахівців даної галузі та виявити способи їх вирішення.

1.4. Методи розвитку пропріоцепції колінного суглоба

Наукова розробка фізіології рухового акта починається з праць британського фізіолога Чарльза Белла (1774–1842), який висловив думку, що

м'язова система є як робочий ефекторний апарат, а й є своєрідним органом почуттів. Завдяки наявності двостороннього (аферентного та ефекторного) нервового зв'язку між мозком і м'язами створюється свого роду замкнене коло, в якому відцентрові імпульси надають руху м'язовий апарат, а доцентрові імпульси, що виникають у самих м'язах, інформують мозок про поточні стани робочого органу і дають можливість точно керувати м'язовими рухами. Без такої зворотної сигналізації, що оцінюється як «м'язове почуття», не може здійснюватись координований моторний акт.

Дослідження цієї проблеми розпочаті Сеченовим І. М. (1829–1905), який називав інформацію від пропріорецепторів «темним почуттям», і продовжені Бернштейном Н. А. (1896–1966), ідеї якого про багаторівневість системи організації рухів та рефлекторне кільце лежать в основі сучасних уявлень про регулювання рухів.

Бернштейн, як і Ч. Белл вважав, що для виконання того чи іншого руху мозок не тільки посилає певну команду до м'язів, а й отримує від периферійних органів почуттів сигнали про досягнуті результати і на їх підставі дає нові команди, що коригують. Бернштейн Н. А. для обґрунтування теорії створює схему рефлекторного кільця та формулює концепцію фізіології активності.

Рефлекторне кільце – це певна форма взаємовідносин між аферентним та ефекторним процесом. Аферентний процес - це доцентровий процес нервового збудження, який відбувається у напрямку від органу до ЦНС. Ефективний процес - забезпечує сигнал по зворотній реакції від ЦНС до органу, що рухається.

Трохи іншу думку описує Бальсевич У. До. [9], відбиваючи 4 фази схеми управління рухами:

мозок людини з рухових нервів посилає м'язам команди;

м'язи, виконуючи ці команди, створюють тяги, що приводять у рух окремі ланки апарату рухів;

від м'язів і зв'язок по чутливим нервам до мозку надходять сигнали у тому, як виконані подані команди;

потім цей цикл повторюється, і у разі потреби здійснюється корекція рухів.

Перші 2 фази – це ефекторний процес; третя фаза – аферентний процес; четверта – здійснюється корекція за допомогою ефекторного та аферентного процесів.

Таким чином, порушення в ефекторному процесі спричиняють порушення у вигляді паралічів, парезів, контрактур і т.д. Порушення в аферентному процесі завжди супроводжуються порушенням координації.

Будь-який руховий акт будується з урахуванням роботи кінематичних ланцюгів. Кінематичні ланцюги - це кісткові ланки, які рухомо зчленовані між собою та працюють з постійною активною участю мускулатури. Суглоби можуть дозволяти ланкам повертатися щодо однієї, двох або трьох осей, відповідно володіти одним, двома або трьома ступенями свободи. Тобто число ступенів свободи конкретного суглоба чи кінцівки визначається мірою взаємної рухливості двох ланок кінематичного ланцюга.

Від ступеня рухливості кінематичних ланцюгів залежить стійкість органу, що рухається. Для того, щоб зафіксувати позу складного кінематичного ланцюга, необхідно закріпити кожну з наявних у неї ступенів свободи незалежними один від одного зв'язками. Роль цих зв'язків в організмі переважно виконують м'язи, рідше – зовнішні сили. Центральна нервова система зможе надати м'язу ту чи іншу потрібну напругу для стабілізації тільки в тому випадку, якщо вона буде в курсі наявної довжини м'яза і всіх змін, що зазнаються. У цьому обміні інформацією полягає принцип зворотного зв'язку, який отримав назву принципу сенсорних корекцій.

Розрив хрестоподібної зв'язки призводить до пошкодження в аферентній імпульсації – порушення передачі вихідної інформації про стан органу, що рухається в ЦНС.

Для позначення аферентної основи рухів людини Sherrington C. S. [233, 234] запроваджує поняття «пропріоцепція» у 1906 році.

Пропріоцепція - здатність сприймати положення та переміщення у просторі власного тіла або його окремих сегментів [70, 78].

Пропріорецептори відносяться до інтерорецепторів (сприймають внутрішні сигнали), які поряд з екстерорецепторами (сприймають зовнішні сигнали з навколишнього середовища, наприклад, зоровий рецептор, слуховий тощо) забезпечують перетворення впливу фактора зовнішнього або внутрішнього середовища на нервовий імпульс.

Пропріорецептори - Механорецептори, розташовані в тканинах м'язово-суглобового апарату, що сприймають їх розтяг або скорочення [23], тобто. це рецептори рухового відчуття, які передають сигнали про становище тіла у просторі і грають вирішальну роль регуляції рухів людини.

Фахівці з хірургічного відновлення передньої хрестоподібної зв'язки визначили спосіб її відновлення, коли пропріорецептори можуть бути збережені при її реконструкції.

Так, наприклад, вітчизняні фахівці, створили новий спосіб відновлення цілісності передньої хрестоподібної зв'язки за рахунок власних тканин, уникаючи тим самим заміщення пошкодженої зв'язки на трансплантат, максимально зберігаючи механорецептори [106, 107].

Спосіб хірургічного збереження пропріоцепції при частковому пошкодженні ПКС виявила та інша група дослідників. Автори запропонували проводити реконструкцію одного ізольовано пошкодженого пучка переднього хрестоподібного зв'язування, не пошкоджуючи при цьому цілий пучок, таким чином, прискорюючи процеси ремоделювання сухожильного трансплантату та його реваскуляризації [107].

Однак, при розгляді питання з точки зору фізичної реабілітації, необхідно відзначити функціональність та спрямованість самих пропріорецепторів, щоб визначити можливості їх відновлення через рух.

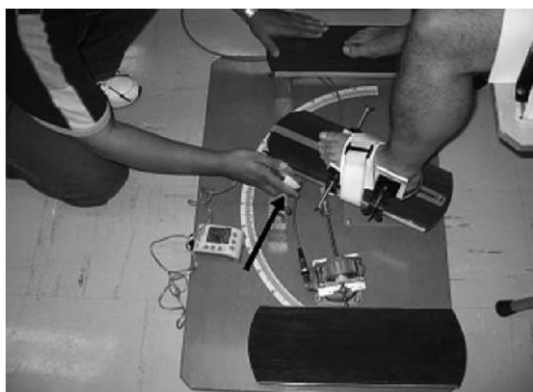
Як зазначає Лисицин М. П. [73], під час проведення морфологічних досліджень внутрішньосуглобових структур колінного суглоба, були ідентифіковані різні типи механорецепторів. Ці рецептори пропріоцепції були

поділені на дві великі групи: вільні нервові закінчення та інкапсульовані нервові закінчення (тільця Руффіні, тільця Паччіні, сухожильні тільця Гольджи). Вважається, кожен вид рецепторів реагує лише з специфічний йому тип подразнення.

Вільні нервові закінчення немає мієлінової оболонки, складаються з блискучих термінальних нервів. Вони виявлені у великих кількостях на внутрішньосуглобовій поверхні капсули суглоба, зв'язках, особливо у місцях їх прикріплення. Вільні нервові закінчення є високо пороговими механорецепторами, що реагують біль.

Тільця Руффіні є інкапсульованими, кулястими утвореннями, об'єднаними в гроно. Кожен елемент гроно має свій мієліновий аксон. Ці механорецептори виявлені в коллатер альних та хрестоподібних зв'язках,

капсулі, менісках. Тільця Руффіні відносяться до низькопорогових, повільно реагуючих рецепторів, які генерують імпульси, пов'язані з відносним положенням м'язів і суглобів, забезпечуючи інформацією про положення суглоба, а також про напрямок руху та кута ротації.



Мал. 1 апарат для оцінки проприоцепції в сагітальній площині

Тільця Паччіні – це інкапсульовані, подовжені утворення конічної форми. Тільця Паччіні виявлені в капсулі суглоба, хрестоподібних зв'язках. Це швидкореагуючі рецептори відповідають на малі зміни в тиску раптовим вибухом високочастотних імпульсів, за якими слідує швидке згасання, навіть

якщо роздратування продовжується. Тільці Паччіні чутливі до прискорення, вібрації, реагують початку руху.

Сухожилльні тільця Гольджі – найбільші утворення, складаються з інкапсульованих механорецепторів, що мають веретеноподібну форму, вкриті тонкою капсулою. Вони виявлені у зв'язках, рогах менісків, розташовані паралельно колагеновим волокнам. Сухожилльні тільця Гольджі відносяться до високопорогових рецепторів, що повільно реагують. Вони збуджуються тільки при екстремальних кутах згинання та розгинання суглоба, відповідають за напрямок руху.

В 1980 Ferrell W. [187] виділив окрему групу механорецепторів, які здатні збуджуватися не тільки при позамежних рухах в суглобі, але і при низьких навантаженнях, так звані «midrange units», тобто. пропріорецептори, що діють у середньому діапазоні рухів. Ferrell W. виявив, що до 50% цих пропріорецепторів знаходяться у передній хрестоподібній зв'язці. Цей результат було отримано з аналізу котячих зв'язок. Опис пропріорецепторів хрестоподібних зв'язок людини зробили такі вчені, які дійшли такого ж висновку [116, 162, 195, 207, 213]. Відповідно, порушення цілісності хрестоподібних зв'язок спричиняє порушення пропріоцептивних здібностей [162, 163, 177, 208], балансу тіла під час руху, що може сприяти розвитку дистрофічних захворювань та отриманню вторинних травм. Denti M. та ін. [156] провів дослідження, в результаті якого виявив, що за відсутності операції після розриву зв'язок, механорецептори в них поступово зникають так, що через 9 місяців після травми виявляються лише вільні нервові закінчення, а через 1 рік – і вони відсутні. Такого ж висновку дійшов і Lee D.-H. та ін. [184].

Основні функції, які виконують пропріорецептори [73]:

забезпечують почуття становища суглоба у просторі;

ініціюють захисні рефлексії, що стабілізують суглоб і запобігають його ушкодженню.

Аналізуючи сучасні способи розвитку пропріорецепторів, відзначимо, що відновлення рухової чутливості (постурального контролю) здійснюється за

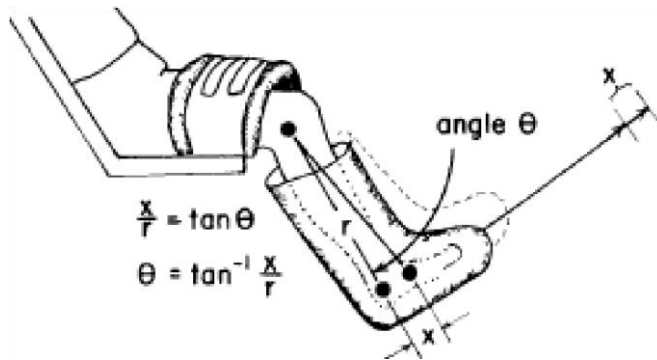
двома напрямками: постуральна стійкість – баланс в основній стійці, та постуральна орієнтація – динамічна рівновага.

Постуральна стійкість діагностується та вдосконалюється за допомогою стабілометрії [3, 126, 165, 176, 210] - методу реєстрації положення та рухів загального центру тяжкості на площину опори в положенні стоячи. Для проведення вимірювання як площину опори використовується стабілометрична платформа.

Тренування націлене на покращення постуральної стабільності, переміщення ваги тіла та управління центром тяжіння. Можливі варіанти стабільної опори, а також з невеликою зміною рівня нахилу основи (20°). Суть дослідження полягає в тому, що спочатку у пацієнта реєструється баланс тіла у положенні основної стійки. Далі реабілітолог пропонує виконати кілька тестів на координацію та рівновагу. Тести може бути як статичні, і динамічні, вони програмні, тобто. спочатку становлять основу пристрою. Реабілітолог може регулювати ступінь необхідних вимірювань та розвиток функціональних можливостей. Розвиток та коригування порушень можливе за допомогою біологічного зворотного зв'язку, коли пацієнт, дивлячись на монітор, сам свідомо виконує певні вправи та бачить свій результат.

Для розвитку динамічної рівноваги використовується ширше коло методів, здебільшого – апаратних. Враховуючи взаємозв'язок між станом навколосуглобових м'язів та пропріоцепцією [16, 83], найбільш затребуваними в даному напрямку є робота на артрологічних комплексах Cybex [208], Biodex [83], Con-trex [201], де проводиться комплексна оцінка.

Однак також створюються вузькоспеціалізовані апарати лише для оцінки пропріоцепції в сагітальній (рис. 1) або лише у фронтальній площині (рис. 2).



Мал. 2. Апарат для оцінки пропріоцепції у сагітальній площині [183]

Поєднає їх те, що всі вправи пов'язані з ротаційними рухами (кругові рухи, обертання) і виконуються із заплющеними очима, щоб відсутність аферентної інформації неможливо було компенсуватися зоровими та вестибулярними аналізаторами. Суть методу у тому, що пацієнт сидить на стільці, оперована кінцівка (ОК) зігнута під кутом 90° . Лікар задає вихідні значення – певні кути згинання (у разі дослідження Muaidi Q. I. et al. [183] – вихідні значення – кути повороту стопи). Завдання пацієнта відчувати та сказати, коли нижня кінцівка проходить дані значення. Аналізується похибка між сприйманим та фактичним кутом згинання при активних та пасивних рухах у КС. Barrack R. L., Skinner H. B., Buckley S. L. [162] на своєму апараті виявили, що дефіцит аферентних зв'язків у колінному суглобі після травми передньої хрестоподібної зв'язки найбільше відчувається при куті згинання в $30-40^\circ$, що є важливим значенням при дослідженні.

Для оцінки симетрії кінцівок Noyes F. R., Barber S. D., Mangine R. E. [215], запропонували використовувати пліометричні тести. Комплекс складається з 4 стрибків, які виконуються на оперованій кінцівці: стрибок у довжину з місця (мал. 3), потрійний стрибок (мал. 4), потрійний стрибок зигзагом (мал. 5) та подолання 6-метрової дистанції, стрибаючи на ОК (7). Після кожного стрибка на подолання 6-метрової дистанції пацієнт фіксує себе після приземлення на 2 сек. із збереженням балансу. Далі проводиться оцінка

здорової кінцівки і порівнюються результати.

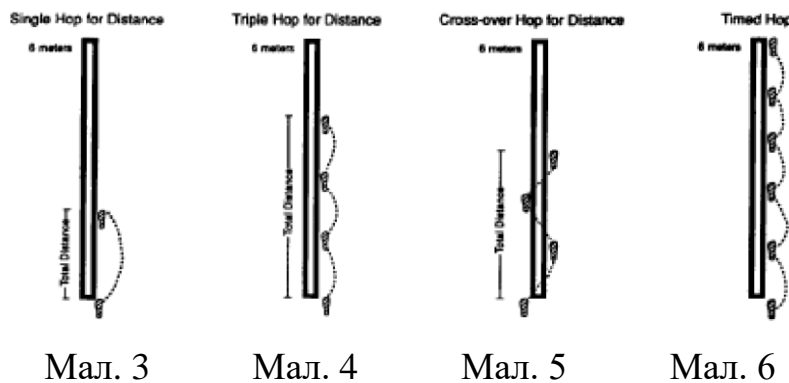


Рис. 3–6. Функціональні тести, що визначають симетрію кінцівок по Noyes F. R., Barber S. D., Mangine R. E., 1991

Дані тести є показовими, враховуючи наявність протиріччя, яке полягає в тому, що деякі дослідники вважають, що травма хрестоподібної зв'язки порушить пропріоцепцію та баланс тіла лише з боку пошкодженої кінцівки [162, 201, 235]; Друга частина вчених передбачає і науково доводить двосторонній вплив травми, тобто. незважаючи на поразку зв'язки одного колінного суглоба, пропріоцепція буде порушена в обох суглобах [164, 175, 225]. Таким чином, за допомогою цього тесту обчислюється індекс симетрії кінцівок. Реабілітологи його використовують у своїй роботі [157, 214].

З метою оцінки функціональних змін пропріоцепції визначають час у відповідь скорочення м'яза, що реєструється на різних видах ЕМГ [176, 177]. Різниця між простим вивченням стану м'яза по електроміографії полягає в тому, що в даному випадку застосовується зовнішній вплив на м'яз (затискання, притискання) і далі фіксується час зворотної реакції зі скорочення. Стандартна методика ЕМГ заснована на стимулюючому впливі імпульсами електричного струму на рухові нервові провідники та реєстрації величини спричинених м'язових скорочень, тобто. без фізичної дії.

З метою аналізу характеру зміни ходи після реконструкції хрестоподібних зв'язок застосовують технологію "Motion analysis" [165], у вітчизняній літературі - "Клінічний аналіз рухів" [11, 125]. Суть даного методу полягає в тому, що проводиться оцінка переміщення та балансу тіла у русі. Основне дослідження – діагностика ходи та виявлення на основі цього ступеня

функціонального порушення. На тілі пацієнта прикріплюються спеціальні датчики-електроди, які реєструють біоелектричну активність м'язів, рух у суглобах, рівень функціональних можливостей, а завдяки спеціальній доріжці, якою ходить пацієнт – реєструється час опори на різні відділи стопи.

Розглядаючи роботи вітчизняних дослідників [32, 104], які розробили та застосували комплекс пропріоцептивного тренування для спортсменів, виявлено, що в домінуючій більшості у комплексі використовуються вправи на нестабільній опорі: еластичні плоскі, напівциліндричні або напівсферичні платформи. Вправи починають виконувати з 5-го тижня після припинення іммобілізації і до переходу до початкового етапу спортивного тренування (5-6 міс. після операції) поступово збільшуючи навантаження [38].

Таким чином, основні компоненти процесу реабілітації із застосуванням методів пропріоцептивного відновлення постурального контролю:

застосування ротаційних вправ у всіх площинах;

застосування пліометричних (стрибкових) вправ у розвиток функціональної стійкості;

використання нестабільної опори для розвитку балансу та координації;

виконання вправ із заплющеними очима для кращого розвитку сенсомоторного контролю.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ I

Нині розривам зв'язкового апарату колінного суглоба найбільше схильні професійні спортсмени та люди, котрі займаються фізичної активністю, т.к. механізм отримання пов'язаний з пліометричним навантаженням і контактністю у видах спорту. Виходячи з основної аудиторії, цільові установки на відновлення після травми, є повернення до спортивної діяльності і продовження спортивної кар'єри. Сучасні методики реабілітації у разі оперативного лікування сконцентровані відновлення сили м'язів, амплітуди руху, розробки суглоба. Як свідчать дослідження, цього найчастіше недостатньо і зберігається високий ризик отримання вторинних травм [159, 191, 192].

Проведений теоретичний аналіз рівня розвитку пропріоцепції після травми передньої хрестоподібної зв'язки дозволив виявити протиріччя між:

необхідністю повернення у тренувальний процес спортсменів та відсутністю комплексної методики фізичної реабілітації для запобігання вторинним травмам;

ступенем впливу порушеної пропріоцепції на кінцівки та відсутністю її розвитку у процесі реабілітації [162, 164, 201, 225];

відновленням пропріоцепції колінного суглоба без цілеспрямованого впливу та зниженим сенсомоторним контролем рухів після травми [196, 222].

Порушення в ефекторному процесі спричиняють порушення у вигляді паралічів, парезів, контрактур і т.д. Порушення в аферентному процесі завжди супроводжуються порушенням координації.

Таким чином, проаналізувавши роботу та спрямованість реабілітаційних заходів, відзначимо, що для зняття больового синдрому та набрякlostі крім фізіотерапевтичних методів (магнітотерапія, ультразвук, УВЧ) у перші дні після операції застосовують кріотерапію. З метою профілактики застійних

явищ та контрактур проводять лікувальну гімнастику, починаючи з легких вправ з ізометричної напруги м'язів нижніх кінцівок та масаж.

Таким чином, основні компоненти процесу реабілітації із застосуванням методів пропріоцептивного відновлення постурального контролю:

застосування ротаційних вправ у всіх площинах;

застосування пліометричних (стрибкових) вправ у розвиток функціональної стійкості;

використання нестабільної опори для розвитку балансу та координації;

виконання вправ із заплющеними очима для кращого розвитку сенсомоторного контролю.

РОЗДІЛ II. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Матеріал дослідження

Дослідження проводилося на базі «Центр спеціалізованих видів медичної допомоги м. Чернівці. Дослідження проводилося у 3 етапи (2020–2022 рр.).

До дослідження увійшли 25 пацієнтів-спортсменів після операції з відновлення передньої хрестоподібної зв'язки та резекції меніска, віком від 20 до 35 років, які раніше не мали травм колінного суглоба. Усі учасники дослідження травму отримали під час заняття спортом: 71 % – ігрові види спорту (переважно футбол), 25 % – єдиноборства, 4 % – інші види спорту. В середньому термін від моменту отримання травми до операції склав $2,5 \pm 0,5$ року.

Із загальної кількості учасників дослідження було сформовано 2 групи (рис. 8): основна – 12 пацієнтів (7 жінок та 5 чоловіки) та контрольна – 13 пацієнтів (7 жінок та 6 чоловіки). В основній групі у 6 спортсменів із 12 було травмовано ліву нижню кінцівку (50 %), у 6 спортсменів (50 %) – праву нижню кінцівку. У контрольній групі ліву нижню кінцівку було травмовано у 7 спортсменів (54 %) з 13, права – у 6 (46 %). За характеристикою контингенту групи були однорідними (рівномірний розподіл за статевою ознакою, за ознакою травмування лівої/правої нижньої кінцівки, усі спортсмени мали кваліфікацію 1-2 дорослі спортивні розряди з видів спорту). Крім основного порушення у пацієнтів було виявлено ушкодження меніска (67% – медіального та 33% – латерального).

Учасники дослідження перебували 14 днів на лікуванні у стаціонарі де фахівцями центру їм була проведена операція з відновлення передньої хрестоподібної зв'язки аутоотрансплантатом з підколінних сухожилля (сухожилля напівсухожильного м'яза та тонкого м'яза стегна) та часткового або повного видалення меніска.

Залежно від методу фізичної реабілітації, всі пацієнти були розподілені на 2 групи (основну та контрольну).

У контрольній групі, що складалася із 13 чол. (7 жінок та 6 чоловіки) проводили стандартну методику фізичної реабілітації, яка включала виконання комплексу вправ, спрямованого на збільшення сили м'язів нижніх кінцівок і розробку колінного суглоба (додаток 1).

В основній групі, що складалася з 12 осіб, (7 жінок та 5 чоловіки) на фоні стандартної фізичної реабілітації проводили вправи розробленої нами програми баланс-тренінгу як у спортивному залі, так і в басейні (п. 3.3.).

Базове лікування починали проводити наступного дня після операції, в основному рекомендувалися вправи на підйом випрямленої нижньої кінцівки з положення лежачи на спині та згинання колінного суглоба з максимально можливою амплітудою без формування больового синдрому по 10-15 хвилин 4-5 разів на день.

Фізіотерапевтичне лікування полягало у призначенні магнітотерапії з другої доби після операції. Використовувався апарат АЛМАГ-01, котушки-індикатори встановлювалися навколо оперованого суглоба, тривалість курсу становила 10 діб, 1 раз на день по 10 хвилин 1-3 доби, з 4 по 15 хвилин.

Застосовувався самомасаж з 8 діб після операції 2-3 десь у день по 7-10 хвилин, зокрема перед проведенням комплексу лікувальної гімнастики.

Після виписки на 14–15 день після оперативного лікування спортсмени основної та контрольної груп проходили заняття фізичною реабілітацією (2 рази на тиждень групові заняття лікувальною гімнастикою, та з 8 тижня додатково 1 раз на тиждень – гідрокінезотерапія) на базі спортивного комплексу ІФК протягом 6 місяців.

У пацієнтів контрольної групи заняття лікувальною гімнастикою тривали 60 хвилин, гідрокінезотерапії – 30–45 хвилин.

У пацієнтів основної групи до базової програми були додані вправи на баланс тренінгу, які займали додатково 15 хвилин заняття. Таким чином, заняття у залі проходять 75 хвилин, у басейні – 45 хвилин.

1. Критерії включення до дослідження:

вік 20-35 років;

Стать Чоловіча Жіноча;

оперована травма передньої хрестоподібної зв'язки та резекція меніска колінного суглоба;

наявність поінформованої згоди.

2. Критеріями невключення спортсменів у дослідження були:

порушення вестибулярної стійкості;

для занять лікувальною гімнастикою: відносні обмеження – гострий період захворювання, інтенсивний біль, висока температура тіла, гіпертонічний криз; абсолютні обмеження - онкологічні захворювання, порушення психіки, кровотечі;

для занять гідрокінезотерапією: психічні, шкірні, венерологічні захворювання, відкриті рани, виразки, інфекційні хвороби, загальний тяжкий стан спортсмена;

проведення операції за іншими методиками хірургічного відновлення зв'язки (крім досліджуваної – при взятті трансплантату з підколінних сухожиль) та відсутність зшивання меніска (тільки його резекція).

3. Критерії виключення з дослідження:

недотримання протоколу;

відмова від участі у дослідженні; - виникнення небажаних явищ.

2.2. Методи дослідження

Для вирішення поставлених у роботі завдань було використано такі методи дослідження:

Медико-біологічні методи дослідження включали: (антропометричні вимірювання: ріст, вага, соматометрія, гоніометрія); вимірювання частоти серцевих скорочень; рухові тести визначення функціональних можливостей спортсмена: тест на вестибулярну стійкість, відтворення позиції, Ромберга,

тести, що визначають швидкісно-силові здібності спортсменів по F. R. Noyes [215];

Інструментальні методи дослідження: дослідження сили та рухової координації на багатофункціональному тренажері

HUBER Motion Lab;

Анкетування: шкала суб'єктивної оцінки пацієнта про функціональний стан колінного суглоба The Lysholm Knee Scoring Scale, анкета оцінки якості життя SF-36;

Методи математичної статистики (t-критерій Стьюдента, що включає обчислення середньої арифметичної величини, помилки середньої та темпи зростання).

Оцінювання результатів дослідження проводилося протягом 6 періодів: до, через 7 тижнів, 3 місяці, 4,5 місяці, 6 місяців та 1 рік після операції.

Враховуючи специфіку травми та функціональні можливості хворого, проведення тестування було розбито на 6 періодів (табл. 2).

Таблиця 2

Застосування методів дослідження на різних етапах фізичної реабілітації

№ п/п	Блок	Тест	Періоди					
			До операції	7 нед.	3 міс.	4,5 міс.	6 міс.	1 рік
	Блок фізичного розвитку	Зріст	+		-	-	-	-
		Вага	+		+	-	+	-
		Соматометрія	+		+	+	+	-
		Гоніометрія	+		+	+	+	-

		Вимірювання ЧСС	+		+	+	+	-
Блок фізичної підготовленості		Дослідження сили на тренажері HUBER	+		+	+	+	-
		Motion Lab	+		+	+	+	-
		Дослідження координації на тренажері HUBER Motion Lab	-		-	+	+	-
Блок пропріоцепції		Тести, що визначають швидкісно-силові здібності спортсменів та стабільність КС з F. R. Noyes	-		+	+	+	-
		Тест на вестибулярну стійкість	-		-	+	+	-
		Тест Ромберга	+		+	+	+	-
Анкетування		Тест на відтворення позиції	+		+	-	+	+
		Шкала The Lysholm Knee Scoring Scale	+		+	-	+	-

До операції, щоб отримати уявлення про вихідний рівень функціонального стану нижньої кінцівки;

7 тижнів після операції – припинення фіксації ортезом, який обмежує рух у колінному суглобі до 90°. Після припинення фіксації необхідно проаналізувати обсяг рухів у колінному суглобі та стан м'язів, оскільки тривала іммобілізація призводить до їхньої атрофії;

3 місяці після операції – протягом даного періоду часу відбувається інтеграція трансплантата у тканини колінного суглоба. Після 3-х місяців стає можливим велике, ніж раніше, навантаження на травмовану кінцівку та збільшення обсягу силових рухів.

4,5 місяці після операції – період початку занять пліометричними вправами (при успішному освоєнні програми та стабільності суглоба), а також вправами з дестабілізуючим зовнішнім впливом;

6 місяців після операції – відбувається оцінка ефективності всієї методики реабілітації, заняття лікувальною гімнастикою завершуються, спортсмени переходять до тренувальної діяльності.

1 рік після операції – проводиться аналіз віддалених результатів, оцінюється їхня стійкість порівняно тестуванням на момент закінчення реабілітації.

Аналіз науково-методичної літератури

Мета – проаналізувати основні аспекти проблеми, що вивчається, і визначити напрями її вирішення. Для визначення стану досліджуваної проблеми проводився поглиблений аналіз науково-методичної вітчизняної та зарубіжної літератури. Вивчалися питання, пов'язані з характеристикою травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба, особливостей фізіології та біомеханіки досліджуваного сегмента, а також теоретико-методичний базис процесу відновлення.

Опитування спортсменів

Опитування хворих проводилося в процесі всього періоду відновлення, починаючи з моменту вступу до стаціонару лікувального закладу, де визначалося, за яких сталася травма, які функціональні обмеження виникали в результаті травми, ставилися мети оперативного відновлення передньої хрестоподібної зв'язки, наявність стійких інтересів у процесі реабілітації. У міру розробки суглоба оперованої кінцівки спортсмен повідомляв інформацію про своє самопочуття та стан працездатності.

Експеримент (констатуєчий та формуючий)

Констатуєчий експеримент. Його мета полягала у визначенні вихідних даних спортсменів, формуванні уявлення про рівень їх фізичного розвитку та підготовленості, вплив травми на фізичну активність.

Формуючий експеримент мав на меті перевірку ефективності розробленої методики фізичної реабілітації спортсменів після травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба із застосуванням баланс-тренінгу для розвитку пропріоцепції.

Експеримент полягав у порівнянні 2-х груп: учасникам основної групи (12 пацієнтів) було запропоновано заняття за розробленою методикою фізичної реабілітації із застосуванням баланс-тренінгу; учасникам контрольної групи (13 пацієнтів) було запропоновано заняття лише фізичною реабілітацією. Тривалість експерименту та, відповідно, процесу відновлення склала 6 місяців після операції.

Антропометричні виміри

Зростання вимірювалося при вступі до лікувального закладу для складання загального уявлення про досліджуваний контингент.

Вага вимірювалася як показник ефективності фізичних вправ та комплексної програми фізичної реабілітації.

Соматометрія (вимірювання кола стегна та гомілки). Мета – оцінити вплив травми та подальшого процесу відновлення на стан м'язів нижніх кінцівок. Зважаючи на тривалу іммобілізацію кінцівки після операції, навантаження на м'язи відсутнє, внаслідок чого вони зменшуються в обсязі. Цей тест дозволяє відстежувати ступінь відновлення м'язів. Вимірювання м'язів стегна проводили у вихідному положенні - лежачи на спині, замірялася довжина кола стегна на рівні нижньої та середньої третини стегна (на відстані 10 та 20 см від надколінка). Вимірювання м'язів гомілки проводилося І.п. – лежачи на спині, м'яз замірявся у місці найбільшого її виступу. Надалі порівнювалися результати обох нижніх кінцівок (см). За індивідуальну умовну норму приймається коло здорової кінцівки. Показник оперованої кінцівки віднімається з нього і враховується різниця в див. потім отриманий результат співвідноситься зі шкалою вираженості гіпотрофії м'язів: гіпотрофія відсутня при однакових результатах здорової та оперованої кінцівки, середня гіпотрофія спостерігається при різниці в 1-2 см, виражена більше 2 см.

Гоніометрія (вимір амплітуди активних та пасивних рухів). Мета – оцінити обсяг рухів у колінному суглобі. Вимірювання проводилося за допомогою кутоміра в положенні лежачи на животі, спортсмен згинає нижню кінцівку в колінному суглобі спочатку активним рухом, потім за допомогою

верхніх кінцівок оцінюється ступінь згинання в градусах. Максимальне значення активного згинання в колінному суглобі становить 130-135 °, паси ного – 150°.

Вимірювання частоти серцевих скорочень (ЧСС)

Мета - отримання даних про реакцію організму спортсмена на фізичні навантаження та ступеня його адаптації. Методика виміру: 2 пальці кисті прикладається на променеку артерію і заміряється пульс за 10 секунд, далі результат множиться на 6. Вимір ЧСС проводилося до початку заняття в положенні лежачи на спині після 5 хвилинного відпочинку, в основній частині заняття відразу після інтенсивних навантажень і в заключній частині заняття після проведення постізометричної релаксації м'язів. Максимальний пульс спортсмена ми обчислювали за формулою $220 - \text{вік}$. При фізичних навантаженнях рекомендується допускати 70% максимально допустимого пульсу.

Дослідження на багатофункціональному тренажері HUBER Motion Lab

Мета – проаналізувати максимальну силу окремо взятого м'яза (даН), середнє значення сили, що використовується в динаміці, і відсоток координації (%) при виконанні руху.

Враховуючи особливості травми та тривалий період відновлення, результатом якого є зниження м'язової сили в кінцівках, ми перевіряли наступні м'язи: чотириголовий м'яз, литковий, що приводять та відводять. Суть тесту полягала в тому, що спортсмену пропонувалося зайняти вихідне положення на тренажері, при якому буде визначено роботу конкретного м'яза. У цьому положенні у спортсмена спочатку тестувалося максимальне зусилля м'яза, надалі комп'ютеризована система Huber Motion Lab моделювала вправу, виходячи з початкових силових даних (з біологічним зворотним зв'язком).

Чотирьохголовий м'яз тестувався у вихідному положенні напівприсіду, упор на рукояті тренажера (рис. 7). Завдання полягало в тому, щоб зробивши поштовх ногами, максимально натиснути на ручки тренажера. Ікроніжний м'яз тестувався у вихідному положенні – стоячи на шкарпетках, упор на поручні.

Тестована нижня кінцівка стояла позаду (рис. 8). М'язи, що відводять, тестувалися в положенні стоячи на 1 нозі, упор на рукоятки збоку (рис. 9). М'язи, що приводять, тестувалися в положенні стоячи на 1 нозі, хват на рукоятках здійснювався різноіменними руками (рмал. 10).



мал. 7. Тест чотириголового м'яза Мал. 8. Тест литкового м'яза



Мал. 9. Тест м'язів, що відводять Мал. 10. Тест м'язів, що наводять

Для оцінки максимальної сили м'яза пацієнту необхідно було утримувати зусилля протягом 4 серій (кожна складається з 4 підходів), загальний час виконання 4,12 хвилин. При цьому колона з рукоятками рухається вгору-вниз, платформа, на якій стоїть спортсмен, здійснює коливання, амплітудою до 10 градусів (швидкість обертання платформи 0-41об/хв) таким чином, крім сили м'яза вимірювалася рухова координація.

Двигуни

Їхня мета полягала в оцінці рівня відновлення пошкодженої кінцівки, сили м'язів, координаційних здібностей та загальної працездатності організму. При виборі тестів ми керувалися функціями уражених сегментів кінцівки, змістовним компонентом методики розвитку пропріоцепції та установками працювати над координацією рухів. Під час дослідження проводилися такі рухові тести: тести, що визначають швидко-силові здібності спортсменів та стабільність КС з Noyes, тест на вестибулярну стійкість, тест Ромберга та тест на відтворення позиції.

Тести, що визначають швидко-силові здібності спортсменів та стабільність КС з Noyes F. R. [215]. Дані випробування з одного боку характеризують стан зв'язкового апарату, т.к. пліометричні (стрибкові) вправи та тести неможливо зробити без хорошого функціонування активних (м'язи) та пасивних (зв'язки) стабілізаторів колінного суглоба, з іншого боку тести є показовими при аналізі рухового відчуття, враховуючи зміни напрямку та швидкості руху при виконанні тесту.

Комплекс складається з 4 стрибків, які виконуються спочатку на здоровій кінцівці (ЗК), потім на оперованій кінцівці (ОК): стрибок у довжину з місця, потрійний стрибок, потрійний стрибок зигзагом та подолання 6-метрової дистанції. Після кожного стрибка, крім стрибка на 6-метровій дистанції спортсмен фіксує себе після приземлення на 2 сек. із збереженням стійкості. Виконується по 2 спроби кожного тесту.

За допомогою даного тесту обчислюється індекс симетрії кінцівок: середнє від 2-х спроб, виконаних на здоровій нижньої кінцівки, ділиться на середнє значення від 2-х спроб, виконаних на оперованій кінцівки; результат множиться на 100.

Тест на вестибулярну стійкість: на рівній площадці креслиться коло діаметром 50 см. У ліву сторону від кола лініями позначається 3 коридори, кожен шириною 25 см. Учасник тесту виконує 15 кружлянь за 20 сек. у зігнутому положенні, щоб голова була під кутом 90° до ніг, руки вниз. Після

закінчення кругових рухів учаснику тесту необхідно швидко випрямитись і пройти першим коридором. Вестибулярна стійкість оцінюється за величиною відхилення вбік від першого коридору в див. заступив за межі кола або першого коридору до другого коридору – добре; при відхиленні тіла з переступанням до третього коридору – задовільно.

Тест Ромберг. Виконується у 3-х положеннях. У всіх варіантах завдання одне - встояти в положенні, що тестується, максимальна кількість часу (с):

I.П. – стійка ноги разом, руки перед собою, очі заплющені.

У тому ж I.П. пересунути ноги на одну лінію, щоб п'ята однієї ноги торкалася носка іншої (спочатку права попереду, потім ліва). - I.П. - стоячи на 1 нозі, друга зігнута і п'ята упирається в КС опорної ноги, руки схрещені перед собою.

Оцінюється максимальна кількість часу (сек.), в якому спортсмен може утримати вихідне положення, не порушуючи балансу окремо на оперованій та здоровій кінцівці з відкритими та закритими очима. Тест «Стоя» та тест «Нога до ноги» ми проводили для оцінки загального стану пропріоцептивних здібностей та вестибулярного апарату, тому при проведенні тесту ми обмежилися 1 хвилиною. Якщо протягом 1 хвилини пацієнт здатний стояти нерухомо в даному положенні, це говорить про хороше функціонування вищезгаданих систем.

Тест відтворення позиції. Суть тесту полягає у відтворенні заданих значень згинання колінного суглоба. Спочатку спортсмену пасивно згинають кінцівку на 30 °, 45 ° і 60 °. Потім необхідно повторити задані кути самостійно. Тест проводиться окремо з відкритими та закритими очима. Оцінюється величина відмінності у градусах між початковим значенням та відтвореним.

Анкетування

Мета – виявити оцінну характеристику функціонального стану колінного суглоба та оцінити якість життя спортсмена на фоні отриманої травми.

Шкала The Lysholm Knee Scoring Scale («Оцінна 100-бальна шкала хірургії хрестоподібних зв'язок колінного суглоба»), включала оцінку таких показників, як кульгавість; навантаження на ОК; нестабільність у колінному суглобі, біль, випіт у суглобі; гіпотрофія м'язів стегна (дод. 2).

Анкета оцінки якості життя SF-36 (додаток 3) виявляла рівень фізичного та психологічного здоров'я спортсменів. Анкета складалася з 36 питань, що були згруповані у 8 шкал: фізичне функціонування; ро ліве функціонування, зумовлене фізичним станом; інтенсивність болю та її вплив на здатність займатися повсякденною діяльністю, включаючи роботу по дому та поза домом; загальний стан здоров'я; життєва активність; соціальне функціонування; рольове функціонування, зумовлене емоційним станом; психічне здоров'я.

Ці 8 шкал були розподілені та входили у 2 підсумкові показники анкети: фізичне здоров'я (PH) та психологічне здоров'я (MN). Методи математичної статистики

Статистична обробка зібраних даних здійснювалася з урахуванням загальноприйнятих положень математичної статистики. Для обробки отриманої інформації застосовувалися такі дані: середня арифметична величина (M), помилка середнього (m), темп зростання (ΔM), який визначався за формулою: $\Delta M = M2 / M1 \times 100 - 100$. Математична статистика проводилася параметричним парним двом вибірковим t-тестом Стьюдента. Статистичні розрахунки були зроблені з використанням прикладних комп'ютерних програм універсальної обробки табличних даних Microsoft Excel 2007-2010.

2.3 Основні положення та принципи методики фізичної реабілітації

Розроблена нами методика фізичної реабілітації спортсменів після оперативного лікування травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба із застосуванням баланс-тренінгу була складовою фізичної культури, яка використовує фізичні вправи, методи, засоби для відновлення тимчасово втрачених або знижених фізичних здібностей.

Структура розробленої методики фізичної реабілітації включає наступні 4 етапи:

Ранній післяопераційний (1 тиж.);

Пізній післяопераційний (2-4 тижні);

Функціональний (5-8 тижнів);

Тренувально-відновлювальний (9-24 тиж.).

Всі вправи та розширення рухового режиму проходили під контролем лікарів, які тестували процедури і мали індивідуальний характер.

Методика фізичної реабілітації у своєму змістовному аспекті включала такі компоненти, як лікувальна гімнастика, масаж та гідрокінезотерапія.

Заняття лікувальною гімнастикою (ЛГ) складалося з вступного, основного та заключного розділів.

Вступний розділ дозволяє поступово підготувати організм спортсмена до зростаючого фізичного навантаження. Ми проводили розминку, що складається з базових вправ для тулуба та кінцівок, а також ізометрична напруга м'язів гомілки та стегна, щоб активізувати обмінні процеси в організмі та вивести на оптимальний рівень психосоматичний стан того, хто займається.

Протягом основного розділу здійснюється тренуючий (загальний та спеціальний) вплив на організм спортсмена. Фізичні вправи підбиралися відповідно до розв'язуваних цьому етапі завданнями. У післяопераційному та функціональному етапах в основному були спеціальні вправи, переважно орієнтовані на оперовану кінцівку. Для симетричного розвитку вправи виконувались і здоровою кінцівкою, проте їх зміст визначав функціональний стан оперованої кінцівки. На тренувально-відновному етапі вправи були

переважно динамічного характеру і спрямовані на розвиток стійкості нервово-м'язового апарату.

У заключному розділі заняття лікувальної гімнастики відбувається поступове зниження навантаження з переходом до рухового спокою. Використовуються вправи, що закріплюють досягнутий раніше лікувальний ефект та вправи на розслаблення. Після зняття іммобілізації у заключному розділі заняття проводилися вправи на розтягування м'язів нижніх кінцівок та зв'язкового апарату колінного суглоба із застосуванням методики постизометричної релаксації м'язів, яка докладніше описана у п. 3.3.

Заняття лікувальною гімнастикою починали з 2 дні після операції і безперервно продовжували до 6 місяців, оскільки за даними різних авторів, процес реабілітації після цієї травми зазвичай займає 6 місяців [157, 161, 179, 200, 237]. Заняття у групі у спортивному залі проходили 60 хвилин, заняття у басейні – 45 хвилин.

У розробленій методикі фізичної реабілітації після травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба застосовується масаж. Його завдання – навчити спортсменів різним технічним прийомам для самостійного застосування масажу в домашніх умовах за методикою І. М. Саркізова-Серазіні [124].

Гідрокінезотерапія

Засоби гідрокінезотерапевтичного комплексу лікувальних впливів поділяються на плавання, фізичні вправи у воді, підводний масаж, витяг та корекцію положенням у воді [64].

Найбільш цінною властивістю є те, що вага частини тіла, зануреної у воду, значною мірою знижується, а саме, кінцівка, занурена у воду, втрачає 9/10 своєї ваги, що дозволяє знизити навантаження на колінний суглоб і робити активні рухи у воді при мінімальному м'язовому зусиллі та з більшою амплітудою.

Крім того, маса води полегшує як умови балансування при ходьбі завдяки підтримці рук, так і необхідне переміщення центру тяжіння допереду,

що дозволяє застосовувати вправи для розвитку пропріоцепції та розробки опороспроможності оперованої кінцівки.

Фізичні вправи в басейні ми починали проводити з 8 тижня після зняття ортезу. Тривалість заняття становила 30-45 хв за температури води близько 28°. Заняття складалося також із 3 частин: вступна частина (5–10 хв) включала загальнорозвиваючі вправи на суші, основна частина заняття (20–25 хвилин) була спрямована на вирішення конкретних завдань фізичної реабілітації і відповідно варіювався зміст і навантаження заняття, заключна частина (5-10 хв) складалася з дихальних вправ у воді та вільного плавання.

Таким чином, заняття з розробленої методики фізичної реабілітації спортсменів після травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба включають лікувальну гімнастику, самомасаж, гідрокінезотерапію для відновлення опороздатності та сили м'язів нижніх кінцівок.

Висновки до розділу II

Методологічну основу дослідження визначено: сучасними уявленнями про фізичну реабілітацію Цикунова М.Б. 2002, 2014, Єпіфанова А.В. та співавт. 2009-2012, Миронов С.П. та співавт., 2010, 2012, Орлецького А.К. із співавт., 2003, 2007, Попова С.М. 2008, 2012, 2013.

Основу побудови методики розвитку пропріоцепції становили: теорія сенсорних корекцій Бернштейна Н.А., 2004; протоколи оптимальних способів відновлення хрестоподібних зв'язок та менісків колінного суглоба Ветриле з співавт., 2002; Миронов С.П. із співавт., 2004; Заміський Н.В. із співавт., 2006; Лазішвіші Г.Д.з співавт., 2006; теорії та методики розвитку пропріоцепції цілісного організму Анохін П.К., 1975; Гурфінкель В.С., 1999; Фарфель В.С., 2011; Adams D. et al., 2012; Clark N.C. et. al., 2015, теорії та методики розвитку пропріоцепції внаслідок розриву передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба Лісцін М.П. з співавт., 2001; Орджонікідзе З.Г. із співавт., 2006; Валєєв Н.М. із співавт., 2012; Noyes F.R. et. al., 1991.

Робота є закінченим дослідженням, проведеним з урахуванням етичних норм, в якому взяли участь пацієнти після реконструкції передньої хрестоб різної зв'язки та резекції меніска. Усім пацієнтам до та після лікування було проведено комплексну оцінку клінікофункціонального стану опорно-рухового апарату, проведено тести на вестибулярну стійкість, пропріоцепцію, дослідження динамометрії та рухової координації на багатофункціональному тренажері HUBER Motion Lab. Достовірність результатів дослідження підтверджено методами математичної статистики та заснована на достатній кількості спостережень.

РОЗДІЛ III РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Баланс-тренінг для розвитку пропріоцепції у процесі фізичної реабілітації

Баланс-тренінг є комплексом для розвитку пропріоцепції, рівноваги, координації, що виконуються у нестійких положеннях на підлозі, фітболі, підвісних системах, нестабільних опорах та активізують роботу нервової системи, активних та пасивних стабілізаторів та рецепторів (табл. 3–9).

Баланс-тренінг після операції з відновлення передньої хрестоподібної зв'язки та резекції меніска колінного суглоба включає сукупність форм, засобів, методів фізичної культури, спрямованих на досягнення максимального відновлення пропріоцепції спортсменів у контексті загального алгоритму відновлення оперованої кінцівки.

Головним завданням баланс-тренінгу було: відновлення пропріоцептивної чутливості у ураженій кінцівці та досягнення симетрії обох кінцівок.

Основою для методики баланс-тренінгу стала концепція Бернштейна Н. А. про принцип сенсорних корекцій (координації). Сутність координації залежить від узгодженні окремих видів діяльності організму і під час цілісного рухового акта. Бернштейн цей процес описує, як «подолання надмірних ступенів свободи органу, що рухається» [16].

Подолання надмірних ступенів свободи, щоб кінематичний ланцюг здійснював потрібний рух, можливо, на нашу думку, за допомогою цілеспрямованої роботи у 2-х напрямках:

контролю пози та точності довільних рухів;

розвитку координації та балансу при зовнішньому опорі.

Основна робота з вищевказаних напрямків здійснювалася у функціональному (5–8 тиж.) та тренувально-відновлювальному (9–24 тиж.) періоді. Особливістю виконання вправ була їх комбінація ізометричного та концентричного режимів роботи м'язового скорочення.

Комплекс вправ баланс-тренінгу, що виконується без інвентарю

Сроки	Інвентар	Вправа	Дозування	Методичні рекомендації
5–6 тиж.	Без інвентаря	І.П. - Стоячи з опорою об стіну.	Переكاتи з п'яти на носок 10 разів активно + 10 разів із затримкою по 5-7 сек. + 1 раз активно.	Переكاتи одночасно на 2-х ногах, спина пряма

	Інвентар	Вправа	Дозування	Методичні рекомендації
5–6 тиж.	Без інвентарю	І.П. – те саме:	По 5 разів у кожному напрямі із затримкою по 5 сек.	Поступово збільшуючи кількість разів
5–6 тиж		Відведення, приведення, піднімання випрямленої кінцівки на 30-45 °.	По 5-7 разів на кожен кут згинання 30 °, 45 °, 60 °, 90 °.	Вправа виконується спочатку пасивно, потім повторити із заплещеними очима активно.
7–8 тиж		І.П. – сидячи на лавці: Розгинання гомілки на задані кути значення (рис. 13)	20 разів	Спина пряма, розгинання кінцівки здійснюється за рахунок роботи м'язів стегна.



Мал. 11. Розгинання гомілки Мал. 12. Вправа «Ластівка»

Таблиця 4

Комплекс вправ баланс-тренінгу, що виконується з гумовим амортизатором

Сроки початку виконання	Інвентар	Вправа	Дозування	Методичні рекомендації
7-8 тиж.	Стрічка гумова	І.П. - Сійка, ноги нарізно. Присід з перекатом та відведенням однієї ноги (рис. 15)	30–40 разів	Присід 90°, подальше відведення здійснюється напівзігнутою ногою.
9–10 тижнів		І.П. - Стоячи на 1 нозі. Піднімання стегна вільної кінцівки вгору (рис. 16)	10-15 разів по 5 сек.	Стрічка закріплена на гомілковостопних суглобах
9–10 тижнів		І.П. – те саме:	По 5 разів у кожному напрямі із затримкою по 3 сек.	Поступово збільшуючи кількість разів та час затримки. Вправа виконується з чергуванням відкритих та закритих очей

Таблиця 5

Комплекс вправ баланс-тренінгу, що виконується на функціональних петлях TRX

Сроки виконання	Інвентарь	Вправа	Дозування	Методичні рекомендації
11–12 нед.	Петлі для функціонального тренівання	І.П. - Стоячи на 1 нозі, друга нога в петлі. Випад назад (рис. 17)	По 20 разів	Спина пряма. При випаді ногою назад опорна нога залишається перпендикулярно

11–12 тиж		І.П. - Те саме. Випад боком із чергуванням кутів згинання коліна (Рис. 18)	По 20 разів	При виконанні випаду таз відводиться назад колінний суглоб на вихідному місці. Виробляється чергування незначного і глибшого випаду на 30 °, 45 °, 60 °, 90 °. З відкритими та закритими очима.
11–12 тиж.		І.П. - Упор лежачи, 1 нога в петлі. Після статичного утримання виконується згинання коліна до грудей (рис. 19)	15 секунд утримання в упорі лежачи, далі 15 разів згинання коліна до грудей та зміна ніг.	В упорі лежачи намагатися утримувати пряму лінію тулуба: спину не прогинати та таз високо не піднімати. Вільна кінцівка знаходиться у повітрі, не торкаючись іншої.



Мал. 13. Присід із перекатом



Мал.14. Піднімання стегна та відведенням ноги



Мал. 15. Випад назад



Мал. 16. Випад боком

Сроки виконання	Інвентар	Вправа	Дозування	Методичні рекомендації
8-9 тиж.	Балансувальні подушки	І.П. - Широка стійка, стоячи на подушках. Перекати на подушках	20–30 разів	Спина пряма, невеликий нахил уперед, руки перед собою
8-9 тиж.		(рис. 20)	По 15 разів на ногу	Вправи варіюються. Можна робити жим руками над головою чи різноіменний. Завдання – ускладнити вправу рухами верхньої частини тіла.

9-10 тиж.	Комбіновані вправи на кроссер тренажері. І.П. – те саме:	По 5 разів у кожному напрямі із затримкою по 3 сек.	Поступово збільшуючи кількість разів та час затримки. Вправа виконується з чергуванням відкритих та закритих очей. З 12 тижня ця вправа виконується додатково з гумовим амортизатором
12-13 тиж.	Присід на 1 нозі 45 ° і жим руками вперед	20 разів із затримкою у фазі приземлення 2-3 сек.	Намагатися наступати на центр подушки, щоб кінцівка у випаді стояла на повітрі в подушці, не торкаючись підлоги



Мал. 17. Згинання коліна до грудей після статичного утримання

Таблиця 6

Комплекс вправ баланс-тренінгу, що виконується на фітболі

Сроки початку виконання	Інвентар	Вправа	Дозування	Методичні рекомендації

5-6 тиж.	Фітбольний м'яч	В.П. - Лежачи на спині, 1 нозі стоїть на фітболі, друга в повітрі. Здійснюється підйом таза по 1 нозі, при цьому кут згинання в колінному суглобі становить 90 °.	20 разів. У міру оволодіння вправою виконуємо його з чергуванням режимів: 10 разів КС 90 ° і відразу після 2 підходу по 10 разів згинання КС з піднятим тазом	Таз намагатиметься підняти до єдиної лінії з тулубом. Для стійкішого становища руки кладуться вздовж тулуба
5-6 тиж.		В.П. – сидячи на фітболі. Розгинання ноги в КС на задані кути 30 °, 45 °, 60 °, 90 °.	На кожен кут розгинання здійснюється 5 разів.	Намагатися руки тримати собі, не фіксувати ними фітбол. Виконання вправи чергується з відкритими/заплющеними очима (3 підходи: 1 з відкритими, 2 із заплющеними очима)
12-13 тиж.		В.П. - Стоячи на 1 нозі в упорі боком стоячи на фітбол. Виконується присідання на 1 нозі.	По 20 разів	Регулювати кут нахилу тулуба: що далі нога від опори на фітбол, то більше навантаження на кінцівку.
12-13 тиж.		(Рис. 20)	По 20 разів	Вправа виконується стоячи як на внутрішній,



Мал. 18. Перекати на подушках



Мал. 19. Присід на 1 нозі і жим руками вперед



Мал. 20. Бічні присідання на 1 нозі. Мал. 21. Присід на 1 нозі в опорі на фітбол



Мал. 22. Баланс



Мал. 23. Стрибки



Мал. 24 Ходьба у воді



Мал. 25. Випади

Таблиця 7

Комплекс вправ, що виконуються у воді

Термін	Вправа	Методичні рекомендації
8 тиж.	Ходьба у воді (рис. 28)	5 хвилин спочатку заняття та 5 хвилин в кінці. Спочатку проводиться за допомогою руками про поручень або бортик, надалі – про воду
8 тиж.	В.П. - Стоячи, з опорою руками об бортик.	2 підходи по 15 разів на кожній нозі. Вправа виконується стоячи спочатку на здоровій, потім на оперованій кінцівці.
9-12 тиж.	Піднімання прямої ноги вгору- убік-назад	Темп виконання – повільний.
9-12 тиж.	В.П. – стійка ноги нрізно, руки на пояс. Піднімання на шкарпетки	30 разів. Без опори
12-24 тиж.	В.П. - Те саме.	2 підходи по 15 разів на кожній нозі. При виконанні вправи рука,

Загальні методичні рекомендації при виконанні вправ спортсменами для контролю пози та точності довільних рухів на статичну та динамічну рівновагу:

Вправи на статичну рівновагу ми проводили з п'яти тижнів після операції. Після освоєння комплексу на нерухомій опорі комплекс виконувався

на балансувальній подушці і з 9 тижня починали проводити вправи на розвиток динамічної рівноваги.

Пропріоцепція в опорно-руховому апараті може бути порушена через біль, синовіт, травму, втому [173], тому важливо в першу чергу усунути біль і випіт за допомогою медичних маніпуляцій і тільки після їх купірування приступати до виконання вправ.

Усі вправи баланс-тренінгу з осьовим навантаженням на кінцівку необхідно виконувати в шарнірному ортезі на колінний суглоб.

Спочатку всі вправи необхідно виконувати за допомогою (поручень, стіна, опора на спинку стільця тощо), після відчуття впевненості у виконанні – без опори.

При виконанні вправ на статичну рівновагу (стоячи на одній нижній кінцівці, відведення кінцівки у різних напрямках; випадки на функціональних петлях TRX з фіксованою опорною кінцівкою та інші) – спина пряма, голова тягнеться вгору, постійний контроль прямої постави.

Під час здійснення відхилення та переміщення центру тяжкості тіла утримання положення тіла проводити не більше 7–10 секунд.

При виконанні вправ на динамічну рівновагу (перекати на балансувальних подушках; ходьба по лінії, стрибки зигзагом, біг змійкою та інші) важливо контролювати болючі відчуття. За її виникнення слід припинити вправи, особливо стрибкові.

Загальні методичні рекомендації при виконанні вправ для розвитку координації та балансу при зовнішньому опорі:

Вправи при зовнішньому опорі ми проводили на тренувально-відновлювальному етапі (9-24 тижні). Для цього використовувалися тренажери з блоком та вправи з еластичною стрічкою (згинання, розгинання, відведення, приведення, піднімання та опускання прямої ноги в положенні лежачи та стоячи) для розвитку стійкості при дестабілізуючому зовнішньому впливі.

При виконанні вправ із зовнішнім опором необхідно спочатку зайняти стійке положення, потім приступати до виконання.

Навантаження натягу еластичної стрічки (гумового амортизатора) регулювати індивідуально під можливості кожного, хто займається, щоб вправи не викликали больових відчуттів.

Вправи при зовнішньому опорі під час заняття гідрокінезотерапії виконувати при глибині трохи більше 1,50 м.

Таким чином, баланс-тренінг для розвитку пропріоцепції колінного суглоба базувався на принципі сенсорних корекцій Н. А. Бернштейна і включав: вправи на координацію в положенні стоячи, вправи на розвиток статичної рівноваги на нестабільній опорі, дестабілізуючі вправи із зовнішнім впливом та вправи в динамічному режимі; теоретико-методичну компетентність спортсменів, що виражається в освоєнні алгоритму побудови заняття, послідовністю рухових можливостей та методів розвитку пропріоцепції у процесі занять фізичною реабілітацією; а також вправи у воді статичного та динамічного характеру.

3.2. Комплексна методика фізичної реабілітації спортсменів після травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба із застосуванням баланс-тренінгу для розвитку пропріоцепції

Ранній післяопераційний етап (1 тиж.)

Цей період характеризується наявністю больового синдрому після операції, набряклістю суглоба. Після операції спортсмен одягає ортез і на ньому виставляється допустима рухливість у колінному суглобі – 20°. Статичне навантаження на оперовану кінцівку заборонено, ходьба з опорою на нижню кінцівку також відсутня. Наявність іммобілізації та відсутність ходьби з опорою на оперовану кінцівку впливає на функціональність м'язів нижніх кінцівок – спостерігається різке зниження сили м'язів, особливо чотириголового м'яза стегна, тому основними завданнями раннього

післяопераційного етапу є: зменшення болювого синдрому, зменшення випоту в порожнині суглоба, поліпшення тонусу .

Для вирішення поставлених завдань на даному етапі крім фізіотерапії (призначалася магнітотерапія на 2 добу після операції) застосовуються фізичні вправи в ізометричному режимі, зокрема, ізометричне скорочення м'язів гомілки та стегна, тобто. здійснюється напруга у м'язі без зміни своєї довжини.

Зважаючи на обмеження рухливості, вправи на згинання/розгинання кінцівки відсутні. Виходячи з функції чотириголового м'яза, основна вправа даного етапу - підйом випрямленої ноги вгору на 30° - 40° з утриманням, починаючи з 5 сек. з вихідного становища лежачи на спині.

На 6 день на ортезі виставляється обмежувач кута згинання в колінному суглобі - 60° , на 7 день - 90° .

Крім вправ для м'язів нижніх кінцівок, також на кожному етапі проводиться комплекс загальнорозвиваючих вправ, який спрямований на себічний розвиток та активізацію сил організму, що особливо актуально і необхідно в ранньому післяопераційному етапі, враховуючи, що спортсмен більшу частину часу проводить у положенні лежачи.

Пізній післяопераційний етап (2-4 тижні)

Пізній післяопераційний етап характеризується ширшим діапазоном можливостей. Спортсменам рекомендується ходити з поступовим залученням оперованої кінцівки, скорочуючи навантаження на милиці та, прагнучи до того, щоб після 2 тижні милиці при ходьбі вже не використовувати.

Після зняття фіксації кінцівки із положення розгинання основними завданнями періоду є: розробка колінного суглоба (збільшення обсягу рухів у КС до 90°), профілактика контрактур.

Однак, враховуючи механізм операції, те, що аутотрансплантат для нової зв'язки був узятий з підколінних сухожиль, відповідно, задня група м'язів стегна знаходиться в гіпотрофії, спочатку виконувати активні вправи з розробки суглоба стає неможливим. Тому на другому тижні пізнього післяопераційного етапу застосовують пасивні вправи на згинання/розгинання

в колінному суглобі, які виконуються за допомогою рук самого пацієнта у вихідному положенні – сидячи на кушетці, обидві ноги трохи зігнуті в КС. Після 2-го тижня, вправи згинання/розгинання в КС виконуються активно, тобто. самостійно спортсменом.

Крім розробки колінного суглоба, важливим завданням є збільшення сили м'язів стегна та стимуляції скорочувальної здатності м'язів. Для цього, крім підйому оперованої кінцівки нагору, ми застосовували вправи на відведення, приведення, кругові рухи прямою ногою зі збільшенням часу утримання кінцівки на вазі.

Також з 2-го тижня після операції рекомендувалося проводити процедури самомасажу м'язів нижніх кінцівок за методикою Саркізова-Серазіні [124].

Масаж найоперованішого колінного суглоба рекомендувалося проводити після зняття іммобілізації. Тут позитивний вплив масажу акцентовано збільшення амплітуди рухів і рухливості в суглобі.

До кінця пізнього післяопераційного етапу застосовувалися вправи з активним залученням зв'язкового апарату: напівприсідання (спочатку з опорою на гімнастичну палицю або спинку стільця, після 4 тижнів – без опори).

Функціональний етап (5-8 тиж.)

Функціональний етап включає завдання зі збільшення сили м'язів стегна і гомілки, поліпшення тонусу і еластичності м'язів, нормалізації функції нервово-м'язового апарату, відновлення повноцінного акта ходьби, поліпшення пропріоцептивної чутливості.

З 5-6 тижні до програми включаються вправи для тренування задньої групи м'язів стегна, а також вправи на обертання в колінному суглобі. Фізичні вправи виконуються з утруднювачами 0,7-1,5 кг.

Для покращення пропріоцептивної чутливості спортсменам пропонувалося виконувати вправи статичного (а з 9 тижня – динамічного) характеру на утримання балансу тіла та координацію. Також з 8-9 тижнів

застосовувалися вправи на баланс-подушці спочатку з опорою, пізніше - без неї.

Після зняття іммобілізації додатково заняття проводились у басейні. Гідрокінезотерапія в даному періоді включала активні вправи зі зниженим навантаженням на опорно-руховий апарат. Для цього вправи виконувались у вихідному положенні стоячи і у висі, для ряду вправ використовувалися спеціальні пристосування, що полегшують виконання, такі як пінопластові поплавці та водні гантелі, підтримка здійснювалася за допомогою поручнів у воді та бортиків.

У перший тиждень після зняття ортезу на заняттях гідрокінезотерапією окрема увага приділялася ходьбі у воді для відновлення правильної біомеханіки акта ходьби. Гідростатичні властивості води знижують навантаження на нижні кінцівки та на колінний суглоб, що полегшує відновлення, для більш стійкого положення під час ходьби здійснюється допомога руками у воді.

Плавати рекомендувалося спочатку стилем кроль, приблизно до 9 тижня або наступного періоду – брасом.

Тренувально-відновлювальний етап (9–24 тиж.)

Цей етап характеризується перехідним моментом, як і функціональному, і у психологічному плані. Спортсмени знімають ортез і психологічно їм хочеться більше рухатися, т.к. кінцівка була довго обмежена у русі. У деяких випадках спостерігається ілюзорна впевненість у кінцівці, яку виявляють спортсмени в результаті регулярних занять, їм хочеться вже бігати, стрибати і тут важливо не допустити більшої активності. Протягом 3-х місяців трансплантат (нова зв'язка) приживається в колінний суглоб, тому в цей час необхідно виключити серйозні навантаження та поза межні рухи на колінний суглоб.

Завданнями даного етапу є: відновлення повної амплітуди рухів у колінному суглобі, нервово-м'язового апарату, координації руху та симетрія кінцівок.

Заняття лікувальної гімнастики проводяться з обтяжувачами 1-2 кг. Вправи з опором включаються до програми з 9 тижня, як опір використовується власна вага, еластичні стрічки, а з 10 тижня – тренажери з блоком, основні вихідні положення при виконанні вправ: сидячи та стоячи.

Також у заключній частині заняття лікувальною гімнастикою через 2,5–3 місяці ми проводили постізометричну релаксацію (БЕЗ) м'язів. Суть даного методу полягала у плавному розтягуванні м'яких тканин (головним чином м'язів, сухожиль) до максимально можливого рівня, далі спортсмену пропонувалося здійснити протидію напрямку розтягування м'яза. У той самий час сам спортсмен чи інструктор утримує становище розтягування м'язи, щоб уникнути зворотне зміщення зі зменшення амплітуди розтягування. Як правило, після контрусилля (5–7 сек), м'язи та інші м'які тканини стають більш податливими і при подальшому пасивному впливі розтягування відбувається з більшою амплітудою.

На заняттях гідрокінезотерапією застосовуються вправи із опором. Як опір виступає сама вода. Додаткове навантаження на м'язово-суглобовий апарат досягається:

- прискоренням темпу рухів;
- зміною напрямку рухів у воді (створення вихрових потоків води);
- виконанням вправ спочатку у воді, а потім поза нею (силовий контраст);
- застосуванням спеціальних пристроїв (ручні та ножні ласті, водні пінопластові гантелі).

Тренуючий ефект проявляється за рахунок більшої кількості безперервних повторень активних рухів. Плавання здійснюється стилем брас.

Для розвитку пропріоцепції застосовуються вправи на динамічну рівновагу. Це вправи з партнером, який надає дестабілізуючу зовнішню дію для розвитку стійкості; вправи зі зміною напрямку руху, випадки у русі з утриманням балансу тіла тощо.

Пліометричні вправи включаються до програми фізичної реабілітації з 5-6 місяців. Після 6 місяців спортсмени переходять до загальних та спеціальних тренувань.

Принципи формування тренувальної програми:

1. Вправи формуються невеликими групами (зв'язками) по 2–3 вправи, одна зв'язка повторюється 3–4 підходи;

У кожній зв'язці першу та другу вправу доповнюють один одного (на одну м'язову групу);

Кількість повторень вправи в концентричному режимі роботи вибирається, виходячи з того, щоб останні 3 рази були складні для виконання, повторення від 15 до 20 разів; 4. Програма на заняття повинна складатися із 3 зв'язок;

Вправи баланс-тренінгу в залежності від етапу реабілітації та складності виконання включаються або по 1 вправі в кожну зв'язку, або формується окремо зв'язка з усіма 2-3 баланс-вправами (як правило, в середині заняття, поки не настала сильна втома, щоб міг координувати рухи);

Обов'язковою є варіативність вправ і зміна режимів м'язового скорочення.

3.3. Оцінка показників фізичного розвитку

Фізичний розвиток оцінювався нами за показниками росту та маси тіла, соматометрії, гоніометрії та функціонального стану серцево-судинної системи.

Довжина тіла вимірювалася при вступі до лікувального закладу та становила в основній групі – $174,1 \pm 6$; у контрольній – $175 \pm 6,9$. Зважування проводилося триразово: до операції через 3 і 6 місяців після неї (табл. 8).

Таблиця 8

Показники зміни маси тіла (кг)

Група	Періоди спостереження
-------	-----------------------

	До оп.	3 мес.	6 мес.	<i>P1</i>	<i>P2</i>	ΔM
1	2	3	4	5	6	7
О	76 ± 2,9	74,7 ± 2,8	72,7 ± 2,8	0,426	0,857	-4,3
К	76,3 ± 2,6	74,8 ± 2,7	73,5 ± 2,8	0,461		-3,7

P1 – статистична достовірність відмінностей у групі (до операції/6 міс. спостереження)

P2 – статистична достовірність відмінностей між групами (6 міс. спостереження) ΔM – темп зростання, процентна зміна показників (до операції/6 міс. спостереження)

Показники свідчать, що результатом зайняти фізичною реабілітацією було динамічне зниження маси тіла спортсменів. Показники у терміні три місяці спостереження не мали значної різниці у представників основної та контрольної груп (74,7 ± 2,8 та 74,8 ± 2,7 відповідно), що було обумовлено тим, що до трьох місяців у проведеній нами методиці не було суттєвих відмінностей. У терміні п'ять місяців до комплексу реабілітації додавалися вправи пліометричного характеру, що сприяли підвищенню навантаження на організм, що призводило до зниження показників ваги – в основній групі вони нижчі, ніж у контрольній (зниження на 4,3 % до основної та 3,7 % до контрольної).

Соматометрія

Результати представлені у табл. 9.

Таблиця 9

Результати соматометрії в основній та контрольній групах

Показники	Груп и	Періоди спостереження							
		До оп.	7 тиж.	3 міс..	4,5 міс.	6 міс.	<i>P1</i>	<i>P2</i>	ΔM
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Окружність Б	ЗК, О	43,1 ± 1	44,7 ± 0,6	45,2 ± 1	47,7 ± 0,9	48,7 ± 0,9	< 0,001	0,14	13

	ЗК, К	43,4 ± 1,2	44 ± 0,8	44,6 ± 0,8	45,3 ± 1,1	46,8 ± 0,9	0,034		7,8
	ОК, О	40,7 ± 1	38,8 ± 0,7	42,6 ± 1*	44,8 ± 1	46,4 ± 1	< 0,001	0,02	14
	ОК, К	40,3 ± 1	39 ± 0,7	41,2 ± 0,8*	42,3 ± 1,4	43,2 ± 1	0,05		7,2
	ЗК, О	49,3 ± 1	51,3 ± 0,8	53,4 ± 0,9	56,4 ± 1,1*	57,6 ± 0,8	< 0,001	0,5	16,8
	ЗК, К	50,1 ± 0,9	51,4 ± 0,9	53,1 ± 0,6	55,4 ± 1	56,7 ± 0,9	< 0,001		13,2
	ОК, О	47,1 ± 1,5	45,6 ± 0,8	50,9 ± 1,1**	52,1 ± 1,2	56,7 ± 1,1*	< 0,001	0,02	20,4
	ОК, К	47,6 ± 1,2	45,2 ± 1,1	49,6 ± 1*	51,5 ± 1,4	53,3 ± 0,8	0,001		12
	ЗК, О	38,6 ± 1,3	37,8 ± 1,3	40,1 ± 1,2	41,2 ± 1,1	43,7 ± 0,9	0,002	0,03	13,2
	ЗК, К	37,7 ± 1,3	36,5 ± 1,2	38,3 ± 1,3	39,8 ± 1,3	40,6 ± 1,1	0,1		7,7
	ОК, О	36 ± 1,3	33,7 ± 1,4	37,4 ± 1,2*	39,8 ± 1	43,2 ± 0,77*	< 0,001	0,00	20
	ОК, К	35,3 ± 1,1	32,7 ± 1,1	35,2 ± 1,2	37,1 ± 1,4	38,8 ± 1,2	0,042	4	9,9

P1 – статистична достовірність відмінностей у групі (до операції/6 міс. спостереження)

P2 – статистична достовірність відмінностей між групами (6 міс. спостереження) ΔМ – темп зростання, відсоткова зміна показників (до операції/6 міс. спостереження)

* p < 0,05, ** p < 0,001 - стат. достовірність відмінностей у порівнянні з попереднім періодом

ЗК – здорова кінцівка

ОК – оперована кінцівка

При вивченні динаміки показників м'язів стегна виявлялася вихідно виражена гіпотрофія м'язів, яка при розгляді результатів наступних періодів спостереження мала наступні зміни. Так, до 7 тижнів після операції різниця в

об'ємі м'язів стегна в основній групі становила $5,9 \pm 1,3$ см (при дослідженні об'єму м'язів у 10 см від надколінка) та $5,7 \pm 1,9$ см (при дослідженні об'єму м'язів у 20 см від надколінка), у контрольній групі $5 \pm 1,5$ см та $6,2 \pm 2$ см. Незважаючи на те, що заняття лікувальною гімнастикою проводилися з другого дня після операції, асиметрія м'язів збільшувалася: на момент вступу до лікувального закладу становила 4,5% в основній групі, 5% - у контрольній; на період семи тижнів після операції - 11,1% в основній, 12,1% в контрольній групах.

До трьох місяців після динамічного спостереження різниця у функціонуванні м'язів у всіх групах скорочувалася. Збільшення показників свідчило про позитивну динаміку як результат занять, що проводяться. Аналізуючи результати всіх періодів спостереження, було зазначено, що найбільший приріст м'язів оперованої кінцівки спостерігався в період від семи тижнів до трьох місяців (на 10,4 % в основній групі, 8,9 % у контрольній), що ймовірно пов'язане з вираженою атрофією м'язів період імобілізації та, відповідно, подальшим різким збільшенням показників обсяг м'язів. У період від чотирьох до шести місяців ці показники були більш виражені в основній групі (збільшення обсягу м'язів на 8,1% в основній групі, на 3,4% у контрольній), що пов'язане з розширенням реабілітації за рахунок пропріоцептивних вправ.

М'язи середньої третини стегна збільшуються у більшому обсязі, ніж м'язи нижньої третини стегна: в основній групі м'язи середньої третини стегна збільшилися на 20,4% до кінця реабілітації порівняно з вихідним станом нижньої третини стегна на 12%; у контрольній групі на 12% та 7,2% відповідно. На момент закінчення реабілітаційних заходів симетрія кінцівки по м'язах стегна в основній групі відновлена, наявна різниця < 1 см відповідала величині можливих фізіологічних відмінностей. У контрольній групі спостерігалася асиметрія, різниця у показниках понад 3 см.

Довжина кола сегмента при дослідженні м'язів гомілки в період надходження спортсменів до лікувального закладу в середньому мала зміну

понад 2 см, що свідчило про асиметрію кінцівок. Ця різниця так само, як у м'язів стегна, збільшувалася до тестування в період до семи тижнів і поступово зменшувалась до шести місяців. По завершенню фізичної реабілітації спостерігався приріст м'язів в основній групі на 13,2% у здорової кінцівки та 20% у оперованої; у контрольній групі – на 7,7 % та 9,9 % відповідно ($p \leq 0,05$). До 6 місяців в основній групі різниця між об'ємом м'язів гомілки становила $0,5 \pm 2$ та $1,8 \pm 2,3$.

Гоніометрія

Результати представлені у табл. 10

Таблиця 10

Результати гоніометрії в основній та контрольній групах

Показники	Група	Періоди спостереження							
		До оп.	7 тиж.	3 міс.	4,5 міс.	6 міс.	P1	P2	ΔM
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Активне згинання	О	134,1 \pm 0,4	111,3 \pm 2,5**	124,7 \pm 2,3**	132,4 \pm 1,2*	133,9 \pm 0,6	0,7	0,67	-0,2
	К	134,5 \pm 0,3	110,8 \pm 2,3**	122,8 \pm 1,9**	132,7 \pm 1,2**	134,2 \pm 0,4	0,5		-0,3
Пасивне згинання	О	150 \pm 0	123,8 \pm 1,8**	141,9 \pm 1,7**	146,7 \pm 1*	149,5 \pm 1,5*	0,21	0,57	-0,3

До 150 ± 0 $126,6 \pm 2,1^{**}$ $140,7 \pm 1,6^{**}$ $147,8 \pm 1^{**}$ $149,1 \pm 0,5$ $0,1$ $-0,6$

P1 – статистична достовірність відмінностей у групі (до операції/6 міс. спостереження)

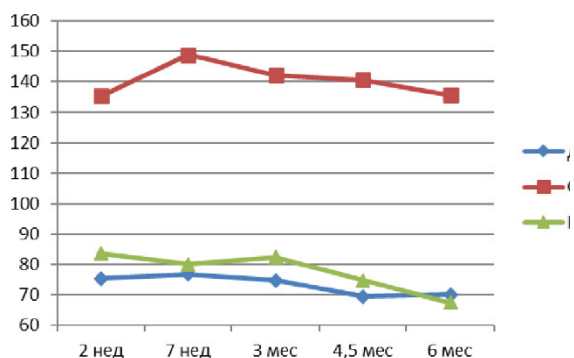
P2 – статистична достовірність відмінностей між групами (6 міс. спостереження) ΔM – темп зростання, відсоткова зміна показників (до операції/6 міс. спостереження)

* $p < 0,05$, ** $p < 0,001$ - стат. достовірність відмінностей у порівнянні з попереднім періодом

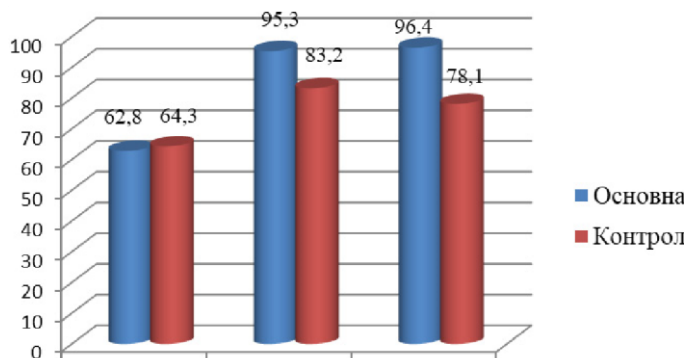
Враховуючи, що всім спортсменам операція була проведена в середньому через $2,5 \pm 0,5$ роки після травми, на момент вступу до лікувального закладу вони демонстрували повний обсяг рухів у колінному суглобі, при цьому були ознаки нестабільності колінного суглоба.

Показники активного згинання кінцівки були нижчими, ніж пасивного. До 3 місяців обсяг пасивних рухів у більшості випадків було повністю відновлено, показники обсягу активних рухів цього рівня досягалися до 4,5 місяців після операції. До 6 місяців амплітуда активних та пасивних рухів була відновлена у всіх, хто займається. Темпи зростання свідчили про незначні відмінності у результатах серед учасників дослідження.

Для оцінки ступеня адаптованості спортсменів до фізичного навантаження проводилося вимірювання частоти серцевих скорочень (ЧСС) (рис. 26 та 27).



Мал. 26. Зміна ЧСС в основній групі



До операції Після 6 міс. Після 1 року

Мал. 27. Зміна ЧСС у контрольній групі

Дослідження показало, що заняття позитивно впливають на функціональний стан серцево-судинної системи: пульс зменшується як в основній, так і контрольній групах.

Значне збільшення пульсу відбувається у проміжку від двох тижнів до сьомого тижня у середині заняття (від 135,4 до 148,9 уд/хв. в основній групі та від 137,9 до 147,1 у контрольній), що було пов'язано зі збільшенням інтенсивності вправ та великим руховим режимом. У наступні періоди, незважаючи також на розширення рухових можливостей спортсменів, пульс

знижувався, що говорило про планомірність та адаптацію організму до реабілітаційних заходів.

3.4. Дослідження показників фізичної підготовленості

Для оцінки фізичної підготовленості спортсменів після травми проводилося тестування на багатофункціональному тренажері Huber Motion Lab тести з методики Noyes F. R. (1991), методика дослідження детально представлена у розділі 2.

Вихідні результати тестування на багатофункціональному тренажері HUBER Motion Lab показали, що м'язом, найбільш схильною до атрофії серед досліджуваних м'язів нижніх кінцівок був чотириголовий м'яз стегна на оперованій кінцівці в обох групах дослідження (табл. 11).

Було виявлено, що з систематичних занять сила всіх досліджуваних м'язів, крім литкової, відновлюється до рівня «до операції» через місяці занять. Ікроніжний м'яз відновлюється складніше, ми вважали, що це було пов'язано з технікою проведення операції: аутотрансплантат для передньої хрестоподібної зв'язки брався з підколінних сухожиль, відповідно, використання сили м'яза в повному обсязі ставало можливим пізніше, після загоєння донорського ложа. За цією ж ознакою спостерігалось повільніше відновлення м'язів оперованої кінцівки, що приводить, порівняно зі здоровою кінцівкою.

Таблиця 11

Результати тестування сили м'язів на багатофункціональному тренажері HUBER Motion Lab, (даН)

Досліджувані м'язи	Група	Періоди спостереження								
		До оп.	7 тиж.	3 міс.	4,5 міс.	6 міс.	P1	P2	ΔM	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1

Ліва ГОЛОВНИЙ М'яз	О	28,3 ± 1,8	21,4 ± 1,2**	30,5 ± 1,4**	36,5 ± 1,3*	40,3 ± 1,5*	< 0,001	0,05	42,4
	К	27,9 ± 1,5	21,9 ± 1,3*	27,3 ± 1,7*	31 ± 1,8	34,3 ± 1,2	0,04		22,9
Права	О	30,2 ± 1,4	23,8 ± 1**	31,1 ± 1,3**	36,3 ± 1,1*	41,7 ± 1,4*	< 0,001	0,05	38,1
	К	29,6 ± 1,5	22,9 ± 1,2*	30,9 ± 1,2**	34,9 ± 1,4*	36,9 ± 1,2	0,004		24,7
4-х розділ	О	34,8 ± 1,4;	23,2 ± 1,7;	33,9 ± 2,2;	38,6 ± 1,8;	45,7 ± 1,3;	< 0,001	0,03	31,3 26
		36,2 ± 1,5	27,7 ± 1,5**	34,2 ± 2,4**	39,5 ± 1,7	45,6 ± 1,5*	0,001		
	К	34,2 ± 1,5;	24,1 ± 1,9;	30,9 ± 2,2;	34,6 ± 1,9;	39,5 ± 2,1;	0,048	0,05	15,5
		35,5 ± 1,6	27,1 ± 1,5**	32,5 ± 2,7*	35,1 ± 2,4	40,6 ± 1,9	0,046		14,4

Досліджувані	Група	Періоди спостереження								
		До оп.	7 тиж.	3 міс.	4,5 міс.	6 міс.	P1	P2	ΔM	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	
Права литкова М'яз	О	38,1 ± 1,8;	26,7 ± 1,9;	35,9 ± 1,9;	39,8 ± 1,8;	48,5 ± 1,3;	< 0,001	0,05	27,3	
		37,3 ± 1,5	24,7 ± 2,1**	31,8 ± 2,5*	36,7 ± 2,2	47,5 ± 1,3**	< 0,001		27,3	
	К	36,6 ± 2,1;	29,8 ± 2,3;	33,5 ± 2,1;	36,3 ± 1,9;	43,1 ± 2,1;	0,035	0,04	17,8	
		± 1,6	24,6 ± 2,1*	32,3 ± 2,6*	34,6 ± 1,7	41,8 ± 2,3*	0,047		16,1	
Ліві м'язи, що приводять	О	35,6 ± 1,2	30,1 ± 1,1*	41,4 ± 1,8**	44,3 ± 1,7	47,8 ± 1,6	< 0,001	0,04	34,3	
	К	36,5 ± 1,2	29,3 ± 1**	37 ± 1,5*	41,4 ± 1,4	43,4 ± 1,7	0,007		18,9	

Праві, що наводять м'язи	О	40,3 ± 0,9	32,9 ± 0,9**	42,2 ± 0,7**	45,5 ± 1,4*	46,9 ± 1,3*	< 0,001	0,9	16,4
	К	40,5 ± 1,2	32 ± 1,1**	39,5 ± 1,6*	43,3 ± 1,5	46,9 ± 1,8	0,044		14,6
	О	36,2 ± 1,8	29,1 ± 1,2*	37,1 ± 2,3*	46,2 ± 1,5*	50,9 ± 1,3*	< 0,001	0,04	40,6
	К	37,3 ± 1,7	31,5 ± 1,9*	36 ± 2,2	40,9 ± 1,3	46 ± 1,5*	0,001		23,3
Права литкова м'яз	О	37,9 ± 1,3	31 ± 1,6*	38,1 ± 2,8*	45,9 ± 2,1*	51,4 ± 1,9	< 0,001	0,03	35,6
	К	39,3 ± 1,9	33 ± 2,1*	38 ± 2,9	42,5 ± 2	45,1 ± 2,2	0,05		14,8

P1 – статистична достовірність відмінностей у групі (до операції/6 міс. спостереження)

P2 – статистична достовірність відмінностей між групами (6 міс. спостереження) ΔM – темп зростання, відсоткова зміна показників (до операції/6 міс. спостереження)

* p < 0,05, ** p < 0,001 - стат. достовірність відмінностей у порівнянні з попереднім періодом

Показники достовірності статистичних відмінностей тестування, а також темпи зростання від періоду до періоду в основній групі дослідження свідчили про наявність достовірних відмінностей у період від «до операції» до «7 тижнів», що було пов'язано з різким зниженням сили м'язів у результаті проведення операції постільним режимом та тимчасовим періодом іммобілізації кінцівки, у період від «7 тижнів» до «3 місяців», що було наслідком розробки кінцівки та збільшення рухової активності. Період від «3 місяців» до «4,5 місяців» був перехідним: руховий режим розширювався, проте повноцінно використовувати вправи баланс-тренінгу в русі поки було неможливо, тому відмінності по силі м'язів не скрізь очевидні. У період від «4,5 місяців» до «6 місяців» спостерігалось збільшення сили м'язів, особливо литкового м'яза, і що до закінчення занять ставало більш вираженим. Отримані результати статистично достовірні (p<0,001).

Показники сили та координації м'язів нижніх кінцівок у контрольній групі нижчі, ніж у основній групі. Найбільші відмінності спостерігалися через три місяці після операції. Загалом до шести місяців статистичні показники за силою $p > 0,05$ та рухової координації $p < 0,001$ по всіх м'язах суттєво відрізнялися, і різниця була достовірною.

Таким чином, було виявлено, що через 7 тижнів після операції погіршувалась працездатність м'язів нижніх кінцівок та пропріоцепція. Однак до 3 місяців дані показники відновлювалися. Результати основної групи за силою м'язів вищі за показники контрольної групи, що говорить про вплив баланс-тренінгу на зміцнення м'язів. На строк трьох місяців різниця між м'язами становила: 4-головий м'яз $0,6 \pm 2,7$ в основній, $3,6 \pm 2,9$ – у контрольній групах; литковий м'яз – $2 \pm 4,1$ та $2,6 \pm 4,3$ відповідно; м'язи, що приводять – $0,8 \pm 2,5$ і $2,5 \pm 3,1$ відповідно; відводять м'язи – $1 \pm 5,1$ та $2 \pm 5,1$ відповідно. Також ефективність методики фізичної реабілітації спортсменів після травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба із застосуванням баланс-тренінгу для розвитку пропріоцепції виражалася у високих показниках рухової координації, які досягають 80–90 % стану неоперованої кінцівки (табл. 14), у табл. варіювався в діапазоні 50-70%.

Таблиця 12

Результати тестування координації м'язів на багатофункціональному тренажері HUBER Motion Lab (%)

Показник и	Група	Періоди спостереження								
		До оп.	7 нед.	3 мес.	4, 5 мес.	6 мес.	6 I	P 2	P M	Δ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ліва 4-х главий м'яз	О	$54,3 \pm 2$	$35,4 \pm 1,7^{**}$	$39,7 \pm 1,7$	$53,7 \pm 1,2^{**}$	$74,8 \pm 1,2^{**}$	$< 0,001$	$<$	37	
	К	$58,5 \pm 1,5$	$42,1 \pm 1,7^{**}$	$40,2 \pm 1,6$	$55 \pm 1,3^{**}$	$60 \pm 1,3^*$	0,45		0,001	-3,2

Показник и	Група	Періоди спостереження							
		До оп.	7 нед.	3 мес.	4,5 мес.	6 мес.	P1	P2	ΔM
1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
Права 4-х головний м'яз	О	61,3 ± 2,1	38,9 ± 2,2**	43,1 ± 1,9	51,3 ± 1,8*	78,2 ± 1,5**	< 0,001	< 0,001	27,9
	К	57,2 ± 1,5	38,8 ± 2,3**	43,6 ± 1,8	57,5 ± 1,8**	69,1 ± 1,9**	< 0,001		21
Лівий литковий м'яз	О	44,6 ± 1,7	32,3 ± 1,4	40,7 ± 1,6	61,1 ± 1,1	82,8 ± 1	< 0,001	< 0,001	86,4
	К	43,7 ± 1,4	34,5 ± 1,3**	42,1 ± 1**	60,4 ± 1,3**	88,6 ± 1,4**	0,052		104
Права литкова м'яз	О	51,8 ± 1,2	30,3 ± 2,1	47,3 ± 2,2	66,7 ± 1,4	91,2 ± 1,1	< 0,001	< 0,001	62,5
	К	52,9 ± 1,7	33,7 ± 1,7**	43,2 ± 1,6**	55,4 ± 1,5**	86,9 ± 1,4**	< 0,001		62,4
Ліві приводят ь	О	64,6 ± 1,6	39,5 ± 1,4**	54,5 ± 1,4**	64,1 ± 5,7**	82 ± 0,7**	< 0,001	< 0,001	28,1
	К	61,6 ± 1,2	39 ± 1,8**	50,9 ± 1,5**	61,3 ± 1,2**	66,7 ± 0,9**	< 0,001		20
М'язи	О	68,6 ± 1,7	47,2 ± 1,5**	55,8 ± 1,4**	67,9 ± 1,3**	85,5 ± 1,1**	< 0,001	< 0,001	25
	К	65,3 ± 1,3	44,5 ± 1,5**	57,9 ± 1,4**	60,5 ± 1,4	74,5 ± 1,3**	0,001		13,9
Праві, що наводять м'язи	О	80,9 ± 2	53,7 ± 2,4**	65 ± 2,2*	76,4 ± 1,3**	93,6 ± 1**	< 0,001	< 0,001	16,3
	К	82,3 ± 2,7	59,2 ± 2,3**	62,5 ± 1,7	63,7 ± 1	66,7 ± 0,8**	< 0,001		-19,5

	О	77 ± 2,1	60,5 ± 2,5**	±64,7 ± 1,4	81,2 ± 1,5**	±92,3 ± 0,9**	± < 0,001	< 0,001	19,5
--	---	----------	--------------	-------------	--------------	---------------	-----------	---------	------

До 71,5±2,8 55,5±1,4** 69,4±2,3** 73,6±1,5* 77,2±1,2** < 0,001 8,5

P1 – статистична достовірність відмінностей у групі (до операції/6 міс. спостереження)

P2 – статистична достовірність відмінностей між групами (6 міс. спостереження) ΔM – темп зростання, відсоткова зміна показників (до операції/6 міс. спостереження)

* p < 0,05, ** p < 0,001 - стат. достовірність відмінностей у порівнянні з попереднім періодом

Тести, що визначають швидкісно-силові здібності та стабільність КС у спортсменів за методикою Noyes F. R. (табл. 13).

Таблиця 13

Показники швидкісно-силових здібностей та стабільності КС

Показники	Кінцівка	Група	Періоди спостереження			
			4,5 міс.	6 міс.	P1	P2
1	2	3	4	5	6	7
Стрибок з місця (см)	На 2 ногах	О	183 ± 5,6	190 ± 6,2	0,41	0,45
		К	179,5 ± 5,8	185 ± 6,7	0,54	
Потрійний стрибок (м)	ЗК	О	4,7 ± 0,3	5,1 ± 0,3	0,36	0,49
		К	4,5 ± 0,3	4,8 ± 0,3	0,43	
	ОК	О	3,6 ± 0,3	4,7 ± 0,3	0,28	0,16
		К	3,6 ± 0,3	4 ± 0,3	0,3	
Стрибок «Зігзаг» (м)	ЗК	О	3,6 ± 2	4,6 ± 0,3*	0,007	0,34
		К	3,2 ± 0,2	4,2 ± 0,3*	0,03	
	ОК	О	2,7 ± 0,2	4,3 ± 0,3**	< 0,001	0,05
		К	2,5 ± 0,2	3,5 ± 0,3*	0,01	
Стрибок на подолання 6 метрів (с)	ЗК	О	2,3 ± 0,1	2,1 ± 0,1	0,13	0,25
		К	2,4 ± 0,1	2,3 ± 0,2	0,65	
	ОК	О	2,5 ± 0,1	2,2 ± 0,1*	0,02	0,03
		К	2,8 ± 0,2	2,7 ± 0,2	0,61	

P1 – статистична достовірність відмінностей у групі (до операції/6 міс. спостереження)

P2 – статистична достовірність відмінностей між групами (6 міс. спостереження) ΔM – темп зростання, відсоткова зміна показників (до операції/6 міс. спостереження)

* $p < 0,05$, ** $p < 0,001$ - стат. достовірність відмінностей у порівнянні з попереднім періодом

ЗК – здорова кінцівка

ОК – оперована кінцівка

Було виявлено, що зміни відбулися в усіх показниках, що розглядаються. Однак найбільш суттєві збільшення результатів спостерігалися у спортсменів основної групи у показниках при виконанні тесту стрибка «зигзаг» та на подолання «6 метрів» на оперованій кінцівці, приріст результатів становив 59,3 % та – 13,2 % відповідно. За всіма тестами результати індексу симетрії кінцівки до 6 місяця перевищують 90%, що свідчить про функціональне відновлення оперованої кінцівки та демонструє результати нарівні зі здоровою кінцівкою.

Таким чином, дані тести також підтверджують ефективність баланс-тренінгу в процесі фізичної реабілітації після оперативного лікування травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба.

3.5. Динаміка показників пропріоцепції

Тест на вестибулярну стійкість (табл. 16) був відбірним тестом для участі в експериментальному дослідженні та проводився через три місяці після операції, при досягненні опороспроможності кінцівок. За підсумками цього тесту троє учасників показали задовільні результати вестибулярної стійкості, і за критеріями невключення у дослідження їх результати не враховувалися.

Показники тесту на вестибулярну стійкість мали високий вихідний рівень по обох групах, проте значно значно більшою мірою поліпшувалися у представників основної групи (-48,8 %), що в свою чергу, свідчило про те, що розроблений баланс-тренінг впливав не тільки на пропріоцепцію, вправи на

балансування та координацію впливали також на покращення вестибулярної стійкості ($p \leq 0,05$).

Результати Тест Ромберга на одній нижній кінцівці показували значну різницю показників як здорової, так і оперованої кінцівки вже до 45 місяців після операції (табл. 14). До 6 місяців ця різниця між основною та контрольною групами збільшується. За статистичним аналізом на 6 місяців відмінності між групами достовірні ($p \leq 0,05$). Найбільша різниця визначалася при виконанні тесту стоячи на одній кінцівці із заплющеними очима, і для дослідження дана проба була особливо важливою у зв'язку з тим, що при виключенні зорового аналізатора, відчуття положення пацієнта здійснювалося значною мірою завдяки пропріоцепції.

Таблиця 14

Результат тесту на вестибулярну стійкість та тесту Ромберга

Показники	Групи	Періоди спостереження					
		3 міс.	4,5 міс.	6 міс.	<i>P1</i>	<i>P2</i>	ΔM
1	2	3	4	5	6	7	8
Тест на вестибулярну стійкість (см)	О	$8 \pm 1,2$	$5,7 \pm 1$	$4,1 \pm 1$	0,02	0,47	-48,8
	К	$7,8 \pm 1,2$	$7,4 \pm 1,2$	$7,2 \pm 1,1$	0,673		-7,7
Тест Ромберга, стоячи, ноги разом, (с)	О	-	> 1 мин	> 1 мин	-	-	-
	К	-	> 1 мин	> 1 мин	-		-
Тест Ромберга, нога до ноги права вперед, (с)	О	-	> 1 мин	> 1 мин	-	-	-
	К	-	> 1 мин	> 1 мин	-		-
Тест Ромберга, нога до ноги ліва вперед, (с)	О	-	> 1 мин	> 1 мин	-	-	-
	К	-	> 1 мин	> 1 мин	-		-
Тест Ромберга, стоячи на ЗК з відкритими очима, (с)	О	-	$52,4 \pm 3,4$	$68,4 \pm 4,1^*$	0,009	< 0,001	30,5
	К	-	$39,1 \pm 2,2$	$5,2 \pm 3,5$	0,163		15,9

Тест Ромберга, стоячи на ЗК із заплющеними очима, (с)	О	-	19 ± 1,2	27,4 ± 1,5**	< 0,001	0,012	44,2
	К	-	14,9 ± 1,3	20,6 ± 1,9*	0,027		38,2
Тест Ромберга, стоячи на ОК з відкритими очима, (с)	О	-	35,9 ± 3,1	43 ± 4,9	0,195	0,062	22
	К	-	26,9 ± 2,4	31,1 ± 3,4	0,331		15,6
Тест Ромберга, стоячи на ОК із заплющеними очима, (с)	О	-	11,1 ± 1	21,9 ± 1,9**	< 0,001	< 0,001	97,3
	К	-	5,6 ± 0,7	9,5 ± 1,1*	0,008		69,6

P1 – статистична достовірність відмінностей у групі (до операції/6 міс. спостереження)

P2 – статистична достовірність відмінностей між групами (6 міс. спостереження) ΔM – темп зростання, відсоткова зміна показників (до операції/6 міс. спостереження)

* p < 0,05, ** p < 0,001 - стат. достовірність відмінностей у порівнянні з попереднім періодом

Тест на відтворення позиції (табл. 15) також є показовим в оцінці рівня пропріоцепції колінного суглоба.

За дослідженнями Barrack R. L. et al [162] було виявлено, що недолік пропріоцепції найбільше відчувався при куті згинання в колінному суглобі 30-40 °. Наше дослідження підтвердило цей висновок і виявило, що при виконанні тесту із заплющеними очима різниця в показниках збільшується.

Таблиця 15

Результати тесту на відтворення позиції (градуси)

Показтілі		Періоди наблюдення							
		До оп.	7 нед.	3 мес.	4,5 мес.	6 мес.	P1	P2	ΔM
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30 градусів з відкритими очима	ЗК, О	6,3 ± 0,7	6,1 ± 1,2	5,3 ± 1	5 ± 0,8	3,1 ± 0,6*	< 0,001	0,011	50,8
	ЗК, К	6 ± 0,5	6,5 ± 0,8	6,1 ± 0,7	6,2 ± 0,9	5,7 ± 0,8	< 0,001		-5

	OK, O	11,3 ± 0,6	12,6 ± 0,9	7,9 ± 0,9*	6,2 ± 1	4 ± 0,7*	< 0,001	0,001	<	64,5
	OK, K	11,9 ± 0,7	13,4 ± 0,8	11,3 ± 0,6*	10,3 ± 0,7	10 ± 0,8	0,085			
30 градусів із заплющеними очима	ЗК, O	10,1 ± 1	9,5 ± 1,1	6,8 ± 0,8*	6,2 ± 0,7	3,8 ± 0,7*	< 0,001	0,005		62,4
	ЗК, K	9,7 ± 1,6	9,6 ± 1,9	8,4 ± 1	7,5 ± 1	7,9 ± 0,8	0,271			
	OK, O	14,4 ± 1,1	14,3 ± 1,1	9,4 ± 1**	7,5 ± 0,8	4,5 ± 0,9*	< 0,001	0,001	<	69,4
	OK, K	13,7 ± 0,8	14,4 ± 0,4	12,5 ± 0,6*	11,8 ± 0,6	11,3 ± 0,5	0,095			
45 градусів з відкритими очима	ЗК, O	5,8 ± 0,7	5,9 ± 0,7	5 ± 0,6	4,6 ± 0,5	2,6 ± 0,6*	0,003	0,029		55,2
	ЗК, K	6,1 ± 0,6	5,8 ± 0,7	5,6 ± 0,5	5,1 ± 0,7	4,9 ± 0,8	0,243			
	OK, O	9,1 ± 1	10,7 ± 0,9	7,9 ± 0,9	5,9 ± 0,4*	3 ± 0,3**	< 0,001	0,001	<	67
	OK, K	9,8 ± 0,7	10,5 ± 0,9	9,5 ± 0,8	8,4 ± 0,7	7,2 ± 0,4	0,007			
45 градусів із заплющеними очима	ЗК, O	7 ± 0,9	7,9 ± 0,6	6,7 ± 0,5	5,5 ± 0,6	3,4 ± 0,4*	0,004	0,001	<	51,4
	ЗК, K	6,6 ± 0,6	8,3 ± 0,8	8,3 ± 0,7	7,3 ± 0,6	6,5 ± 0,5	0,989			
	OK, O	11,8 ± 1,1	11,3 ± 0,8	9,4 ± 0,6	7,7 ± 0,7	3,5 ± 0,4**	< 0,001	0,001	<	70,4
	OK, K	12,4 ± 1,2	12,2 ± 0,6	11,7 ± 0,8	10,2 ± 0,6	10,1 ± 0,8	0,134			
60 градусів з відкритими очима	ЗК, O	4,9 ± 0,7	4,7 ± 0,7	3,6 ± 0,8	2,3 ± 0,5	1,5 ± 0,3	0,01	0,02	0,0	71,4
	ЗК, K	4,1 ± 0,6	4,7 ± 0,7	4,7 ± 0,6	4,5 ± 0,6	4 ± 0,6	0,898			
	OK, O	7,6 ± 0,7	9,6 ± 0,8	5,9 ± 1*	3,8 ± 0,5	2,1 ± 0,4*	< 0,001	0,001		72,4

	ОК, К	7,4 ± 0,7	8,3 ± 0,5	8,1 ± 0,7	7,1 ± 1,1	6,6 ± 1	0,528		10,8
	ЗК, О	5,2 ± 0,2	8 ± 0,8*	5,2 ± 0,6*	4,8 ± 0,8	3,2 ± 0,4	< 0,001	44	38,5
	ЗК, К	6 ± 0,5	6,8 ± 0,9	6,3 ± 0,7	5,8 ± 0,6	5,3 ± 0,8	0,463		11,7
	ОК, О	8,7 ± 1,1	11,7 ± 0,7*	8,5 ± 0,8*	7,5 ± 0,8	3,7 ± 0,3**	< 0,001	< 0,001	57,5
	ОК, К	8,6 ± 1,06	10,7 ± 0,9	10,5 ± 0,7	9,1 ± 0,9	8,1 ± 0,6	0,675		5,8

P1 – статистична достовірність відмінностей у групі (до операції/6 міс. спостереження)

P2 – статистична достовірність відмінностей між групами (6 міс. спостереження) ΔM – темп зростання, відсоткова зміна показників (до операції/6 міс. спостереження)

* p < 0,05, ** p < 0,001 - стат. достовірність відмінностей у порівнянні з попереднім періодом

ЗК – здорова кінцівка

ОК – оперована кінцівка

Результати цього тесту свідчили про вплив травми на пропріоцептивну чутливість, при цьому її показники оперованої кінцівки були майже в 2 рази вищими, ніж на неушкодженій. Ефективність баланс-тренінгу відбивалася на показниках основної групи: при цілеспрямованій роботі пропріоцепція відновлювалася, і до закінчення фізичної реабілітації відмінності здорової та оперованої кінцівки становили трохи більше 2°. У контрольній групі рухові відчуття від «до операції» до «6 місяців» покращувалися незначно, різниця між основною та контрольною групами була суттєвою (p ≤ 0,05).

3.6. Зміна показників анкетування

Анкетування використовувалося з метою комплексної оцінки загального стану спортсмена та оперованої кінцівки.

Оцінка стану спортсмена за клінічними ознаками функціонування колінного суглоба (The Lysholm Knee Scoring Scale) демонструвала оптимістичний стан травмованої кінцівки пацієнтів основної групи, що виражалось у вищих показниках.

Через 1 рік оцінка досягнутих результатів реабілітації виявила, що показники основної групи, як і раніше, стабільно високі, контрольної групи – на 5 балів нижче за період 6 місяців і різниця між групами становить 18,3 бала.

Травма передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба в основному зустрічається серед людей молодого віку (20–35 років). Крім спортивних занять провідним видом діяльності пацієнтів цієї вікової категорії є праця як максимальна реалізація сутнісних сил людини в ході певної діяльності. Представлена у дослідженні травма серйозно обмежувала рухи та опороздатність кінцівки, що у своє чергу тимчасово унеможливило заняття професійною діяльністю. У зв'язку з цим, ставало важливим визначення ступеня впливу травми не тільки на фізичний, а й на психологічний компонент здоров'я, що було можливо через анкетування за шкалою «SF-36».

Вивчення якості життя за даними Анкети SF-36 (табл. 18) показало, що рівень психологічного компонента здоров'я (PH) протягом усіх періодів анкетування вищий за фізичний компонент здоров'я (MN).

Таблиця 16

Дослідження якості життя спортсменів (бали)

Показник	Група	Компонент здоров'я	Періоди спостереження					
			До оп.	3 міс.	6 міс.	<i>P1</i>	<i>P2</i>	ΔM
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Анкета якості життя SF-36	О	PH	40,5 ± 1	34,9 ± 1**	42,3 ± 1,1**	< 0,001	> 0,05	4,4
		MN	46,5 ± 1,4	50,9 ± 1*	57,1 ± 0,9*	< 0,001		22,8

К	РН	41,1 ± 1	37,3 ± 1,2*	42,1 ± 1*	0,168	0,05	2,4
	MN	47 ± 1,4	50,4 ± 1*	54,2 ± 1*	< 0,001		15,3

P1 – статистична достовірність відмінностей у групі (до операції/6 міс. спостереження)

P2 – статистична достовірність різниці між групами (6 міс. спостереження)

ΔM – темпи зростання, відсоткове зміна показників (до операції/6 міс. спостереження) *p < 0,05, **p < 0,001 – стат. достовірність відмінностей у порівнянні з попереднім періодом

РН – психологічний компонент здоров'я

MN – фізичний компонент здоров'я

Погіршення фізичного компонента здоров'я спостерігалось в період від "до операції" до "3 місяці", що було пов'язано з проведенням оперативного лікування з подальшим обмеженням рухів та наявністю больового синдрому. До 6 місяців загальний відсоток на 2 показники становив 100%, що означало позитивні відповіді на всі питання анкети.

Погіршення фізичного компонента здоров'я спостерігалось в період від "до операції" до "3 місяці", що було пов'язано з проведенням оперативного лікування з подальшим обмеженням рухів та наявністю больового синдрому. До 6 місяців загальний відсоток на 2 показники становив 100%, що означало позитивні відповіді на всі питання анкети.

Загалом методика фізичної реабілітації показала позитивну динаміку та покращення якості життя спортсменів: як в основній (РН – p ≤ 0,05; MN – p < 0,001), так і в контрольній (РН – p ≤ 0,05; MN – p < 0,001) групах.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

Виявлені протиріччя дозволили сформулювати проблему дослідження: внаслідок перенесеної травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба у післяопераційному періоді практично відсутня пропріоцепція колінного суглоба, яку необхідно відродити з метою забезпечення відновлення його рухової активності.

Основу дослідження склало тестування спортсменів на багатофункціональному тренажері HUBER Motion Lab, що дозволяв оцінити показники сили м'язів нижніх кінцівок та рухової координації людини. Зміна пропріоцепції відслідковувалося тестами на вестибулярну стійкість, Ромберга та тестом на відтворення позиції. Також вивчалися питання динаміки фізичного розвитку (соматометрія, гоніометрія, ЧСС, зростання, вага), оцінка якості життя спортсмена (анкета SF-36, шкала The Lysholm Knee Scoring Scale) у зв'язку з отриманням травми та по ходу відновлення.

У дослідженні взяли участь 75 пацієнтів-спортсменів після операції з відновлення передньої хрестоподібної зв'язки та резекції меніска, віком від 20 до 35 років, які раніше не мали травм колінного суглоба. Всі учасники експерименту отримали травму при занятті спортом: 71% - ігрові види спорту (в основному футбол), 25% - єдиноборства, 4% - інші види спорту. В середньому термін від моменту отримання травми до операції склав $2,5 \pm 0,5$ року.

При розробці методики баланс-тренінгу ми керувалися такими положеннями:

Механорецептори, що знаходяться в хрестоподібних зв'язках та менісках, реагують на певні рухи та позиції колінного суглоба. Відповідно, вправи підбиралися таким чином, щоб здійснювалося тренування та розвиток даних пропріорецепторів шляхом виконання вправ у тих позиціях, які мали б тренуючий ефект.

Для вироблення м'язового почуття заняття вправами починали зі здорової кінцівки, оскільки зазначають Пінчук Д. Ю., Дудін М. Г. [109], це необхідно, щоб навчити хворого розрізняти почуття руху, почуття розслаблення та скорочення м'язів, без яких неможливо побудувати повноцінний реабілітаційно-тренувальний процес.

Усі вправи рекомендувалося виконувати спочатку з розплющеними очима, потім із закритими. Зоровий аналізатор є провідним в управлінні рухами. За його допомогою оцінюється відстань до предметів та їхнє взаємне розташування [90]. Таким чином, прибираючи функціонування зорового аналізатора, ми домагалися того, щоб все навантаження лягало на пропріоцептивний апарат травмованої кінцівки, що дозволило краще розвивати пропріоцепцію шляхом розвитку додаткових компенсаторних реакцій.

При складанні комплексу ми також враховували, що на кінцевий результат руху впливають не тільки сили, що розвиваються м'язами, а й сили м'язового походження. Зокрема, ми застосовували такі вправи, як координаційна вправа з нахилом уперед, руки в сторони, нога вгору (інерційні сили) та стрибки з подальшим присіданням та вистрибуванням (реактивні сили).

При цілеспрямованій роботі у бік контролю пози і точності довільних рухів, ми брали до уваги те що, що з утриманні становищі людини у позі стоячи, основне навантаження лягає на стопу і гомілковостопний суглоб. Щоб у роботу включити зв'язувальний апарат колінного суглоба, вправи статичного характеру виконувались на зігнутих ногах. Для розвитку пропріоцепції здійснювали відхилення з утриманням від вертикальної осі положення стоячи для змішування центру тяжкості організму і, відповідно, при стабілізації положення відбувалася активізація пропріорецепторів.

Вивчення якості життя за даними Анкети SF-36 показало, що рівень психологічного компонента здоров'я (PH) протягом усіх періодів анкетування вищий за фізичний компонент здоров'я (MN).

ВИСНОВОК

1. При розробці методики баланс-тренінгу ми керувалися такими положеннями:

Механорецептори, що знаходяться в хрестоподібних зв'язках та менісках, реагують на певні рухи та позиції колінного суглоба. Відповідно, вправи підбиралися таким чином, щоб здійснювалося тренування та розвиток даних пропріорецепторів шляхом виконання вправ у тих позиціях, які мали б тренуючий ефект.

Для вироблення м'язового почуття заняття вправами починали зі здорової кінцівки, оскільки зазначають Пінчук Д. Ю., Дудін М. Г, це необхідно, щоб навчити хворого розрізняти почуття руху, почуття розслаблення та скорочення м'язів, без яких неможливо побудувати повноцінний реабілітаційно-тренувальний процес.

Усі вправи рекомендувалося виконувати спочатку з розплющеними очима, потім із закритими. Зоровий аналізатор є провідним в управлінні рухами. За його допомогою оцінюється відстань до предметів та їхнє взаємне розташування. Таким чином, прибираючи функціонування зорового аналізатора, ми домагалися того, щоб все навантаження лягало на пропріоцептивний апарат травмованої кінцівки, що дозволило краще розвивати пропріоцепцію шляхом розвитку додаткових компенсаторних реакцій.

При складанні комплексу ми також враховували, що на кінцевий результат руху впливають не тільки сили, що розвиваються м'язами, а й сили м'язового походження. Зокрема, ми застосовували такі вправи, як координаційна вправа з нахилом уперед, руки в сторони, нога вгору (інерційні сили) та стрибки з подальшим присіданням та вистрибуванням (реактивні сили).

2. При оцінці сили м'язів на тренажері HUBER Motion Lab було виявлено, що найслабшим м'язом серед м'язів нижніх кінцівок був чотириголовий м'яз стегна. Також було виявлено, що при систематичних заняттях сила всіх м'язів, крім литкового м'яза, відновлюється до рівня «до операції» через 3 місяці занять. Як ми вважаємо, більш складне відновлення литкового м'яза пов'язане з технікою проведення операції: аутотрансплантат для передньої хрестоподібної зв'язки береться з підколінних сухожилів, відповідно, використання сили м'яза в повному обсязі стає можливим пізніше ніж інших м'язів. За цією ж ознакою спостерігається більш повільне відновлення м'язів оперованої кінцівки, що приводить, порівняно зі здоровою кінцівкою. У період від «4,5 місяців» до «6 місяців» спостерігається збільшення сили м'язів, особливо литкового м'яза, що пов'язано з додаванням пліометричних вправ у програму реабілітації. Про це ж свідчать показники соматометрії: до 6 місяців в основній групі різниця між м'язами гомілки становила $0,5 \pm 2$ см та $1,8 \pm 2,3$ см у контрольній; різниця між обсягом м'язів стегна в основній групі становила менше 1 см, що відповідало допустимим фізіологічним відмінностям, у контрольній групі спостерігалася асиметрія, різниця в показниках більше 3 см. Найбільший приріст обсягу м'язів спостерігається в період «7 тижнів» до «3 місяці» та в період від "4,5 місяця" до "6 місяців", особливо в основній групі, що пов'язано з розширенням програми реабілітації вправами, що розвивають пропріоцепцію.

Показники рухової координації демонструють високі результати основної групи, які сягають 80–90 % стану неоперованої кінцівки. Для порівняння у контрольній групі цей показник варіюється в діапазоні 50-70%, що говорить про ефективність розробленої методики.

3. При цілеспрямованій роботі у бік контролю пози і точності довільних рухів, ми брали до уваги те що, що з утриманні становищі людини у позі стоячи, основне навантаження лягає на стопу і гомілковостопний суглоб. Щоб у роботу включити зв'язувальний апарат колінного суглоба, вправи статичного характеру виконувались на зігнутих ногах. Для розвитку пропріоцепції

здійснювали відхилення з утриманням від вертикальної осі положення стоячи для змішування центру тяжкості організму і, відповідно, при стабілізації положення відбувалася активізація пропріорецепторів.

Для розвитку координації та балансу при зовнішньому опорі ми враховували дослідження низки авторів, які вивчили час пропріоцептивної реакції людини [111]. Таким чином, вправи розроблялися та виконувалися зі швидкою зміною зовнішніх обставин.

При оцінці сили м'язів на тренажері HUBER Motion Lab було виявлено, що найслабшим м'язом серед м'язів нижніх кінцівок був чотириголовий м'яз стегна. Також було виявлено, що при систематичних заняттях сила всіх м'язів, крім литкового м'яза, відновлюється до рівня «до операції» через 3 місяці занять. Як ми вважаємо, більш складне відновлення литкового м'яза пов'язане з технікою проведення операції: ауто трансплантат для передньої хрестоподібної зв'язки береться з підколінних сухожиль, відповідно, використання сили м'яза в повному обсязі стає можливим пізніше ніж інших м'язів. За цією ж ознакою спостерігається більш повільне відновлення м'язів оперованої кінцівки, що приводить, порівняно зі здоровою кінцівкою. У період від «4,5 місяців» до «6 місяців» спостерігається збільшення сили м'язів, особливо литкового м'яза, що пов'язано з додаванням пліометричних вправ у програму реабілітації. Про це ж свідчать показники соматометрії: до 6 місяців в основній групі різниця між м'язами гомілки становила $0,5 \pm 2$ см та $1,8 \pm 2,3$ см у контрольній; різниця між обсягом м'язів стегна в основній групі становила менше 1 см, що відповідало допустимим фізіологічним відмінностям, у контрольній групі спостерігалася асиметрія, різниця в показниках більше 3 см. Найбільший приріст обсягу м'язів спостерігається в період «7 тижнів» до «3 місяці» та в період від "4,5 місяця" до "6 місяців", особливо в основній групі, що пов'язано з розширенням програми реабілітації вправами, що розвивають пропріоцепцію.

Показники рухової координації демонструють високі результати основної групи, які сягають 80–90 % стану неоперованої кінцівки. Для

порівняння у контрольній групі цей показник варіюється в діапазоні 50-70%, що говорить про ефективність розробленої методики.

4. Через 1 рік оцінка досягнутих результатів реабілітації виявила, що показники основної групи, як і раніше, стабільно високі, контрольної групи – на 5 балів нижче за період 6 місяців і різниця між групами становить 18,3 бала.

Практичні рекомендації

Практична значимість дослідження полягає у розробці та впровадженні методики фізичної реабілітації спортсменів після оперативного лікування травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба із застосуванням баланс-тренінгу для розвитку пропріоцепції, побудованої з урахуванням біомеханічних особливостей процесу відновлення, та покращення пропріоцептивної чутливості.

Розроблена методика може бути використана у практичній роботі зі спортсменами у профільних лікувальних закладах, у фізкультурно-спортивних комплексах при переході від реабілітаційних заходів до тренувального процесу; для профілактики травми передньої хрестоподібної зв'язки та меніска колінного суглоба у навчально-тренувальному процесі вузів фізкультурної спрямованості та у спортивних секціях фізкультурно-оздоровчих центрів; при підготовці та підвищенні кваліфікації інструкторів-методистів лікувальної фізичної культури.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аксьонов А. М. Роль кістякових м'язів у життєдіяльності організму / А. М. Аксьонов // ЛФК та масаж. - 2007. - № 7 (43). – С. 3–6.
2. Аксьонов А. Ю. Комплексна інструментальна оцінка функціонального стану нижніх кінцівок та корекція їх порушень / А. Ю. Аксьонов // Біотехносфера. - 2015. - № 4 (40). – С. 31–37.
3. Алфімов М. Н. Біологічні критерії оцінки порушень та ефективності корекції нервово-м'язового дисбалансу м'язів нижньої кінцівки / М. Н. Алфімов, Т. Ф. Абрамова, В. Л. Крашенінніков // Вісник спортивної науки. – 2008. – С. 27–32.
4. Алфімов М. Н. Компенсаторні механізми нервово-м'язового дисбалансу у спортсменів високої кваліфікації/М. Н. Алфімов,
5. Т. Ф. Абрамова, В. В. Арьков [та ін] // Біомедицина. – 2011. – № 2. –С. 58-65
6. Амжад А. Б. Хамдоні. Електроміографія як метод об'єктивізації результатів фізичної реабілітації травм зв'язкового апарату колінного суглоба після хірургічного лікування / А. Б. Х. Амжад // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту. – 2008. – № 1. – С. 8–11.
7. Амірджанова В. Н. Шкали болю та НАQ в оцінці пацієнта з ревматоїдним артритом / В. Н. Амірджанова // Науково-практична ревматологія. - 2006. - № 2. - С. 60-65.
8. Анохін П. К. Нариси фізіології функціональних систем / П. К. Анохін. - Москва: Медицина, 1975. - 448 с.
9. Артроскопічна діагностика та лікування часткових пошкоджень передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба / В. А. Огібенін, С. В. Іванніков, Л. А. Семенова [та ін.] // Медична допомога. – 2008. – № 2. – С. 28–31.

10. Арьков В. В. Стабіло-і тензометрія при травмі нижніх кінцівок спортсмена / В. В. Арьков, Л. А. Калінкін, О. Н. Міленін [та ін] // Вісник спортивної науки. – 2008. – № 2. – С. 30–34
11. Атлас анатомії людини. - 2-ге вид., Перераб і доп. - Москва: РПОЛ класик, 2009. - 576 с.
12. Батишева Т. Т. Функціональний підхід до відновного лікування хворих з патологією опори та руху / Т. Т. Батишева, Д. В. Скворцов // Медична допомога. - 2007. - № 3. - С. 23-27.
13. Батюта М. Б. Вікова психологія: навч. посібник / М. Б. Батюта, Т. Н. Князева. - Москва: Логос, 2001 - 306 с.
14. Башкиров В. Ф. Виникнення та лікування травм у спортсменів / В. Ф. Башкиров. - Москва: Фізкультура та спорт, 1981. - 224 с.
15. Башкиров В. Ф. Комплексна реабілітація спортсменів після травм опорно-рухового апарату/В. Ф. Башкиров. - Москва: Фізкультура та спорт, 1984. - 240 с.
16. Берген Т. А. Магнітно-резонансна томографія анатомічних співвідношень після відновлення передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба / Т. А. Берген, А. Ю. Летягін, Є. Ю. Дремов // Вісник НГУ. Серія: Біологія, клінічна медицина. – 2008. – Т. 6. – Вип. 3. - Ч.1. - С. 110-114.
17. Бернштейн Н. А. Біомеханіка та фізіологія рухів: Вибрані психологічні праці / за ред. В. П. Зінченко. - 2-ге вид. - Москва: Видавництво Московського психолого-соціального інституту; Воронеж: Модек, 2004. - 688 с.
18. Бернштейн Н. А. Про спритність та її розвиток / Н. А. Бернштейн. - Москва: Фізкультура та спорт, 1991. - 288 с.
19. Бернштейн Н. А. Фізіологія рухів та активність / під. ред. О. Г. Газенко. - Москва: Наука, 1990. - 495 с.
20. Бірюков А. А. Спортивний масаж: підручник для студ. вищ. навч. закладів/А. А. Бірюков. - 2-ге вид., Стер. - Москва: Видавничий центр «Академія», 2008. - 576 с.

21. Боген М. М. Фізичне виховання та спортивне тренування: навчання руховим діям / Передисл. П. Я. Гальперіна. - Вид. 3-тє. - Москва: Книжковий дім «ЛІБРИКОМ», 2011. - 200 с.

22. Болотов Д. Д. Застосування гідрокінезотерапії в реабілітації хворих на травми опорно-рухового апарату / Д. Д. Болотов, С. М. Стариков // Вісник відновлювальної медицини. – 2014. – № 3. – С. 75–79.

23. Біль у ділянці колінного та плечового суглобів. Алгоритми диференціальної діагностики (Клінічне керівництво для практичних лікарів)/І. В. Меньшикова, С. А. Сергієнко, Ю. В. Пак [та ін.]. - Москва: МЕДПРАКТИКА-М, 2011. - 144 с.

24. Великий словник медичних термінів/уклад. Федотов В. Д. - Москва: Центрполіграф, 2007. - 959 с.

25. Великий тлумачний медичний словник: Оксфорд (Oxford) / за ред. проф. Г. Л. Біліча. - Москва: Віче: АСТ, 1998. - 607 с.

26. Борщенко І. Суглоби без болю. Курс вправ для суглобів в ізометричному режимі/І. Борщенко. - Москва: Астрель, Метафора; Володимир: ВКТ, 2012. - 187 с.

27. Букуп К. Клінічне дослідження кісток, суглобів та м'язів: пров. з англ. / Клаус Букуп. Вид. 2-ге, перероб. та дод. - Москва: Медична література, 2015. - 352 с.

28. Биковська Т. Ю. Види реабілітації: фізіотерапія, лікувальна фізкультура, масаж: навч. посібник / Т. Ю. Биковська, О. Б. Кабарухін, В. А. Семененко [та ін.]; за заг. ред. Б. В. Кабарухін. - Ростов-на-Дону: Фенікс, 2010. - 557 с.

29. Вайнер Е. Н. Лікувальна фізична культура: підручник / Е. Н. Вайнер. - Москва: Наука, 2009. - 424 с.

30. Верхало Ю. Н. Тренажери та пристрої для відновлення здоров'я та рекреації інвалідів / Ю. Н. Верхало. - Москва: Радянський спорт, 2004. - 536 с.

31. Ветриле В. С. Стабілометрія як метод оцінки пропріоцепції при пошкодженнях капсульно-зв'язувального апарату колінного суглоба / В. С.

Ветриле, І. С. Косов, А. К. Орлецький // Вісник травматології та ортопедії ім. Н. Н. Пріорова. - 2002. - № 2. - С. 34-37.

32. Вітензон А. С. Обґрунтування та результати застосування функціональної електричної стимуляції м'язів при ходьбі хворих з різною патологією опорно-рухового апарату / А. С. Вітензон, К. А. Петрушанська // Лікувальна фізкультура та спортивна медицина. - 2010. - № 2 (74). – С. 29–41.

33. Відновне лікування після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба (керівництво для пацієнта) / Р. М. Тихілов, О. П. Трачук, О. Є. Богопільський [та ін.]. - Санкт-Петербург, 2009. - 32 с.

34. Відновлення стабільності колінного суглоба ендопротезами хрестоподібних зв'язок / М. А. Малигіна, Н. С. Гаврюшенко, В. П. Охотський [та ін.] // Вісник травматології та ортопедії ім. Н. Н. Пріорова. - 2004. - № 1. - С. 40-44.

35. Відновлення функції колінного суглоба при його контрактурах із застосуванням знеболювальних засобів / С. І. Робіна,

36. Т. С. Авдонченко, Н. М. Водянов [та ін] // ЛФК та масаж. - 2007. - № 9 (45). – С. 39–44.

37. Гайворонський І. В. Нормальна анатомія людини: підручник для мед. вузів: у 2 т. / І. В. Гайворонський. - 8-е вид., Перероб. та дод. - Санкт-Петербург: СпецЛіт, 2013. - Т. 1. - 568 с.

38. Гайгер Г. Клінометрія та клінічні скорингові системи в оцінці ефективності реабілітації та лікування при захворюваннях опорно-рухового апарату / Г. Гайгер, Ф. А. Юнусов // ЛФК та масаж. - 2007. - № 11 (47). – С. 3–6.

39. Гершбург М. І. Відновлення сенсомоторного контролю у спортсменів після артроскопічної реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки / М. І. Гершбург, С. Н. Попов // Національні програми формування здорового способу життя: міжнародний науково-практичний конгрес. – 2014. – С. 42–47.

40. Гершбург М. І. Пропріоцептивне тренування в реабілітації спортсменів після операцій та травм нижньої кінцівки / М. І. Гершбург, С. Н. Попов, М. Хайдарі // Лікувальна фізкультура та спортивна медицина. - 2013. - № 7 (115). – С. 13–19.

41. Глазков Ю. К. Комплексна реабілітація хворих після хірургічного лікування захворювань та пошкоджень пателло-феморального зчленування / Ю. К. Глазков, В. А. Єпіфанов, І. І. Глазкова // Лікувальна фізкультура та спортивна медицина. - 2009. - № 8 (68). – С. 25–33.

42. Гребінь Н. Ф. Психологічні випробування для професіоналів / Н. Ф. Гребінь. - Мінськ: Сучасна школа, 2007. - 496 с.

43. Губман Л. В. Моторно-вісцеральні рефлекси та фізіологія спорту / Л. В. Губман, М. Р. Могендович // Лікувальна фізкультура та спортивна медицина. - 2008. - № 8. - С. 51-59.

44. Гудков А. Г. Функціональний ряд апаратно-програмних комплексів для пасивної механотерапії / А. Г. Гудков, Г. Є. Ройтберг // Медицина та високі технології. – 2014. – № 2. – С. 4–10.

45. Гурфінкель В. С., Левік Ю. С. М'язова рецепція та узагальнений опис положення тіла / В. С. Гурфінкель, Ю. С. Левік // Фізіологія людини. - 1999. - Т. 25. - № 1. - С. 87-97.

46. Дейкало В. П. Структура травм та захворювань колінного суглоба / В. П. Дейкало, К. Б. Болобошко // Новини хірургії. – 2007. – Т. 15. – № 1. – С. 26–31.

46. Дерев'янку С. Н. Перспективи використання стабілометрії у спортивній медицині / С. Н. Дерев'янку, Г. З. Орджонікідзе, В. І. Павлов // Лікувальна фізкультура та спортивна медицина. - 2010. - № 2 (74). – С. 50–53.

48. Дубровський В. І. Біомеханіка: підручник для середовищ та вищ. навч. закладів/В. І. Дубровський, В. Н. Федорова. - 2-ге вид. - Москва: Видавництво ВЛАДОС-ПРЕС, 2004. - 672 с.

49. Дубровський В. І. Гідрокінезотерапія у профілактиці та лікуванні контрактур після оперативних втручань на тканинах опорно-рухового апарату

у спортсменів / В. І. Дубровський, К. В. Лядов, А. В. Дубровська // Теорія та практика фізичної культури. – 2009. – № 1. – С. 61–63

50. Дубровський В. І. Лікувальна фізична культура (кінезотерапія): підручник для студентів вузів/В. І. Дубровський. - 3-тє вид., Випр. та дод. - Москва: ВЛАДОС, 2004. - 624 с.

51. Дубровський В. І. Спеціальні вправи на розтягування та кріомасаж як засіб профілактики та лікування травм захворювань опорно-рухового апарату у спортсменів / В. І. Дубровський, К. В. Лядов, А. В. Дубровська // Вісник відновлювальної медицини. - 2009. - № 2 (30). - С. 91-94.

52. Дубровський В. І. Спортивна медицина: підручник для студентів вузів, які навчаються за пед. спеціальностям / В. І. Дубровський. - 3-тє вид. та дод. - Москва: Гуманіт. вид. центр ВЛАДОС, 2005. - 528 с.

53. Дубровський В. І. Спортивна фізіологія: підручник для середовищ та вищ. навч. закладів з фізич. культури/В. І. Дубровський. - Москва: ВЛАДОС, 2005. - 462 с.

54. Євсєєв Ю. І. Фізична культура / Ю. І. Євсєєв. - Вид. 6-тє, дод. в. випр. - Ростов-на-Дону: Фенікс, 2010. - 444 с.

55. Єпіфанов А. В. Відновне лікування після артроскопічних втручань на колінно м суглобі при пошкодженнях капсульно-зв'язувального апарату / А. В. Єпіфанов, О. С. Цека, В. А. Єпіфанов, А. В. Корольов. - Москва: Авторська Академія, 2011. - 152 с.

56. Єпіфанов В. А. Лікувальна фізична культура та масаж: підручник/В. А. Єпіфанов. - 2-ге вид., перероб. та дод. - Москва: Геотар-Медіа, 2012. - 528 с.

57. Єпіфанов В. А. Реабілітація в травматології / В. А. Єпіфанов, А. В. Єпіфанов. - Москва: Геотар-Медіа, 2010. - 336 с.

1. 66. Зедгенідзе І. В. Лікувальна тактика при пошкодженні менісків / І. В. Зедгенідзе, В. М. Прохоренко // Бюлетень ВРНЦ З РАМН. - 2011. - № 4 (80). - С.76-79.

58. Іваницький М. Ф. Анатомія людини (з основами динамічної та спортивної морфології): підручник для інститутів фізич. культури/під ред. Б. А. Нікітюка, А. А. Гладішева, Ф. В. Судзиловського. - Вид. 9-те. - Москва: Людина, 2014. - 624 с.

59. Ізометричні вправи з елементами постізометричної релаксації в усуненні контрактур колінного суглоба після артроскопічної пластики передньої хрестоподібної зв'язки / О. В. Пилипенко, А. А. Захаров [та ін.] // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та . – 2014. – № 2. – С. 48–51.

60. Інгерлейб М. Б. Анатомія фізичних вправ / М. Б. Інгерлейб. - Вид. 2 ге. - Ростов-на-Дону: Фенікс, 2009. - 187 с.

61. Інгерлейб М. Б. Лікувальний, косметичний та точковий масаж: повне керівництво / М. Б. Інгерлейб, М. С. Панаєв, Є. А. Морозова. - Ростов-на-Дону: Фенікс, 2013. - 448 с.

62. До питання про формування вертикальної пози людини / Г. Є. Іванова, Є. А. Ковражкіна, А. Ю. Суворов [та ін] // Лікувальна фізкультура та спортивна медицина. - 2009. - № 12 (72). – С. 51–59.

63. Калюжин В. Г. Програма ЛФК та масажу при травмах хрестоподібної зв'язки колінного суглоба у спортсменів / В. Г. Калюжин, Ю. В. Зибін // Матеріали II Всерос. наук-практич. конф. з міжнар. участю «Лікувальна фізична культура: досягнення та перспективи розвитку». – 2013. – С. 94–96.

64. Калюжнова І. А. Лікувальна фізкультура / І. А. Калюжнова, О. В. Перепелова. - Вид. 3-тє. - Ростов-на-Дону: Фенікс, 2010. - 349 с.

65. Каптелін А. Ф. Гідрокінезотерапія в ортопедії та травматології / А. Ф. Каптелін. - Москва: Медицина, 1986. - 224 с.

66. Кожевніков Є. В. Пластичне відновлення передньої хрестоподібної зв'язки вільним аутотрансплантатом із сухожилля довгого малогомілкового м'яза / Є. В. Кожевніков, П. А. Баженов // Політравма. – 2011. – № 1. – С. 76–81.

67. Комогорцев І. Є. Посттравматична нестабільність колінного суглоба (лікування та реабілітація) / І. Є. Комогорцев. - Іркутськ: НЦ РВХ З РАМН, 2010. - 196 с.

68. Котельников Г. П. Особливості ходи у хворих із сагітальною посттравматичною нестабільністю колінного суглоба / Г. П. Котельников, В. Ф. Краснова, Д. М. Цейтлін // Медична біомеханіка. - 1986. - Т. 3. - С. 172-177.

69. Кочнев А. В. Фізична реабілітація після травм колінного суглоба у чоловіків у постімобілізаційний період залежно від їхньої фізичної підготовленості / А. В. Кочнев, А. І. Кулакін // Зб. наук. праць за підсумками між. наук-практич. конф. «Основні питання теорії та практики педагогіки та психології». – 2015. – С. 79–80.

70. Краснов А. Ф. Реабілітація хворих з посттравматичною нестабільністю колінного суглоба / А. Ф. Краснов, Г. П. Котельников. - Куйбишев, 1990. - 153 с.

71. Ларченко Н. А. Словник-довідник медичних термінів та основних медичних понять / Н. А. Ларченко. - Ростов-на-Дону: Фенікс, 2013. - 602 с.

72. Лікувальна фізична культура: навч. посібник / Єпіфанов В. А. [та ін] - Москва: Геотар-Медіа, 2009. - 268 с.

73. Лікувальна фізична культура: підручник для студентів установ вищої. проф. освіти / С. Н. Попов, Н. М. Валєєв, Т. С. Гарасєва [та ін]; за ред. С. Н. Попова. - 8-е вид., Випр. - Москва: Академія, 2012. - 416 с.

74. Лісіцин М. П. Пропріоцептивна функція хрестоподібного комплексу колінного суглоба / М. П. Лісіцин, Т. М. Андрєєва // Вісник травматології та ортопедії ім. Н. Н. Пріорова. - 2001. - № 3. - С. 69-74.

75. Лукомський І. В. Фізіотерапія. Лікувальна фізкультура. Масаж: підручник/І. В. Лукомський, І. С. Сікорська, В. С. Улащик; за ред. В. С. Улащика. - 3-тє вид. - Мінськ: Віш. шк., 2010. - 384 с.

76. Лядов К. В. Комплексна реабілітація спортсменів після операцій на колінному суглобі / К. В. Лядов, В. І. Дубровський, А. В. Дубровська // Фізіотерапія, бальнеологія та реабілітація. - 2008. - № 6. - С. 27-29.

77. Лях В. І. Теорія про поетапне формування знань, умінь та навичок у процесі освоєння рухових дій / В. І. Лях, П. Я. Гальперін, М. М. Боген // Фізична культура в школі. - 2007. - № 3. - С. 15-19.

78. Макаренко А. С. Колектив та виховання особистості / А. С. Макаренко. - Москва: Педагогіка, 1972. - 236 с.

79. Медичний енциклопедичний словник / В. І. Бородулін, А. В. Бруєнок, Ю. Я. Венгеров [та ін]; за ред. В. І. Бородуліна. - Москва: Видавничий дім «ОНІКС 21 століття», 2002. - 704 с.

80. Меньшикова І. В. Причини болю в колінному суглобі / І. В. Меньшикова, В. В. Бабире // Клинічна медицина. - 2008. - № 8. - С. 67-70.

81. Меньшикова І. В. Сучасні фізіотерапевтичні методи у реабілітації хворих після артроскопічних операцій на колінному суглобі / І. В. Меньшикова, Т. І. Андрущак // Вісник відновлювальної медицини. - 2007. - № 4 (22). – С. 53–55.

82. Методичні підходи до реабілітаційного лікування після реконструктивних операцій: пластика передньої хрестоподібної зв'язки комбінована з резекцією меніска / Н. С. Ніколаєв, В. Н. Яковлев, Р. В. Петрова [та ін.] // Технології відновлювальної медицини та медичної реабілітації . – 2014. – № 3. – С. 50–54.

83. Миронов С. П. Одномоментне відновлення передньої та задньої хрестоподібних зв'язок колінного суглоба при їх травматичному пошкодженні / С. П. Миронов, А. К. Орлецький, А. Є. Авдєєв // Вісник травматології та ортопедії ім. Н. Н. Пріорова. - 2004. - № 2. - С. 37-40.

84. Миронов С. П. Ушкодження зв'язок колінного суглоба / С. П. Миронов, А. К. Орлецький, М. Б. Цикунов. - Москва: Лесар, 1999. - 208 с.

85. Миронов С. П. Спосіб артроскопічної фіксації хрестоподібних зв'язок колінного суглоба при їх гострому пошкодженні / С. П. Миронов, А. К. Орлецький, В. С. Вітриле // Вісник травматології та ортопедії ім. Н. Н. Пріорова. - 2001. - № 3. - С. 26-28.

86. Миронова З. З. Пошкодження менісків, бічних і хрестоподібних зв'язок колінного суглоба під час занять спортом / З. З. Миронова. - Москва: Державне видавництво медичної літератури, 1962. - 136 с.

87. Миронова З. З. Спортивна травматологія / З. З. Миронова, Є. М. Морозова. - Москва: Фізкультура та спорт, 1976. - 152 с.

88. М'язи у спорті. анатомія. Фізіологія Тренування. Реабілітація/під ред. Й. М. Єгера, К. Крюгера; пров. с. ньому. за заг. ред. Д. Г. Калашнікова. - Москва: Практична медицина, 2016. - 408 с.

89. Назаренко Г. І. Відновне лікування посттравматичних контрактур / Г. І. Назаренко, І. Б. Героїва // Лікувальна фізкультура та спортивна медицина. - 2013. - № 7 (115). – С. 20–27.

90. Порухення сили м'язів стегна у спортсменів після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба / З. Г. Орджонікідзе, В. В. Арьков [та ін.] // Спортивна медицина: наука та практика. – 2012. – № 4. – С. 7–9.

91. Німцев О. Б. Біомеханічні засади точності рухів. - Майкоп: Видавництво Адигейського державного університету. - 2004. - 187 с.

92. Нефедова Н. В. Діагностика та корекція біомеханічних порушень опорно-рухового апарату методом біологічного зворотного зв'язку у фізичній реабілітації та спорті / Н. В. Нефедова, Ю. І. Тимофєва // Вчені записки. - 2015. - № 2 (120). - С. 99-108.

93. Ніканоров А. К. Значення передопераційного періоду у відновленні рухової функції колінного суглоба при артроскопічній реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки / А. К. Ніканоров // Слобожанський науково-спортивний вісник. – 2013. – № 2. – С. 131–133.

94. Ніцше Н. Ефект тренувань з відкритою та закритою кінематичними ланцюгами після пластики передньої хрестоподібної зв'язки / Н. Ніцше, Н. Шульц // Лікувальна фізкультура та спортивна медицина. - 2013. - № 8 (116). – С. 34–42.

95. Загальні питання застосування методу БОС: 3б. ст. / Інститут біологічного зворотного зв'язку. - Санкт-Петербург: ЗАТ "Біозв'язок", 2008 - 102 с.

96. Орджонікідзе З. Г. Пропріоцептивне тренування в системі реабілітації футболістів з патологією опорно-рухового апарату / З. Г. Орджонікідзе, М. І. Гершбург, Г. А. Кузнецова // Фізична культура у профілактиці, лікуванні та реабілітації. - 2006. - № 1 (16). – С. 56–60.

97. Орлецький А. К. Оперативне лікування посттравматичної задньої нестабільності колінного суглоба / А. К. Орлецький, Л. Л. Буткова // Вісник травматології та ортопедії ім. Н. Н. Пріорова. - 2007. - № 1. - С. 22-27.

98. Орлецький А. К. Післяопераційні рецидиви нестабільності колінного суглоба: заходи профілактики / О. К. Орлецький, З. С. Миронова // Вісник травматології та ортопедії ім. Н. Н. Пріорова. - 1997. - № 2. - С. 41-43.

99. Ускладнення при артроскопічному аутопластичному заміщенні передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба / Г. Д. Лазишвілі, В. Е. Дубров, А. Б. Бут-Гусаїм, та ін. // Вісник травматології та ортопедії ім. Н. Н. Пріорова. - 2006. - № 4. - С. 48-52.

100. Основні напрямки біомеханічного обстеження у вивченні системи пропріоцепції у спорті високих досягнень / Д. А. Андреев, Н. В. Борисова, В. В. Кармазін [та ін] // Вісник відновлювальної медицини. – 2013. – № 4. – С. 37–40.

101. Основні напрямки біомеханічного обстеження у вивченні системи пропріорецепції у спорті високих досягнень / Д. А. Андреев, Н. В. Борисова, В. В. Кармазін [та ін] // Вісник відновлювальної медицини. – 2013. – № 4. – С. 37–40.

102. Основні принципи відновлення функції колінного суглоба після артроскопічних втручань / А. А. Ахпашев, А. В. Єпіфанов, А. В. Корольов [та ін.] // Фізкультура у профілактиці, лікуванні та реабілітації. - 2007. - № 3 (22). – С. 33–39.

103. Основи теорії та методики фізичної культури: навч. для техн. фізич. культ. / За ред. А. А. Гужаловського. - Москва: Фізкультура та спорт, 1986. - 352 с.

104. Оцінка фізичного стану спортсменів після пластики передньої хрестоподібної зв'язки з метою попередження повторних травм / В. Ю. Преображенський, О. В. Зінов'єв [та ін] // Доктор.Ру. - 2011. - № 8 (67). – С. 38–41.

105. Оцінка ефективності ранньої реабілітації з використанням симуляційних тренажерів спортсменів різних видів спорту після травм колінного суглоба / В. Ю. Преображенський, Є. В. Сидоренко, А. В. Преображенський, [та ін.] // Питання курортології, фізіотерапії та лікувальної фізичної культури – 2013. – № 4. – С. 39–42.

106. Париш М. Зміна показників міотонометрії під впливом програми фізичної реабілітації у футболістів з пошкодженням передньої хрестоподібної зв'язки / М. Париш // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту. – 2012. – № 11. – С. 72–75.

107. Пат. 2204346 Російська Федерація, МПК51 А 61 В 17/56 (2000.01), А 61 В 17/32 (2000.01). Спосіб артроскопічної фіксації однієї з пошкоджених хрестоподібних зв'язок колінного суглоба до іншої, неушкодженої, хрестоподібної зв'язки / А. К. Орлецький, В. С. Вітриле; заявник та патентовласник ГУН Центральний НДІ травматології та ортопедії ім. Н. Н. Пріорова; опубл. 20.05.2003, Бюл. №14.

108. Пат. 2370231 Російська Федерація, МПК51 А61В 17/56 (2006.01). Спосіб артроскопічної реконструкції частково пошкодженої передньої хрестоподібної зв'язки / І. А. Кузнецов, А. В. Рибін, М. В. Рябінін, І. В. Фролов; заявник та патентовласник ФДМ «РНДІТО ім. Р. Р. Шкідлива Росмедтехнологій»; опубл. 20.10.2009, Бюл. №29.

109. Педагогіка фізичної культури: підручник / за заг. ред. В. І. Крилічевського, А. Г. Семенова, С. Н. Бекасової. - Москва: КНОРУС, 2012. - 320 с.

110. Пінчук Д. Ю. Біологічний зворотний зв'язок з електроміограми у неврології та ортопедії. Довідковий посібник. - Санкт-Петербург: Людина, 2002. - 120 с.

111. Подласий І. П. Педагогіка. Новий курс: підручник для студ. пед. вузів: У 2 кн. / І. П. Подласий. - Москва: Гуманітарний видавничий центр ВЛАДОС, 1999. - Кн. 2: Процес виховання. - 256 с.

112. Попов Г. І. Біомеханіка: підручник для студ. вищ. навч. 125. закладів/Г. І. Попов. - Москва: Видавничий центр «Академія», 2005. - 256 с.

113. Попов Г. І. Штучне керуюче та предметне середовище як фактори управління параметрами рухових дій спортсменів / Г. І. Попов // Моделювання спортивної діяльності в штучно створеному середовищі (стенди, тренажери, імітатори): (Матеріали конф.). - Москва, 1999. - С. 80-84.

114. Попов С. Н. Пропріоцептивні та пліометричні вправи в реабілітації спортсменів після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки / С. Н. Попов, М. Хайдарі, М. І. Гершбург // Доктор.Ру. - 2013. - № 10 (88). – С. 31–36.

115. Порчинська К. П. Фізична реабілітація спортсменів після травм колінних суглобів / К. П. Порчинська, І. І. Мацейко, Ю. В. Шереметьєва // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту. - 2009. - № 11. - С. 83-86.

116. Програма відновного лікування нестабільності колінного суглоба / М. Л. Смирнов, М. А. Єрьомушкин, А. Н. Лобов [та ін.] // ЛФК та масаж. - 2007. - № 9 (45). – С. 36–39.

117. Пропріоцептивне тренування у процесі фізичної реабілітації футболістів після артроскопічної аутопластики передньої хрестоподібної зв'язки / Н. М. Валєєв, М. І. Гершбург, Н. Л. Іванова [та ін.] // Спортивна медицина. - 2012. - № 3 (99). -133. С. 26-32.

118. Психологія рухів та сприйняття у спорті / А. А. Хадарцев, Н. А. Фудін, В. Г. Зілов [та ін.] // Лікувальна фізкультура та спортивна медицина. - 2015. - № 4 (130). – С. 47–56.

119. Ратов І. П. Прикордонні проблеми біомеханіки, психології та теорії навчання рухам / І. П. Ратов. - Москва, 1982. - 51 с.

120. Реабілітація дітей та підлітків з пошкодженнями передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба / В. Н. Меркулов, М. А. Єрьомушкин, А. Г. Єльцин [та ін.] // Вісник відновлювальної медицини. - 2015. - № 3 (67). - С.7-14.

121. Ревізійна хірургія передньої хрестоподібної зв'язки при обмеженні розгинання в колінному суглобі / М. П. Лісіцин, А. М. Заремук, Є. А. Ткаченко [та ін.] // Ендоскопічна хірургія. – 2011. – № 6. – С. 29–30.

122. Ревізійна хірургія передньої хрестоподібної зв'язки при обмеженні розгинання в колінному суглобі / М. П. Лісіцин, А. М. Заремук, Є. А. Ткаченко [та ін.] // Ендоскопічна хірургія. – 2011. – № 6. – С. 29–30.

123. Рой І. В. Фізична реабілітація після артроскопічного відновлення передньої хрестоподібної зв'язки / І. В. Рой, Т. В. Заморський, І. А. Лазарєв // Лікувальна фізкультура та спортивна медицина. - 2008. - № 6 (54). – С. 46–51.

124. Самусєв Р. П. Атлас функціональної анатомії людини: навч. посібник для студентів вищих. навч. закладів фізич. культури та спорту / Р. П. Самусєв, Є. В. Зубарева. - Москва: Онікс: Світ і Освіта, 2010. - 768 с.

125. Саркізов-Серазіні І. М. Спортивний масаж і самомасаж: навч. посібник для інститутів та технікумів фізич. культури.- Москва: Фізкультура та спорт, 1947. - 255 с.

126. Скворцов Д. В. Клінічний аналіз рухів. Стабілометрія / Д. В. Скворцов. - Москва: Антидор, 2000. - 189 с.

127. Скворцов Д. В. Стабілометричне дослідження: коротке керівництво / Д. В. Скворцов. - Москва: Маска, 2010. - 176 с.

128. Сучасні методи лікування пошкоджень та захворювань органів опори та руху / Н. В. Загородній, С. В. Сергєєв, Ф. Л. Лазко, [та ін.] // Вісник РУДН. - 2006. - № 2 (34). - С. 176-180.

129. Сучасні принципи артроскопічної реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба. Аналіз помилок та ускладнень / В.

В. Кузьменко, Г. Д. Лазішвілі, С. Г. Гіршин [та ін.] / *Аннали травматології та ортопедії*. - 1997. - № 2. - С. 8-13.

130. Сучасні технології в ендопротезуванні передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба / А. В. Корольов, Г. В. Федорук, А. В. Голєва, [та ін] // *Медична допомога*. - 2009. - № 1. - С. 42-44.

131. Спортивна медицина: національне керівництво / за ред. С. П. Миронова, Б. А. Поляєва, Г. А. Макарової. - Москва: Геотар-Медіа, 2012. - 1184 с.

132. Сулимцев Т. І. Фізична реабілітація і профілактика захворювань суглобів, що найчастіше зустрічаються: навч. посібник / Т. І. Сулімцев. - Малахівка, 2000. - 99 с.

133. Травматологія: національне керівництво / за ред. Г. П. Котельникова, С. П. Миронова. - Москва: Геотар-Медіа, 2008. - 808 с.

134. Третьякова Н. В. Лікувальна фізична культура та масаж: навч. посібник / Н. В. Третьякова. - Єкатеринбург: Видавництво Ріс. держ. проф.-пед. ун-ту, 2013. - 357 с.

135. Тяжелов А. А. Про компенсацію стабільності колінного суглоба при пошкодженні передньої хрестоподібної зв'язки / А. А. Тяжелов, І. А. Субота // *Травма*. – 2011. – Т. 12. – № 4. – С. 35–39.

136. Фарфель В. С. Управління рухами у спорті / В. С. Фарфель. - 2-ге вид. - Москва: Радянський спорт, 2011. - 202 с.

137. Федорова Т. Н. Програма фізичної реабілітації після оперативної пластики передньої хрестоподібної зв'язки у спортсменів / Т. М. Федорова, Т. М. Пінаєва // *Адаптивна фізична культура*. - 2014. - № 2 (58). – С. 47–50

138. Федорова Т. Н. Етапна реабілітація спортсменів після оперативної пластики передньої хрестоподібної зв'язки / Т. М. Федорова, Т. М. Пінаєва, Д. Є. Батушенко // *Актуальні проблеми Відновлювальної медицини, спортивної медицини, лікувальної фізкультури, курортології та фізіотерапії*. – 2013. – С. 56–64.

139. Фізіологія людини / за ред. В. М. Покровського, Г. Ф. Коротько. - Москва, 2003 - 656 с.
140. Фізіотерапія: національне керівництво / за ред. Г. М. Пономаренко. - Москва: Геотар-Медіа, 2013. - 864 с.
141. Фізична реабілітація: підручник для студентів вищих.
142. навч. закладів / за заг. ред. С. Н. Попова. - Вид. 5-те. - Ростов-на-Дону: Фенікс, 2008 - 602 с.
143. Фізична реабілітація інвалідів із поразкою опорно-рухової системи: навч. посібник / за ред. С. П. Євсєєва, С. Ф. Курдибайло. - Москва: Радянський спорт, 2010. - 488 с.
144. Фіскалов В. Д. Теоретико-методичні аспекти практики спорту: навчальний посібник/В. Д. Фіскалов, В. П. Черкашин. - Москва: Спорт, 2016. - 350 с.
145. Функціональний стан м'язів нижніх кінцівок хворих з патологією колінного суглоба до та після лікування з використанням артроскопічних технологій / З. М. Кривоногова, М. С. Сайфутдінов [та ін.] // Геній Ортопедії. - 2007. - № 1. - С. 65-68.
146. Хайдарі М. Відновлення сенсомоторного контролю у спортсменів після операцій та травм опорно-рухового апарату / М. Хайдарі, С. Н. Попов, М. І. Гершбург // Теорія та практика фізичної культури. - 2013. - № 12. - С. 44.
147. Холодов Ж. К. Теорія та методика фізичної культури та спорту: підручник для студ. установ вищої. проф. освіти / Ж. К. Холодов, В. С. Кузнецов. - 10-е вид., Випр. - Москва: Видавничий центр «Академія», 2012. - 480 с.
148. Цикунов М. Б. Ізометричне тренування чотириголового м'яза при пошкодженнях капсульно-зв'язувальних структур колінного суглоба / М. Б. Цикунов, І. С. Косов // Вісник травматології та ортопедії ім. Н. Н. Пріорова. - 1997. - № 4. - С. 45-50.
149. Цикунов М. Б. Клінічна та інструментальна оцінка стану активних стабілізаторів при пошкодженнях капсульно-зв'язувального апарату колінного

суглоба / М. Б. Цикунов, А. К. Орлецький, І. С. Косов // Вісник травматології та ортопедії ім Н. Н.Пріорова. - 1997. - № 1. - С. 27-32.

150. Цикунов М. Б. Принципи реабілітації при травмах кінцівок / М. Б. Цикунов // ЛФК та масаж. - 2002. - № 2. - С. 46-51

151. Цикунов М. Б. Програма реабілітації при ушкодженнях хрящових та капсульно-зв'язувальних структур колінного суглоба. Методичні рекомендації / М. Б. Цикунов // Вісник відновлювальної медицини. – 2014. – № 3. – С. 3–7.

152. Черкасова І. В. Лікувальна фізична культура у спеціальній медичній групі вузу: учеб.-методич. посібник для студентів очної форми навчання/І. В. Черкасова, О. Г. Богданов. - Москва-Берлін: Дірект-Медіа, 2015. - 128 с.

153. Чернишова І. Н. Фізіологічні (біомеханічні) аспекти рухової активності людини та закономірності її становлення (огляд літератури) / І. Н. Чернишова // Медико-біологічні аспекти фізичної культури та спорту. - 2012. - № 1. - С. 102-107.

154. Чмутов А. М. Обґрунтування алгоритмів діагностики та лікування пацієнтів з передньою нестабільністю колінного суглоба / А. М. Чмут // Фундаментальні дослідження. – 2013. – № 9. – С. 934-938.

155. Шихов А. В. Спортивна травматологія: навч. посібник/А. В. Шихов. - Єкатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПІ, 2006. - 150 с.

156. Ячник С. П. Оцінка ефективності електроміостимуляції у пацієнтів після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки / С. П. Ячник, Л. Д. Кравчук, А. К. Ніканоров // Слобожанський науково-спортивний вісник. - 2013. - № 5 (38). - С. 310-313.

157. A randomized controlled trial of electrostimulation effects on effusion, swelling and pain recovery after anterior cruciate ligament reconstruction: a pilot study / L. Ediz, M. F. Ceylan, U. Turktas [et al.] // Clinical Rehabilitation. – 2011. – Vol. 26. – No. 5. – P. 413–422.

158. Anterior cruciate ligament mechanoreceptors / M. Denti, M. Monteleone, A. Berardi [et al.] // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 1994. – № 308. – P. 29–32.

159. Anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport activity: postural control as the key to success / R. Papalia, F. Franceschi,

a. Tecame [et al.] // *International Orthopaedics*. – 2015. – Vol. 39. – P. 527–534.

160. Ardem C. L. Psychological Aspects of Anterior Cruciate Ligament Injuries / C. L. Ardern, J. Kvist, K. E. Webster // *Operative Techniques in Sports Medicine*. – 2015. – P. 1–7.

161. Arthrosis of the knee in chronic anterior laxity / H. Dejour, G. Walch, G. Deschamps [et al.] // *Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research*. – 2014. – Vol. 100. – P. 49–58.

162. Barber F. A. Meniscus repair rehabilitation with concurrent anterior cruciate reconstruction / F. A. Barber, S. D. Click // *Arthroscopy*. – 1997. – Vol. 13. – Issue 4. – Pages 433–437.

163. Barber-Westin S. D. Objective criteria for return to athletics after anterior cruciate ligament reconstruction and subsequent reinjury rates: a systematic review / S. D. Barber-Westin, F. R. Noyes // *The Physician and Sports Medicine*. – 2011. – Vol. 39. – No. 3. – P. 100–110.

164. Barrack R. L. Proprioception in the anterior cruciate deficient knee / R. L. Barrack, H. B. Skinner, S. L. Buckley // *The American Journal of Sports Medicine*. – 1989. – Vol. 17. – No. 1. – P. 1–6.

165. Barrett D. S. Proprioception and function after anterior cruciate reconstruction / D. S. Barrett // *Journal of Bone and Joint Surgery*. – 1991. – Vol. 73. – Issue 5. – P. 833–837.

166. Bilateral proprioceptive defects in patients with a unilateral anterior cruciate ligament reconstruction: A comparison between patients and healthy individuals / D. Roberts, T. Fridén, A. Stomberg [et al.] // *Journal of Orthopaedic Research*. – 2000. – Vol. 18. – Issue 4. – P. 565–571.

167. Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport / M. V. Paterno, L. C. Schmitt, K. R. Ford [et al.] // *The American Journal of Sports Medicine*. – 2010. – Vol. 38. – No. 10. – P. 1968–1978.

168. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes / Timothy E. Hewett, Gregory D. Myer, Kevin R. Ford [et al.] // *The American Journal of Sports Medicine*. – 2005. – Vol. 33. – № 4. – P. 492–501.

169. Biscarini A. Modeling of the knee joint load in rehabilitative knee extension exercises under water / A. Biscarini, G. Cerulli // *Journal of Biomechanics*. – 2007. – Vol. 40. – P. 345–355.

170. Blackburn J. T. Influences of hamstring stiffness and strength on anterior knee joint stability / J. T. Blackburn, M. F. Norcross, D. A. Padua // *Clinical Biomechanics*. – 2011. – Vol. 26. – P. 278–283.

171. Bleakley C. The use of ice in the treatment of acute soft-tissue injury / C. Bleakley, S. McDonough, D. MacAuley // *The American Journal of Sports Medicine*. – 2004. – Vol. 32. – № 1. – P. 251–261.

172. Can the gracilis be used to replace the anterior cruciate ligament in the knee? A cadaver study / E. Cavaignac, R. Pailhé, J. Murgier [et al.] // *The Knee*. – 2014. – Vol. 21. – P. 1014–1017.

173. Cascio B. M. Return to play after anterior cruciate ligament reconstruction / B. M. Cascio, L. Culp, A. J. Cosgarea // *Clinics in Sports Medicine*. – 2004. – Vol. 23. – No. 3. – P. 395–408.

174. Cavanaugh J. T. Postoperative rehabilitation after posterior cruciate ligament reconstruction and combined posterior cruciate ligament reconstruction-posterior lateral corner surgery // J. T. Cavanaugh, A. Saldivar, R. G. Marx // *Operative Techniques in Sports Medicine*. – 2015. – September. – P. 1–13.

175. Clark N. C. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: Clinical assessment and intervention / N. C. Clark, U. Roijezon, J. Treleaven // *Manual Therapy*. – 2015. – Vol. 20. – P. 378–387.

176. Combined chronic anterior cruciate ligament and posterior cruciate ligament reconstruction: functional and clinical results / M. Denti, D. Tornese, G. Melegati [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2015. – Vol. 23. – P. 2853–2858.

177. Contributions of neural excitability and voluntary activation to quadriceps muscle strength following anterior cruciate ligament reconstruction / A. S. Lepley, H. M. Ericksen, D. H. Sohn [et al.] // *The Knee*. – 2014. – № 21. – P. 736–742.

178. Cooper R. L. A systematic review of the effect of proprioceptive and balance exercises on people with an injured or reconstructed anterior cruciate ligament / R. L. Cooper, N. F. Taylor, J. A. Feller // *Research in Sports Medicine*. – 2005. – Vol. 13. – № 2. – P. 163–178.

179. Corrigan J. P. Proprioception in the cruciate deficient knee / J. P. Corrigan, W. F. Cashman, M. P. Brady // *Journal of Bone and Joint Surgery*. – 1992. – Vol. 74. – Issue 2. – P. 247–250.

180. Cryotherapy after ACL reconstruction: a meta-analysis. (Review) / M. C. Raynor, R. Pietrobon, U. Guller [et al.] // *The Journal of Knee Surgery*. – 2005. – № 18. – P. 123–129.

181. Current concepts for anterior cruciate ligament reconstruction: a criterion-based rehabilitation progression / D. Adams, D. Logerstedt, A. Hunter-Giordano [et al.] // *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. – 2012. – Vol. 42. – No. 7. – P. 601–614.

182. DeHaven K. E. Arthrofibrosis of the knee following ligament surgery / K. E. DeHaven, A. J. Cosgarea, W. J. Sebastianelli // *Instructional Course Lectures*. – 2003. – Vol. 52. – P. 369–381.

183. DeHaven K. E. Diagnosis of acute knee injuries with hemarthrosis / K. E. DeHaven // *The American Journal of Sports Medicine*. – 1980. – Vol. 8. – No. 1. – P. 9–14.

184. Differences in muscle strength after ACL reconstruction do not influence cardiorespiratory responses to isometabolic exercise / M. S. Andrade, C. A. B. Lira, R. L. Vancini [et al.] // *Brazilian Journal of Physical Therapy*. – 2014. – Vol. 18 (2). – P. 144–151.

185. Effect of anterior cruciate ligament injury and reconstruction on proprioceptive acuity of knee rotation in the transverse plane / Q. I. Muaidi, L. L. Nicholson, K. M. Refshauge [et al.] // *The American Journal of Sports Medicine*. – 2009. – Vol. 37. – No. 8. – P. 1618–1626.

186. Effect of time after anterior cruciate ligament tears on proprioception and postural stability / Dae-Hee Lee, Jin-Hyuck Lee, Sung-Eun Ahn [et al.] // *Plos One*. – 2015. – Vol. 9. – P. 1–10.

187. Effectiveness of cryotherapy after anterior cruciate ligament reconstruction / C. Dambros, A. L. C. Martimbianco, L. O. Polachini [et al.] // *Acta Ortopédica Brasileira*. – 2012. – Vol. 20. – № 5. – P. 285–290.

188. Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction / S. van Grinsven, R. E. H. van Clingel, C. J. M. Holla [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2010. – № 18. – P. 1128–1144.

189. Ferrell W. R. The adequacy of stretch receptors in the cat knee joint for signalling joint angle throughout a full range of movement / W. R. Ferrell // *Journal of Physiology*. – 1980. – № 299. – P. 85–99.

190. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and metaanalysis including aspects of physical functioning and contextual factors / C. L. Ardern, N. F. Taylor, J. A. Feller [et al.] // *British Journal of Sports Medicine*. – 2014. – Vol. 48. – P. 1543–1552.

191. Fleming B. C. Open- or closed-kinetic chain exercises after anterior cruciate ligament reconstruction? / B. C. Fleming, H. Oksendahl,

192. B. D. Beynon // *Exercise and Sport Sciences Reviews*. – 2005. – Vol. 33. P. 134–140.
193. Freeman M. A. R. The etiology and prevention of functional instability of the foot / M. A. R. Freeman, M. R. E. Dean, I. W. F. Hanham // *The Journal of Bone and Joint Surgery*. – 1965. – Vol. 47 B. – № 4. – P. 678–685.
194. Function, osteoarthritis and activity after ACL-rupture: 11 years follow-up results of conservative versus reconstructive treatment / M. A. Kessler, H. Behrend, S. Henz [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2008. – Vol. 16. – P. – 442–448.
195. Hewett T. E. Current concepts for Injury prevention in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction / T. E. Hewett, S. L. Di Stasi,
196. G. D. Myer // *The American Journal of Sports Medicine*. – 2013. – Vol. 41. – No. 1. – P. 216–224.
197. Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction / A. Reid, T. B. Birmingham, P. W. Stratford [et al.] // *Physical Therapy*. – 2007. – Vol. 87. – P. 337–349.
198. How does a combined preoperative and postoperative rehabilitation programme influence the outcome of ACL reconstruction 2 years after surgery? A comparison between patients in the Delaware-Oslo ACL Cohort and the Norwegian National Knee Ligament Registry / H. Grindem, L. P. Granan, M. A. Risberg [et al.] // *British Journal of Sports Medicine*. – 2015. – Vol. 49. – Issue 6. – P. 385–389.
199. Kennedy J. C. Nerve supply of the human knee and its functional importance / J. C. Kennedy, I. J. Alexander, K. C. Hayes // *American Journal of Sports Medicine*. – 1982. – Vol. 10. – Issue 6. – P. 329–335.
200. Khan K. M. Mechanotherapy: how physical therapists' prescription of exercise promotes tissue repair / K. M. Khan, A. Scott // *British Journal of Sports Medicine*. – 2009. – Vol. 43. – P. 247–251.

201. Knee proprioception following ACL reconstruction; a prospective trial comparing hamstrings with bone–patellar tendon–bone autograft / A. G. Angoules, A. F. Mavrogenis, R. Dimitriou [et al.] // *The Knee*. – 2011. – Vol. 18. – P. 76–82.
202. Knee rotational laxity and proprioceptive function 2 years after partial ACL reconstruction / J. Chouteau, R. Testa, A. Viste [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2012. – Vol. 20. – P. 762–766.
203. Krishnan G. Effect of knee angle on quadriceps strength and activation after anterior cruciate ligament reconstruction / C. Krishnan,
204. P. Theuerkauf // *Journal of Applied Physiology*. – 2015. – Vol. 119. – No. 3. – P. 223–231.
205. Kvist J. Rehabilitation following anterior cruciate ligament injury: current recommendations for sports participation / J. Kvist // *Sports Medicine*. – 2004. – Vol. 34. – No. 4. – P. 269–280.
206. Lee H.-M. Correlation between proprioception, muscle strength, knee laxity, and dynamic standing balance in patients with chronic anterior cruciate ligament deficiency / H.-M. Lee, C.-K. Cheng, J.-J. Liao // *The Knee*. – 2009. – Vol. 16. – P. 387–391.
207. Letsch R. К истории оперативного восстановления крестообразных связок коленного сустава / R. Letsch, J. Schmidt, A. Domagk, O. A. Каплунов // *Травматология и ортопедия России*. – 2007. – № 1 (43). – С. 74–81.
208. Lim B. O. Biomechanical comparison of rotational activities between anterior cruciate ligament- and posterior cruciate ligament-reconstructed patients / B. O. Lim, H. S. Shin, Y. S. Lee // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2015. – Vol. 23. – P. 1231–1238.
209. Loss of normal knee motion after anterior cruciate ligament reconstruction is associated with radiographic arthritic changes after surgery / K. D. Shelbourne, S. E. Urch, T. Gray [et al.] // *The American Journal of Sports Medicine*. – 2012. – Vol. 40. – No. 1. – P. 108–113.
210. Martinez D. A. Криотерапия (обзор литературы) / D. A. Martinez // *Лечебная физкультура и спортивная медицина*. – 2013. – № 3 (111). – С. 45–48.

211. McGuire D. A. Incidences of frostbite in arthroscopic knee surgery postoperative cryotherapy rehabilitation / D. A. McGuire, S. D. Hendricks // *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. – 2006. – Vol. 22. – № 10. – P. 1141.e1–1141.

212. Mechanoreceptors in human cruciate ligaments: A histological study / R. A. Schultz, D. C. Miller, C. S. Kerr [et al.] // *Journal of Bone and Joint Surgery*. – 1984. – Vol. 66. – Issue 7. – P. 1072–1076.

213. Mechanoreceptors in the anterior cruciate ligament contribute to the joint position sense / N. Adachi, M. Ochi, Y. Uchio [et al.] // *Acta Orthopaedica Scandinavica*. – 2002. – Vol. 73. – № 3. – P. 330–334.

214. Meniscal tear repaired with Fast-Fix sutures: clinical results in stable versus ACL-deficient knees / A. Tucciarone, L. Godente, R. Fabbrini [et al.] // *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. – 2012. – Vol. 132. – P. 349–356.

215. 210. Molka A. Z. Visual biofeedback exercises for improving body balance control after anterior cruciate ligament reconstruction / A. Z. Molka,

216. P. Lisiński, J. Huber // *Journal of Physical Therapy Science*. – 2015. – Vol. 27. – No. 7. – P. 2357–2360.

217. Murgier J. Cryotherapy with dynamic intermittent compression for analgesia after anterior cruciate ligament reconstruction. Preliminary study / J. Murgier, X. Cassard // *Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research*. – 2014. – № 100. – P. 309–312.

218. Muscular isokinetic strength recovery after knee anterior cruciate ligament reconstruction revision: Preliminary study / M. Dauty, P. Menu, A. Fouasson-Chailloux [et al.] // *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. – 2014. – Vol. 57. – P. 55–65.

219. Neural anatomy of the human anterior cruciate ligament / M. J. Schutte, E. J. Dabezies, M. L. Zimny [et al.] // *Journal of Bone and Joint Surgery*. – 1987. – Vol. 69. – Issue 2. – P. 243–247.

220. Neuromuscular evaluation with single-leg squat test at 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction / M. P. Hall, R. S. Paik, J. Ware [et al.] // Orthopaedic Journal of Sports Medicine. – 2015. – Vol. 3. – P. 1–8.

221. Noyes F. R. Abnormal lower limb symmetry determined by function hop test after anterior cruciate ligament rupture / F. R. Noyes, S. D. Barber, R. E. Mangine // The American Journal of Sports Medicine. – 1991. – Vol. 19. – No. 5. – P. 513–518.

222. Noyes F. R. The effect of an extra-articular procedure on allograft reconstructions for chronic ruptures of the anterior cruciate ligament / F. R. Noyes, S. D. Barber // The Journal of Bone and Joint Surgery. – 1991. – Vol. 73 A. – P. 882–892.

223. Open and closed kinetic chain exercises in the early period after anterior cruciate ligament reconstruction: Improvements in level walking, stair ascent, and stair descent / D. M. Hooper, M. C. Morrissey,

224. W. Drechsler [et al.] // American Journal of Sports Medicine. – 2001. – Vol. 29. – P. 167–174.

225. Outcome of meniscal repair prior compared with concurrent ACL reconstruction / P. D. Gallacher, R. E. Gilbert, G. Kanes [et al.] // The Knee. – 2012. – Vol. 19. – P. 461–463.

226. Partial tearing of the anterior cruciate ligament: diagnosis and treatment / E. F. Temponi, L. H. de Carvalho Júnior, B. Sonnery-Cottet [et al.] // Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition). – 2015. – Vol. 50, Issue 1. – P. 9–15.

227. Parus K. Body balance control deficiencies following ACL reconstruction combined with medial meniscus suture. A preliminary report / K. Parus, P. Lisinski, J. Huber // Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research. – 2015. – Vol. 101. – P. 807–810.

228. Postural stability in patients with anterior cruciate ligament tears with and without medial meniscus tears / J.-H. Park, W.-K. Jeong, J.-H. Lee [et al.] // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2015. – Vol. 23. – P. 240–245.

229. Posture and equilibrium in orthopedic and rheumatologic diseases / B. Missaoui, P. Portero, S. Bendaya [et al.] // *Clinical Neurophysiology*. – 2008. – Vol. 38. – P. 447–457.

230. Preoperative cryotherapy use in anterior cruciate ligament reconstruction / L. Koyonos, K. Owsley, E. Vollmer [et al.], O. Limpisvasti,

231. R. Gambardella // *The Journal of Knee Surgery*. – 2014. – № 27 (06). – P. 479–484.

232. Proprioception after rehabilitation and reconstruction in knees with deficiency of the anterior cruciate ligament / R. W. Fremerey, P. Lobenhoffer, J. Zeichen [et al.] // *Journal of Bone and Joint Surgery*. – 2000. – Vol. 82. – Issue 6. – P. 801–806.

233. Proprioceptive changes in the contralateral knee joint following anterior cruciate injury / J. Arockiaraj, R. J. Korula, A. T. Oommen [et al.] // *The Bone and Joint Journal*. – 2013. – Vol. 95. – P. 88–91.

234. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: criteria-based progression through the return-to-sport phase /

235. G. D. Myer, M. V. Paterno, K. R. Ford, C. E. Quatman [et al.] // *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. – 2006. – Vol. – 36. – No. 6. – P. 385–402.

236. Remaud A. Agonist muscle activity and antagonist muscle co-activity levels during standardized isotonic and isokinetic knee extensions / A. Remaud, C. Cornu, A. Guevel // *Journal of Electromyography and Kinesiology*. – 2009. – Vol. 19. – P. 449–458.

237. Risberg M. A. A systematic review of evidence for anterior cruciate ligament rehabilitation: how much and what type? / M. A. Risberg,

238. M. Lewek, L. Snyder-Mackler // *Physical Therapy in Sport*. – 2004. – Vol. 5. – P. 125–145.

Додатки

Додаток 1

Критерії оцінки клінічних ознак за шкалою Th Lysholm Knee Scoring Scale (1982)

Клінічні ознаки	Критерії оцінки	Баллы	Клинические признаки	Критерии оценки	Бали
Культгавість	Відсутне	5	Навантаження на оперовану кінцівку (5 балів)	Повне навантаження на кінцівку	5
	Легкая чи периодичга	3		Навантаження за допомогою тростини або милиць	3
	Виразена чи постійна	0		Неможливість опори на кінцівку	0
(5 балів)	Вільний	10	Присідання (5 балів)	Вільне	5
	Злегка утруднений	6		Злегка утруднено	4
	Крок за кроком	2		Згинання менш 90°	2
	Неможливий	0		Неможливо	0
Ходьба, біг та стрибки (75 балів)					