

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ  
УКРАЇНИ  
КАФЕДРА ТЕРАПІЇ ТА РЕАБІЛІТАЦІЇ

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

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

на тему: «**ФІЗИЧНА ТЕРАПІЯ СПОРТСМЕНІВ ІЗ ПАТЕЛЛЯРНОЮ  
ТЕНДИНОПАТІЄЮ**»

Здобувач вищої освіти  
другого (магістерського) рівня  
Ямінська Ольга Ігорівна

Науковий керівник: Ніканоров О.К.,  
д.фіз.вих., професор  
Рецензент: Довгіч О.О.,  
к.фіз.вих., доцент

Рекомендовано до захисту на засіданні кафедри  
(протокол №18 від 04.04.2024 р.)  
Завідувач кафедри: Лазарева О.Б.  
д.фіз.вих., професор

Київ - 2024

## ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	3
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЗАСТОСУВАННЯ ЗАХОДІВ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ПРИ ПАТЕЛЯРНІЙ ТЕНДИНОПАТІЇ.....	8
1.1. Пателлярна тендинопатія: причини, патогенез, симптоми, підходи до лікування.....	8
1.2. Методи фізичної терапії при пателлярній тендинопатії.....	14
1.3. Протоколи та етапи реабілітації.....	16
Висновки до розділу 1.....	21
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	23
2.1. Методи дослідження.....	23
2.1.1 Аналіз науково-методичної літератури.....	23
2.1.2. Клініко-інструментальні методи.....	24
2.1.3. Методи математичної статистики.....	29
2.2. Організація дослідження.....	29
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ...	32
3.1. Алгоритм застосування заходів фізичної терапії при пателлярній тендинопатії у спортсменів.....	32
3.2 Оцінка ефективності розробленого алгоритму та обговорення отриманих результатів.....	52
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58

## **СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

ЕВ – ексцентричні вправи

КС – колінний суглоб

ОРА – опорно-руховий апарат

ПТ – пателлярна тендинопатія

ППАТ – періартрит параартикулярних тканин

## ВСТУП

**Актуальність.** Хронічна тендинопатія є поширеним розладом опорно-рухового апарату, що вражає як любителів, так і елітних спортсменів, потенційно призводячи до інвалідності на кілька місяців. Пошкодження сухожилля від надмірного навантаження становлять 7% травм, які спостерігаються в медичних установах США, і 40% травм колін у волейболістів. Пателлярна тендинопатія (ПТ), яка також відома як «коліно стрибун», зазвичай спостерігається у видах спорту, які включають біг і стрибки, як у волейболі (44%) і баскетболі (32%). Подібна діяльність відбувається у футболі та спортивних танцях. Більша поширеність відзначається у видах спорту з високим ударним балістичним навантаженням на розгиначі колінного суглоба. Також ця патологія є частою серед важкоатлетів через періодичне присідання з великим навантаженням. [4] Надмірне навантаження на сухожилля надколінка також спостерігається у спортсменів-початківців та аматорів, що становить 15% усіх ушкоджень м'яких тканин і до 22% у загальній популяції спортсменів. [3]

Цей розлад опорно-рухового апарату (ОРА) характеризується прогресуючим болем у передній частині коліна, пов'язаним з фізичною активністю, і дисфункцією сухожилля надколінка. [44]

Мікротравма може виникнути, коли сухожилля надколінка піддається екстремальним силам, таким як швидке прискорення-уповільнення, стрибки та приземлення. [2] Заднє проксимальне сухожилля надколінка зазнає більшої сили розтягування сухожилля порівняно з передньою областю, особливо під час стрибків і вправ із глибоким присіданням, причому у важкоатлетів високого класу на сухожилля надколінка діє сила, що у 17 разів перевищує вагу тіла. [2, 4, 6, 7]

Тендинопатія надколінка частіше виникає у підлітків або дорослих із зрілим скелетом у віці від 16 до 40 років. [8 – 10]

Існує розбіжність щодо того, чи це захворювання частіше зустрічається у чоловіків, ніж у жінок, хоча нещодавні дослідження показують однакову частоту випадків в обох статей. [2 , 11 , 12]

Гострий тендиніт включає активний запальний процес, який часто виникає після травми, який за умови належного лікування заживає протягом 3-6 тижнів. [13]

Навпаки, хронічна тендинопатія надколінка, яку також називають тендинозом надколінка, проявляється через 6 тижнів-3 місяці, оскільки відбуваються дегенеративні зміни в сухожиллі [13,14] Ці зміни включають відсутність запальних клітин у сухожиллі, тенденцію до поганого загоєння, зниження якості та дезорганізацію колагенових волокон, що може призвести до зниження міцності на розрив. [13 , 14]

Крім того, неоваскуляризація, ріст нової судинної мережі в областях поганого кровопостачання, є поширеним явищем при хронічній тендинопатії та може сприяти посиленню болю. [13, 15] Хоча взаємозв'язок між сприйняттям болю та неоваскуляризацією чітко не зрозумілий, вважається, що певну роль може відігравати підвищення рівня нейромедіатора глутамату. [16]

До 45% елітних спортсменів-стрибунів і 14% спортсменів-аматорів відчувають симптоми ПТ в будь-який момент. [15]

ПТ може призвести до інвалідності як у спортсменів, так і у неспортсменів, може вплинути на спортивні результати та зашкодити спортивній кар'єрі професійних спортсменів. Дослідники повідомляють, що більше однієї третини пацієнтів, які звернулися з ПТ, не змогли повернутися до спортивних занять протягом шести місяців після травми. Проспективне подальше дослідження показало, що більше 50% спортсменів з ПТ були змушені припинити активний спорт. Інше недавнє дослідження також

виявило, що лише 46% спортсменів із ПТ змогли повернутися до повного рівня активності без болю після 12 місяців реабілітації під наглядом.

Напруження підколінного сухожилля та чотириголового м'яза, зменшення тильного згинання гомілковостопного суглоба, гіперпронація стопи, погана координація суглобів, надмірна вага, невідповідність довжини ніг, збільшення об'єму тренувань та інтенсивності стрибків, а також збільшення обсягу активності є одними з загальних факторів ризику для ПТ. Тренування на твердих кортах і синтетичному газоні можуть підвищити ризик отримання травми. Етіопатологія ПТ повністю не вивчена, що робить варіанти лікування все ще суперечливими. [5, 6, 11]

Для лікування ПТ використовуються різні методи. До них відносяться відпочинок, модифікація активності, протизапальні препарати, ін'єкційна терапія, тейпування, ексцентричні вправи, екстракорпоральна ударно-хвильова терапія, черезшкірний електроліз та хірургічне втручання. Незважаючи на те, що доступні різні варіанти лікування ПТ, жоден із методів не призводить до послідовного та майже повного одужання пацієнтів. Консервативне лікування вважається першою лінією лікування ПТ у вигляді медикаментозної та фізичної терапії. Модифікація діяльності повинна передбачати зменшення обсягу і частоти навантаження на сухожилля. [45]

Все вище викладене обумовлює актуальність теми дослідження.

**Об'єкт дослідження** – процес застосування заходів фізичної терапії спортсменів із пателлярною тендинопатією.

**Предмет дослідження** – алгоритм застосування заходів фізичної терапії у спортсменів із пателлярною тендинопатією.

**Мета дослідження** – розробити алгоритм застосування заходів фізичної терапії в спортсменів із пателлярною тендинопатією та дослідити його ефективність.

**Завдання дослідження:**

1. Систематизувати та узагальнити сучасні науково-методичні знання і результати практичного вітчизняного та закордонного досвіду з питання застосування заходів фізичної терапії при пателлярній тендинопатії у спортсменів.

2. На основі даних літератури розробити та науково обґрунтувати алгоритм застосування заходів фізичної терапії для спортсменів із пателлярною тендинопатією.

3. Оцінити ефективність впливу запропонованого алгоритму застосування заходів фізичної терапії.

**Теоретична значимість:** обґрунтовано і розроблено алгоритм застосування заходів фізичної терапії для спортсменів із пателлярною тендинопатією з урахуванням принципів практики, заснованої на доказах, та моделі реабілітації МКФ.

**Практична значимість** роботи полягає в розробці та апробації алгоритму застосування заходів фізичної терапії для спортсменів із пателлярною тендинопатією, у визначенні послідовності, дозування та параметрів застосування засобів фізичної терапії.

## РОЗДІЛ 1

# СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЗАСТОСУВАННЯ ЗАХОДІВ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ПРИ ПАТЕЛЯРНІЙ ТЕНДИНОПАТІЇ

### 1.1. Пателлярна тендинопатія: причини, патогенез, симптоми, підходи до лікування

Велику частку захворювань локомоторного апарату складають періартрити – ураження параартикулярних тканин (ППАТ) суглобів.

Параартикулярні тканини представляють сукупність навколосуглобових структур та віддалених від суглобів тканин.

Навколосуглобові тканини включають: сухожилля м'язів та їх піхви, сумки, зв'язки, фасції, апоневрози. Віддалені від суглобів структури складають: м'язи, нервово-судинні утворення, підшкірно-жирова клітковина.  
[1]

Серед ППАТ виділяють:

- теносиновіт – запалення сухожильного піхви;
- тендиніт – запалення сухожилля;
- бурсит – запалення синовіальної сумки;
- ентезопатію (ентезит) – запалення ентезису – місця прикріплення сухожилля або зв'язки до кістки чи суглобової капсули;
- капсуліт – ураження капсули суглоба;
- фасціїт, апоневрозит – ураження фасцій та апоневрозів;
- міофасціальний больовий синдром – зміни в скелетному м'язі та прилеглий фасції.

Neipel у 1966 р. вперше використав термін «ентезопатія», J. Ball у 1971 р. повідомив про високу частоту ентезопатій при анкілозуючому спондиліті.

У 1991 р. визнано, що ентезопатії є характерною патогенетично значущою характеристикою спондилоартропатій.

Особливо це стосується ентезопатій п'яткових областей (ентезити ахіллового сухожилля, підошовного апоневрозу, ахіллотендиніт, бурсити та ін), які зазвичай поєднуються з периферичним суглобовим синдромом, але в ряді випадків є єдиним або домінуючим по тяжкості ураженням опорно-рухового апарату.

В ентезах волокна сухожилля або зв'язки перед тим, як перейти в кісткову структуру, стають компактнішими, потім хрящовими, і, нарешті, кальцифікованими. Живлення ентезу відбувається за допомогою анастомозів через оболонки сухожиль - перитенон, перихондрій або періост. Ентези є метаболічно активними та мають добре розвинену іннервацію.

Саме область ентези стає «слабкою ланкою» в апараті навколосуглобових тканин, де при надмірному навантаженні виникають мікро- і макроскопічні пошкодження, що призводять в подальшому до локального запалення. [2, 3]

Запалення набуває значної ролі як із ентезопатіях, і за інших ППАТ, є основою загострення ППАТ, посилює дегенерацію тканин. Запалення в ентезі не обмежується сполучною тканиною (наприклад, тендиніт або фіброзит). Відзначається також залучення до патологічного процесу хряща та кістки, що призводить спочатку до виникнення періоститу, а надалі до появи ерозій кістки.

За кордоном ревматичні ураження м'яких тканин поєднуються терміном «позасуставний ревматизм» (nonarticular rheumatism) або «ревматизм м'яких тканин» (soft tissue rheumatism).

Нерідко страждає зв'язка надколінка, яка несе велике функціональне навантаження, будучи сполучною ланкою між квадрицепсом і гомілкою, беручи участь у розгинанні колінного суглоба. Надколінник у своїй розглядається як сесамовидна кістка. Пошкодження зв'язки надколінка

виникає при механічних навантаженнях і травмах зазвичай у місцях з'єднання зв'язки (у вигляді ентезопатії) з нижнім краєм надколінка («коліно стрибунка») і великогомілкової кісткою («коліно футболіста»).

Коліно стрибунка - верхній лігаментит зв'язки надколінка. Причиною захворювання служить механічне навантаження колінного суглоба, яке може бути як раптовим, так і хронічним. Найчастіше лігаментит надколінка розвивається внаслідок неадекватної напруги квадрицепса. «Коліно стрибунка» найчастіше спостерігається у тенісистів, легкоатлетів, футболістів, баскетболістів, волейболістів. Сприяючим фактором зазвичай є тривалі стрибки на твердому покритті.

*Клінічна картина* складається з болю, припухлості та больового обмеження рухливості. Біль, що локалізується нижче надколінка, посилюється при пальпації і сидючи в положенні. Візуально у цьому місці визначається невелика припухлість. Відзначається обмеження рухливості в колінному суглобі та відчуття втрати його сили

#### *Патофізіологія і патомеханіка*

Є кілька факторів, які впливають на розвиток тендинопатії надколінка, з високою поширеністю серед спортсменів стрибкових видів спорту, зокрема баскетбол і волейбол. Дев'ять факторів, що сприяють патогенезу тендинопатії надколінка: вага, індекс маси тіла (ІМТ), співвідношення талії до стегон, різниця довжини ніг, висота склепіння стопи, гнучкість квадрицепса та сила, гнучкість підколінного сухожилля та виконання вертикальних стрибків. [9]

Ці фактори ризику можуть збільшити навантаження на сухожилля надколінка.

Існує кілька теорій патогенезу колінної чашечки тендинопатії, в тому числі судинні, механічні причини, пов'язані з ударом і нервовою системою. Хронічне повторюване перевантаження сухожилля є найбільш часто запропонованою теорією. [38,45,67] Перевантаження може призвести до ослаблення тканини, і, зрештою, катастрофічного збою. Збільшення

напруження локалізується в глибокій задній частині сухожилля, ближче до центру обертання коліна і нижнього полюсу колінної чашечки, особливо при збільшенні згинання колінного суглоба. Мікроскопічне руйнування відбувається всередині сухожилля при високих навантаженнях і в кінцевому підсумку призводить до змін на клітинному рівні, які послаблюють механічні властивості. Мікротравми сухожилля можуть призвести до індивідуальної дегенерації фібрил через перенапруження сухожилля, яке може накопичуватися з часом, що призводить до хронічної тендинопатії, яка була відтворена комплексом комп'ютерні моделі. [45]

Як показали дослідження *in vitro* та *in vivo* неоваскуляризація та підвищена кількість специфічних білків та ферментів також можуть сприяти розвитку дегенерації сухожилля. Підвищене напруження впливає на теноцити, змінюючи виробництво білків і ферментів, а також деформуючи ядра. Збільшується навантаження на фібробласти сухожилля простагландином E2 і лейкотрієном B4, які обидва сприяють тендинопатії. Дослідження *in vitro* показали, що судинний ендотеліальний фактор росту (VEGF) і матрична металопротеїназа (ММР) активність також була пов'язана з руйнуванням сухожилля.

Дослідження *in vivo* показують, що VEGF може відігравати певну роль у процесі неоваскуляризації, можливо, через нові нерви після нових кровоносних судин, що спричиняє біль. Хоча кілька досліджень показали неоваскуляризацію, пов'язану з тендинопатією, є також суперечливі дослідження, які показують відсутність асоціації з неоваскулярністю. [17,33,35]

Другою запропонованою механічною етіологією є зіткнення нижньої чашечки з полюсами під час згинання. Хоча біомеханічно це не доведено, однак можливо, тому що видалення колінної чашечки нижнього полюса покращує симптоми. [74]

Кінцева стадія тендинопатії надколінка виявляється відсутнім або мінімальним запаленням, оскільки патологія, що лежить в основі, дегенеративна. Хворе сухожилля демонструє гіперцелюлярність з атиповою проліферацією фіброblastів і неоваскуляризацією ендотеліальних клітин. [16,27,40,65] Спостерігаються випадкові розриви в колагенових волокнах, що вказує на розриви окремих колагенових фібрил. [16,27,40] Хворі сухожилля також мають вищий відсоток клітин, що піддаються апоптозу, а також присутні численні проапоптотичні білки та гени. [7,47]

Макроскопічно тендинопатія має дезорганізований вигляд та описується як «мукоїдна дегенерація». [19,25,55]

*Симптоми тендінопатії.* Вона може локалізуватися у верхньому або нижньому полюсі колінної чашки, або в області бугристості великогомілкової кістки. При згинанні коліна болючі відчуття посилюються, з'являється неприємне відчуття скутості та натягу. У разі розвитку реактивного запалення ділянка пошкодження червоніє та набрякає. Спочатку болючість з'являється лише після занять спортом. У міру збільшення стану «стартовий» біль нагадує про себе під час тренувань, при спуску або підйомі сходами, після тривалого сидіння. За відсутності своєчасного лікування симптоми набувають хвилеподібного перебігу, здатного тривати багато місяців і навіть років. Стадії розвитку тендиніту зв'язки надколінка розвивається у 3 етапи: I – легкий; не впливає на рухову функцію II – помірний; біль під час та після фізичної активності III – тяжкий; обмеження рухливості через непрохідні болі

Захворювання діагностується на підставі даних інструментальних методик: 2-х проекційна рентгенографія, УЗД, МРТ. Високоєфективним методом вибору, що дозволяє візуалізувати хрящову та сполучну тканину колінного суглоба, визнано магнітно-резонанс. Безболісна та безпечна технологія максимально точно оцінює стан та межі ураження зв'язки надколінка, виявляє диспластичні процеси, не видимі на рентгені та УЗД.

Немає єдиної думки щодо найкращого плану лікування ПТ. Там немає досліджень щодо ефективності відпочинку або припинення діяльності. Уникнення стрибків та стретчинг після фізичної активності можуть допомогти на ранніх стадіях захворювання. Відносний спокій краще повного знерухомлення, оскільки останнє спричинить атрофію сухожилля та м'язів. [64]

*Консервативне лікування.* Застосування нестероїдних протизапальних засобів (НПЗП) до лікування тендинопатичного болю було основою лікування; однак їхнє використання опинилося під питанням. Гістопатологія хронічна тендинопатія показує відсутність запальних клітин, ще більше розпалюючи дискусію щодо НПЗЗ. Систематичний огляд 17 рандомізованих плацебо-контрольованих клінічних досліджень завершено оцінку НПЗЗ у лікуванні тендинопатії що НПЗЗ були корисними в короткостроковій перспективі (7-14 днів). Не було виявлено тривалої користі від протизапальних засобів. Деякі автори сумніваються в ефекті НПЗП. [4,43,51]

*Оперативне лікування.* Хірургічне втручання може бути виправданим при резистентних випадках. [18,31,49] Найбільш поширена форма лікування - артроскопічна резекція частини дистального полюсу patella, що у дослідженнях досягло 90% результатів від хороших до відмінних. [49] Patellar Tendinopathy Aaron Schwartz, MD,\*† Jonathan N. Watson, MD,† and Mark R. Hutchinson, MD†

## **1.2. Методи фізичної терапії при пателлярній тендинопатії**

*Фізичні вправи.* Найпопулярнішим безопераційним лікуванням є ексцентричні вправи (ЕВ). Хоча існує декілька програм вправ при ПТ, немає консенсусу щодо того, яка є найкращою. Думки розходяться щодо тривалості

і частоти терапії, типу вправ. Проте у дослідженнях показані кращі результати, порівняно з програмами концентричних вправ.

У дослідженнях ексцентричні програми вправ використовувалися в поєднанні з різними втручаннями. Критерієм ефективності у дослідженнях була оцінка болю за шкалою ВАШ у тесті з присіданням на 1 нозі. Більшість досліджень також включали оцінку за шкалою VISA-P. Шкала VISA-P - це опитувальник зі шкалою від 0 до 100, який описує безболісний функціональний стан пацієнта з тендинопатією надколінка. Оцінка 100 вказує на максимальну безболісну функцію.

Ексцентричні вправи використовувалися в поєднанні з іншими лікувальними втручаннями для понад однієї третини досліджень. Жодне дослідження не розглядало виключно ексцентричні вправи.

Три дослідження оцінювали переваги ізотонічних вправ порівняно з ізометричними. Rіo та ін. виявили, що ізометричні вправи призвели до значного зменшення болю в сухожиллях, і це зменшення болю зберігалось при повторному тестуванні.

Застосування ізотонічних вправ не призвело до такого ж ступеня зменшення болю, і зменшення болю не було стійким.

У клінічному дослідженні, опублікованому в 2015 році, Malliaras та інші наголошували на фізичних вправах як цілеспрямованому підході до лікування тендинопатії надколінка. Вони описали чотириетапну реабілітацію прогресування з акцентом на розвиток толерантності до навантаження м'язів кінетичного ланцюга та сухожилля надколінка.

Перший етап — фаза ізометричного навантаження, другий етап — фаза ізотонічних вправ, третій етап – це фаза вправ накопичення енергії, а четверта стадія – фаза поступового повернення до спорту.

Konsgaard та ін. продемонстрували, що три специфічні вправи: присідання, жим ногами та випади, мають хороші короткострокові та довгострокові клінічні та гістологічні ефекти на сухожилля.

Хоча ексцентричні вправи продемонстрували користь для пацієнтів з тендинопатією надколінка, Visnes et al продемонстрували, що ексцентричні вправи не мали позитивного ефекту при застосуванні зі спортсменами протягом сезону. [13]

*Кріотерапія* в основному використовується для знеболюючого ефекту. Холод протидіє процесу неоваскуляризації, який може бути причиною тендинопатії. [68] Багато змінних впливають на застосування кріотерапії: температура, тривалість, глибина охолодження та ін. Лід не слід використовувати перед заняттями спортом; це може порушувати рухову функцію та маскувати біль, що призводить до повторної травми. [54,68]

*Тейпування* надколінка використовується більше 30 років при лікуванні болю в передній частині коліна, включаючи ПТ. Тейп може зменшити натяг сухожилля надколінка на змінюючи кут між колінною чашечкою та сухожиллям надколінка. [44]

Деякі дослідження показали погані результати тейпування [20,55], тоді як інші показали показано зменшення болю та симптомів. [1,10,12,28,30]

*Екстракорпоральна ударно-хвильова терапія (УХТ)*, що створює високу силу в сухожиллі, може мати знеболювальну дію, сприяти механічному розпаду кальцієвих відкладень і стимуляції репарації тканин. [15,71,72] Немає єдиної думки щодо методу застосування, генерації ударної хвилі, рівню енергії, локалізації, кількості і частоти процедур або використання анестезії. [15,76]

Іншими поширеними втручаннями для ПТ є міофасціальний реліз та поперечний фрикційний масаж

Доступна обмежена кількість літератури щодо методів профілактики ПТ. Найпоширеніші методи профілактики це статичне розтягування, вправи на стабільність кора, ортезування стопи, амортизаційні устілки та замісна гормональна терапія у жінок. Тренування рівноваги може зменшити тендинопатію.

Рекомендуються подальші дослідження щодо профілактики тендинопатії надколінка.

### **1.3. Протоколи та етапи реабілітації**

Основною метою реабілітації при ПТ є розвиток толерантності до навантажень частини сухожилля, спочатку при зменшенні болю, з подальшим прогресивним навантаженням. В реабілітації використовуються ексцентричні та ізометричні вправи з сильним повільним опором. Дослідження показують, що ексцентричні вправи є одними з найбільш ефективних та широко використовуваних стратегій втручання в менеджменті ПТ.

Про довгострокове і короткострокове поліпшення у симптомах повідомили декілька дослідників ефективності ексцентричних вправ при ПТ. Такі вправи можуть посилити ремоделювання колагенових волокон всередині сухожилля. Це призводить до адаптації м'язово-сухожильного вузла до стресу, спричиненого фізичною активністю. Чудові результати були зареєстровані як серед спортсменів, так і в інших категоріях населення. Переконливі докази використання ексцентричного тренування в менеджменті ПТ було повідомлено в систематичному огляді РКД, проведеному Larsson, Käll, Nilsson-Helander.

У реабілітації ПТ використовуються кілька типів методів ексцентричного навантаження.

У 12-тижневому проспективному дослідженні Фром, Саарток, Халворсен, Renström повідомили, що як двосторонні, так і односторонні присідання були однаково ефективні в програмах реабілітації при ПТ. Пурдам, Йонссон, Альфредсон, Лоренцон, Кук, Хан також підтвердили ефективність ексцентричних присідань у нахилі порівняно з іншими методами реабілітації в зниженні симптомів ПТ.

У критичному огляді Visnes Bahr підтвердив ефективність ексцентричних присідань з нахилом. Автор припустив, що присідання слід виконувати з певною швидкістю та рівнями складності. Пурдам, Кук, Хоппер, Хан порівняли ефективність стандартного тренування з використанням присідань і тренування з ексцентричними присіданнями у пацієнтів з ПТ. Шість із восьми спортсменів, які пройшли ексцентричну підготовку, змогли повернутися до участі у спортивній діяльності, тоді як лише один спортсмен з групи стандартизованих присідань зміг повернутися до спорту. Каннелл, Тонтон, Клемент, Сміт, Хан порівнювали ефективність присідань зі згинанням ніг під час 12-тижневого спостереження і повідомили, що обидва методи лікування були однаково ефективними у зменшенні симптомів ПТ. Відмінний результат було зареєстровано у 70% пацієнтів із ПТ, які пройшли грамотно складену програму реабілітації. Головний компонент цієї реабілітаційної програми - вправи у відкритому кінетичному ланцюзі з акцентом на ексцентричне тренування коліна.

Пацієнти з ПТ, які отримували ексцентричне тренування, відчули повне полегшення болю та інших симптомів (20 пацієнтів) і помітне покращення симптомів (42 пацієнти). При цьому відбулося погіршення симптомів у волейболістів, які проходили тренування під час змагального сезону. []

Фредберг, Болвіг, Андерсен також повідомили про згубний вплив і підвищений ризик травми після використання ексцентричних вправ у змагальному сезоні серед датської суперліги гравців. Ці звіти свідчать про те, що додавання ексцентричного навантаження в період, коли гравці перебувають у середовищі високого навантаження, може мати негативний вплив на сухожилля. Адекватний відпочинок є рекомендованим для спортсменів, які займаються ексцентричними вправами в рамках реабілітаційної програми.

Також повідомлялося про повільні ізотонічні вправи з обтяженням, що призводить до тривалого та короткочасного полегшення болю та інших

симптомів, поліпшення патології, посилення ремоделювання волокон і нормалізації морфології сухожильних фібрил. Хоча є структурні та спостережувані зміни, пов'язані з застосуванням вправ з повільним опором, більшість доказів підтверджують ефективність реабілітації при ПТ на основі результатів, про які повідомляють пацієнти, і даних клінічних обстежень, а не спостережуваних структурних змін. Чотиритижнева програма повільних ізотонічних вправ із обтяженням, що застосовувалась протягом змагального сезону, призвела до зменшення болю у спортсменів з ПТ. Такі тренування можуть відновити м'язову масу і силу нижньої кінцівки, і можуть виконуватися з мінімальним болем. Ці вправи включають розгинання коліна в сидячому положенні однієї ноги, розгинання та відведення стегна за допомогою тренажерів, підняття литок тощо. Вправи можна починати з мінімального навантаження і прогресувати шляхом збільшення навантаження в міру розвитку симптомів.

Конгсгаард, Кованен, Аагаард, Дуссінг, Гансен, Лаурсен, Kaldau, Кјаег, Magnusson порівнювали ефективність ін'єкції стероїдів, ексцентричних вправ та повільних вправ з опором для пацієнтів з ПТ. Незважаючи на те, що спостерігали покращення симптомів в усіх трьох методах лікування через 12 тижнів подальшого спостереження, лише ексцентричні та повільні вправи з опором показали покращення за шкалою VISA-P та шкалою ВАШ через півроку. Повільні вправи на опір продемонстрували ефект покращення нормалізації тканин, і повідомляється про кращу клінічну картину, ніж при інших методах як в довгострокових, так і короткострокових спостереженнях.

Задоволеність пацієнтів виявилось значно вищою (70%) у програмі вправ із важким повільним опором порівняно з ексцентричною програмою (22%). У систематичному огляді, який порівнював різні програми навантаження, Malliaras, Barton, Рівз, Лангберг рекомендували комбінований підхід, що включає як концентричні, так і ексцентричні програми тренувань в менеджменті ПТ. Зільбернагель, Томе, Ерікссон, Karlsson також

рекомендували комбінований підхід, включаючи ексцентричні, концентричні та пліометричні тренувальні програми в управлінні ПТ.

### Етапи реабілітації

Було запропоновано триетапний протокол реабілітації, що ґрунтується на результатах останніх досліджень. Дозування вправ у протоколі не згадується, оскільки параметри можуть змінюватися залежно від індивідуальних факторів.

Етап 1: Модуляція болю та управління навантаженням: Початковий етапи реабілітації повинен бути спрямований на управління навантаженням і модуляцію болю, особливо у випадку спортсменів під час змагального сезону.

На цьому етапі приділяється увага біомеханічному ураженню нижніх кінцівок, наприклад необхідно звернути увагу на дисбаланс сили та погану гнучкість. Управління навантаженням і модифікація діяльності є деякими з найефективніших методів зменшення болю та інших симптомів при ПТ. Однак також важливо уникати повного припинення діяльності, оскільки це може ще більше зменшити навантажувальну здатність сухожилля. Зменшення інтенсивності і частоти тренувань, зняття високих навантажень накопичення енергії в таких діях, як біг, стрибки тощо є деякими з найбільш ефективних методів управління навантаженням сухожилля. Дослідження показують, що стійкий середній діапазон ізометричних вправ є ефективним методом зменшення болю при ПТ.

Про значний вплив ізометричних вправ на колінну чашечку та біль у сухожиллях повідомлялося в перехресному дослідженні та в рандомізованому контрольованому дослідженні. Недавнє клінічне випробування проведене Ріо, Пурдамом, Гірдуудом, Куком продемонструвало що ізометричні вправи у присіданнях спортсменів зменшує біль у різних видах спорту.

Згідно з Ріо, Кіджелл, Пурдам, Гайда, Мозлі, Пірс, Соок п'ять повторень 45-секундних ізометричних вправ на тренажері для розгинання ніг викликають знеболення протягом декількох годин у пацієнтів з ПТ.

Етап 2: Зміцнювальні вправи та прогресування навантаження. Після того, як пацієнт може виконувати ізотонічні вправи з мінімальним болем, можуть бути розпочаті важкі повільні вправи з опором і ексцентричні вправи. Протокол вправ із сильним повільним опором при ПТ був запропонований авторами Kongsgaard, Kovanen, Aagaard, Doessing, Hansen, Laursen, Kaldau, Kjaer, Magnusson. Протокол складається з присідань та жимів ногами від розгинання коліна до 90 градусів згинання коліна. Сприятливий вплив повільного тренування з опором та ексцентричних вправ описані в попередніх дослідженнях. [28,29,34] Повільні вправи з опором можуть посилити механічні властивості сухожиль і викликати гіпертрофію сухожилля. Рекомендоване поступове прогресування вправ. Вправи можна виконувати однієї кінцівкою.

Додатковий опір можна забезпечити за допомогою обтяжувачів, ременів, жилетів або сумки з вагою.

Етап 3: Функціональне зміцнення та повернення до спорту.

Основна увага на цьому етапі приділяється дефіциту структури руху і кінетичного ланцюга. Як тільки модель руху і кінетика ланцюга покращуються, тренування може переходити до пліометрії і спортивних заходів. Високоенергетичні тренування, такі як стрибки, підскоки та спринтерський біг, а також стрибкові рухи і тренування на спритність також повинні бути включені в програму тренувань. Необхідно чітко дозувати та контролювати всі тренувальні навантаження, а також використовувати підхід високого – низького - середнього навантаження. Детермінанти прогнозу та повернення до спорту - це тяжкість болю, патологія та дисфункція в КС.

## Висновки до розділу 1

Пателлярна тендинопатія, яка також відома як коліно стрибунка, зазвичай спостерігається у видах спорту, які включають біг і стрибки. Цей розлад опорно-рухового апарату характеризується прогресуючим болем у передній частині коліна, пов'язаним з фізичною активністю, і дисфункцією сухожилля надколінка. Цей розлад може призвести до інвалідності як у спортсменів, так і у неспортсменів, може вплинути на спортивні результати та зашкодити спортивній кар'єрі професійних гравців.

Для лікування ПТ використовуються різні види лікування. До них відносяться відпочинок, модифікація активності, протизапальні препарати, ін'єкційна терапія, тейпування, ексцентричні вправи, екстракорпоральна ударно-хвильова терапія, черезшкірний електроліз та хірургія. Незважаючи на те, що доступні різні варіанти лікування ПТ, жоден із методів не доведено, що призводить до послідовного та майже повного одужання пацієнтів. Консервативне лікування вважається першою лінією лікування ПТ у вигляді медикаментозної та фізичної терапії. Модифікація діяльності повинна передбачати зменшення обсягу і частоти навантаження на сухожилля.

Ізометричні вправи та спортивне тейпування та фіксація колінної чашечки забезпечує короткочасне знеболення. Ексцентричні вправи та ін'єкції фізіологічного розчину продемонстрували тривале полегшення болю та функціональне покращення. Водночас не має досліджень, які підказують, як використовувати ці потенційні варіанти методів лікування разом для отримання максимальної користі.

## **РОЗДІЛ 2**

### **МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ**

#### **2.1 Методи дослідження**

Задля вирішення поставлених у кваліфікаційній роботі завдань було обрано наступні методи дослідження:

- аналіз та узагальнення даних сучасних науково-методичних літературних джерел;
- клініко-інструментальні методи;
- методи математичної статистики.

##### **2.1.1 Аналіз науково-методичної літератури**

Вивчення та аналіз літератури вітчизняних та зарубіжних авторів проводився в мережі Інтернет. Проводили аналіз матеріалів, що увійшли до баз MedLine, Cochrane, PEDro, статті в рецензованих журналах з травматології та ортопедії. У процесі дослідження даної теми було вивчено багато наукових робіт різних авторів, які розглядали клінічні особливості застосування фізичної терапії при пателярній тендинопатії, а також сучасні підходи до реабілітації спортсменів.

Результати вивчення спеціальних науково-методичних та документальних матеріалів дозволили отримати уявлення про стан досліджуваного питання, узагальнити експериментальні дані, визначити мету й інтерпретувати результати дослідження. Всього було проаналізовано 80 джерел закордонної літератури.

## 2.1.2 Клініко-інструментальні методи

Оцінку клінічного стану спортсменів із пателярною тендинопатією проводили у двох основних напрямках: оцінка больового синдрому та оцінка функціональних можливостей ураженого суглоба й нижніх кінцівок у цілому.

### **Оцінка больового синдрому**

#### *Тест із присіданням на 1 нозі на похилій площині*

Основним показником, який оцінювали в дослідженні, була оцінка інтенсивності болю під час присідання з нахилом на одній нозі (SLDS) - надійного тесту для провокування болю у пацієнтів з тендинопатією надколінка. Учасників дослідження просили встати на одну ногу, на нахиленій дошці, таким чином, щоб кінцівка знаходилася у положенні приблизно на 25 градусів підшовного згинання гомілковостопного суглоба (рис. 2.1).

Потім їх просили зробити присідання, так щоб зігнути коліна на 60 градусів. Тест повторювали тричі.

Учасники мали оцінити больовий синдром під час виконання присідання на 1 нозі за рейтинговою шкалою болю NRS, де «0 – немає болю», а— «10, найгірший біль з можливих» (рис. 2.2).

Якщо учасники мали двобічну тендинопатію надколінка, позначали дані про «найболючішу» кінцівку. Для подальшого аналізу використовувався середній бал NRS для трьох SLDS.



Рисунок 2.1 – Тест присідання на 1 нозі на похилій площині



Рисунок 2.2 – Числова шкала оцінки больового синдрому

*Карта болю в коліні для оцінки локалізації болю. Для первинної оцінки пацієнтів просили вибрати одну картинку, що описує найбільш правильну локалізацію болю (рис. 2.3).*

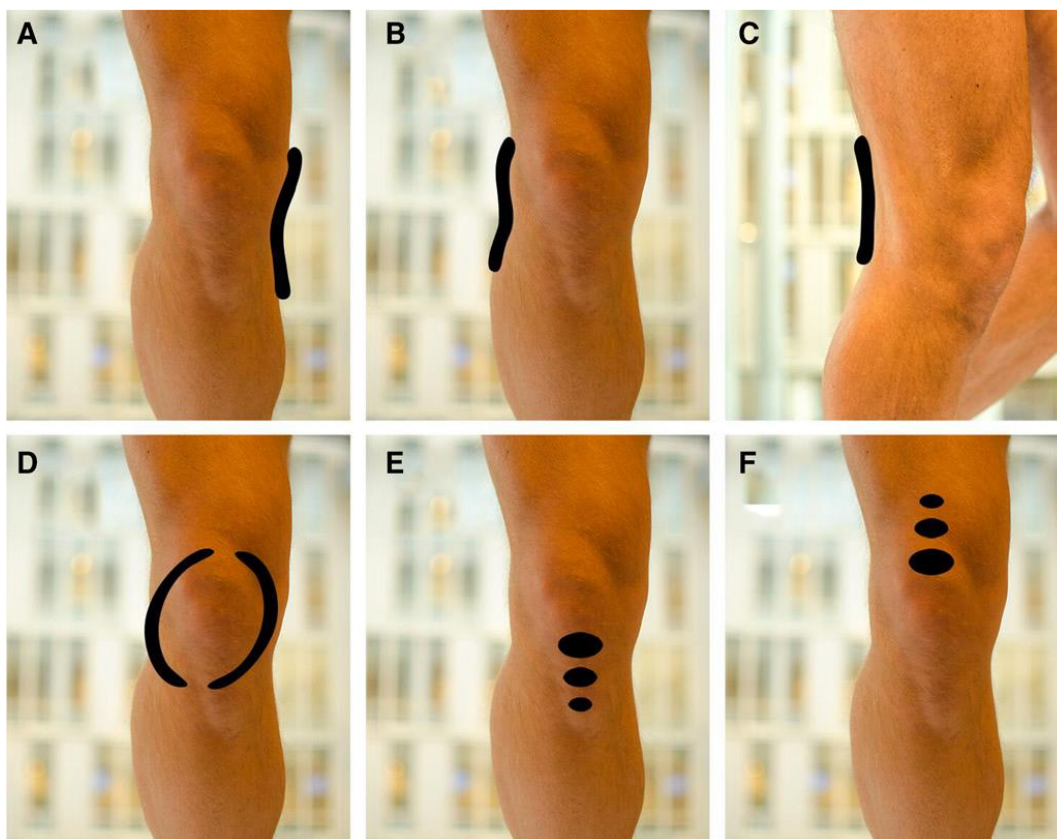


Рисунок 2.3 – Оцінка локалізації болю

- A) Біль на медіальній стороні коліна,
- B) Біль на бічній стороні коліна,
- C) Біль на тильній стороні коліна,
- D) Біль позаду та навколо колінної чашечки,
- E) Біль безпосередньо під колінною чашечкою або по ходу сухожилля надколінка або
- F) Біль безпосередньо над колінною чашечкою.

### **Оцінка функціональних можливостей**

**Анкета VISA-P.** Анкета Вікторіанського інституту спортивної оцінки (VISA) (Patella (P)) — це інструмент вимірювання клінічних результатів, який

використовується у пацієнтів з тендинопатією надколінка. Він складається з восьми запитань, які вимірюють сфери болю, функції в повсякденному житті та спортивну діяльність.

Анкета VISA-P використовується для оцінки тяжкості симптомів і ефекту лікування у спортсменів із тендинопатією надколінка.

Психометричні властивості опитувальника оцінювалися в різних дослідженнях. Валідність і надійність анкети були визначені в різних мовах і культурах.

Анкета містить 8 питань. Запитання 1-6 отримують оцінку за шкалою ВАШ від 0 до 10. (10 означає оптимальне здоров'я)

4 категорії в питанні 7 можуть бути оцінені як 0, 4, 7 або 10.

Запитання 8 оцінюється відповідно до того, як довго пацієнт може тренуватися, незважаючи на поточний рівень болю.

Максимальний бал для безсимптомної людини становить 100; теоретично найменший бал дорівнює 0.

*Шкала спортивної активності Цинциннаті (Cincinnati Sports Activity Scale (CSAS).)* використовується для оцінки рівня активності (табл. 2.1) та змін у спортивній діяльності (табл. 2.2). Пацієнтів просять поставити галочку в єдиному полі, яке найкраще описує будь-які зміни, які вони мали в спортивних заходах після травми чи операції.

Таблиця 2.1 – Оцінка рівня активності

Бали	Активність
Рівень I (бере участь від 4 до 7 днів на тиждень) 100	Стрибки, жорстке обертання, підкати (баскетбол, волейбол, футбол, футбол, гімнастика)
95	Біг, скручування, повороти (теніс, бадмінтон, бейсбол, хокей, лижі, боротьба)
90	Заборонено біг, повороти, стрибки (їзда на велосипеді, плавання)

<p>Рівень II (бере участь від 1 до 3 днів на тиждень)</p> <p>85</p> <p>80</p> <p>75</p>	<p>Стрибки, жорстке обертання, підрізання (баскетбол, волейбол, футбол, футбол, гімнастика)</p> <p>Біг, скручування, повороти (ракетковий спорт, бейсбол, хокей, лижі, боротьба)</p> <p>Заборонено біг, повороти, стрибки (їзда на велосипеді, плавання)</p>
<p>III рівень (бере участь від 1 до 3 разів на місяць)</p> <p>65</p> <p>60</p> <p>55</p>	<p>Стрибки, жорстке обертання, підрізання (баскетбол, волейбол, футбол, футбол, гімнастика)</p> <p>Біг, скручування, повороти (ракетковий спорт, бейсбол, хокей, лижі, боротьба)</p> <p>Заборонено біг, повороти, стрибки (їзда на велосипеді, плавання)</p>
<p>Рівень IV (без спорту)</p> <p>40</p> <p>20</p> <p>0</p>	<p>Повсякденне життя без проблем</p> <p>Повсякденна діяльність із помірними проблемами</p> <p>Повсякденна діяльність із серйозними проблемами</p>

Таблиця 2.2 – Оцінка змін у спортивній діяльності

<p><b>Не змінено</b></p> <p><input type="checkbox"/> У мене немає/невеликі проблеми (c)</p> <p><input type="checkbox"/> У мене є помірні/значні проблеми (d)</p> <p><b>Зменшився</b></p> <p><input type="checkbox"/> Зараз у мене немає/невеликі проблеми (c)</p> <p><input type="checkbox"/> Зараз у мене помірні/значні проблеми (d)</p> <p><input type="checkbox"/> З причин, не пов'язаних з моїм коліном (g)</p> <p><b>Зупинився (кинув усі види спорту)</b></p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- У мене є помірні/значні проблеми, коли я займаюся спортом (f)
- З причин, не пов'язаних з моїм коліном (g)

### 2.1.3 Методи математичної статистики

Для математичної обробки числових даних кваліфікаційної роботи використовувались методи варіаційної статистики.

Аналіз відповідності виду розподілу кількісних показників закону нормального розподілу перевіряли за критерієм Колмогорова-Смірнова.

Для кількісних показників, які мали нормальний розподіл, визначали середнє значення ( $\bar{x}$ ) та середня помилка середнього арифметичного (m).

З метою оцінки значущості різниці, при наявності нормального розподілу результатів досліджень, використовували t-критерій Стьюдента для парних вибірок.

Математична обробка числових даних кваліфікаційної роботи виконувалась у Microsoft Excel та за допомогою прикладної програми SPSS.

## 2.2. Організація дослідження

Учасниками дослідження стали 8 пацієнтів-спортсменів із тендинопатією КС.

Критеріями включення були:

- вік 18–35 років;

- в анамнезі біль у коліні, що локалізується в області сухожилля надколінка у зв'язку з тренуванням;
- заняття спортом не менше трьох разів на тиждень;
- болючість при пальпації відповідної ділянки на проксимальному сухожилку надколінка.

Критерії виключення:

- гострі травми коліна або сухожилля надколінка,
- попередня операція на коліні без повної реабілітації,
- наявність запальних захворювань суглобів або сімейної гіперхолестеринемії,
- попередній розрив сухожилля надколінка,
- нездатність виконувати програму вправ,
- симптоми іншої супутньої патології колінного суглоба.

Дослідження проводили в чотири етапи протягом 2022–2024 рр.

На *першому етапі* (жовтень – листопад 2022 р.) був проведений аналіз сучасних літературних джерел вітчизняних і закордонних авторів з проблеми реабілітації спортсменів із пошкодженнями КС. Вивчено науково-теоретичні і методичні аспекти фізичної терапії таких хворих, що дозволило визначити загальний стан проблеми, мету, об'єкт і предмет, завдання та методи дослідження, узагальнити принципи побудови програми фізичної терапії.

На *другому етапі* (грудень 2022 р. – лютий 2023 р.) були опановані адекватні цілям і завданням роботи клінічні методи оцінки стану хворих. Розробка програми і плану дослідження. Погоджено терміни проведення досліджень, обґрунтована мета й поставлені конкретні завдання роботи, Ознайомлення з базою та даними учасників дослідження. Визначено і проаналізовано вихідні показники клініко-функціонального стану учасників дослідження.

На *третьому етапі* (березень-серпень 2023 р.) було обґрунтовано

алгоритм застосування заходів фізичної терапії для спортсменів із пателлярною тендинопатією. Виконано дослідження та отримано результати. Проведено первинну обробку отриманих даних.

На *четвертому етапі* (вересень 2023 р. – квітень 2024 р.) були завершені основні дослідження, визначена ефективність розробленого алгоритму. Статистично опрацьовано та проаналізовано отримані результати дослідження, сформовано висновки, визначено ефективність втручання, складено практичні рекомендації. Здійснено оформлення переліку літературних джерел та додатків кваліфікаційної роботи, її підготовку до захисту, опубліковано тези за темою кваліфікаційної роботи. [1]

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

#### 3.1. Алгоритм застосування заходів фізичної терапії при пателлярній тендинопатії у спортсменів

Розробка плану реабілітації для спортсмена з підтвердженою симптоматичною тендинопатією вимагає комплексного клінічного обґрунтування з посиланням на патологоанатомічний діагноз. Патологія сухожиль і подальша реабілітація значно відрізняються в залежності від стадії тендинопатії; функціональної оцінки; заняттєвого статусу особи; супутніх проблем ОРА, супутніх захворювань тощо.

При розробці алгоритму заходів фізичної терапії при пателлярній тендинопатії у спортсменів були враховані принципи МКФ та дані сучасних наукових досліджень. Існує багато варіантів терапії тендинопатії та багато факторів, які слід враховувати. Розвитку тендинопатії надколінка можуть сприяти багато внутрішніх, так і зовнішніх факторів (рис. 3.1).

Внутрішні фактори, такі як дисбаланс сили, порушення постави, будова стопи, зменшене тильне згинання гомілковостопного суглоба, і відсутність м'язової сили чи гнучкості можуть відігравати певну роль.

Однак основна причина, пов'язана із зовнішнім фактором надмірного використання. Наприклад, збільшення фізичного навантаження, збільшення кількості повторень, інтенсивності, частоти та/або тривалості понад 10% на тиждень у розкладі тренувань сприяють цьому синдрому надмірного навантаження. Прогресуюче фізичне навантаження, високоінтенсивне тренування або надто швидке повторюване навантаження можуть сприяти розвитку тендинопатії надколінка.

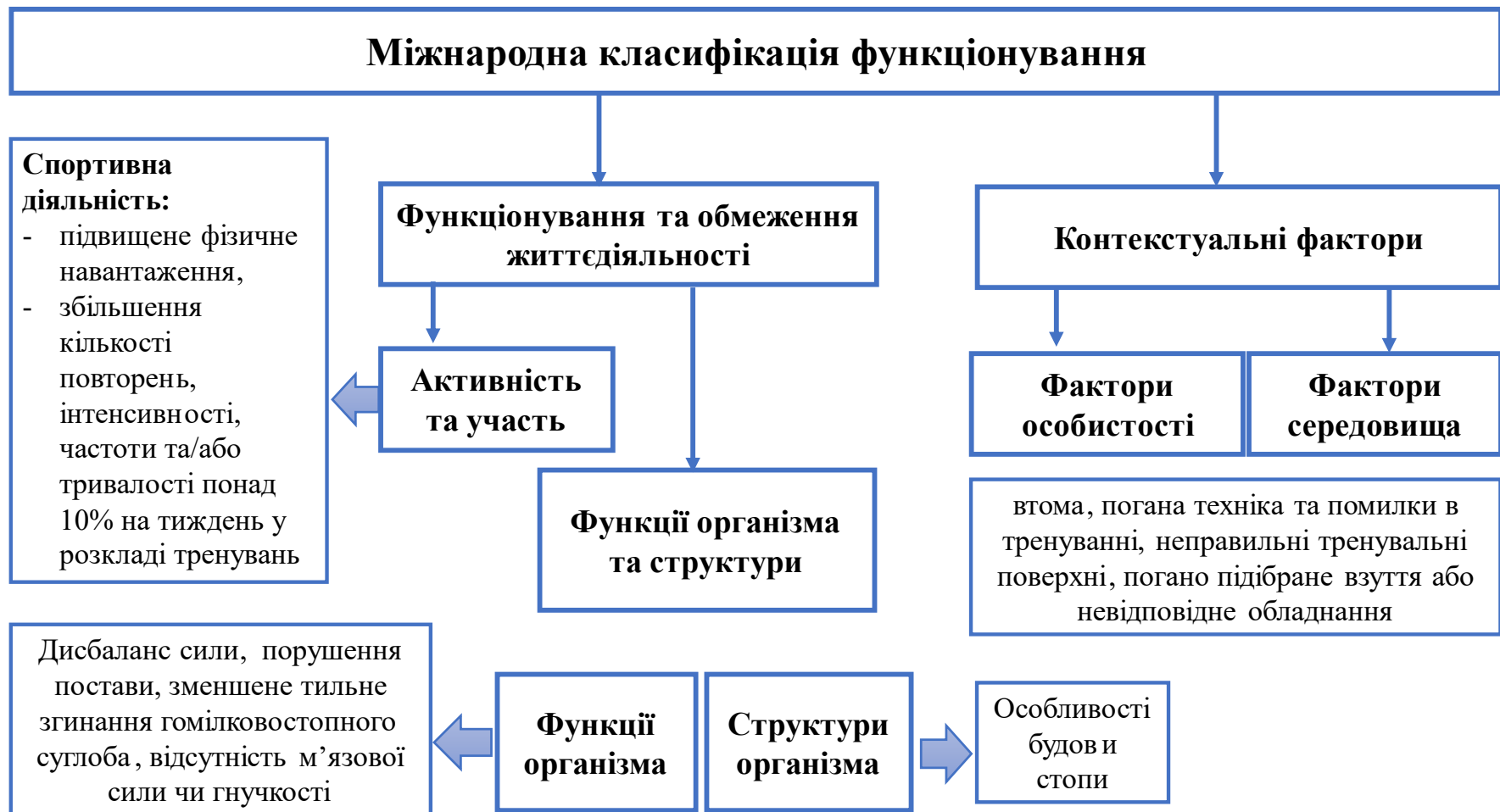


Рисунок 3.1 – Розподіл факторів, що впливають на розвиток тендинопатії надколінка згідно з МКФ

Ця мікротравма або «надмірна» травма розвивається внаслідок повторного механічного навантаження на сухожилля через надмірну активність у стрибках і приземленнях. Тривалість тренувань протягом сесії або сезону є найпоширенішою причиною надмірного використання.

Різкі зміни в частоті та/або інтенсивності тренувань також можуть призвести до помилок при надмірному тренуванні. Загальним емпіричним правилом прийнятного прогресу тренування є 10% збільшення інтенсивності, тривалості та частоти на тиждень.

Крім того, втома, погана техніка та помилки в тренуваннях можуть відігравати певну роль у цьому розладі. Інші причини, пов'язані з зовнішнім середовищем та контекстом, травм можуть включати неправильні тренувальні поверхні, погане взуття або невідповідне обладнання.

Для складання реабілітаційного плану корисно пам'ятати, якою є наша основна мета лікування. Нашою основною метою реабілітації тендинопатії є покращення здатності сухожил'я і м'язів справлятися з навантаженням (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Основна мета реабілітації при тендинопатії

Важливо проводити навчання та консультування пацієнтів як ключову частину втручання.

Ключові елементи консультування пацієнтів можуть включати такі теми:

- теорії, що підтримують використання фізичної терапії та роль механічного навантаження
- модифіковані фактори ризику, включаючи індекс маси тіла та взуття
- типові рекомендації для реабілітації та час, необхідний для відновлення.

Сухожилля та м'яз функціонують разом як м'язово-сухожилльна одиниця, що також потрібно враховувати це під час реабілітації. Кожним компонентом програми реабілітації, зокрема навантаженням, необхідно маніпулювати відповідно до характеру, швидкості та величини сил, що прикладаються до м'язової/сухожилкової/кісткової одиниці, щоб досягти цілей конкретного етапу лікування, не викликаючи загострення патологічного стану або болю.

Алгоритм, розроблений для спортсменів із ПТ, був побудований відповідно до загально відомого реабілітаційного циклу: оцінка-встановлення цілей та планування заходів фізичної терапії-впровадження програми-повторна оцінка. Нижче ці етапи розглянуті більш докладно.

### **Оцінка.**

Метою оцінки є виявлення порушень, що впливають на надколінок.

Комплексна оцінка включає детальний аналіз як внутрішніх, так і зовнішніх факторів.

Детальний анамнез розкладу тренувань пацієнта та тривалість симптомів має першорядне значення для встановлення правильного діагнозу.

Оцінка хронічної тендінопатії надколінка повинна включати використання спеціальних шкал, які допомагають фізичному терапевту

оцінити тяжкість тендинопатії (табл. 3.1). Пацієнти з болем у колінному суглобі можуть класифікувати біль як загальний біль після активності чи як біль під час і після активності, що заважає змагальній діяльності.

Таблиця 3.1 – Шкали для оцінки тендинопатії надколінка

Стадії тендинопатії	Шкала «коліна стрибун» Блазіна	Шкала тендинопатії Кеннеді
1	Біль тільки після активності	Біль після активності
2	Біль/дискомфорт під час і після активності, коли суб'єкт все ще може працювати на задовільному рівні (не заважає участі)	Біль на початку та після активності
3	Біль під час і після активності з більш тривалим характером, при цьому суб'єкту стає все важче виконувати завдання на задовільному рівні (заважає змаганням)	Біль на початку, під час і після активності, але це не впливає на продуктивність
4	Повний розрив сухожилля	Біль на початку, під час і після активності, а також погіршується продуктивність

Фізичне обстеження на всіх етапах виявляє чутливість при пальпації та біль у нижньому полюсі надколінка і, можливо, в тілі сухожилля. Потовщення сухожилля можна помітити на всіх стадіях, але випіт спостерігається рідко.

Біль у сухожиллі надколінка можна відтворити за допомогою опору розгинанню коліна.

Додаткові функціональні тести підйому або спуску сходами, виконання присідань на одній нозі з нахилом, стрибків швидше за все відтворять симптоми болю в надколінку. Такі пацієнти, як важкоатлети, можуть скаржитися на те, що коліно «згинається» під навантаженням, а також на скутість або біль після активності. Крім того, вони можуть скаржитися на скутість або біль після активності (стадія за шкалою Блазіна 3 або стадія Кеннеді 4).

Оцінка стану пацієнта повинна включати історію хвороби, вік і будь-які нещодавні стрибки росту, локалізацію болю та спеціальні тести. Фізичний терапевт повинен вміти відрізнити тендинопатію надколінка від додаткових діагнозів

- 1) пателлофеморальної дисфункції (більш дифузний біль у надколінку),
- 2) синдрому Сіндінга-Ларсена-Йоханссона (підлітки з болем у нижньому полюсі надколінка),
- 3) Хвороба Осгуда-Шлаттера (підлітки з болем у місці прикріплення сухожилля надколінка на горбку великогомілкової кістки з можливим збільшенням горбка великогомілкової кістки).

**Планування заходів фізичної терапії** передбачало поєднання рекомендацій з активного відпочинку, терапевтичних вправ та поступового відновлення тренувань та відбувалось відповідно трьох умовних етапів.

### **Етап 1: Початкова фаза реабілітації: контрольований відпочинок**

Контрольований відпочинок має вирішальне значення для відновлення тендинопатії надколінка. Під час цієї фази реабілітації спортсмен повинен утримуватися від спортивних занять або утримуватися від зловживань надмірним навантаженням і виконувати контрольовані вправи без навантаження.

Під час цієї фази найважливішим є навчання пацієнта щодо дозволених видів активності. Дуже важливо для відновлення уникати стрибків або глибоких присідань (Таблиця 3.2). Перехід до відносно безболісних видів діяльності, таких як їзда на велосипеді, виконання вправ на тренажерах або тренування у водному середовищі, може допомогти зберегти фізичну витривалість і водночас розвантажити сухожилля.

Згідно з даними наукових досліджень, спортсменам із болем на стадії 1 тендинопатії (біль лише після активності) або стадії 2 (біль під час і після активності) слід адаптувати свій графік тренувань, тоді як спортсменам на стадії 3 (біль під час і після тренувань, що впливає на продуктивність) може знадобитися повний відпочинок від обтяжливих дій. Спортсмен на стадії 3 все ще може виконувати аеробні вправи, але повинен уникати навантажень, що подразнюють сухожилля надколінка.

Таблиця 3.2 – Відпочинок/обмеження в спортивній діяльності при тендинопатії надколінка

Тиждень	Відпочинок/обмеження в спортивній діяльності	Мобілізація	Стретчинг (30с×3-4)
1	Заборолені стрибки, біг, специфічні спортивні тренування; Дозволена їзда на велосипеді, вправи в басейні	5-10 хвилин 1-2 рази на день	Згиначі стегна, квадрицепси, підколінні сухожилля та ахілл до/після активності
2	Заборолені стрибки, біг, специфічні спортивні тренування; Дозволена їзда на велосипеді, вправи в басейні	5-10 хвилин 1-2 рази на день	Продовжувати стретчинг, як описано вище

3	Заборонені специфічні спортивні тренування; Можна розпочати стрибки з присіду з короткою амплітудою	5-10 хвилин 1-2 рази на день	Продовжувати стретчинг, як описано вище
4	Заборонені специфічні спортивні тренування; Дозволені велотренування, вправи у воді. Можна розпочати ексцентричні кроки вниз зі сходинки	За потреби	Продовжувати стретчинг, як описано вище
5	Заборонені специфічні спортивні тренування Розпочати ексцентричні кроки вниз (10 см)	За потреби	Продовжувати стретчинг, як описано вище
6	Заборонені специфічні спортивні тренування Розпочати ексцентричні кроки вниз (15 см)	За потреби	Продовжувати стретчинг, як описано вище
7	Розпочати ексцентричні кроки вниз (20 см)	За потреби	Продовжувати стретчинг, як описано вище
8-12	Поступове повернення до стрибків/присідань/ застрибувань Градуйоване відновлення специфічної спортивної активності	За потреби	Продовжувати стретчинг, як описано вище

Застосування терапевтичних вправ включало три етапи, починаючи від обмеження вправ із частковим навантаженням і закінчуючи протоколом повернення до спортивної діяльності, що стосується певних видів спорту.

Оскільки надмірне навантаження є основним фактором тендинопатії надколінка, важливо уникати швидкого прогресування за частотою, інтенсивністю та тривалістю реабілітації та функціонального прогресування.

Ексцентричні вправи пропагуються як важливий вибір консервативного лікування тендинопатії надколінка. З іншого боку, в літературі різні автори для реабілітаційного втручання застосовували різноманітні протоколи. Наприклад, протокол Альфредсона ексцентричної інтенсивності вправ до рівня болю до 5/10 прямо контрастує з ранніми роботами Стеніша та Кервіна, які пропонують виконувати вправи лише без болю. Оскільки не було встановлено стандартного протоколу реабілітації, що стосується симптомів болю, вторинних по відношенню до тендинопатії, нами було розроблено наступну програму, яка передбачає безболісне втручання, що переходить від вправ з частковим навантаженням до повного навантаження.

Початкове лікування тендинопатії надколінка включає наступні заходи:

- відсутність стрибків, відносний спокій (відсутність зловживань),
- розтягування м'язів нижніх кінцівок,
- глибокий поперечний фрикційний масаж сухожилля надколінка,
- ексцентричні вправи на чотириголовий м'яз,
- зміцнення мускулатури стегна та коліна,
- використання ортезу на колінну чашечку (за потреби)
- кріотерапію.

Оскільки тендиноз надколінка є хронічним, а не гострим станом, запалення відсутнє.

Перед початком вправ рекомендується розминка і розтяжка. Як активна розминка пропонується їзда на велотренажері протягом 5-10 хвилин з мінімальним опором.

Стретчинг слід включити в програму до і після тренувань, щоб усунути будь-який дисбаланс гнучкості.

Напруження згиначів стегна, чотириголового м'яза, підколінного сухожилля, литкового та камбалоподібного м'язів може сприяти перевантаженню сухожиль під час стрибків і приземлень.

Розтягування нижніх кінцівок на 15, 30, 45 або 60 секунд або 2 хвилини значно покращує гнучкість у здорових людей молодого або середнього віку. Різні автори рекомендують статичну розтяжку протягом 30 секунд принаймні три-чотири рази на день.

Мобілізація м'яких тканин використовується для зменшення болю та фіброзних обмежень у тканинах, що виникають при тендинопатіях надколінка.

Рекомендується глибокий поперечний фрикційний масаж протягом 5-10 хвилин двічі на день, щоб допомогти нормалізувати вирівнювання колагену. Було виявлено, що сильний тиск під час масажу поперечним тертям ефективніший, ніж легкий або помірний тиск.

Використання жорсткого інструменту, такого як інструмент з нержавіючої сталі або твердої пластмаси, може забезпечити прискорене раннє загоєння тканин на рівні зв'язок і сухожиль (рисунок 3.3).

Крім того, мобілізація м'яких тканин, застосована поперечно до лінії колагенових волокон, коли тканина перебуває під напругою, може допомогти пошкодженій тканині відновити міцність на розтяг і правильну орієнтацію волокон на ранніх стадіях загоєння.

Пацієнтів можна навчити виконувати мобілізацію м'яких тканин щодня, доки тканини не нормалізуються і біль при пальпації не зникне.



Рисунок 3.3 – Мобілізація м'яких тканин. а: Поздовжнє глибоке тертя з використанням пристрою, б: Поперечне глибоке тертя з використанням пристрою

Ексцентричні вправи відіграють важливу роль у реабілітації хронічної тендинопатії надколінка. Рекомендується виконувати ексцентричні присідання на дошці з кутом нахилу  $25^\circ$  по 3 підходи по 15 повторень двічі на день.

Навантаження на сухожилля в контрольованому середовищі без надмірного навантаження з прогресуючим стресом покращує функцію сухожилля.

Програму вправ із контрольованим навантаженням на сухожилля можна розпочати на тренажерному обладнанні (рис. 3.4-3.5), або в басейні. Використання дошки для нахилу точніше націлюється на сухожилля надколінка (на 25-30% більше зусилля на сухожилля надколінка) порівняно з присіданнями, які виконуються на плоских поверхнях, які більш імовірно націлюються на чотириголовий м'яз.

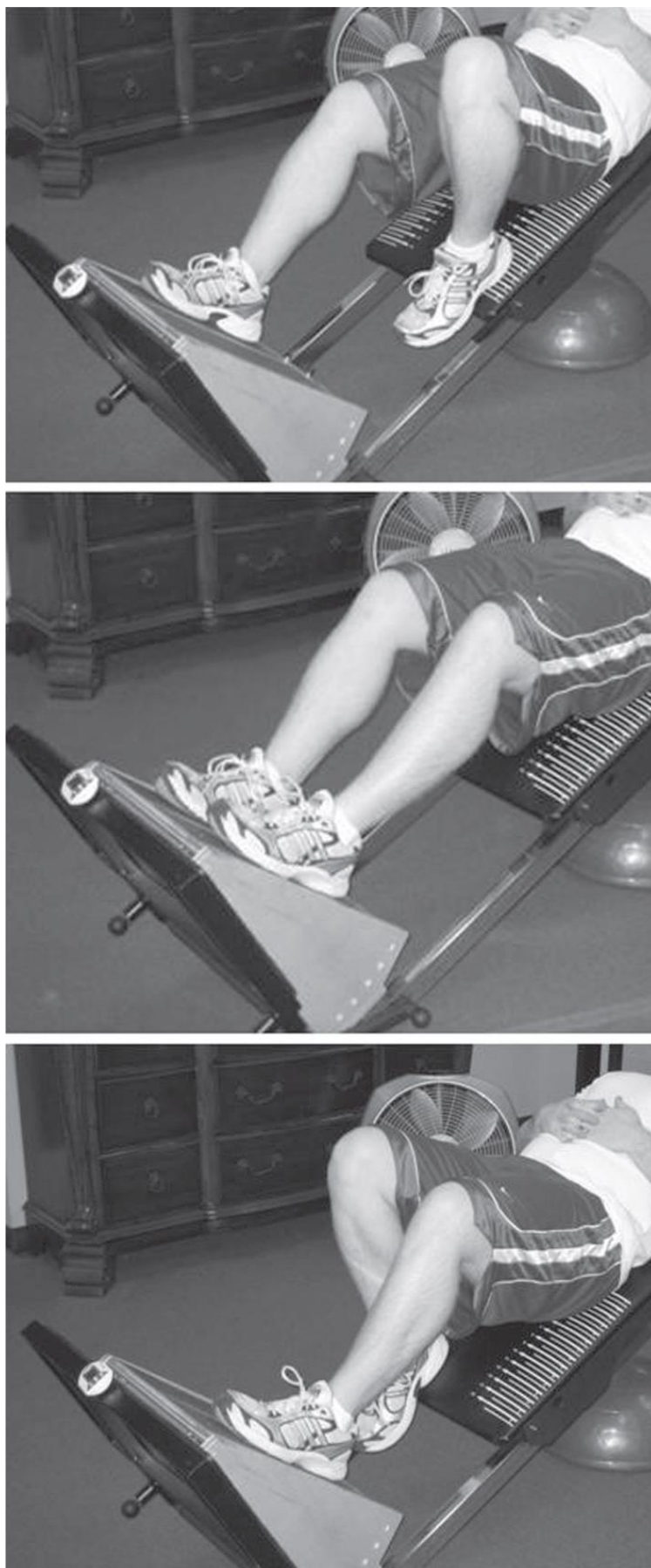


Рисунок 3.4 - Вправи із контрольованим навантаженням



Рисунок 3.5 - Вправи із контрольованим навантаженням

Ця специфіка тренування сухожилля дозволяє пацієнту прогресувати швидше, ніж під час присідання на рівній поверхні завдяки кращій ізоляції механізму розгинання коліна. Пацієнт виконує ексцентричні присідання з неповною вагою без болю, розміщуючи дошку для нахилу  $25^\circ$  на Total Gym® (рис. 3.4) або Shuttle® (малюнок 3.5).

Прогресування відбувається при збільшенні кута Total Gym® або опору на Shuttle®.

Аналогічно, подібний підхід можна використовувати в басейні з дошкою для спуску на дні басейну в глибині плеча. Прогресування відбувається від переходу до води поперек, а потім до дрібнішої води до стегна.

Присідання без навантаження можна виконувати на Shuttle®. При значному болю при ексцентричному опусканні ексцентричні присідання можна виконувати двосторонньо.

Пацієнт готовий до прогресу, коли він зможе легко виконати 3 підходи по 15 повторень ексцентричних присідань на дошці для нахилу без болю.

З удосконаленням виконання присідання з нахилом вправи можуть ускладнюватися від двосторонніх ексцентричних до односторонніх ексцентричних, а потім до концентрично-ексцентричних скорочень.

Під час концентричної фази присідання спочатку потрібно використовувати неушкоджену ногу, щоб розігнути коліно, а потім виконувати двосторонній ексцентричний присід; прогресуючи до ексцентрики однієї кінцівки з використанням ураженої ноги.

Крім того, слід звертати увагу на швидкість виконання вправ.

Протягом першого тижня реабілітації заохочуються двосторонні присідання з повільною з швидкістю, а протягом другого тижня – більш швидкі. Хоча біль, про який повідомляють пацієнти, до рівня 5/10 за візуальною аналоговою шкалою є загальним для деяких із задокументованих ексцентричних прогресій фізичних вправ, інші автори виявили, що вправи без індукованого болю сприяють одужанню.

Цей безболісний протокол також може принести користь тим, хто не займається спортом.

Глибина присідань викликає суперечки серед фахівців з реабілітації та тренерів-інструкторів. Згинання колінного суглоба навпочіпки не повинно перевищувати 60-70° через надмірні сили, що діють на пателлофemorальний суглоб, сухожилля надколінка та меніск, хоча деякі дослідження заохочують присідання на всю глибину до 90 градусів.

Інші протоколи тендинопатії надколінка передбачали, що пацієнти повільно виконували присідання до згинання коліна на 60° та 70° відповідно. Dillon та ін. виявили значно більші сили на задніх пучках сухожилля надколінка між 60-90° присідання. Глибину присідань можна легко контролювати на Total gym®, Shuttle® або у вертикальному положенні з повною вагою.

Програма зміцнення проксимальних відділів стегон, включаючи підйоми прямих ніг в різних напрямках (підйоми прямих ніг, відведення/приведення стегон убік і розгинання стегон лежачи) з концентрацією на ексцентричному опусканні є важливою (рис. 3.6).

Рекомендується вправа на зміцнення стегна з концентричним підйомом ноги на 2 секунди, а потім ексцентричним опусканням ноги на 4 секунди. Вправи для зміцнення стегон (спочатку без ваги) у поєднанні з ексцентричними присіданнями з нахилом повинні бути важливим елементом програм реабілітації. Навчання пацієнта виконувати вправи вдома також є ключем до повного одужання.

Незважаючи на те, що було показано, що лід зменшує запалення при гострих станах, результати використання льоду при хронічних захворюваннях відрізняються.

Масаж льодом протягом 5 хвилин або пакет із льодом до сухожилля надколінка можна прикласти до 10 хвилин після програми вправ.

Knobloch та інші виявили, що переривчаста кріотерапія 3 серії по 10 хвилин значно зменшує місцевий капілярний кровотік середньої частини ахіллового сухожилля на 71%, таким чином сприяючи венозному капілярному відтоку в сухожиллі.

Багато поширених методів, таких як іонофорез, ультразвук та електростимуляція не були визнані ефективними в лікуванні хронічної тендинопатії. Екстракорпоральна ударно-хвильова терапія при тендинопатії надколінка є багатообіцяючою як безпечне лікування на основі огляду літератури семи досліджень, хоча не рекомендований конкретний режим лікування. Систематичний огляд лікування лазером низького рівня показує потенційну ефективність лікування тендинопатії при застосуванні рекомендованих доз.

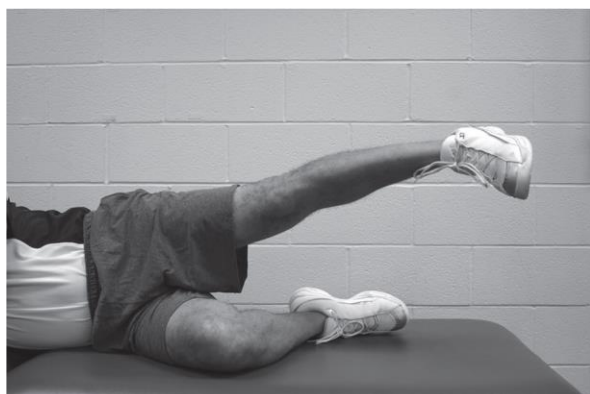


Рисунок 3.6 - Підйом прямих ніг. Підйом ноги з боку відведення стегна. Приведення стегна всередину. Підйом ніг лежачи на розгинанні стегна

Ортези або тейпування можуть бути корисними при тендинозі надколінка. Різноманітні ремінці для сухожилля надколінка можуть допомогти стабілізувати сухожилля під час стрибків і можуть використовуватися під час реабілітації. Незважаючи на те, що різні автори пропонують використання таких ортопедичних засобів, не було проведено жодних рандомізованих контрольованих досліджень щодо вивчення їх ефективності при тендинозі надколінка, тому недостатньо доказів ефективності ремінця надколінка. Необхідно провести подальші дослідження щодо використання таких пристроїв.

### **Етап 2: Прогресування**

Після того, як симптоми болю зменшаться, відбувається перехід пацієнта до 25° ексцентричних присідань у вертикальному положенні (3 підходи по 15 повторень двічі на день), використовуючи двостороннє-одностороннє-ексцентрично-концентричне прогресування, як описано раніше.

Програму ексцентричних вправ слід проходити від часткового навантаження до повного (рисунок 3.7), потім до опору з обтяженнями за допомогою рюкзака або жилета з обтяжувачами.

Швидкість можна збільшити під час концентрично-ексцентричної фази, нарешті переходячи до більш балістичної діяльності (стрибки навпочіпки), щоб підготуватися до повернення до функціональної діяльності. Після зникнення симптомів пацієнтів із тендинопатією слід заохочувати продовжувати ексцентричні зміцнювальні вправи навіть після повернення до спорту.



Рисунок 3.7 - Присідання з нахилом. Підйом у вертикальне положення можна виконувати з більшою вагою на неуразеній нозі. Під час спуску повна вага покладається на уражену кінцівку, коли пацієнт ексцентрично опускається під кутом щонайменше  $60^\circ$

Як зазначалося раніше, вага опору може бути додана до ексцентричних вправ для одиночних присідань через пояс, жилет чи сумку з обтяжувачами, або за допомогою рюкзака з вагами.

Коли спортсмен зможе виконувати присідання з нахилом легко та без болю, можна додавати обтяження з кроком 5 кг, починаючи з 10% ваги тіла.

Виконання присідань у стрибках двома ногами на тренажерах Shuttle® або Total gym® можна починати на 4-5-му тижні з прогресивним рівнем опору, який не викликає болю в колінній чашечці.

Слід продовжувати програму стретчингу, а також вправи з підйомом ніг в різних площинах з прогресивними обтяженнями для щиколоток (1-2 на тиждень). Крім того, слід продовжувати глибокий масаж і кріотерапію після вправ.

Через 4 тижні можна додати повільний безболісний біг підтюпцем по рівній поверхні, а також їзду на велосипеді з опором або біг у воді.

Уникання занять спортом протягом перших 8 тижнів має вирішальне значення для подальшого загоєння. Ті, хто продовжував тренуватися та змагатися у спортивних заходах під час прогресування лікування, продемонстрували незначні зміни в прогнозі.

### **Етап 3: Повернення до специфічної спортивної діяльності**

У цій фазі спортсмен повинен продовжувати наведену вище процедуру, додаючи вагу з кроком по 5 кг за допомогою присідань з ексцентричним нахилом. Перехід до присідання з падінням, що передбачає швидке ексцентричне падіння в нерухоме положення присідання, має включати 3 підходи по 20 повторень із збільшенням ваги, як зазначено вище.

Три підходи по 15 повторень щодня ексцентричних спусків зі сходинок висотою 10, 15, 20 см, які виконуються з мінімальним дискомфортом або без нього (рис. 3.8).

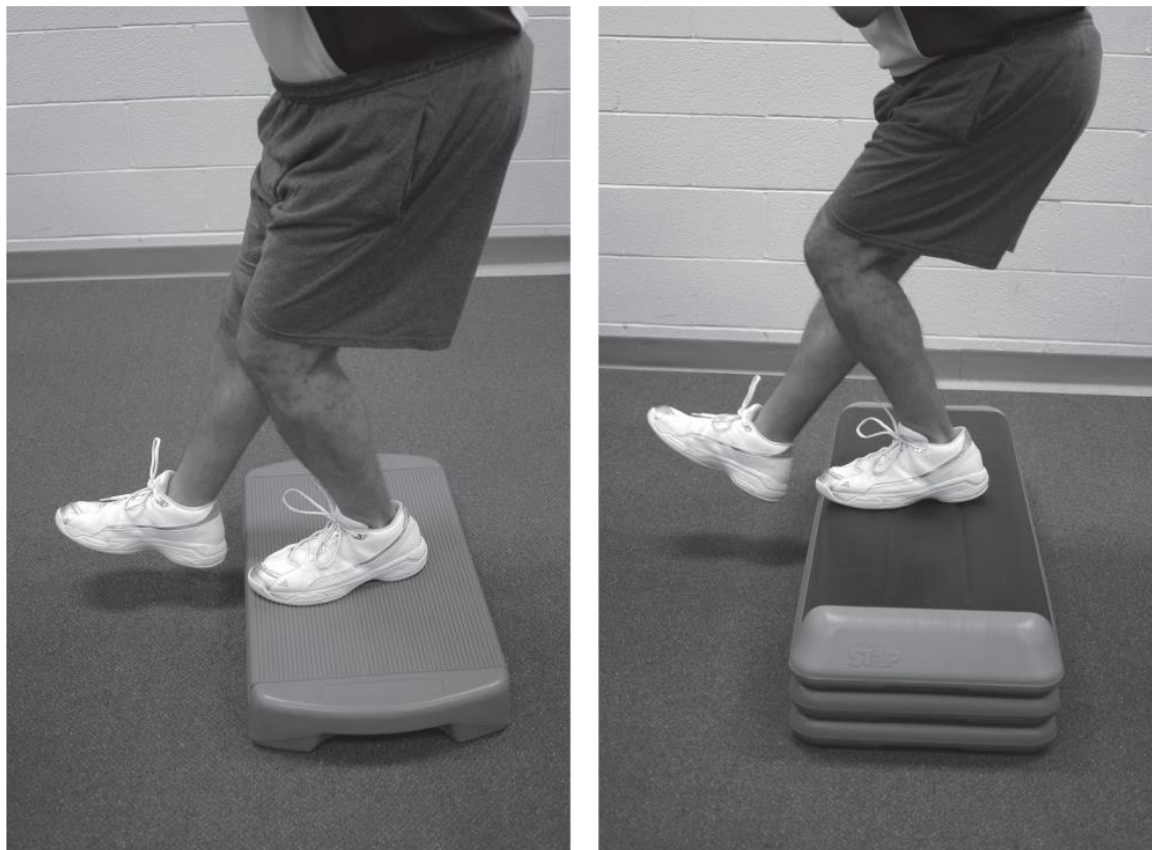


Рисунок 3.8 – Крок вниз зі сходинок 10 см та 20 см

Потім до цієї процедури можна додати стрибки. Перед тим, як починати стрибки з місця, необхідно розпочати прогресування присідань зі стрибками на обох ногах (включаючи повторювані концентричні та ексцентричні стрибки в положенні присідання) на Shuttle® або Total gym® до стрибків на одну ногу.

Після безболісного руху з кроку вниз 15-20 см переходять до зістрибувань вниз.

Прогрес включає стрибки з невеликої сходинок (10 см), прогресуючи до сходинок висотою 15 і 20 см, коли 3 підходи по 20 повторень щодня є легкими (рис. 3.9.)

Стрибки вперед і назад, стрибки з боку в бік, стрибки через скакалку, біг і повороти, такі як вісімки, — це всі функціональні види діяльності, які повинні виконувати спортсмени. Крім того, на цьому етапі можна включити біг і удари ногами. Навчання щодо фізичної активності має включати

виконання вищевказаних вправ вдома або в тренажерному залі та уникати тренувань на бетонних поверхнях.



Рисунок 3.9 - «Стрибки вниз» зі степ-платформи. Початкове положення/Приземлення «стрибком вниз»

### **3.2. Оцінка ефективності розробленого алгоритму та обговорення отриманих результатів**

У дослідженні взяли участь 8 молодих спортсменів із ПТ (7 чоловіків та 1 жінка), з середньою тривалістю симптомів 119 тижнів. Клінічно-демографічні характеристики учасників дослідження наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Клінічно-демографічні характеристики пацієнтів, n=8

Вік, років	24 (3.5)
Стать: ч/ж	7/1
ІМТ	23.8 (2.5)
Тривалість симптомів, тижд	119 (64-273)
Біль під час активності, бали	4.7 6 (2.2)

Було проведено первинну оцінку обмежень у спортивній діяльності, спричинених ПТ, було встановлено, що у більшості спортсменів-учасників дослідження внаслідок хронічного болю спортивна діяльність була знижена порівняно зі звичним рівнем або ж довелось її припинити (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Первинна оцінка участі пацієнтів у бажаній спортивній діяльності, n=8

VISA-P	55 (13.1)
CSAS	
Рівень 1	2
Рівень 2	6
Участь у бажаній спортивній діяльності	
Не змінена	2
Знижена	3
Припинена	3

Повторне обстеження пацієнтів проводили через 6 та 12 тижнів від початку втручання. Одним із основних критеріїв ефективності заходів фізичної терапії було зниження больового синдрому. Як видно на рисунку 3.10, у спортсменів спостерігали суттєве зниження болю як під час бажаної спортивної діяльності, так і при виконанні тестових вправ.

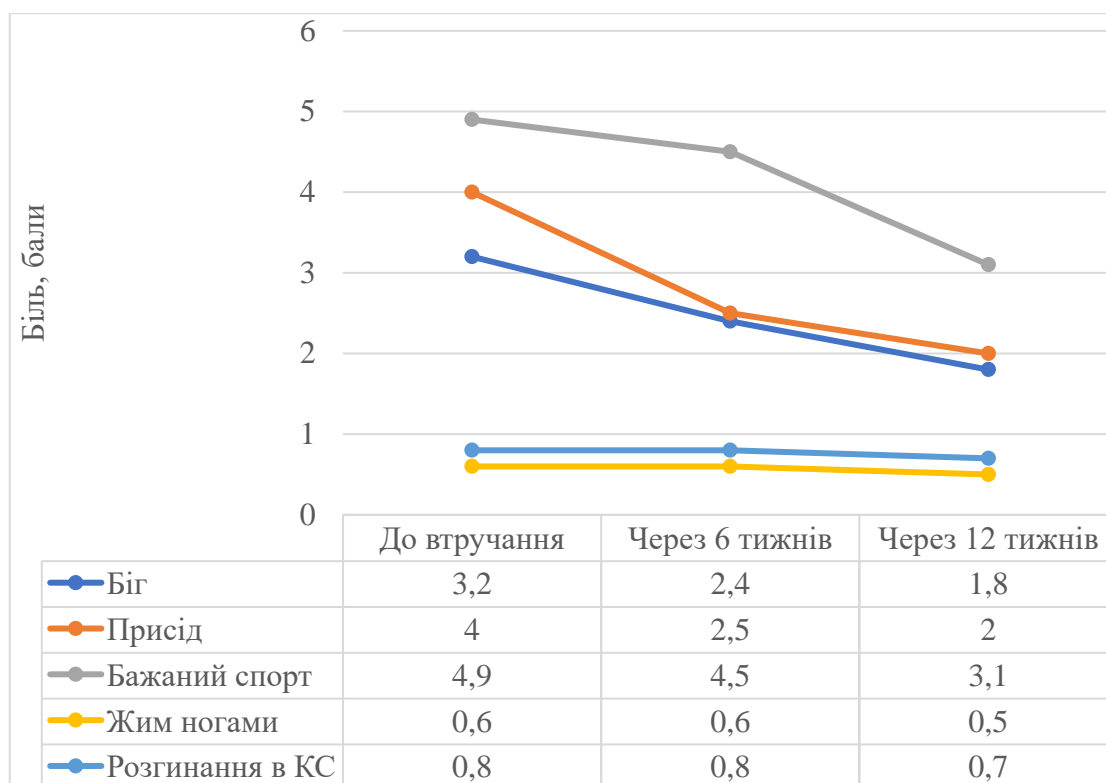


Рисунок 3.10 – Динаміка больового синдрому у спортсменів із ПТ

Так само на рисунку 3.11 можна простежити зниження болю при виконанні тесту з присідом на похилій площині.

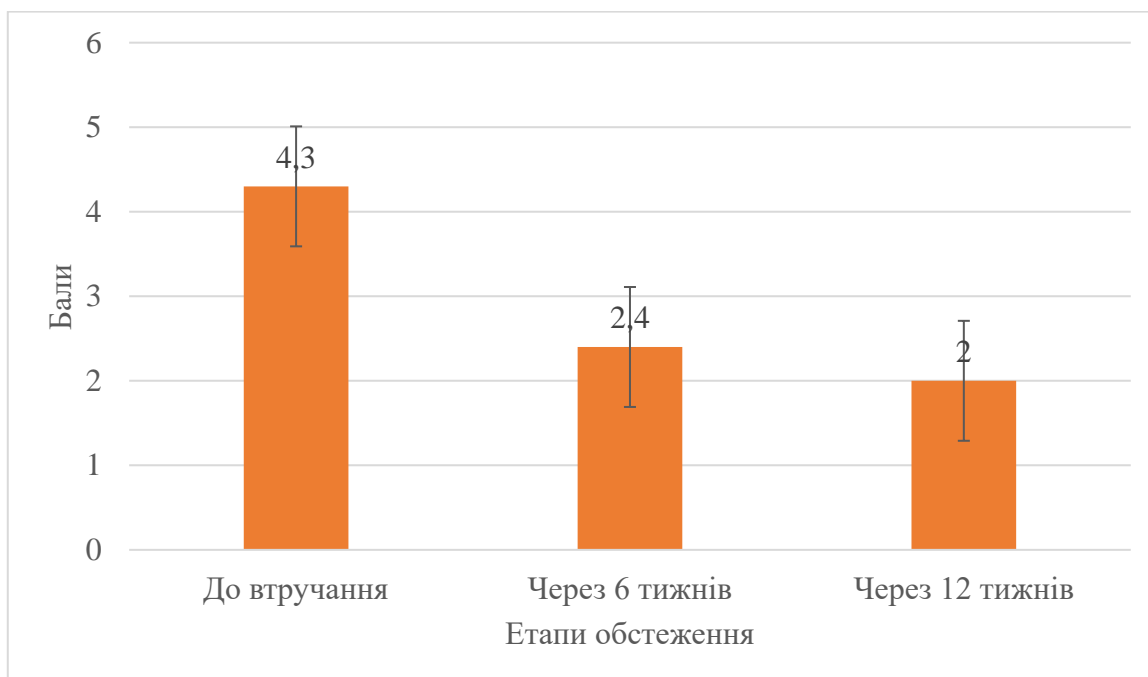


Рисунок 3.11 - Динаміка больового синдрому в тесті з присідом на похилій площині

Результати оцінки за шкалою VISA-P також були позитивними (рис. 3.12).

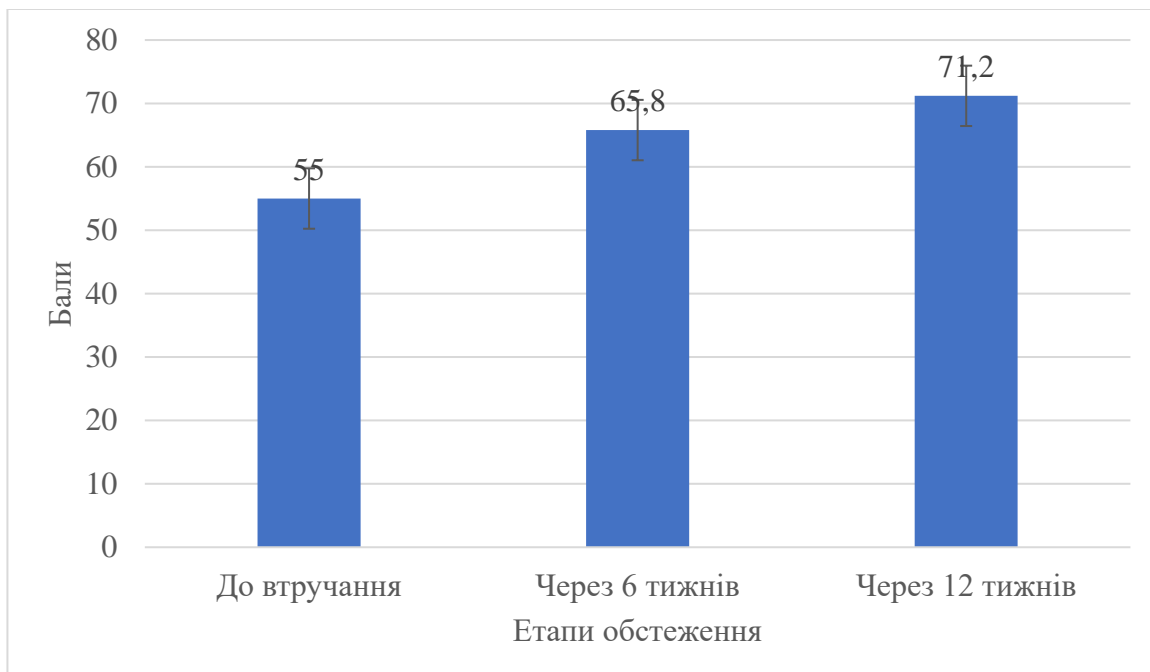


Рисунок 3.12 - Динаміка оцінки за шкалою VISA-P

Після 12 тижнів оцінювали суб'єктивну задоволеність спортсменів результатами реабілітації. Більшість пацієнтів продемонстрували хорошу задоволеність результатом, 1 спортсмен – помірну та 1 спортсмен – відмінну задоволеність (рис. 3.13).

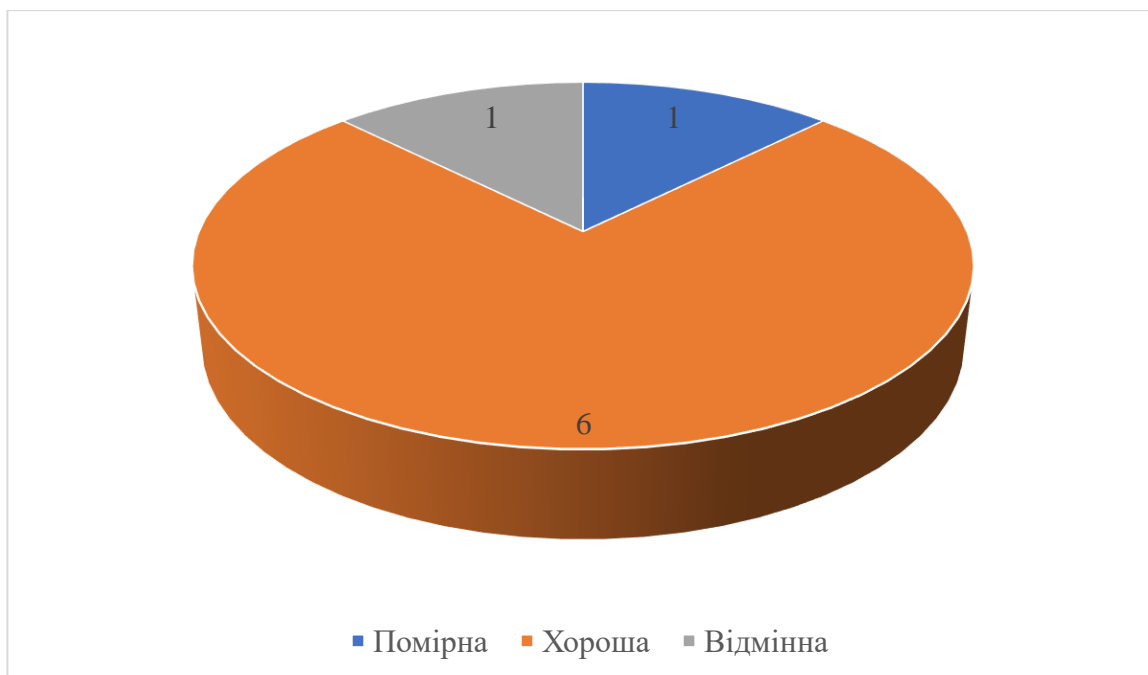


Рисунок 3.13 – Суб’єктивна задоволеність пацієнтів результатом реабілітації

Оскільки для всіх спортсменів у пріоритеті було повернення до спортивної діяльності, було оцінено також і цей показник. З даних, які наведені на рисунку 3.14, видно, що участь у спортивній діяльності учасників дослідження в середньому зросла, але на 12 тиждень ще не було досягнуто рівня «до травми», що свідчить про необхідність подальшого продовження програми реабілітації.

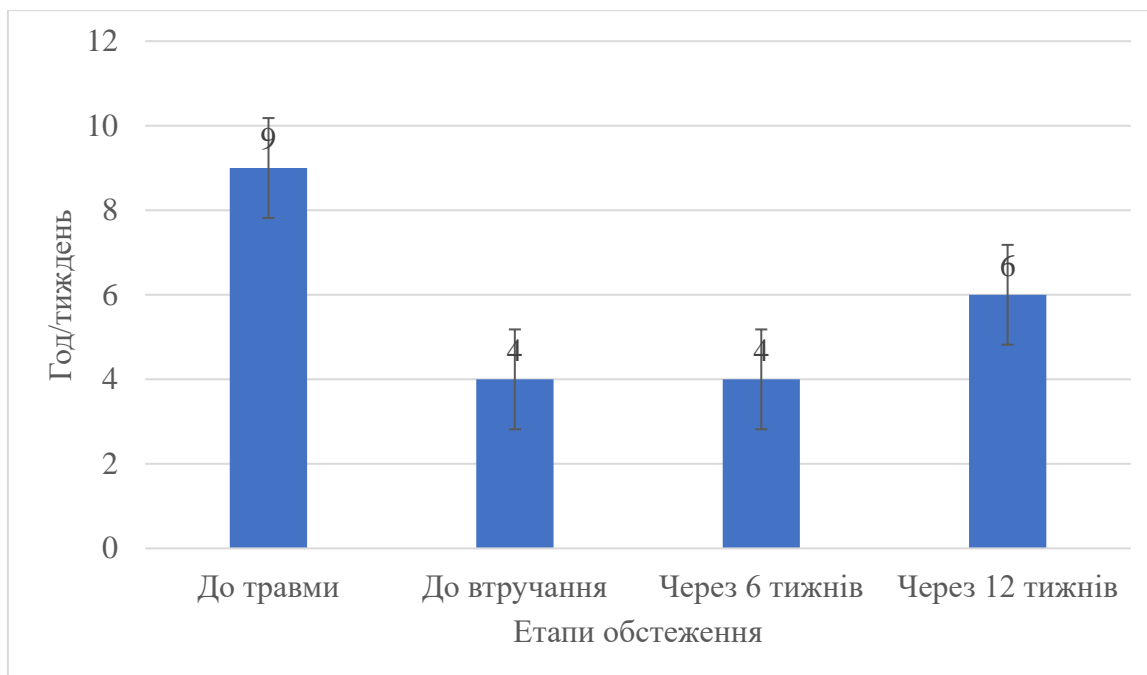


Рисунок 3.14– Участь у бажаній спортивній діяльності

Таким чином, отримані результати свідчать про в цілому хороший результат розробленого алгоритму заходів фізичної терапії у спортсменів із ПТ, що свідчить про доцільність його застосування у практичній діяльності.

## ВИСНОВКИ

1. Пателлярна тендинопатія (тендинопатія надколінка) є поширеним хронічним захворюванням сухожилля, яке характеризується болем, локалізованим у нижній частині надколінка. Незважаючи на те, що існують різні методи реабілітації для лікування тендинопатії надколінка, найбільш ефективними та безпечними на сьогодні вважаються ексцентричні вправи, які повинні бути включені у комплексну реабілітацію цієї патології.
2. Алгоритм, розроблений для спортсменів із ПТ, був побудований на основі сучасних наукових знань, відповідно до моделі МКФ та загально відомого реабілітаційного циклу: оцінка-встановлення цілей та планування заходів фізичної терапії-впровадження програми-повторна оцінка. Програма втручань включала Комбінацію активного відпочинку, навчання та терапевтичних вправ, переважно в ексцентричному режимі.
3. Результати повторного обстеження спортсменів через 6 та 12 тижнів від початку втручання показали ефективність розробленого алгоритму, а саме: зменшення больового синдрому в провокаційних тестах та під час виконання спортивної діяльності, покращення оцінки за шкалою VISA-P. Більшість спортсменів були задоволені результатами та почали повернення до бажаної спортивної діяльності.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ямінська ОІ. Фізична терапія спортсменів із пателлярною тендинопатією. Розвиток сучасної науки: актуальні питання теорії та практики: матеріали V Всеукраїнської студентської наукової конференції, м. Тернопіль, 19 квітня, 2024. С. 234.
2. Abat F, Diesel WJ, Gelber PE, Polidori F, Monllau JC, Sanchez-Ibañez JM. Effectiveness of the intratissue percutaneous electrolysis (EPI(R)) technique and isoinertial eccentric exercise in the treatment of patellar tendinopathy at two years follow-up. *Muscle Ligaments Tendons J.* 2019;4(2):188.
3. Agergaard AS, Svensson RB, Malmgaard-Clausen NM, et al. Clinical outcomes, structure, and function improve with both heavy and moderate loads in the treatment of patellar tendinopathy: A randomized clinical trial. *Am J Sports Med.* 2021;49(4):982-993
4. Allen WJC, De Keijzer KL, Raya-González J, Castillo D, Coratella G, Beato M. Chronic effects of flywheel training on physical capacities in soccer players: a systematic review. *Res Sports Med.* 2021;2021:1-21
5. Backman LJ, Danielson P. Low range of ankle dorsiflexion predisposes for patellar tendinopathy in junior elite basketball players: a 1-year prospective study. *The American journal of sports medicine* 2011;39(12):2626- 2633.
6. Bahr MA, Bahr R. Jump frequency may contribute to risk of jumper's knee: a study of interindividual and sex differences in a total of 11 943 jumps video recorded during training and matches in young elite volleyball players. *Br J Sports Med* 2014;48(17):1322-1326.
7. Beyer R, Kongsgaard M, Hougs Kjær B, Øhlenschläger T, Kjær M, Magnusson SP. Heavy slow resistance versus eccentric training as treatment for Achilles tendinopathy: A randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2015;43(7):1704-1711

8. Beato M, Drust B, Iacono AD. Implementing highspeed running and sprinting training in professional soccer. *Int J Sports Med.* 2021;42(4):295-299
9. Beato M, Maroto-Izquierdo S, Hernández-Davó JL, Raya-González J. Flywheel training periodization in team sports. *Front Physiol.* 2021;12:732802
10. Biernat, R., Trzaskoma, Z., Trzaskoma, Ł., & Czaprowski, D. (2014). Rehabilitation protocol for patellar tendinopathy applied among 16- to 19-year old volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 43–52.
11. Brockmeyer M, Diehl N, Schmitt C, Kohn DM, Lorbach O. Results of surgical treatment of chronic patellar tendinosis (jumper’s knee): A systematic review of the literature. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 2015;31(12):2424-2429. e2423.
12. Burton I, McCormack A. Inertial Flywheel Resistance Training in Tendinopathy Rehabilitation: A Scoping Review. *Int J Sports Phys Ther.* 2022 Aug 1;17(5):775-786. doi: 10.26603/001c.36437. PMID: 35949372; PMCID: PMC9340832.
13. Burton I, McCormack A. The implementation of resistance training principles in exercise interventions for lower limb tendinopathy: A systematic review. *Phys Ther Sport.* 2021;50:97-113
14. Carroll KM, Wagle JP, Sato K, et al. Characterising overload in inertial flywheel devices for use in exercise training. *Sports Biomech.* 2019;18(4):390-401
15. Challoumas D, Pedret C, Biddle M, et al. Management of patellar tendinopathy: a systematic review and network meta-analysis of randomised studies. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2021;7(4):e001110
16. Charouset C, Zaoui A, Bellaiche L, Bouyer B. Are multiple platelet-rich plasma injections useful for treatment of chronic patellar tendinopathy in athletes? a prospective study. *The American journal of sports medicine* 2014;42(4):906-911.

17. Cook, J. L., Rio, E., Purdam, C. R., & Docking, S. I. (2016). Revisiting the continuum model of tendon pathology: What is its merit in clinical practice and research? *British Journal of Sports Medicine*, 50(19), 1187–1191.
18. Cummings K, Skinner L, Cushman DM. Patellar Tendinopathy in Athletes. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*. 2019/09/01 2019; 7(3):227-236.
19. Deng M, Mansfield M. Association between Body Weight and Body Mass Index and Patellar Tendinopathy in Elite Basketball and Volleyball Players, a Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare (Basel)*. 2022 Sep 30;10(10):1928. doi: 10.3390/healthcare10101928. PMID: 36292375; PMCID: PMC9601617.
20. de Vries A, Zwerver J, Diercks R, et al. Effect of patellar strap and sports tape on pain in patellar tendinopathy: A randomized controlled trial. *Scand J of Med Sci Sport*
21. Douglas J, Pearson S, Ross A, McGuigan M. Chronic adaptations to eccentric training: A systematic review. *Sports Med*. 2017;47(5):917-941
22. Dragoo JL, Wasterlain AS, Braun HJ et al. Platelet-Rich Plasma as a Treatment for Patellar Tendinopathy: A double blind, randomized controlled trial. *Am J Sport Med* 2014; 42(3):610-618.
23. Drew BT, Smith TO, Littlewood C, Sturrock B. Do structural changes (eg, collagen/matrix) explain the response to therapeutic exercises in tendinopathy: a systematic review. *Br J Sports Med* 2014;48(12):966-972
24. Everhart JS, Cole D, Sojka JH et al. Treatment Options for Patellar Tendinopathy: A Systematic Review. *Arthroscopy* 2017; 33(4):861-872
25. Figueroa D, Figueroa F, Calvo R. Patellar tendinopathy: diagnosis and treatment. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2016; 24(12):e184-e192.

26. Fyfe JJ, Hamilton DL, Daly RM. Minimal-dose resistance training for improving muscle mass, strength, and function: A narrative review of current evidence and practical considerations. *Sports Med.* 2021;52(3):463-479
27. Girgis B, Duarte JA. Physical therapy for tendinopathy: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Phys Ther Sport.* 2020;46:30-46
28. Gokeler A, Bisschop M, Benjaminse A, Myer GD, Eppinga P, Otten E. Quadriceps function following ACL reconstruction and rehabilitation: implications for optimisation of current practices. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(5):1163-1174
29. Harris M, Schultz A, Drew MK, Rio E, Adams S, Edwards S. Thirty-seven jump-landing biomechanical variables are associated with asymptomatic patellar tendon abnormality and patellar tendinopathy: A systematic review. *Phys Ther Sport.* 2020;45:38-55
30. Harris-Love MO, Gollie JM, Keogh JWL. Eccentric exercise: adaptations and applications for health and performance. *J Funct Morphol Kinesiol.* 2021;6(4):96
31. Harper SA, Thompson BJ. Potential benefits of a minimal dose eccentric resistance training paradigm to combat sarcopenia and age-related muscle and physical function deficits in older adults. *Front Physiol.* 2021;12:790034
32. Hernandez-Sanchez S, Hidalgo MD, Gomez A. Responsiveness of the VISA-P scale for patellar tendinopathy in athletes. *Brit J Sports Medicine* 2014; 48:453-457.
33. Irby A, Gutierrez J, Chamberlin C, Thomas SJ, Rosen AB. Clinical management of tendinopathy: A systematic review of systematic reviews evaluating the effectiveness of tendinopathy treatments. *Scand J Med Sci Sports.* 2020;30(10):1810-1826.
34. Janssen I, van der Worp H, Hensing S, Zwerver J. Investigating Achilles and patellar tendinopathy prevalence in elite athletics. *Res Sports Med.* 2018;26(1):1-12.

35. Kongsgaard M, Qvortrup K, Larsen J, et al. Fibril morphology and tendon mechanical properties in patellar tendinopathy: effects of heavy slow resistance training. *The American journal of sports medicine* 2010;38(4):749-756.
36. Kowalchuk K, Butcher S. Eccentric overload flywheel training in older adults. *J Funct Morphol Kinesiol.* 2019;4(3):61
37. Larsson ME, Käll I, Nilsson-Helander K. Treatment of patellar tendinopathy - a systematic review of randomized controlled trials. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy* 2012;20(8):1632-1646.
38. Lavagnino M, Arnoczky SP, Dodds J, Elvin N. Infrapatellar straps decrease patellar tendon strain at the site of the jumper's knee lesion: a computational analysis based on radiographic measurements. *Sports health* 2011;3(3):296-302.
39. Malliaras P, Cook J, Purdam C, Rio E. Patellar tendinopathy: clinical diagnosis, load management, and advice for challenging case presentations. *journal of orthopaedic & sports physical therapy* 2015; 45(11):887-898.
40. Malliaras P, Barton CJ, Reeves ND, Langberg H. Achilles and patellar tendinopathy loading programmes. *Sports medicine* 2013;43(4):267-286.
41. Maroto-Izquierdo S, García-López D, FernandezGonzalo R, Moreira OC, González-Gallego J, de Paz JA. Skeletal muscle functional and structural adaptations after eccentric overload flywheel resistance training: a systematic review and metaanalysis. *J Sci Med Sport.* 2017;20(10):943-951
42. Millar NL, Silbernagel KG, Thorborg K, et al. Tendinopathy. *Nat Rev Dis Primers.* 2021;7(1)
43. Murphy MC, Travers MJ, Chivers P, et al. Efficacy of heavy eccentric calf training for treating midportion Achilles tendinopathy: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2019;53(17):1070-1077
44. Monajati A, Larumbe-Zabala E, Goss-Sampson M, Naclerio F. Injury prevention programs based on flywheel vs. body weight resistance in recreational athletes. *J Strength Cond Res.* 2021;35(Suppl1):S188-S196

45. Morgan, S., Vuuren, E. C., & Coetzee, F. F. (2016). Causative factors and rehabilitation of patellar tendinopathy: A systematic review. *South African Journal of Physiotherapy*, 72(1), e1–e11.
46. Naczki M, Naczki A, Brzenczek-Owczarzak W, Arlet J, Adach Z. Impact of inertial training on strength and power performance in young active men. *J Strength Cond Res*. 2016;30(8):2107-2113
47. Nuhmani S, Muaidi QI. Patellar Tendinopathy: A Review of Literature. *Journal of clinical and diagnostic research* 2018;12(5):YE1-YE6.
48. Nuhmani S. Injection therapies for patellar tendinopathy. *The Physician and sportsmedicine* 2019.
49. Olesen JL, Hansen M, Turtumoygard IF, et al. No treatment benefits of local administration of insulinlike growth factor-1 in addition to heavy slow resistance training in tendinopathic human patellar tendons: A randomized, double-blind, placebocontrolled trial with 1-year follow-up. *Am J Sports Med*. 2021;49(9):2361-2370
50. Peters JA, Zwerver J, Diercks RL, Elferink-Gemser MT, van den Akker-Scheek I. Preventive interventions for tendinopathy: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2016;19(3):205-211
51. Quinlan JJ, Franchi MV, Gharahdaghi N, et al. Muscle and tendon adaptations to moderate load eccentric vs. concentric resistance exercise in young and older males. *Geroscience*. 2021;43(4):1567-1584
52. Quinlan JJ, Narici MV, Reeves ND, Franchi MV. Tendon adaptations to eccentric exercise and the implications for older adults. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2019;4(3):60
53. Raya-González J, Castillo D, de Keijzer KL, Beato M. The effect of a weekly flywheel resistance training session on elite U-16 soccer players' physical performance during the competitive season. A randomized controlled trial. *Res Sports Med*. 2021;29(6):571-585

54. Raya-González J, de Keijzer KL, Bishop C, Beato M. Effects of flywheel training on strength-related variables in female populations. A systematic review. *Res Sports Med.* 2021;2021:1-18
55. Raya-González J, Prat-Luri A, López-Valenciano A, Sabido R, Hernández-Davó JL. Effects of flywheel resistance training on sport actions. A systematic review and meta-analysis. *J Hum Kinet.* 2021;77(1):191-204
56. Resteghini P, Khanbhal TA, Mughal S et al. Double-blind Randomized Controlled Trial: Injection of Autologous Blood in the Treatment of Chronic Patella Tendinopathy – A Pilot Study. *Clin J Sport Med* 2016; 26(1):17-23.
57. Rio E, Kidgell D, Purdam C, et al. Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. *Br J Sports Med* 2015;49(19):1277-1283.
58. Rio, E., van Ark, M., Docking, S et al Isometric Contractions Are More Analgesic Than Isotonic Contractions for Patellar Tendon Pain: An In-Season Randomized Clinical Trial. *Clin J Sports Med* 2017; 27(3):253-258
59. Rio E, Purdam C, Girdwood M, Cook J. Isometric Exercise to Reduce Pain in Patellar Tendinopathy In-Season: Is It Effective “on the Road”? *Clinical Journal of Sport Medicine* 2019;29(3):188-192.
60. Rudavsky A, Cook J. Physiotherapy management of patellar tendinopathy (jumper’s knee). *Journal of physiotherapy* 2014;60(3):122-129.
61. Ruffino D, Malliaras P, Marchegiani S, Campana V. Inertial flywheel vs heavy slow resistance training among athletes with patellar tendinopathy: A randomised trial. *Phys Ther Sport.* 2021;52:30-37.
62. Sanz-López F, Berzosa Sánchez C, Hita-Contreras F, Cruz-Díaz D, Martínez-Amat A. Ultrasound changes in Achilles tendon and gastrocnemius medialis muscle on squat eccentric overload and running performance. *J Strength Cond Res.* 2016;30(7):2010-2018
63. Schwartz A, Watson JN, Hutchinson MR. Patellar tendinopathy. *Sports health* 2015;7(5):415-420.

- 64.Scott A, Backman LJ, Speed C. Tendinopathy: Update on Pathophysiology. *J Orthop Sports Phys* 2015; 45(11):833-841.
- 65.Scott A, LaPrade RF, Harmon KG, et al. Plateletrich plasma for patellar tendinopathy: A randomized controlled trial of leukocyte-rich PRP or leukocytipoor PRP versus saline. *Am J Sports Med*. 2019;47(7):1654-1661
- 66.Sprague AL, Couppé C, Pohlig RT, Snyder-Mackler L, Silbernagel KG. Pain-guided activity modification during treatment for patellar tendinopathy: a feasibility and pilot randomized clinical trial. *Pilot Feasibility Stud*. 2021;7(1)
- 67.Stasinopoulos, D., Manias, P., & Stasinopoulou, K. (2012). Comparing the effects of eccentric training with eccentric training and static stretching exercises in the treatment of patellar tendinopathy. A controlled clinical trial. *Clinical Rehabilitation*, 26(5), 423–430.
- 68.Suchomel TJ, Wagle JP, Douglas J, et al. Implementing eccentric resistance training-part 2: Practical recommendations. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2019;4(3):55
- 69.Suchomel TJ, Wagle JP, Douglas J, et al. Implementing eccentric resistance training-part 1: A brief review of existing methods. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2019;4(2):38
- 70.Tesch PA, Fernandez-Gonzalo R, Lundberg TR. Clinical applications of iso-inertial, eccentricoverload (YoYo) resistance exercise. *Front Physiol*. 2017;8:241
- 71.Thijs KM, Zwerver J, Backx FJ, et al. Effectiveness of Shockwave Treatment Combined with Eccentric Training for Patellar Tendinopathy: A Double-Blinded Randomized Study. *Clin J Sport Med* 2017; 27(2):89-96.
- 72.Tricco AC, Lillie E, Zarin W, et al. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Ann Intern Med*. 2018;169(7):467-473
- 73.van Ark M, Zwerver J, van den Akker-Scheek I. Injection treatments for patellar tendinopathy. *Br J Sports Med* 2011;45(13):1068-1076

74. van Ark M, Cook JL, Docking SI, et al. Do isometric and isotonic exercise programs reduce pain in athletes with patellar tendinopathy in-season? A randomised clinical trial. *Journal of science and medicine in sport* 2016;19(9):702-706.
75. Vander Doelen T, Jelley W. Non-surgical treatment of patellar tendinopathy: A systematic review of randomized controlled trials. *J Sci Med Sport*. 2020;23(2):118-124.
76. Vang C, Niznik A. The Effectiveness of Isometric Contractions Compared With Isotonic Contractions in Reducing Pain For In-Season Athletes With Patellar Tendinopathy. *J Sport Rehabil*. 2020 Oct 12;30(3):512-515. doi: 10.1123/jsr.2019-0376. PMID: 33049706.
77. van der Worp H, van den Akker-Scheek I, van Schie H, Zwerver J. ESWT for tendinopathy: technology and clinical implications. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2013;21(6):1451-1458.
78. Vetrano M, Castorina A, Vulpiani MC et al. Platelet-Rich Plasma Versus Focused ShockWaves in the Treatment of Jumper's knee in Athletes. *Am J Sport Med* 2013; 41(4):795-803.
79. Westblad N, Petré H, Kårström A, Psilander N, Björklund G. The effect of autoregulated flywheel and traditional strength training on training load progression and motor skill performance in youth athletes. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(7):3479
80. Wonders J. Flywheel training in musculoskeletal rehabilitation: a clinical commentary. *Int J Sports Phys Ther*. 2019;14(6):994-1000.
81. Zwerver J, Hartgens F, Verhagen E, van der Worp H, van den Akker-Scheek I, Diercks RL. No effect of extracorporeal shockwave therapy on patellar tendinopathy in jumping athletes during the competitive season: a randomized clinical trial. *The American journal of sports medicine* 2011;39(6):1191-1199.