

**ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УКРАЇНСЬКИЙ КАТОЛИЦЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**
Факультет наук про здоров'я
Кафедра фізичної терапії та ерготерапії

Магістерська робота
на тему:
Профілактика травматизму колінного суглоба
серед гірськолижників аматорів

Виконавець:

студент 6 курсу, групи ЗФТ18/М
Спеціальності фізична терапія, ерготерапія

Сич Наталія Вячеславівна.

Науковий керівник:

к. н. з фіз.вих. і спорту,
доцент Білянський О. Ю.

Роботу рекомендовано до захисту на
засіданні кафедри фізичної терапії та
ерготерапії
Протокол № 9 від «12» травня 2020 р.

Зав. кафедри _____

Львів 2020

АНОТАЦІЯ

У представленій роботі розкриваються загальні теоретичні і практичні аспекти профілактики травматизму колінного суглоба серед гірськолижників аматорів.

Проаналізовано сучасні програми профілактики травматизму колінного суглоба в різних видах спорту, розроблено програму тренування з ціллю профілактики травматизму під час гірськолижного спуску.

Аналіз досліджень показує, що застосування специфічних програм профілактики травматизму колінного суглобу значно зменшують рівень травм серед футболістів, волейболістів, а, отже, призводить до покращення якості життя та виконання важливої участі для пацієнта.

Мета Розробити програму профілактики травматизму колінного суглоба для гірськолижників аматорів, та перевірити ефективність розробленої програми.

Завдання:

1. Проаналізувати дані літературних джерел з питань етіології, факторів ризику травматизму в гірськолижному спорті, особливості біомеханіки їзди, механізмів розвитку травми, профілактики травм колінного суглобу серед гірськолижників аматорів.
2. Визначити функціональний стан колінного суглоба серед гірськолижників аматорів.
3. Розробити та перевірити ефективність запропонованої програми профілактики травматизму серед гірськолижників аматорів
4. Розробка рекомендацій щодо попередження отримання травм колінного суглоба.

Ключові слова: профілактика травматизму серед гірськолижників аматорів, фізична терапія, травма ПХЗ.

SUMMARY

Master thesis reveal general theoretical and practical aspects of knee trauma prevention among recreational skiers.

Modern programs of ski trauma prevention was analysed, and program of exercise was developed. The aim of program was to reduce knee trauma during skiing by influencing physical condition of recreational skier.

Current studies shows, that specific trauma prevention programs reduce risk of injury among football players, volleyball players, and therefore improves quality of life and sport performance.

Purpose of master thesis was to develop knee trauma prevention program among recreational skiers, and check efficiency of this program.

According to purpose master thesis has to resolve such tasks:

1. Analyse literature of ethiology and mechanism of knee trauma, knee trauma risk factors among recreational skiers, biomechanics of recreational skiing, and available knee trauma prevention programs among recreational skiers.
2. Examine functional condition of knee joint among recreational skiers.
3. Develop and check efficiency of knee trauma prevention program among recreational skiers
4. Develop recommendations of ski trauma prevention

Key words: trauma prevention among recreational skiers, physical therapy, acl trauma

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	10
1.1 Аналіз сучасних статистичних даних спортивного травматизму.....	10
1.2 Основи біомеханіки гірськолижного спорту.....	11
1.3 Основні причини травматизму в гірськолижному спорті.....	18
1.4 Механізми травматизму в гірськолижному спорті.....	21
1.5 Профілактика травматизму в спорті.....	24
Висновки до розділу 1	
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	32
2.1 Методи досліджень.....	32
2.1.1 Аналіз науково-методичної літератури.....	33
2.1.2 Медико-біологічні методи.....	33
2.1.3 Методи математичної статистики.....	43
2.2 Організація дослідження.....	44
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ТА ПЕРЕВІРКА ЇЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	47
3.1. Обґрунтування програми фізичної терапії.....	47
3.2. Результати досліджень та їх обговорення.....	54
ВИСНОВКИ.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	60
ДОДАТКИ.....	69

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕННЯ

ПХЗ – передня хрестоподібна зв'язка

FIS – міжнародна федерація лижного спорту

МКФ – Міжнародна класифікація функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я

ВСТУП

Актуальність. Щорічно кількість людей, які займаються гірськолижним спортом, невпинно зростає, що призводить до збільшення кількості складних і травмонебезпечних ситуацій. Травми колінного суглоба в гірськолижному спорті призводять до економічних та особистих труднощів, втрати функціональної активності, а вподальшому до розвитку дегенеративних захворювань суглоба (Herman, Barton, Malliaras, & Morrissey, 2012). Згідно з даними статистики, станом на квітень 2018 року в Україні налічувалося приблизно 1,1 мільйона гірськолижників (Statista, 2018). Рівень травматизму серед гірськолижників аматорів, за різними даними, складає від 2.4 до 2.6 травм на 1000 днів катання (Hébert-Losier & Holmberg, 2013). Згідно даних огляду літератури Deady & Salonen (2010), травми колінного суглоба складають третину всіх травм серед гірськолижників аматорів, а саме ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки в комбінації з травмою латерального чи медіального менісків, що призводить до тимчасової втрати працездатності та необхідності в реабілітації. Наступною, за поширеністю, є травми медіальної колатеральної зв'язки колінного суглоба (Deady & Salonen, 2010). Серед травм інших анатомічних структур, зустрічаються травми голови та верхніх кінцівок ("палець лижника", переломи зап'ястя, передпліччя, та вивих плеча) (Micheli, 2011).

Згідно даних дослідження Lauersen, Bertelsen, & Andersen (2014) фізична активність є важливою для профілактики та лікування спортивних травм. Загальна оцінка впливу програм профілактики травматизму була неоднозначною, дослідники дійшли висновку, що рівень гострих травм і хронічних ушкоджень можна зменшити за допомогою програм фізичної активності. Були отримані позитивні результати заходів профілактики травматизму, спрямованих на збільшення силових показників, вправ на розтяг, та пропріоцепцію. Силові тренування зменшили спортивні травми до менш ніж 1/3 (Lauersen, Bertelsen, & Andersen, 2014).

Профілактика спортивних травм різними видами силових тренувань, вправами на пропріоцепцію, вправи на розтяг та їх комбінаціями є доступною для всіх і не потребує допомоги фахівців. Були отримані сприятливі результати заходів профілактики травматизму, спрямованих на збільшення силових показників, вправ на розтяг, та пропріоцепцію. Силові тренування зменшили спортивні травми до менш ніж 1/3 (Lauersen, Bertelsen, , & Andersen, 2014).

В системному огляді Hébert-Losier, & Holmberg (2013) було проаналізовано 80 рекомендацій з профілактики травм опорно-рухового апарату в гірськолижників аматорів. Рекомендації були класифіковані на п'ять основних груп: обладнання (n=24), освіта та знання (n=11), обізнаність та поведінка (n=15), досвід катання (n=10). В майбутніх дослідженнях рекомендується досліджувати роль фізичної підготовки, фізичних вправ і тренувань у зниженні частоти і тяжкості травм у гірськолижників аматорів (Hébert-Losier, & Holmberg, 2013).

Для розробки ефективної програми профілактики травми важливим є знання причин виникнення травми. Meeuwisse and colleagues описали важливість визначення внутрішніх та зовнішніх факторів ризику розвитку травми для розробки програми профілактики травматизму колінного суглоба в гірськолижників аматорів (Steffen et al., 2010).

Серед причин травматизму в гірськолижному спорті виділяють зовнішні (фактори середовища, спорядження та ін.) та внутрішні (анатомо-фізіологічні особливості, технічна підготовка, вік, стать, ступінь обережності) фактори ризику. Травми колінного суглоба, як правило, є результатом падіння, яке викликає розподіл сил і збільшення обертального моменту, поглиненого коліном. Лижка виступає в якості важеля, що значно збільшує сили, що передаються через коліно під час падіння (Lyle J.Micheli, M.D., 2011).

Крім того, для розробки специфічної програми профілактики травматизму в гірськолижників аматорів необхідно розуміти біомеханіку травми в гірськолижному спорті (Bahr & Krosshaug, 2005).

Shea, et al. (2014) в дослідженні виділяють основні механізми травмування колінного суглоба: вальгус з зовнішніньою ротацією гомілки (32,9%), згинання в колінному суглобі з внутрішньою ротацією гомілки (22,5%), гіперрозгинання в колінному суглобі (19,0%), індукована черевиком передня "шухляда" (7,8%), зіткнення (2,2%) та інші (15,6%).

Алгоритм профілактики травм у спорті було описано van Mechelen et al як послідовність з чотирьох етапів. По-перше, має бути визначена величина проблеми, і описана з точки зору поширеності та тяжкості спортивних травм. По-друге, необхідно визначити фактори ризику та механізми травми, які відіграють роль у виникненні спортивних травм. Третій крок полягає у розробці профілактичних заходів, які можуть зменшити майбутній ризик травматизму колінного суглоба та тяжкості спортивних травм. Такі заходи повинні ґрунтуватися на інформації про етіологічні фактори та механізми ушкодження, визначені на другому етапі. Четвертий крок, вплив заходів повинен бути оцінений шляхом повторення першого етапу ((Bahr & Krosshaug, 2005).

Розробка та ефективність застосування методик профілактики травматизму колінного суглоба в гірськолижників аматорів залишається відкритим. У зв'язку з цим, врахування факторів ризику та механізмів розвитку травми дозволить розробити методику профілактики виникнення травми колінного суглоба серед гірськолижників аматорів, а , отже, зменшити травматизм в гірськолижному спорті.

Мета Розробити програму профілактики травматизму колінного суглоба для гірськолижників аматорів, та перевірити ефективність розробленої програми.

Об'єкт дослідження: фізична терапія людей, що займаються аматорським гірськолижним спортом.

Предмет дослідження: засоби і методи фізичної терапії для гірськолижників аматорів.

Завдання:

1. Проаналізувати дані літературних джерел з питань етіології, факторів ризику травматизму в гірськолижному спорті, особливості біомеханіки їзди, механізмів розвитку травми, профілактики виникнення травм колінного суглоба серед гірськолижників аматорів.
2. Визначити функціональний стан колінного суглоба гірськолижників аматорів.
3. Розробити та перевірити ефективність запропонованої програми профілактики травматизму серед гірськолижників аматорів
4. Розробка рекомендацій щодо попередження отримання травм колінного суглоба.

Методи дослідження:

1. Квалітативні методи (опитування).
2. Медико-біологічні методи (дескриптивний аналіз, ММТ, гоніометрія, стрибковий тест на відстань, латеральний стрибковий тест, квадратний стрибковий тест (square hop test), Y balance test).
3. Квантитативні методи (інференційний аналіз).

Наукова новизна, практичне значення

Цілісний аналіз причин, механізмів, біомеханіки гірськолижного аматорського спуску розвитку травми ПХЗ. Полягатиме у розробці та впровадженні програми профілактики травматизму колінного суглоба серед гірськолижників аматорів.

Шляхи впровадження

1. Публікації.
2. Виступи на наукових конференціях, семінарах.

РОЗДІЛ 1

1.1 Актуальні питання причин, механізмів та профілактики травматизму колінного суглоба серед гірськолижників аматорів

Гірськолижний спорт належить до активності, що пов'язаний з високим ризиком травмування колінного суглоба, зокрема ПХЗ (Pujol, Blanchi, & Chambat, 2007). В літературі існує багато визначень поняття “Спортивна травма”. У 1974 році Національна система звітності про спортивні травми хвороби (NAIRS) визначила спортивну травму як травму, що виникає внаслідок участі в спорті, і обмежує спортивну участь більш як на один день (Levy, 1988). Визначення FIS Injury Surveillance визначає поняття “спортивна травма”, яка сталася під час тренування або змагання, і вимагає допомоги медичного персоналу (Florenes, Nordsletten, Heir, & Bahr, 2011). Біомеханіка гірськолижного спорту, причини травматизму різняться між аматорами та спортсменами тому важливо виокремити поняття “аматорський спорт”, адже в дослідженні брали участь саме аматори. Для створення ефективної програми профілактики травматизму колінного суглоба потрібно розуміти анатомічні особливості та причини виникнення травматизму ПХЗ в гірськолижників аматорів та виокремити фактори, на які може вплинути фізична терапія.

Згідно Girgis et al. (1975) ПХЗ складається з двох пучків волокон передньомедіального пучка та задньолатерального пучка. Роль обох пучків ПХЗ полягає в обмеженні зсуву гомілки вперед при фіксованому стегні, та зсуву назад стегнової кістки при фіксованій гомілці. Sakane et al. (1997) в своєму дослідженні впливу сили на ПХЗ та її пучки, показали, що більший зсув гомілки допереду на менших градусах згинання колінного суглоба несе задньолатеральний пучок ПХЗ ніж передньомедіальний. Передньомедіальний пучок забирає на себе навантаження при більших градусах згинання в колінному суглобі. Також Gabriel, et al. (2004) показали, що задньолатеральний пучок ПХЗ відіграє важливу роль в стабілізації колінного суглоба при комбінованому обертальному навантаженні. Під час гірськолижного спорту колінний суглоб, зокрема ПХЗ піддається різним векторам сили.

Згідно даних огляду літератури Deady & Salonen (2010), травми колінного суглоба складають третину всіх травм серед гірськолижників аматорів, а саме ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки, ізольовано та в комбінації з травмою латерального чи медіального менісків, що призводить до тимчасової втрати працездатності та необхідності в реабілітації (Deady & Salonen, 2010). Автори подають різну статистику травмування структур колінного суглоба. Ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки складає від 45 до 65% з усіх травм колінного суглоба (Pujol, Blanchi, & Chambat, 2007). Варто зазначити, що травма ПХЗ в дорослому віці вподальшому збільшує ризик розвитку остеоартриту колінного суглоба (Jordan, Aagaard, & Herzog, 2017).

1.2 Основи біомеханіки гірськолижного спорту

Розуміння біомеханіки гірськолижного спуску є основним для створення протоколів тренування для профілактики травм колінного суглоба. Незважаючи на очевидну простоту загальної механіки спуску, наукова спільнота досі непевна щодо чіткої ролі м'язового скорочення в контролі траєкторії спуску і про розділення між силою та навичкою в визначенні результату виконання техніки (Minetti, 2018).

Через наявність специфічних рухів гірськолижний спорт вимагає прояву високих показників фізичної підготовки, особливо сили м'язів і балансу (Ferguson, 2010). Це спорт в якому домінує ексцентричний тип скорочення, Berg & Eiken, 1999; Noppeler & Vogt, 2009).

Більшість рухів під час спуску відбуваються в сагітальній площині з багатьма ступенями свободи в суглобах (Minetti, 2018). При цьому працюють як м'язи агоністи так і антагоністи, щоб підтримувати поставу та адаптуватися до постійної зміни геометрії руху, протидіючи гравітації (під час приземлення) і забезпечуючи відцентрове прискорення (під час поворотів). Під час стояння, наші м'язи здійснюють в більшості ізометричну роботу, щоб утримувати поставу, балансуючи через мікрорегулювання. Утримання постави під час спуску є більш енергозатратним ніж при стоянні. М'язам необхідно адаптуватися до сили значно більшої ніж маса тіла (під час приземлення чи

поворотів) з більшою амплітудою згинання в суглобах, що вимагає більшої генерації сили м'язами (Minetti, 2018).

Поворот під час спуску може відбуватися за рахунок жорсткої позиції суглобів (ізометричного скорочення) і дозволяючи тілу поводитися як пасивна механічна модель. Але при спуску необхідно вибирати траєкторію руху, враховувати несподіваний рельєф, при цьому підтримувати максимально можливу безпечну швидкість (Minetti, 2018).

Залежно від дисципліни лижник повинен контролювати лижі протягом усієї кривизни повороту і сила повинна бути прикладена відповідно необхідному кінестетичному відчуттю і часу. Для розуміння біомеханіки гірськолижного спорту потрібно знати, які вимоги в фізичній підготовці ставляться перед гірськолижником (Neumaier et al., 2003). Під час різних фаз повороту лижник повинен володіти достатнім виконанням по кількох фізіологічних і психологічних параметрах:

Аеробна/анаеробна ємність – для гірськолижників домінують анаеробні енергетичні процеси. Використання енергетичних систем складає 45% аеробний, і 55% анаеробний метаболізм (Hydren, Volek, Maresh, Comstock, & Kraemer, 2013). Хоча є великі потреби в анаеробній ємності, лижник потребує аеробну ємність також. Причиною необхідності тренування на витривалість є забезпечити досить високий рівень витривалості, головне, до статичних навантажень під час спуску. Вимоги до сили м'язів є складними. Зовнішні сили, що виникають під час спуску змінюються під час поворотів і кантування. Ці сили збільшуються коли швидкість і кут нахилу лиж збільшується. Найбільше навантаження виникає під час ексцентричної фази. Концентрична фаза частково полегшена і відбувається зразу після початку повороту. В багатьох видах спорту, концентрична робота м'язів є меншою в порівнянні з ексцентричною (Westin, 2015).

Гірськолижний спуск характеризується труднощами контактом між лижею та снігом. Вібрації, які виникають в комбінації зі збільшенням швидкості, ставлять великі вимоги перед балансом та координацією

гірськолижника. Отже тренування балансу та координації повинно бути включено в тренування. Ціллю тренування на розвиток балансу та координації є покращити рухові патерни через неврологічну адаптацію (Westin, 2015).

Morrissey, Seto, Brewster, & Kerlan (1987) провели дослідження з вимірювання даних електроміографії м'язів під час гірськолижного спуску. Вони вивчали середній та великий сідничний м'яз, двоголовий м'яз стегна, напівсухожилковий, довгий малогомілковий, і задній великогомілковий м'яз. Вони відзначили, що всі ці м'язи були активні при різних інтенсивностях під час обертальних рухів нижньої кінцівки в лижах.

В сагітальній площині в кульшовому суглобі відбувається згинання та розгинання, це основні рухи для контролю тиску. Рухи згинання та розгинання кульшових суглобів також переміщує центр маси лижника, а недостатнє або надмірне згинання в суглобах може призводити до перенесення ваги назад "сідання назад". В горизонтальній площині в кульшовому суглобі відбуваються ротації, дозволяючи лижнику збільшувати та зменшувати кут керування лижами через їх поворот. Внутрішня ротація кульшового суглоба є важливою при переході паралельних лиж в позицію клина (плуга). І, навпаки, рух зовнішня ротація кульшового суглоба відбувається при переході з позиції клину (плуга) в положення паралельних лиж. Потрібно зазначити, що позиція плуга з внутрішньою ротацією в кульшовому суглобі та згинання в колінному суглобі супроводжується вальгусом колінних суглобів і є досить травмонебезпечною. Рух відведення в кульшовому суглобі супроводжується рухом лиж одне від одного і призводить до збільшення швидкості, карвінгу («Improving Hip Mobility for Ultimate Skiing! • X-Life Training», 2018).

Крім представлених вище внутрішніх факторів (фізична підготовка), що необхідні під час гірськолижного спуску потрібно розглянути які зовнішні сили впливають на гірськолижників. Під час спуску необхідно враховувати такі 3 фактори : сила тяжіння, опір повітря, тертя між лижами та трасою, опір лиж , кут нахилу спуску. Починаючи спуск лижі гірськолижника розташовуються прямо по схилу, і прискорюються, так як не створюємо опору проти сили

тяжіння. Коли ми хочемо почати поворот ми створюємо бокову силу, яка буде штовхати нас поперечно схилу. Щоб створити цю силу ми повинні повернути лижі під кутом до прямої лінії схилу (ефект опірності). Починати поворот можна переносячи вагу на латеральну (зовнішню) до майбутнього повороту лижу. Нога, на яку перенесена вага, зміщується більш попереду іншої, і лижі починають повертатися по схилу (бічний розподіл ваги) (рис 1.1).



Рис.1.1 Механізм повороту.

Примітка: рисунок взято та перекладено з ресурсу http://www.mechanicsofsport.com/skiing/basic_mechanics/using_resistance.html

Цим самим забезпечується прискорення під кутом до повздовжньої лінії схилу, і гірськолижник рухається вбік по схилу, вибираючи рівень кута відхилення. Для подальшого прискорення гірськолижник не збільшує кут нахилу щодо схилу. Під час карвінгу ми можемо нахилити лижі таким чином, що вигнуті краї вриваються в сніг і скеровують гірськолижника з повздовжньої лінії схилу. Основні фази при повороті (вважаємо, що спуск є прямим): лижі розташовуються прямо по схилу, поступово збільшуючи швидкість. Коли гірськолижник починає поворот, створює бічну силу, за рахунок перенесення ваги та зміни кута по відношенню до схилу, яка штовхає нас по схилу. Лижі будуть створювати компонент опору в поперек схилу. Поворот по типу плуга,

що виконують гірськолижники аматори, здійснюється за рахунок перенесення ваги на одну ногу, при цьому вага повинна знаходитися на середині лижі (*Using Resistance - How to Ski - Mechanics of Skiing*,).

Важливим моментом є вальгусне розміщення ніг з внутрішньою ротацією при цьому типі повороту, що є сприятливим для одного з механізмів травми колінного суглоба: а саме вальгусне положення коліна та внутрішня ротація гомілки (Minetti, 2018).

Berg et al., (1995), Clarys et al., (2001) досліджували електроміографічну активність м'язів гірськолижників, і виявили високий рівень зусилля розгиначів коліна, і домінування ексцентричного типу роботи. Berg et al., (1995), Kröll et al., (2015) наголосили, що ексцентричний тип скорочення є невід'ємним складовим гірськолижного спорту. Декілька дослідників повідомили, що сила скорочення м'язів може досягати 100-150% максимального довільного скорочення на зовнішній лижі під час повороту (Berg et al., 1995, Hintermeister et al., 1997). Але потрібно зазначити, що за останнє десятиліття паттерни руху значно змінилися через використання карвінгового спорядження (Mueller & Schwameder, 2003). Note, Mueller and Schwameder, (2003) досліджували професійних гірськолижників, і припустили, що використання карвінгових лиж викликає активну спільну роботу м'язів внутрішньої ноги під час повороту.

Clarys et al. (2001) досліджували вплив кута нахилу схилу на м'язову активність лижників професіоналів. Результати дослідження вказують, що зі збільшенням кута нахилу схилу м'язова активність також зростає. Не дивно, що для активності з навантаженням вагою, як гірськолижний спорт, м'язи стегна є найбільш досліджуваною групою, так як всі статті включають дослідження щонайменше групу розгиначів коліна (Kröll, 2010).

Один з найбільш важливих змін в рухових паттернах є спільне навантаження м'язів внутрішньої ноги під час фаз повороту в порівнянні з попередньо відомими паттернами, де було переважне навантаження зовнішньої ноги.

Більш поглиблене розуміння м'язової активності під час різних гірськолижних ситуацій забезпечить корисною інформацією, що стосується набуття навичок, відповідної прогресії руху, і фізичної підготовки лижників. Порівняльні дослідження між латеральною та медіальною головками чотириголового м'язу показали, що вони активуються одночасно коли коліно зігнуте з 40° до 80°. Медіальна головка, вірогідно, виконує найбільшу роботу при повному розгинанні (0-40°), з функцією динамічного медіального стабілізатора надколінка (Toumi, et al., 2007). Типова амплітуда згинання в колінному суглобі в гірськолижників складає від 60° до 90° градусів. Дана активація чотириголового м'язу призводить до переднього зміщення великогомілкової кістки, а, отже, натягування передньої хрестоподібної зв'язки. За результатами дослідження Kröll (2010) агресивне навантаження чотириголового м'язу з незначним згинанням коліна спричинюють значне зміщення великогомілкової кістки та вважається травматичним для ПХЗ. Вважається, що робота чотириголового м'язу є внутрішнім фактором для неконтактного травмування ПХЗ (Kröll, 2010).

Досі залишаються суперечливими думки щодо сил відповідальних за неконтактне травмування ПХЗ. Активація чотириголового м'язу, і тим самим сухожилок надколінка викликає зсувні сили гомілки допереду щодо стегнової кістки. Ці передні зсувні сили, утворені чотириголовим м'язом є обернено пропорційними до градусу згинання колінного суглоба. Згідно даних дослідження жінки, в яких спостерігався вищі показники травмування ПХЗ, мають нижчий числовий показник згинання коліна (середній показник 22°), вальгусне положення колінного суглоба, і більша активація чотириголового м'язу в порівнянні з чоловіками під час стійкої позиції в спортсменів.

Агресивне навантаження чотириголового м'язу, з незначним градусом згинання в колінному суглобі продукують значні зсувні сили гомілки допереду з травмуванням ПХЗ. Тому дослідники припускають, що чотириголовий м'яз є внутрішнім фактором ризику неконтактних травм ПХЗ (DeMorat et al., 2004).

Franchi et al.(2019) вказують, що під час перенесення ваги назад від серединної лінії, м'язи задньої поверхні стегна можуть частково протистояти переднім зсувним силам, ексцентрично скорочуючись та протидіючи переміщенню гомілки допереду по відношенню до стегнової кістки.

Більшість травм ПХЗ стається під час повороту або приземлення після стрибка (з чи без падіння) (Bere et al., 2011, 2014). Автори припускають, що при механізмі травми ПХЗ "індукована передня шухлядка", м'язи задньої поверхні стегна можуть діяти як синергісти ПХЗ, продукуючи зсувну силу гомілки дозаду. Тим самим ексцентрично протидіючи індукованій черевиком передній шухляді. Чотириголовий м'яз стегна і м'язи задньої поверхні стегна значно активуються під час приземлення після стрибка (Färber et al., 2018). Franchi et al. (2019) наголошують, що важливо проводити подальші дослідження щодо впливу ко-активації цих груп м'язів на стратегії профілактики травматизму (Franchi et al., 2019). Силова ємність м'язів задньої поверхні стегна може мати важливе значення в багатьох типових травматичних ситуацій (наприклад під час приземлення після стрибків та падінь з пересенням ваги назад). Färber et al.(2018) припускають, що якщо м'язи задньої поверхні стегна попередньо швидко активуються, то це може зменшити зсув гомілки допереду відносно стегнової кістки, тим самим зменшуючи ризик травмування ПХЗ.

Згідно результатів дослідження Jordan et al. (2017) достатнє ексцентричне скорочення хамстрінгів вважається важливим для профілактики травмування ПХЗ.

Канадська система навчання катанню на лижах вимагає різний рівень навичок, а отже вимог до фізичної підготовки гірськолижника:

1. Кантування: кут між лижею та сніговою поверхнею, уможливорює щеплення лиж з поверхнею.
2. Поворот: ступінь ротації (обертання) в кульшовому суглобі, уможливорює керування під час спуску.

3. Контроль тиску: використання всіх трьох суглобів нижньої кінцівки (стегновий, колінний, гомілковостопний суглоб) для зменшення сил, що діють на лижі і гірськолижника

Сукупність навичок кантування та обертання забезпечує керування під час спуску. Враховуючи ці 3 вміння, необхідні для технічно правильного спуску можна зробити висновок щодо необхідності силових показників м'язів кульшового суглоба, їх мобільності та гнучкості (*Improving Hip Mobility for Ultimate Skiing! • X-Life Training*).

1.3 Основні причини травматизму в гірськолижному спорті

Існує кілька класифікацій причин травматизму передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба. Murphy, Connolly (2003) виділяють зовнішні (пов'язані з середовищем) та внутрішні (пов'язані з особою) фактори ризику безконтактного ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки. До зовнішніх факторів ризику відносять: вид катання, заходи безпеки на гірськолижній трасі, освітлення та складність траси, погодні умови та спорядження (лижне спорядження, захисне спорядження, взуття, одяг), вид підйомника. До обмежень зовнішнього середовища також належать нахил траси, наявність снігу чи льоду на трасі, і вплив повітря на рух гірськолижника. На взаємодію лиж зі снігом впливає ширина лиж, довжина, радіус карвінгу і матеріал з якого зроблені канти лижного спорядження, та дно (ступінь воскування) (Minetti, 2018).

Варто також враховувати такі особливості спорядження як стан лижного спорядження (власні чи з прокату), відрегульованість кріплень, наявність захисного шолома, та захисних ортезів на колінні суглоби.

Внутрішні фактори ризику пов'язані з індивідуальними біологічними або психосоціальними характеристиками людини, такими як вік, стать, індекс маси тіла, наявністю попередньої травми, рівнем фізичної підготовки, досвідом катання, психологічним налаштуванням, вибір способу дій в проблемних ситуаціях, адекватною оцінкою власних можливостей та способу дій в екстремальних ситуаціях (правильно техніка групування під час падіння). Не

менш важлими є рівень втоми, знання правил поведінки на гірськолижній трасі FIS (Додаток А).

Інша класифікація виділяє 4 категорії факторів ризику : анатомічні, гормональні, нервово-м'язові та пов'язані з зовнішнім середовищем (Smith et al.,2012).

Steffen et al. наголошують що є декілька досліджень щодо впливу факторів ризику на травмування ПХЗ, але більшість досліджують ізольовано вплив тільки одного фактора ризику на травматизм.

Гірськолижний аматорський спорт піддається впливу одночасно багатьох факторів, як зовнішніх так і внутрішніх.

Враховуючи те, що саме травми ПХЗ трапляється найчастіше, потрібно наголосити, що функція ПХЗ полягає в підтримці стабільності (пропріоцепція) та контролю колінного суглоба. Механічне положення нижніх кінцівок сприяє загальній стабільності колінного суглоба. До анатомічних факторів, що підвищують ризик безконтактного травмування ПХЗ, належать : величина кута Q (кут чотиригоного м'яза), ступінь статичного та динамічного показника вальгуса колінного суглоба, індекс маси тіла, ширина міжвиросткової стегнової виїмки, і розташування ПХЗ(Smith et al.,2012).

Аналізуючи літературу повинні розуміти та виокремлювати ті фактори, на які можемо мати вплив як фізичні терапевти.

Висновки подані в дослідженні Griffin et al.(2006) американської академії хірургів ортопедів :

Наявна велика кількість літератури щодо зв'язку розміру стегнової виїмки та пошкодження ПХЗ, але валідні та надійні результати досягти складно, тому доказового зв'язку між розміром стегнової виїмки та травмування ПХЗ не знайдено. Колінний суглоб є частиною кінетичного ланцюга , і порушення в анатомічних частинах таких як тулуб, стегновий суглоб, гомілково-стопний суглоб можуть призводити до травмування ПХЗ.

Варто звернути увагу на показник кута Q. Дослідження показують, що кут Q розглядається як фактор, що сприяє розвитку травм коліна за рахунок

зміни кінематики нижніх кінцівок. У жінок спостерігається більший показник кута Q порівняно з молодими дорослими чоловіками. В осіб жіночої статі спостерігається залежність між ризиком ушкодження ПХЗ і фазами менструального циклу (Smith et al., 2012).

Фактором розвитку травми колінного суглоба є положення кінцівки під час травми. На основі клінічних спостережень Malinzak, & Colby біомеханічних досліджень, і системного відеоаналізу Olsen, & Myklebust зробили висновок, що вальгусне положення нижньої кінцівки є фактором ризику ушкодження ПХЗ (Griffin et al., 2006). Дослідження, що повідомляють про геометрію ACL та розміри міжвиросткової виїмки важко інтерпретувати через відсутність стандартизованих методів отримання даних. Однак загальноприйнятим є те, що дія сили на ПХЗ меншого розміру будуть більшими для даного прикладеного навантаження. За цих обставин різниця статей у розмірі, формі чи структурі була б важливою знахідкою, що частково пояснює різницю в статі при травмі ACL.

Дослідження, щодо зв'язку ширини міжвиросткової виїмки та ризику травми ПХЗ, є суперечливими. Arendt et al. (2001) узагальнив наявні дані про ширину виїмки і взаємозв'язок цього анатомічного фактора з травмою ПХЗ, що показує зв'язок між шириною виїмки та травмою. У дослідженні Souryal і Freeman (1993) брали участь 902 спортсмени середньої школи, дослідники прийшли до висновку, що спортсмени з невеликою міжвиростковою виїмкою, виміряні рентгенологічно, мають підвищений ризик пошкодження ПХЗ.

Тим не менш, ряд досліджень повідомляють про відсутність кореляції між шириною міжвиросткової виїмки та частотою неконтактних травм ACL (Griffin et al., 2006).

Отже, вивчення анатомічних факторів ризику покращує розуміння причин травматизму. Важливим фактором ушкодження ПХЗ при безконтактних видах спорту є положення нижньої кінцівки під час травми. Вальгусне положення нижньої кінцівки розглядається як небезпечне щодо травми ПХЗ, на

основі клінічних спостережень в жінок спортсменів під час приземлення під час участі в високо травматичних видах спорту (Hewett et al., 2005).

Враховуючи численні фактори ризику травматизму колінного суглоба, потрібно вибрати фактори ризику, на які можемо повпливати як фізичні терапевти для зменшення травматизму серед гірськолижників аматорів, а саме фізична підготовка.

Травми колінного суглоба, як правило, є результатом падіння, яке викликає розподіл сил і збільшення обертового моменту, поглиненого коліном. Лижка виступає в якості важеля, що значно збільшує сили, що передаються через коліно під час падіння (Micheli, 2011).

1.4 Механізми травматизму в гірськолижному спорті

Для розробки специфічної програми профілактики травматизму в гірськолижників аматорів необхідно розуміти біомеханіку гірськолижного спуску в гірськолижному аматорському спорті (Bahr & Krosshaug, 2005).

Shea et al. (2013) провели дескриптивне епідеміологічне дослідження протягом 6 зимових сезонів, опитавши 541 пацієнта з гострими травмами колінного суглоба. Виділили 4 основні механізми виникнення травми колінного суглоба: вальгус з зовнішньою ротацією гомілки (32,9%), згинання в колінному суглобі з внутрішньою ротацією гомілки (22,5%), гіперрозгинання в колінному суглобі (19,0%) , індукована черевиком передня "шухляда" (7,8%), зіткнення (2,2%) та інші (15,6%). Найпоширенішим механізмом травмування колінного суглоба в гірськолижників аматорів вважається вальгус колінного суглоба разом з зовнішньою ротацією гомілки (Рис.1.3). Цей механізм полягає в тому, що коли людина втрачає рівновагу, центр тяжіння переміщується вперед до колінного суглоба. У такому положенні внутрішній край лижного наконечника контактує з землею. Гірськолижник падає вперед, "ловлячи" сніг кінчиком лижі. Цей контакт викликає вальгус колінного суглоба і зовнішню ротацію гомілки. Цей механізм найчастіше призводить до ушкодження медіальної колатеральної зв'язки , та в 20% розривом ПХЗ (Deady, & Salonen, 2010).



Рис.1.3 Механізм травматизації “вальгус, зовнішня ротація” .

Примітка: Рисунок взято з ресурсу https://radiologykey.com/wp-content/uploads/2016/12/A314527_1_En_15_Fig3_HTML.jpg

Механізм, що полягає в згинанні в колінному суглобі з внутрішньою ротацією гомілки, в джерелах також використовується назва “Phantom foot injury mechanism”, вважається другим найчастішим механізмом виникнення травми колінного суглоба в гірськолижників аматорів (Koehle, Lloyd-Smith, & Taunton, 2002; St-Onge, & Chevalier, 2004). (Рис.1.4)



Рис.1.4 Механізм травмування ПХЗ “вальгус, внутрішня ротація”.

Примітка: Рисунок взято з ресурсу https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4555526/bin/10.1177_2325967113519741-fig4.jpg

Цей механізм полягає в тому, що коли гірськолижник втрачає рівновагу, переносячи вагу тіла дозад, це змушує людину “сідати”, розташовуючи кульшові суглоби нижче колінних. За біомеханікою спуску лижа повертає досередини при надмірно зігнутому колінному суглобі. Якщо кріплення вчасно не відімкнуться то це призведе до травмування колінного суглоба.

Цей механізм найчастіше призводить до ушкодження ПХЗ (Deady, & Salonen, 2010). Механізм індукована черевиком передня ”шухляда” зустрічається в 7,8 % випадків. Під час приземлення, після стрибка, коли центр сили тяжіння знаходиться позаду “на задньому сидінні”, хвіст лижі першим контактує з схилом, змушуючи гомілку рухатися допереду (Deady, & Salonen, 2010). Причиною виникнення цього механізму є неправильна техніка приземлення після стрибка з положенням тулуба позаду осі.



Рис.1.5 Механізм травматизації індукована черевиком передня ”шухляда”.

Примітка:https://radiologykey.com/wp-content/uploads/2016/12/A314527_1_En_15_Fig4_HTML.gif

Розуміння механізмів травмування колінного суглоба в гірськолижників аматорів, та напрямків дії сили в травмонебезпечних ситуаціях дозволить створити специфічну програму профілактики травматизму серед гірськолижників аматорів.

Важливим для створення програми профілактики травматизму ПХЗ є аналіз біомеханіки катання, функціональних груп м'язів, що приймають участь, типу їх скорочення (статичне, динамічне, концентричне, ексцентричне), яке відбувається під час катання (Morrissey, Seto, Brewster, & Kerlan, 1987).

1.5 Профілактика травматизму в спорті

В дослідженні схеми профілактики травм у спорті Bahr, R., Krosshaug, (2005) van Mechelen описав послідовність чотирьох етапів. По-перше, має бути визначена величина проблеми, і описана з точки зору поширеності та тяжкості спортивних травм. По-друге, необхідно визначити фактори ризику та механізми травми, які відіграють роль у виникненні спортивних травм. Третій крок полягає у розробці профілактичних заходів, які можуть зменшити майбутній ризик травматизму колінного суглоба та тяжкість спортивних травм. Такі заходи повинні ґрунтуватися на інформації про етіологічні фактори та механізми ушкодження, визначені на другому етапі. Четвертий крок, вплив заходів повинен бути оцінений шляхом повторення першого етапу (Bahr, Krosshaug, 2005).

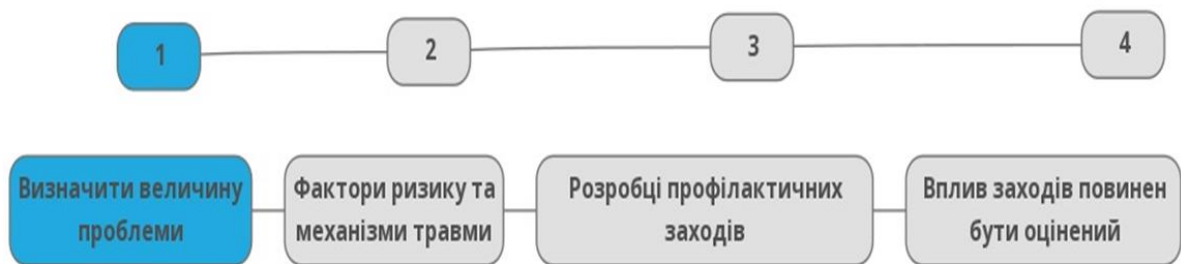


Рис.1.6 Схема профілактики травматизму van Mechelen's

Перевагою застосування програм профілактики спортивних травм різними видами тренувань і їх комбінаціями є їх доступність для всіх, і вони не потребують допомоги медичного персоналу (Steffen et al., 2010).

Важливим кроком є встановлення причин, а саме: отримання інформації, що вказує на фактори ризику, і механізми пошкодження (Berge, & Clarsen, 2013).

Пошук рекомендацій щодо запобігання травматизму серед гірськолижників аматорів здійснювався на ресурсах PubMed, ncbi, researchGate, Google Scholar, Web of Knowledge.

Рекомендації в основному були спрямовані на ефективність використання захисного спорядження, чи знання правил поведінки на схилі.

В системному огляді Kim Hébert-Losier, & Hans-Christer Holmberg (2013) було проаналізовано 80 рекомендацій з профілактики травм опорно-рухового апарату в гірськолижників аматорів. Рекомендації були класифіковані на п'ять основних груп: спорядження ($n = 24$), освіта та знання ($n = 11$), обізнаність та поведінка ($n = 15$), досвід катання ($n = 10$). В даному системному огляді розглядалися важливість використання захисного спорядження в гірськолижників : шолома, захисних ортезів на колінний суглоб та променево-зап'ястковий суглоб (Hébert-Losier, & Holmberg, 2013). Також дослідження, які вказують на важливість знання правил поведінки на гірськолижній трасі FIS (Hébert-Losier, & Holmberg, 2013).

В 1995 в дослідженні Ettliger et al. показали, що навчальні програми щодо збільшення обізнаності та модифікації поведінки в ситуаціях з ризиком травматизації зменшують рівень ушкодження ПХЗ. Програми з навчання особливостей виникнення травми ПХЗ зменшили ушкодження ПХЗ на 62% (Steffen et al., 2010). Відкритим питанням залишається дослідження ролі фізичної підготовки, фізичних вправ і тренувань у зниженні частоти і тяжкості травм в гірськолижників аматорів, а саме стосовно рекреаційного гірськолижного спорту (Hébert-Losier, & Holmberg, 2013).

Враховуючи вище приведену статистику травматизму, травми колінного суглоба, а саме ПХЗ, є найчастішими серед гірськолижників аматорів, тому важливим є пошук та створення профілактичних програм з фізичної підготовки до гірськолижного сезону. В огляді літератури не було знайдено чітких рекомендацій щодо профілактики травматизму ПХЗ в гірськолижному спорті, які б враховували причини, механізми та біомеханіку їзди на лижах.

Травма ПХЗ є поширеною в багатьох видах спорту, крім гірськолижного спорту, а саме: футбол, баскетбол, гандбол. На ресурсах Pubmed, Cochrane, за пошуком словосполучень “профілактика травматизму передньої хрестоподібної зв’язки” можна знайти значну кількість програм з профілактики травматизму ПХЗ, але в більшості випадків для таких видів спорту як футбол, волейбол, гандбол (Heidt et al. (2000); Hewett et al. (1999); Mandelbaum et al. (2005) ; Myklebust et al. (2002); Petersen et al. (2005, Pfeiffer et at. (2006); Steffen et al. (2008); Söderman et al. (2000)).

Хоча механізм та причини неконтактного травмування ПХЗ відрізняється, потрібно дослідити чи ефективні програми профілактики травми ПХЗ в різних видах спорту. Hewett et al.(2006) здійснили метааналіз шести досліджень з впливу програм профілактики травмування ПХЗ серед футболістів, гандболістів, баскетболістів, волейболістів (Hewett et al., 1999; Heidt et al., 2000; Soderman et al., 2000; Myklebust et al., 2003; Mandelbaum et al. (2005); Petersen et al., 2005). Ці дослідження показали різний результат. Дане дослідження проводилося серед жінок. За результатами дослідження 4 з 6 показали статистично значущий результат щодо зменшення травм колінного суглоба , 3 з 6 програм значно зменшили частоту травмування ПХЗ серед спортсменок при використанні програм на покращення нервовом’язевого контролю (Таб.1.1). Метааналіз 6 досліджень показує статистично значущий результат нервовом’язевих програм на випадки ушкодження ПХЗ. В дослідженні враховувалися профілактика травматизму серед таких видів спорту як футбол, гандбол, баскетбол, волейбол. Підсумками даного метааналізу було те, що пліометричне тренування з тренуванням техніки було спільним компонентом в трьох дослідженнях які ефективно зменшили показник травм ПХЗ (Hewett et al., 1999; Heidt et al., 2000; Soderman et al., 2000; Myklebust et al., 2003; Mandelbaum et al., 2005). Автори дійшли висновку, що ефективнішим для профілактики травматизму є комбіноване тренування балансу з ішими типами тренування , в порівнянні з тренуванням тільки балансу. Дослідження Hewett et al.(1999), Myklebust et al.(2003), Mandelbaum et al.(2005), Petersen et al.(2005)

включали високоінтенсивні стрибкові вправи і показали свою ефективність (таб.1.1). Результати цих 4 досліджень, в яких були присутні пліометричні вправи були статистично значущими щодо зменшення випадків травмування ПХЗ. Вважається що наявність пліометричних вправ з безпечними рівнем варус чи вальгус стресу колінного суглоба може ініціювати більшу м'язеву регуляцію в нервово-м'язевому дисбалансі у жінок спортсменів. Такі адаптації можуть краще підготувати спортсмена до мультинаправлених спортивних діяльностей та зменшити положення , при якому спостерігається високе навантаження на ПХЗ (Hewett et al., 1999). В трьох дослідженнях (Hewett et al.(1999), Myklebust et al.(2003) і Mandelbaum et al.(2005)), які зменшили випадки травматизації ПХЗ , використовували аналіз біомеханіки руху, правильної позиції тіла, та техніки виконання. В програмах втручань Hewett et al.(1999) і Mandelbaum et al. (2005) були наявні вправи на покращення силових показників нижніх кінцівок і в цих програмах був присутній найкращий ефект щодо зменшення показників ушкодження ПХЗ.

Хоча ці дані не є передумовою успішної програми втручання, адже в дослідженні Myklebust et al.(2003) результат був статистично значущим, при тому в програмі не було вправ на покращення силових показників.

Програми з розвитком тільки силових показників не показали результат щодо зменшення травмування ПХЗ, хоча ці програми можуть зменшити загальний травматизм за рахунок адаптації в кістковій тканині, зв'язках та сухожиллях після тренування Lehnhard et al.(Hewett et al., 1999)

Отже, Hewett et al. (1999); Heidt et al. (2000); Soderman et al.(2000); Myklebust et al.(2003); Mandelbaum et al.(2005) дійшли до висновків, що ця тематика потребує подальших досліджень, але нервово-м'язове тренування може зменшити показники травмування ПХЗ якщо:

- 1)протокол тренування включаю в себе пліометричне тренування, тренування балансу та силових показників
- 2)тренувальні сесії проводяться більше ніж 2 раз на тиждень
- 3) та тривалість втручання загалом складає 6 тижнів.

Огляд програм профілактики травматизму в спортсменів різних видів спорту

Дослідження	Учасники, спорт	Втручання, тривалість	Результати, кількість травм ПХЗ
Hewett et al. (1999)	Школярі жіночої статі; Спорт: футбол, волейбол, баскетбол Учасники: n=366 група втручання, n=463 контрольна група	Втручання 6 тижнів, тренування проводилося 3 рази на тиждень (60-90 хв)	Зменшення випадків неконтактної травми ПХЗ було статистично значущим Рівень травми ПХЗ був 72% нижчим ніж в контрольній групі. Група втручання: 2 травм ПХЗ Контрольна група: 5
Heidt et al (2000)	Школярі жіночої статі Спорт : Футболісти n=258 група втручання, n=42 контрольна група	Втручання 7 тижнів 13 занять на біговій доріжці 2 р.на тиждень та 7 занять на розвиток спритності(стрибкові вправи з прогресуванням)	В групі втручання спостерігався нижчий загальний показник травм (14%) ніж в контрольній групі (33,7%, $P < .01$) Група втручання: 1 травм ПХЗ Контрольна група: 8 Різниця між рівнем травми ПХЗ не було (Травма ПХЗ в групі втручання

			2,4%, в контрольній групі 3,1%)
Soderman et al. (2000)	Професійні гравці в футбол n=62 група втручання, n=78 контрольна група	Тренування балансу на балансуючій платформі. 10-15 хв 30 занять , 3рази/тиждень протягом сезону	Результат не був статистично значущим між двома групами Група втручання: 4 травми ПХЗ 0.06 травм/1000 годин Контрольна група: 1 0.08 травм/1000 годин В цьому дослідженні не було достатньої кількості учасників. Втручання не було ефективним.
Myklebust et al. (2002)	Гандболісти Група втручання: Сезон 1 (n=855) Сезон 2 (n=850) Контрольна група (n=942)	Від 5 до 7 тижнів. 15 хвилинна програма 3 рази на тиждень, та 1раз/тижд. Під час сезону	Результат показав статистично значущий результат щодо зниження рівня травми ПХЗ в порівнянні з контрольною групою Група втручання (сезон 1): 23 травм ПХЗ 0.13 травм/1000 годин

			Група втручання (сезон 2): 17 травм ПХЗ 0.09 травм/1000 годин Контрольна група: 29 0.14 травм/1000 годин
Mandelbaum et al. (2005)	Професійні гравці в футбол n=1885 група втручання, n=3818 контрольна група	20 min warm-up program, PEP 2 or 3 times per week. Програма розігріву 2хв. PEP проводилася 2 або 3 рази на тиждень	Статистично значущий результат Група втручання: 6 травм ПХЗ 0.09 травм/1000 годин Контрольна група: 67 0.49 травм/1000 годин
Petersen et al. (2005)	Професійні гравці в гандбол n=134 група втручання, n=142 контрольна група	Перед сезоном 8 тижнів. 3 рази на тиждень протягом 10 хв.	Результат не був статистично значущим щодо зменшення травм ПХЗ в групі втручання та контрольній групі, хоча ризик травмування ПХЗ був на 80% нижчим в групі де проводилося втручання Група втручання: 1

			0.04 травм/1000 годин Контрольна група: 5 0.21 травм/1000 годин
--	--	--	--

Herman et al.(2012) в системному огляді проаналізували ефективність програм розігріву серед футболістів, які не потребують додаткового обладнання , щодо профілактики травм нижніх кінцівок під час занять спортом. В даному огляді розглядалася ефективність готових програм профілактики травм нижніх кінцівок “The 11”, “KIPP”, “PEP” серед футболістів (Herman, Barton, Malliaras, & Morrissey, 2012). Хоча результат зменшення травм нижніх кінцівок після застосування HarmoKnee не був статистично значущим, ризик отримання травм нижніх кінцівок знизився. Програми “11+” і “HarmoKnee” є специфічними програмами розігріву для футболістів, головною метою яких є покращення загального стану та покращення силових показників та балансу (Daneshjoo, Mokhtar, Rahnama, & Yusof, 2013). Використання програма 11+ зменшило загальний показник гострих т а хронічних травм нижніх кінцівок (Herman, Barton, Malliaras, & Morrissey 2012).

Потрібно розуміти що певний ризик травматизації залишається під час участі в різних видах спорту (Steffen et al., 2010).

Згідно даних дослідження Lauersen, Bertelsen, Andersen (2014) фізична активність є важливою для профілактики та лікування спортивних травм. В даному дослідженні порівнювали вплив вправ на розтяг, силових вправ, вправ на пропріоцепцію та їх комбінацію на рівень травматизму. Результати системного аналізу вказують, що програми спрямовані на розтяг були недостатньо ефективними для профілактики травм, ні перед, ні після тренування. Слід зазначити, що цей аналіз програм на розтяг включав лише два дослідження щодо новобранців з армії та одне інтернет-дослідження щодо

загального населення. Програми спрямовані на розвиток силових показників показали кращий профілактичний ефект, ніж програми на тренування пропріоцепції, і виявилися значно кращими, ніж програми спрямовані на розвиток декількох фізичних якостей, в тому числі і силових показників. За результатами системного огляду загальна оцінка впливу програм профілактики травматизму була неоднозначною, рівень гострих травм і хронічних ушкоджень (можна зменшити за допомогою програм фізичної активності). Силові тренування зменшили спортивні травми до менш ніж 1/3 (Lauersen, Bertelsen, & Andersen, 2014).

В даному системному огляді враховувалися втручання серед футболістів, гандболістів, новобранців, баскетболістів, атлетів.

Висновок до першого розділу

Рівень травматизму колінного суглоба серед гірськолижників аматорів є високим і залежить від багатьох чинників.

В базах Pubmed,ncbi не зустрічалися дослідження щодо ефективності програми профілактики травматизму колінного суглоба гірськолижників аматорів. Програма фізичної терапії повинна враховувати відомі причини травматизму, біомеханічні особливості під час їзди та механізми травми. Фізична підготовка та функціональний стан впливають на ризик травматизму колінного суглоба, адже наявні програми профілактики травматизму серед інших видів спорту (футбол, волейбол та ін.) показали свою ефективність в профілактиці виникнення травматизму.

І можна припустити, що враховуючи причини та механізми травми в гірськолижників специфічна програма профілактики може зменшити рівень травматизму колінного суглоба.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Методи дослідження

Для досягнення поставленої мети і завдань при проведенні дослідження, ми керувалися сучасними принципами і вимогами до вибору методів дослідження. Для забезпечення повноти та об'єктивності отриманих даних в дослідженні використовувались наступні методи:

1. Теоретичний аналіз та узагальнення науково-методичної літератури з з профілактики травмування колінного суглоба в спорті.

2. Медико-біологічні методи

Застосовані у нашому дослідженні методи клініко-інструментального обстеження відповідають основним компонентам МКФ. Для оцінки

Компоненту Структура та Функція застосовано метод гоніометрії, суб'єктивна оцінка рівня втоми(шкала Борга), мануальне м'язове тестування. Оцінку компоненту Діяльність проводили шляхом оцінювання функціонального стану колінного суглоба (стрибковий тест на відстань, латеральний стрибковий тест, квадратний стрибковий тест, Y balance тест).

3. Педагогічні методи (бесіда, спостереження , експеримент);

Для оцінки ефективності та переваг запропонованої програми профілактики травматизму та можливості його впровадження в масову реабілітаційну практику був використаний метод педагогічного спостереження (експеримент).

4. Методи математичної статистики (дескриптивний аналіз, інференційний статистичний аналіз).

2.1.1. Аналіз науково-методичної літератури

Аналіз науково-медичної літератури дозволив виявити проблему відсутності програми профілактики травматизму серед гірськолижників аматорів, що лягла в основу дослідження. Також дозволив визначити актуальність, конкретизувати мету і завдання, виявити новизну роботи, пов'язати механізми травматизму з причинами та біомеханікою, вивчити

методи застосування засобів фізичної реабілітації та намітити подальші шляхи дослідження.

2.1.2. Медико-біологічні методи

Функціональні тести

Перевірка функціонального стану колінних суглобів до початку програми тренування, та після проходження програми здійснювалася за допомогою функціональних тестів. Кожен вид спорту має свій унікальні вимоги, які фізичний терапевт повинен враховувати вибираючи функціональні тести для обстеження.(Werner, Thomeé & Werner, 2011) Функціональні тести є об'єктивними та якісними, результати яких дозволяють надати рекомендації щодо подальших втручань.

Функціональний тест повинен бути валідним, з високою чутливістю та специфічністю, щоб вважатися об'єктивним для вимірювання. Ціллю функціональних тестів є виявити фізичну слабкість, перевірити рівень розвитку фізичних якостей, надати прогноз та інформацію щодо можливого повернення в спортивну діяльність.(Thomeé & Werner, 2011)

Функціональні тести були підібрані щоб виміряти різні фізичні якості та з можливістю виконання в будь-яких умовах.

Існує різні типи функціональних тестів, такі як: стрибкові, бігові тести, та тести для балансу (Thomeé & Werner, 2011).

Ці тести мають такі спільні характеристики:

- легко проводити;
- потребують мінімальної кількості спорядження для проведення;
- не потребують багато часу для проведення;
- безкоштовні;
- підходять багатьом особам;
- можуть виконуватися будь-де;

Вхідними критеріями для проведення функціональних тестів згідно Hartigan, Ahe,& Snyder (2010):

1. \geq 12 тижнів після травми

2. ≤ 1 + набряк колінного суглоба
3. $\geq 80\%$ силовий індекс чотириголового м'язу.
4. Повна амплітуда руху в колінному суглобі
5. Нормальний патерн ходьби
6. Можливість безпечного демонстрування тесту

Чутливість щодо виявлення функціональної слабкості використовуючи стрибковий тест на одній нозі на відстань складає 38-52% (Tegner et al, 1986; Noyes et al, 1991; Itoh et al, 1998). В той час використання чотирьох різних стрибкових тестів веде до значно більшої чутливості 82%. (Itoh, Kurosaka, Yoshiya, Ichihashi, & Misuno, 1998)

Стрибковий тест на одній нозі є найбільш популярний серед стрибкових тестів, особливо для обстеження травм ПХЗ. (Barber et al 1990; Risberg et al 1994)

Для проведення контролю було вибрано три стрибкові тести: стрибок на одній нозі, латеральний стрибковий тест, квадратний стрибковий тест.

Reid, Birmingham, Stratford & Giffin (2007) в своєму дослідженні показали, що дані тести надають достовірну і валідну інформацію під час реабілітації після реконструкції ПХЗ. Дані тести є важливим, щоб дізнатися про асиметрію сили м'язів нижніх кінцівок.

Стрибковий тест на одній нозі на відстань показує вибухову силу м'язів (Tegner Y, Lysholm J, Lysholm M, & Gillquist J., 1986). Гірськолижник стоїть на тестованій нозі і інструктується стрибнути прямо, і приземлитися на ту ж ногу. Руки знаходяться за спиною, дозволено мах протилежною ногою. Довжина стрибка вимірюється від носка тестованої ноги з початкової позиції, до п'ятки де приземлилася тестована нога. Відстань вимірюється в сантиметрах. Стрибок проводиться 3 рази для кожної ноги. Однак якщо останній стрибок має найкращий результат, то четверта спроба додається (Westin, 2015).

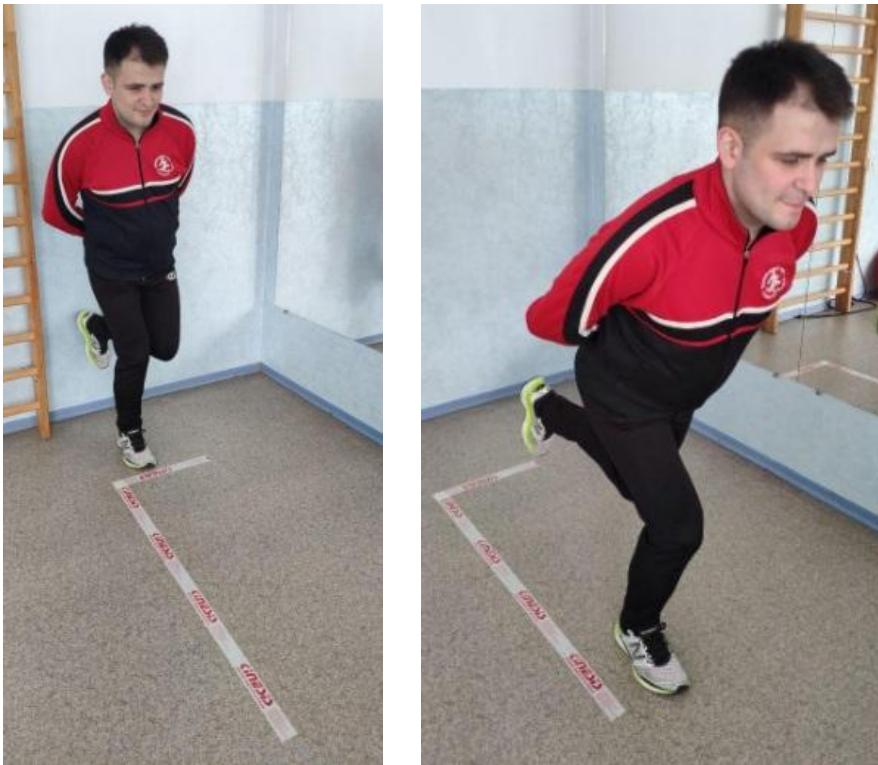


Рис.2.1 Стрибковий тест на відстань

Боковий (латеральний) стрибковий тест вказує на силову витривалість. Згідно Gustavsson et al. (2006) тест показує досить високий рівень надійності ($r > 0.85$), і вищу чутливість в порівнянні з горизонтальним стрибковим тестом, хоча меншу специфічність 87% (Fratti Neves, 2017). Досліджуваний стоїть на тестованій нозі і здійснює латеральний стрибок між двома паралельними лініями на відстані 30 см на підлозі. Підраховується максимальна кількість стрибків за 30 секунд. Тестована нога не має торкатися країв ліній (Westin, 2015).

Квадратний стрибковий тест показує **комбінацію** вказує на силову витривалість, координацію та постуральний контроль. Досліджуваний стоїть в квадраті, позначений лініями, розміром 40*40 см. Досліджуваний стоїть на тестованій нозі та здійснює в та за межі квадрата стрибок за годинниковою стрілкою протягом 30 секунд. Підраховується кількість стрибків в та за межі квадрату, без торкання ліній квадрату. Для виконання даних тестів потрібно мати симетричну динамічну стабільність колінних суглобів, відсутність вальгусу при стрибку, достатньої амплітуди руху в суглобах та сили м'язів нижніх кінцівок (Caffrey, Docherty, Schrader, & Klossner, 2009).

При відсутності травм різниця між показниками тесту в нижніх кінцівках складає 85-90% (Noves et al 1990)

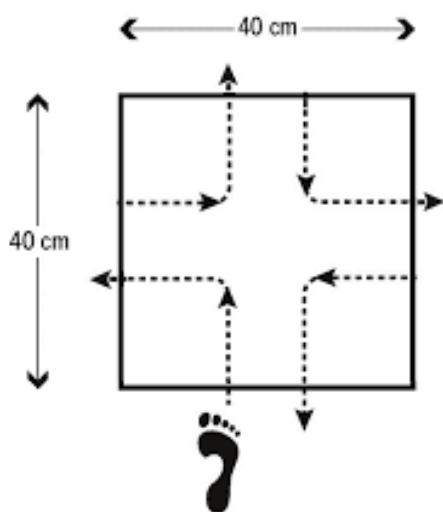


Рис.2.2. Квадратний стрибковий тест

Рис.2.3. Квадратний стрибковий тест 1

Y balance test (YBT)

Y balance test використовується для оцінки ризику травматизму, та динамічного балансу, стабільності та сили в різних напрямках досягання.

Досліджуваний стоїть на одній нозі, в той час як протилежною досягає 3-х різних напрямків, а саме: переднього, задньомедіального та задньолатерального. В кожному напрямку проводиться 3 спроби. Результат оцінюється сумациєю трьох показників з різних напрямків для кожної ноги. Вподальшому дані співвідносяться з довжиною нижніх кінцівок.

Результат тесту показує зв'язок з силою згиначів коліна та відвідних м'язів стегна (Lee et al., 2015).



Рис. 2.4. Y balance test (передній напрямок, задньолатеральний напрямок, задньомедіальний напрямок)

Необхідне обладнання:

1. Форма для заповнення результатів
2. Y Balance шаблон, з клейкою стрічкою та сантиметровою стрічкою

Тест проводиться в такому порядку:

1. Права, передній напрямок
2. Ліва, передній напрямок
3. Права, задньомедіальний напрямок
4. Ліва, задньомедіальний напрямок
5. Права, задньолатеральний напрямок
6. Ліва, задньолатеральний напрямок

Руки знаходяться на бедрах, досліджуваний повинен дотягтися максимально далеко нетестованою ногою, непереносячи ваги, і повернутися до вихідного положення.

Дослідження повторюється по 3 рази для кожного напрямку та для кожної ноги. Коли були зроблені три спроби для одної кінцівки, дозволено переходити до наступної.

Оцінка результатів

Абсолютна дистанція досягання (см) = (Спроба 1+спроба 2 + спроба 3)/3

Відносна дистанція досягання (%) = Абсолютна дистанція досягання/ довжина кінцівки*100

В дослідженні використовувалися показники абсолютної дистанції досягання, адже результат порівнювався окремо для кожного учасника.

Одним з критеріїв відбору учасників є тестування компоненту Структура та Функція мануальний м'язовий тест ≥ 4 .

Мануальне м'язове тестування (ММТ)

Мануально м'язове тестування - це процедура оцінки функції та сили окремих м'язів і групи м'язів, засновані на ефективному виконанні руху. Напруга відносно сил гравітації та ручного опору (Clarkson, 2013).

Дослідження сили м'язів є типовим складовим об'єктивного обстеження і важливим компонентом діагностики в фізичній терапії. Ціллю ММТ є оцінити наявність слабкості м'язів часто при неврологічному дефіциті або м'язовому дисбалансі. Враховуючи, що гірськолижний спорт ставить певні вимоги перед гірськолижниками з фізичної підготовки важливим є оцінити силу м'язів нижніх кінцівок. Також, для виконання функціональних тестів потрібний достатній показник сили м'язів ,балансу та координації. (Naqvi & Sherman, 2020).

Оксфордська шкала зазвичай використовується фізіотерапевтами для ручного оцінювання м'язової сили. Відповідно до шкали Оксфорда, сила м'язів оцінюється від 0 до 5 (Naqvi & Sherman, 2020). Оцінки наведені нижче:

- 0 – нема активного скорочення м'язів
- 1 – М'язове скорочення без руху у суглобі;
- 2 – Рух, який здійснюється без сили гравітації;
- 3 – Рух проти сили гравітації, по повній наявній амплітуді руху;
- 4 – Рух проти сили гравітації та легким опором;
- 5 – “Нормальна сила”

Для участі в дослідженні проводилося мануальне м'язове тестування таких груп м'язів: відвідних м'язів стегна,розгиначів стегна, згиначів коліна, розгиначів коліна,та згиначів коліна.(Додаток Б)

Гоніометрія

Для визначення амплітуди руху в суглобах нижніх кінцівок використовувалася гоніометрія (Додаток Б). Одним з критеріїв відбору учасників дослідження є повна безболісна амплітуда руху в суглобах нижніх кінцівок.

Суб'єктивна оцінка рівня втоми (Шкала Борга)

Для динамічного спостереження за зміною втоми під час заняття використано шкалу суб'єктивної оцінки рівня втоми в балах (Borg, 1998).

10-бальна шкала оцінки може використовуватися для тестування спортсменів. Під час заняття обстежуваний суб'єктивно оцінює в балах ступінь втоми на кожній стадії заняття. Використовуючи шкалу Борга є можливість виявити співвідношення між між потужність виконуваного навантаження і рівнем втоми на різних етапах заняття. За даними Ландирь, Ачкасов, та Медведев у спортсменів допустимий рівень втоми при тестуванні до 8-10 балів, то у людей, що займаються оздоровчою фізкультурою цей рівень повинен не перевищувати 5-6 балів.

<i>Модифікована шкала Борга</i>	
0	відсутність задишки, нічого взагалі
0,5	дуже, дуже незначна
1	дуже слабка задишка
2	незначна задишка
3	помірна задишка
4	дещо важка задишка
5	сильна задишка
6	Між сильною задишкою та дуже сильною задишкою
7	дуже сильна задишка
8	Між дуже важкою задишкою і дуже, дуже важкою задишкою
9	дуже, дуже сильна задишка
10	максимальна задишка

Рис.2.8. Суб'єктивна оцінка рівня втоми (Шкала Борга)

American College of Sports Medicine (2017) рекомендує використовувати шкалу від 0 до 10 адже вона дозволяє індивідуалізувати інтенсивність виконання вправ залежно від стану кардіореспіраторної системи.

Міжнародна класифікація функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я

МКФ належить до «родини» міжнародних класифікацій, розроблених Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) для застосування до різних аспектів здоров'я.

Загальною метою класифікації МКФ є визначення уніфікованої і стандартизованої мови та критеріїв для опису стану здоров'я і пов'язаних з ним станів. Вона впроваджує визначення складових здоров'я та деяких складових, пов'язаних зі здоров'ям (таких, як освіта та праця). Домени МКФ описуються з позиції організму, особи та суспільства в двох основних переліках: (1) Функції та Структури організму; і (2) Діяльність та Участь . Як класифікація, МКФ систематично групує різні домени для людини в певному стані здоров'я (наприклад, що людина з хворобою чи розладом робить або може зробити). Функціонування є загальним терміном, що охоплює всі функції організму, діяльність та участь; МКФ також містить перелік факторів середовища, які взаємодіють з усіма цими категоріями. Таким чином, вона дозволяє фіксувати важливі профілі функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я особи в межах різних доменів.

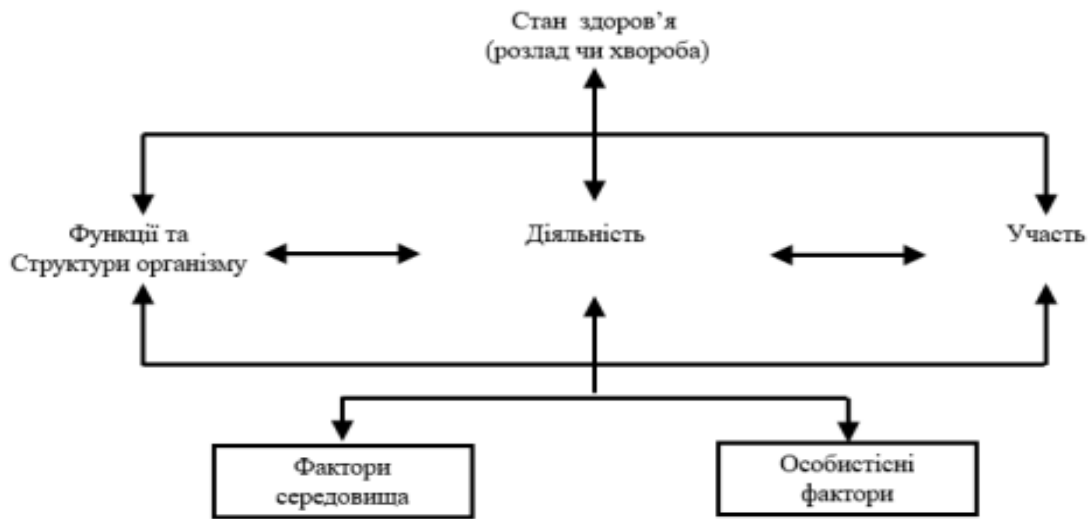


Рис.2.9. Взаємодія доменів МКФ

В МКФ гірськолижний спорт можна віднести до домену Участь, як залучення особи до участі яка є важливою для неї. Домени пов'язані між собою, адже рівень функціонування структур та функцій організму, рівень розвитку фізичних якостей, визначає можливість якісної та безпечної участі в гірськолижному спорті. До структур і функцій організму, що будуть безпосередньо впливати на участь в гірськолижному спорті відноситься: рівень розвитку фізичних якостей, рівень функціонування серцево-судинної та дихальної систем, наявність попередніх травм, вік, ІМТ, стать.

При цьому вплив на якість та безпечність гірськолижного спуску будуть впливати також фактори середовища, а саме : якість спорядження (лижне спорядження, кріплення, черевики, одяг, захист (шолом)), погодні умови, стан траси (складність, сніговий покрив, кут нахилу), наявність інших гірськолижників на трасі, підйомник (бугельний чи крісельний).

Не менш важливими є особисті фактори а саме: досвід та техніка катання, володіння технікою правильного падіння, оцінка власних можливостей при спуску, знання правил поведінки на гірськолижній трасі.

Програма профілактики травматизму комплексно впливає на домен Участь, тобто якість виконання важливої участі (гірськолижного спорту) за

рахунок покращення показників в домені Структура та функції та в домені особисті фактори.

Ціллю експерименту є зменшення травматизму серед гірськолижників аматорів. В фізичній терапії ми ставимо короткотермінові (на 2-4 тижні) та довготермінові цілі (більше 4 тижнів). В нашій роботі короткотермінові цілі спрямовані на покращення показників функціональних тестів. Щоб поставлені цілі були об'єктивними в фізичній терапії, вони повинні відповідати SMART-формату.

Specific, перекладається як «конкретна», це означає, що поставлене бажання повинне бути чітким. Ціль має бути специфічною для втручання фізичного терапевта.

Метою нашої роботи є профілактика травматизму серед гірськолижників аматорів, і цілі є специфічними саме для гірськолижників аматорів. Програма втручання є специфічною відповідно до біомеханіки техніки катання та механізму травмування гірськолижників.

Measurable означає «вимірювана», тобто з вимірюваним результатом. Результати досягнення цілей, які ми ставимо для учасників, оцінюються валідними тестами, що зможуть показати результати до та після втручання.

Acceptable - «прийнятна». Ціль має бути прийнятна для пацієнта та узгоджена з пацієнтом. Цілі не встановлює терапевт без пацієнта.

Realistic перекладається як «реалістична». Ціль для пацієнта повинна базуватися на проведених раніше наукових дослідженнях, та попередньому досвіді, адже це дозволить оцінити реалістичність її досягнення.

Timed означає «визначена в часі». Ціль втручання повинна бути визначена в часі, тобто цілі повинні мати чіткі часові проміжки.

2.1.3 Методи математичної статистики

Для опису основних особливостей вибірки у дослідженні ми використали дескриптивний аналіз. Були використані такі інструменти дескриптивного аналізу: вибірка населення, розподіл частоти, центральна тенденція, змінність.

Центральна тенденція подана у вигляді трьох показників: середнє арифметичне, медіаною.

Інференційний статистичний аналіз - це статистичний аналіз, який допомагає відповісти на дослідницьке питання. Інформація про те, що зв'язки між двома або більше змінними є систематичними та не випадковими. Нульова гіпотеза стверджує, що різниці між двома змінними немає. Це означає, що у нашому дослідженні не відбулось змін, між показними тестування до і після пройденної програми щодо профілактики травматизму в гірськолижників аматорів. Альтернативна гіпотеза стверджує, що є різниця між двома змінними. Це означає, що у нашому дослідженні відбулись зміни, між показниками до і після пройденної програми з фізичної терапії (програми щодо профілактики травматизму колінного суглоба в гірськолижників аматорів). У дослідженні ми використовували непараметричну статистику, так як цей вид статистики можна застосувати для невеликої вибірки. Непараметричні тести, пов'язані з гнучкістю даних і не відповідають нормальному розподілу. Із всіх цих тестів, ми обрали Wilcoxon signed-rank тест. Wilcoxon signed-rank тест - непараметричний еквівалент парного параметричного t-тесту. Порівнює дві парні групи, коли вибірка невелика і нормально не розподілена, наприклад порівняння результатів тесту перед та після втручання. Ця статистична модель часто використовується в клінічних дослідженнях щоб визначити чи метод лікування був ефективним в порівнянні з базовими вимірами залежної змінної (Stein, 2012). Дескриптивний та інференційний аналіз здійснювався за допомогою мови програмування R, в середовищі R.

2.2. Організація дослідження

Дослідження було проведене в 4 етапи:

1-й етап: листопад 2018-травень 2019р. – аналіз науково-методичної літератури для визначення: статистики гірськолижного травматизму, причин та механізмів травматизації, та аналіз існуючих програм профілактики травматизму в спорті.

2-й етап: червень-вересень 2019р. – розробка експериментальної програми, підбір учасників .

3-й етап: вересень-грудень 2020 р. – перевірка ефективності програми.

4-й етап: січень-квітень 2020р. – статистична обробка отриманих даних і літературне оформлення магістерської роботи.

Для підбору клієнтів ми керувалися критеріями включення :

Критерії включення:

1. Вік 20-35 років.
2. Відсутність попередніх травм колінних суглобів
3. Відсутність больових відчуттів в колінних суглобах при фізичних

активностях на момент проведення тестування

4. Відсутність набряку колінних суглобів
5. ММТ м'язів нижніх кінцівок ≥ 4
6. Досвід катання 3-5 сезонів

Вік 20-35 років був взятий як критерій включення адже цей вік є найбільш оптимальним для вдосконалення фізичних якостей, навичок катання. Як було вказано в попередньому розділі гірськолижний спорт ставить високі вимоги перед фізичною підготовкою гірськолижників аматорів. Враховуючи це критеріями включення були взяті достатній показник ММТ для виконання функціональних тестів та програми профілактики, відсутність попередніх травм колінного суглоба та стан коліна на момент обстеження та виконання програми. Дослідження та тестування учасників проводилося в домашніх умовах, контроль виконання програми проводився 3 рази на тиждень. Наявність чи відсутність попередньої травми колінного суглоби визначалася опитуванням учасників.

Відібрано 10 учасників які відповідали критеріям включення та виявили бажання взяти участь в програмі профілактики.

Стрибкові тести та Y balance test проводилися за одне заняття з перервою 5 хв між тестами. Кожен тест передбачав пробні спроби.

Вибірка та характеристика учасників

Учасники	Стать	Вік	Ріст	Вага
1	Ж	27	164	55
2	Ч	23	183	84
3	Ж	27	169	62
4	Ж	27	169	63
5	Ж	32	170	65
6	Ч	33	175	75
7	Ч	30	185	95
8	Ж	25	170	65
9	Ж	34	160	53
10	Ч	27	183	82
$\bar{x} \pm sd$		28.5±3.59	172.8±8.48	69.9±13.60

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ТА ПЕРЕВІРКА ЇЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

3.1. Обґрунтування програми фізичної терапії

Запропонована специфічна методика втручання для профілактики травматизму повинна враховувати механізми травматизації, біомеханіку гірськолижного спуску, та фізичні показники що вимагаються від гірськолижника на трасі.

Гірськолижний спуск вимагає від гірськолижника прояв таких показників як:

- Силових (як здатність певний час переборювати певний опір або протидіяти йому за рахунок м'язових зусиль)
- Силова витривалості (здатність певний час підтримувати певні зусилля, залежно від тривалості спуску)
- Витривалості (здатність долати втому в процесі рухової діяльності)
- Нервово-м'язової координації (баланс, пропріоцепція)

За Шиян (2001) для розвитку силових показників потрібно враховувати такі параметри:

- Інтенсивність навантаження (починати з 60-80% навантаження ,в нашому дослідженні використовується навантаження вагою власного тіла та еластичною резинкою)

- Об'єм навантаження (повинен складати 8-12 разів на кожну групу м'язів і 3 підходи)

- Послідовність виконання від вправ на двосуглобові м'язи, далі – на односуглобові

- Характер відпочинку екстремальний, активний : між підходами від 2 до 8 хв (настає суперкомпенсація) частота занять мінімум 3 рази на тиждень, метод тренувань (інтервальний).

Методики розвитку вибухової сили передбачає використання величину обтяження від 20-30% до 70-80% від максимальної. Кількість повторень в одному підході від 3-4 до 8-10 разів, тривалість

вправи від 5 до 10с (Шиян, 2001) .

Розвиток загальної витривалості доцільно розпочинати з застосування методу безперервної стандартизованої вправи. Оптимальна тривалість вправи (об'єм) 20-30 хвилин у слабо підготовлених людей, у кваліфікованих спортсменів – до кількох годин. Інтенсивність навантаження можна визначити за показниками ЧСС. Роботу на витривалість можна виконувати при ЧСС в діапазоні 135-155 уд\хв (Шиян, 2001).

Засобом розвитку силової витривалості є різноманітні динамічні і статичні вправи та їх комбінації. Найпоширенішими методами її удосконалення є методи повторної вправи та колового тренування.

Для розвитку силової витривалості необхідно дотримуватися таких параметрів тренувальних навантажень (Шиян, 2001):

- Величина опору в межах 20-70 %
- Кількість повторень вправи в одному підході від 15-20 до 150 разів і навіть більше
- Оптимальний тренувальний ефект спостерігається при кількості повторень в межах від 60 до 100 % повторного максимуму (ПМ) та тривалість вправи в одному підході за часом повинна становити 15-120
- Оптимальна тривалість інтервалів відпочинку між підходами становить 20-90 с. Слід орієнтуватись на динаміку відновлення ЧСС.
- Характер відпочинку між серіями і вправами - активний.

Під час гірськолижного спуску необхідно зберігати баланс тіла і просторі через контакт з нерівною сніговою поверхнею, вібрації, зміну швидкості, перенесення ваги на одну ногу, маневрування. Вправи на баланс, включені в програму тренування допоможуть тренувати рівновагу в травмонебезпечних ситуаціях.

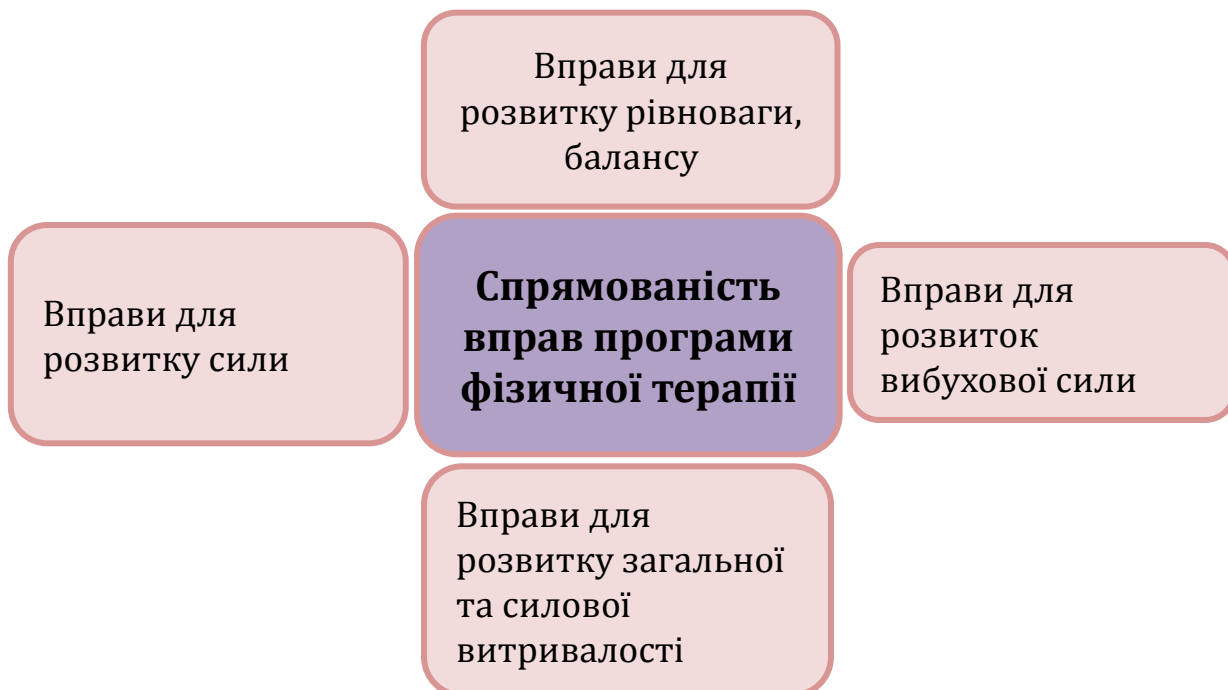


Рис.3.2 Спрямованість вправ фізичної терапії в програмі профілактики травматизму серед гірськолижників аматорів

Згідно даних Bushman (2017) аеробне заняття повинно відповідати певній послідовності, щоб забезпечити безпечність виконання вправ та задоволеність.

Кожне заняття містить підготовчу частину(10%), основну частину (80%), та заключну частину (10%) (Рис. 3.1.)



Рис.3.1. Огляд структури аеробного заняття. Адаптовано В. Bushman and J.C. Young, (Bushman, 2017)

Підготовча частина включає в себе вправи для розігріву: біг на місці, скакалка, велотренажер. Основана частина містить вправи, спрямовані на

підготовку фізичного стану гірськолижника до різноманітних умов на гірськолижній трасі. Заминку слід проводити 5-10 хв з низькою до середньою інтенсивністю (Bushman, 2017). Використовувалися вправи на розтяг для м'язів задньої поверхні стегна, чотириголового м'язу, та литкових м'язів по 20-30 секунд. За рекомендаціями American College of Sports Medicine (2017) рекомендується частота тренувань від 3 до 5 разів на тиждень, залежно від поставлених цілей та інтенсивності тренувань.

Програма профілактики тривала 5 тижнів, складність вправ підбиралася залежно від попереднього функціонального рівня. (Додаток Г) Заняття тривало 30-40 хв 3-5 рази на тиждень з яких : 5 хв розминка, основна частина , у вигляді бігу на місці, велотренажер. Кожен тиждень складався з комбінації двох занять на загальну витривалість та на зміцнення м'язів тулуба, та 1-2 заняття на розвиток рівноваги та силових показників.

Згідно American College of Sports Medicine (2017) спеціалісти користуються термінами “легка”, “середня” та “важка” ступінь інтенсивності. Один з методів є визначення рівня втоми під час виконання завдань (шкала Борга), при цьому 5-6 балів за шкалою Борга вказують на середню інтенсивність, а 7-8 на важку інтенсивність (Bushman, 2017). Інтенсивність тренувань регулювалася за рівнем ЧСС, та шкалою Борга. З метою самоконтролю стану учасників дослідження використовували один з доступний методів , це вимір динаміки ЧСС протягом заняття, та розрахунок максимального та тренувального ЧСС.

Таблиця 3.1

Heart Rate Intensity Guidelines (Bushman, 2017). Розподіл занять щодо розвитку фізичних якостей виглядав

Рівень інтенсивності	Відсоток від максимального ЧСС
Легкий	-60%
Середній	-70%
Важкий	-85%

Рекомендації American College of Sports Medicine (2017) вказують, що рівень тренувального ЧСС буде складати відсоток від максимальної ЧСС залежно від бажаної інтенсивності (Bushman, 2017).

Методика включає вправи в закритому кінематичному ланцюзі, адже ми забезпечуємо розвиток динамічної стабільності та пропріоцепції та менші зсувні сили в порівнянні з вправами в відкритому кінематичному ланцюзі. Вправи повинні виконуватися в межах функціональної амплітуди в кульшових та колінних суглобах, що притаманна гірськолижному спуску. При підборі вправ враховано вид скорочення м'язів (ексцентричне, концентричне, ізометричне, ізотонічне, ізокінетичне) залежно від скорочення під час гірськолижного спуску (напр. задня поверхня стегна ексцентрично та ізометрично залежно від фази, чотириголовий м'яз ізометричне скорочення при незначному згинанні в колінному суглобі, та ексцентричне скорочення при неконтрольованому переносі ваги дозад від серединної лінії).

Під час руху гірськолижника можна помітити, що відбувається рух нижніх кінцівок, але при цьому корпус залишається максимально стабільним, в позиції лінії спуску. Враховуючи вище сказане, необхідною складовою програми профілактики травматизму є включення вправ на розвиток м'язів тулуба (поперечний, косі м'язи живота, прямий м'яз живота, багатороздільні м'язи). Для розвитку м'язів тулуба включено різного роду статичні вправи (планка, бокова планка та ін.), для забезпечення стабільності тазу та спини при довготривалому спуску, та динамічні вправи, при здійсненні поворотів.

Функціональна амплітуда при гірськолижному спуску складає 60-90 градусів згинання в колінному суглобі, тому в програмі використовуємо вправи в закритому кінематичному ланцюзі в межах функціональної амплітуди згинання. Під час використання карвінгових лиж при спуску прямо по схилу спостерігаємо ізометричне скорочення чотириголових м'язів колінних суглобів на різних градусах згинання колінного суглоба, та почергове перенесення ваги з правої лижі на ліву для здійснення кантування. Кантування вимагає крім ізометричної роботи медіальної та латеральної головки чотириголового м'язу, для протидії

силі повітря та утримування положення, також стабілізацію тазу відвідними м'язами кульшового суглоба ноги, на яку переноситься вага. Враховуючи вид скорочення та біомеханічні особливості під час спуску, в програму включено вправи з присіданням до 60 градусів з затримкою, а також присідання з почерговим перенесенням ваги на кожен ногу. Потрібно зазначити, що максимальна активація різних головок чотириголового м'язу відбувається на різних кутах згинання колінного суглоба. Враховуючи те, що зміцнення м'язу відбувається на певному куті згинання при ізометричному скороченні, доцільно включити ізометричні вправи на різних кутах згинання колінного суглоба зі зміною кожні 20 градусів (40, 60 та 80 градусів згинання). Для даного виду скорочення ми підбирали вправи в закритому кінематичному ланцюзі, а саме затримка при різному градусі згинання колінного суглоба з опором на стіну.

Під час повертання спостерігається зовнішня ротація внутрішньої ноги, та внутрішня ротація зовнішньої ноги в відкритому кінематичному ланцюзі. Дані рухи повинні бути контрольованими, адже комбінація внутрішньої ротації та приведення призводить до збільшення рівня вальгусу в колінному суглобі, що є досить травматичним для структур колінного суглоба. Слабкість і зменшена активація відвідних м'язів стегна та зовнішніх ротаторів асоціюється з ризиком травмування нижньої кінцівки (Lewis, Foley, Lee, & Berry, 2018)

Відповідно до цього, в програму додано вправи на зміцнення відвідних м'язів кульшового суглоба та зовнішніх ротаторів стегна. Згідно даних дослідження Lewis et al.(2018) для зміцнення відвідних м'язів кульшового суглоба часто використовується еластична резинка. Ціллю даного дослідження було визначити різницю в активації м'язів та патернах руху під час виконання бокових кроків при різному розміщенні еластичної резинки (на рівні колін, гомілок, стоп). Досліджувалися великий сідничний, середній сідничний м'яз, та м'яз натягач широкої фасції для опорної та для ноги, що здійснює рух під час концентричної та ексцентричної фази. Активність великого та середнього сідничного м'язу була більшою при розташуванні резинки між стопами в порівнянні з розташуванням вище колін та на гомілках. Тоді як активність м'язу

натягача широкої фасції збільшилася при розташуванні резинки навколо стоп. Результати були однаковими як для обох ніг. Враховуючи вище сказане, в програму профілактики було додано вправи в відкритому кінематичному ланцюзі ізометричного, та концентричного виду скорочення, а саме бокова ходьба з еластичною резинкою навколо стоп та контроль вальгусу колін при виконанні вправ. Також бокова планк

а з колін з підніманням та опусканням тазу призведе до збільшення сили відвідних м'язів стегна, та м'язів тулуба.

Для розвитку силової витривалості, як необхідної складової для безпечного гірськолижного спуску, підібрані вправи в закритому кінематичному ланцюзі (наприклад опускання на одній нозі до 60 градусів згинання в колінному суглобі (до суб'єктивного відчуття втоми 5-6 за шкалою Борга) протягом 3 хв з подальшим збільшенням тривалості) з урахуванням параметрів розвитку силової витривалості.

А також стрибкові вправи в відкритому кінематичному ланцюзі, а саме : латеральні стрибки з ноги на ногу, та стрибки на одній нозі на дистанцію 30 см до відчуття втоми 5-6 за шкалою Борга.

Як було висвітлено раніше м'язи задньої групи стегна (напівперетинчастий, напівсухожилковий та двоголовий м'яз стегна) можуть чинити захисну функцію щодо ПХЗ, ексцентрично скорочуючися протидіяти зсуву гомілки допереду. Тому було додано вправи на ексцентричне скорочення м'язів задньої поверхні стегна в відкритому та закритому кінематичних ланцюгах : опускання корпусу та стегон з фіксованими гомілками, розгинання колінних суглобів з положенням піднятого тазу та з опорою на стопи.

Для заминки використовувалися вправи на розтяг для м'язів задньої поверхні стегна, чотириголового м'язу, та литкових м'язів по 20-30 разів на кожную групу м'язів.

Приклади вправ представлені в додатку Д.

3.2. Результати досліджень та їх обговорення

Оцінка ефективності програми профілактики травматизму колінного

суглоба серед гірськолижників аматорів проводилася по завершенню програми за допомогою функціональних тестів, що проводилися перед початком програми: стрибковий тест на відстань, латеральний стрибковий тест, квадратний стрибковий тест, Y balance тест.

За рахунок порівняння показників функціональних тестів до та після проведеної програми можна зробити висновок про ефективність програми та можливий вплив на зменшення травматизму колінного суглоба серед гірськолижників аматорів. Дані були проаналізовані за допомогою непарамаетричного Wilcoxon signed-rank test, тест був використаний для визначення значущості змін на груповому рівні у програмному середовищі R studio. Відмінності визначали між результатами перед та після проведеної програми для кожного учасника. Рівень статистичної значимості $p < 0,05$.

Таблиця 3.2

Середні показники, стандартні відхилення результатів до та після втручання та аналіз даних за допомогою Wilcoxon signed-rank test

Тест	$\bar{x} \pm sd$ до втручання	$\bar{x} \pm sd$ Після втручання	P
Стрибковий тест на відстань Права нога (см)	98.13±20.00	107.46±22.23	0.00195313
Стрибковий тест на відстань Ліва нога (см)	99.38±17.96	108.98±20.16	0.00195313
Латеральний стрибковий тест Права нога	34.1±8.68	36.7±10.64	0.0220149
Латеральний стрибковий тест Ліва нога	35.8±6.82	37.2±7.13	0.0229575
Квадратний стрибковий тест Права нога	36.5±5.35	37.7±5.39	0.0663621*

Квадратний стрибковий тест Ліва нога	37.6±5.62	38.9±5.30	0.0649778*
Y balance test Передній напрямок Права нога (см)	67.15±3.29	69.26±4.30	0.00390625
Y balance test Передній напрямок Ліва нога (см)	66.99±3.24	69.16±4.04	0.00195313
Y balance test Задньолатеральний напрямок Права нога (см)	97.81±11.49	98.58±11.10	0.0322008
Y balance test Задньолатеральний напрямок Ліва нога (см)	97.01±11.74	98.22±11.45	0.00588927
Y balance test Задньомедіальний напрямок Права нога (см)	88.97±14.80	90.33±15.11	0.00195313
Y balance test Задньомедіальний напрямок Ліва нога (см)	88.4±15.11	90.09±15.28	0.00585710

Примітка * - статистично недостовірний результат

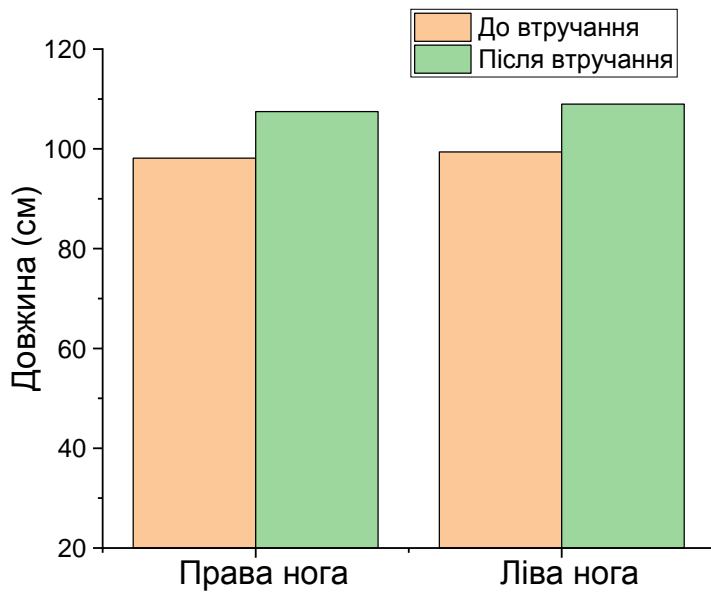


Рис.3.2. Порівняння середніх значень виконання стрибкового тесту на відстань до та після втручання в групі.

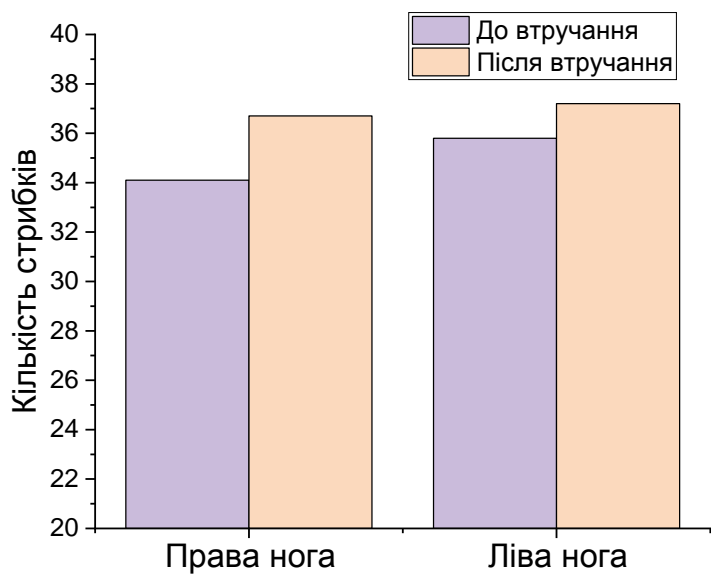


Рис.3.3. Порівняння середніх значень виконання латерального стрибкового тесту до та після втручання в групі.

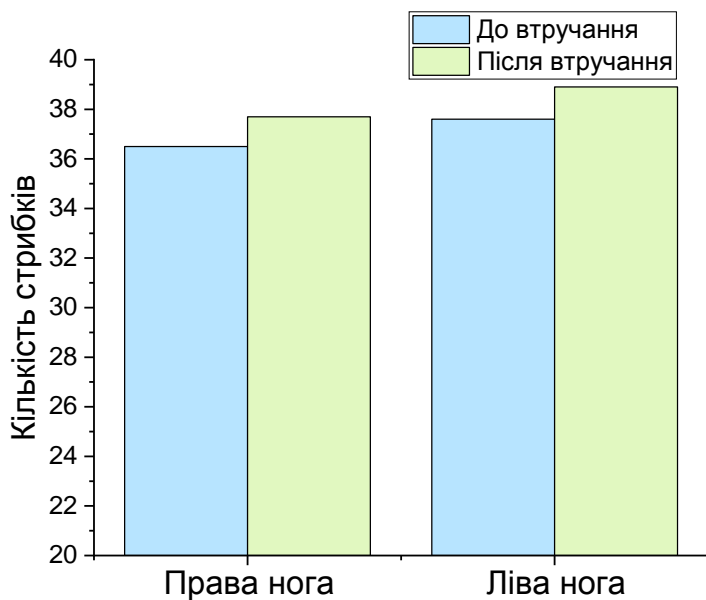


Рис.3.4. Порівняння середніх значень виконання квадратного стрибкового тесту до та після втручання в групі.

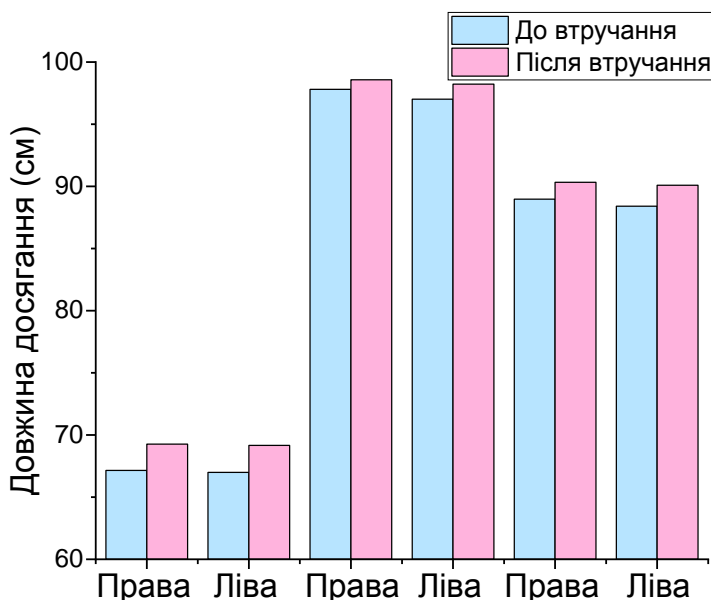


Рис.3.5. Порівняння середніх значень виконання Y balance test до та після втручання в групі.

Оскільки показники P- значення для показників стрибкового тесту на відстань, латерального стрибкового тесту, та показників Y balance test менші рівня значущості (α) = 0,05, ми відхилили H_0 . Це значить що шанс появи помилок типу 1 є малим для даних тестів. Медіана відмінностей між парними спостереженнями статистично достовірна і відрізняється від 0. Тест Wilcoxon (для учасників перед і після програми втручання) класифікує абсолютні

значення різниць між спостереженнями у групі учасників і обчислює статистику за кількістю від'ємна та позитивна різниця (Показник кожного тесту до виконання програми та показник кожного тесту після виконання програми) (Додаток В).

P- значення квадратного стрибкового тесту для правої і лівої ноги був більшим за α , тому результат виявився не достовірним та підтримує нульову гіпотезу.

Квадратний тест потребує достатнього рівня силової витривалості, динамічної стабільності у всіх напрямках, та координації. Можливо через даний факт не всі учасники показали результат під час виконання даного тесту.

ВИСНОВОК

1. Систематизовано та узагальнено сучасні науково-методичні знання та результати практичного досвіду з питань причин, механізмів травми колінного суглоба серед гірськолижників аматорів, біомеханіки гірськолижного спуску та програм профілактики травматизму колінного суглоба в спорті. Виявлено зв'язок між фізичною підготовкою, порушеною біомеханікою гірськолижника аматора під час спуску та механізмами травми. Встановлено відсутність програм фізичної терапії щодо профілактики травмування ПХЗ серед гірськолижників аматорів. Виявлено зв'язок між фізичною підготовкою, порушеною біомеханікою гірськолижника аматора під час спуску та механізмами травми.

2. За допомогою використаних функціональних тестів (стрибковий тест на відстань, латеральний стрибковий тест, квадратний стрибковий тест, Y balance test) для перевірки функціонального стану коліного суглоба, було обстежено стан нервовом'язового контролю, силу м'язів нижньої кінцівки (чотириголового, задньої поверхні стегна).

3. Розроблена програма фізичної терапії для профілактики травмування колінного суглоба серед гірськолижників аматорів. Після проходження програми ми отримали позитивні зміни в показниках функціонального стану колінного суглоба а саме : результат стрибкового тесту на відстань, латерального стрибковго тесту, та Y balance test до та після втручання був

статистично значущий ($P < 0,05$), результат квадратного тесту не показав достовірної різниці ($P > 0,05$). Даний результат квадратного тесту, можливо, пояснюється вимогою прояву одночасно багатьох фізичних якостей таких як: динамічного контролю коліна, силової витривалості, постурального контролю.

4. Надані та обговорені рекомендації щодо правил поведження на схилі від FIS, найпоширеніші причини та механізми травматизму ПХЗ серед гірськолижників аматорів (Додаток А).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Arendt EA.(2001). Relationship between notch width index and risk of noncontact ACL injury. In: Griffin LY, ed. Prevention of Noncontact ACL Injuries. Rosemont, Ill: American Academy of Orthopaedic Surgeons;:33-44.
- Bahr, R., Krosshaug, (2005). Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *British Journal of Sports Medicine*, 39(6), 324–329. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.018341>
- Bahr, R., Krosshaug, (2005). Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *British Journal of Sports Medicine*, 39(6), 324–329. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.018341>
- Berg, H. E., Eiken, O. and Tesch, P. A. (1995) Involvement of eccentric muscle actions in giant slalom racing. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27, 1666-70
- Berge, H. M., & Clarsen, B. (2013). Sports injury prevention: Mission Possible! *British Journal of Sports Medicine*, 47(8), 467–468. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092457>
- Bushman, B. A., & American College of Sports Medicine (Ред.). (2017). ACSM's complete guide to fitness & health (Second edition). Human Kinetics.
- Caffrey, E., Docherty, C. L., Schrader, J., & Klossner, J. (2009). The Ability of 4 Single-Limb Hopping Tests to Detect Functional Performance Deficits in Individuals With Functional Ankle Instability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(11), 799–806. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.3042>
- Clarkson HM. *Musculoskeletal Assessment: Joint Motion and Muscle Testing*. Philadelphia, PA; London: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health; 2013
- Clarys, J. P., Alewaeters, K. and Zinzen, E. (2001) The influence of geographic variations on the muscular activity in selected sports movements. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 11, 451-7.

- Daneshjoo, A., Mokhtar, A. H., Rahnama, N., & Yusof, A. (2013). Effects of the 11+ and Harmoknee Warm-up Programs on Physical Performance Measures in Professional Soccer Players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 12(3), 489–496. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3772593/>
- Deady, L. H., & Salonen, D. (2010). Skiing and Snowboarding Injuries: A Review with a Focus on Mechanism of Injury. *Radiologic Clinics of North America*, 48(6), 1113–1124. <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2010.07.005>
- DeMorat, G., Weinhold, P., Blackburn, T., Chudik, S., & Garrett, W. (2004). Aggressive quadriceps loading can induce noncontact anterior cruciate ligament injury. *The American Journal of Sports Medicine*, 32(2), 477–483. <https://doi.org/10.1177/0363546503258928>
- Docherty, C.L, Arnold, B.L., Gansneder, B.M., Hurwitz, S., Gieck J.(2005) Functional-performance deficits in volunteers with functional ankle instability. *J Athl Train.*;40:30-34
- Ettlenger CF, Johnson RJ, Shealy JE.(1995). A method to help reduce the risk of serious knee sprains incurred in alpine skiing. *Am J Sports Med.*;23(5):531-537.
- Europe: Number of skiers, by country 2018 | Statista. (б. д.). Вилучено 21, Травень 2020, із <https://www.statista.com/statistics/660546/europe-number-of-people-skiing-by-country/>
- Florenes TW, Nordsletten L, Heir S, Bahr R.,(2011) Recording injuries among World Cup skiers and snowboarders: a methodological study. *Scand J Med Sci Sports.*;21(2):196-205.
- Franchi, M. V., Ellenberger, L., Javet, M., Bruhin, B., Romann, M., Frey, W. O., & Spörri, J. (2019). Maximal Eccentric Hamstrings Strength in Competitive Alpine Skiers: Cross-Sectional Observations From Youth to Elite Level. *Frontiers in Physiology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00088>

- Fratti Neves, L. (2017). The Y Balance Test – How and Why to Do it? *International Physical Medicine & Rehabilitation Journal*, 2(4). <https://doi.org/10.15406/ipmrj.2017.02.00058>
- Gabriel, M. T., Wong, E. K., Woo, S. L., Yagi, M., Debski, R. E. (2004). Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J Orthop Res*, 22(1), 85-89.
- Girgis, F. G., Marshall, J. L., Monajem, A. (1975). The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop Relat Res*(106), 216-231.
- Griffin, L. Y., Albohm, M. J., Arendt, E. A., Bahr, R., Beynon, B. D., Demaio, M., ... Yu, B. (2006). Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(9), 1512–1532. <https://doi.org/10.1177/0363546506286866>
- Gustavsson A, Neeter C, Thomee P, Silbernagel KG, Augustsson J, Thomee R, et al. (2006) A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*;14:778–88.
- Hartigan E.H., Axe M.J., Snyder-Mackler L. Time line for noncopers to pass return-to-sports criteria after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010; 40: 141-154.
- Hébert-Losier, K., & Holmberg, H.-C. (2013). What are the Exercise-Based Injury Prevention Recommendations for Recreational Alpine Skiing and Snowboarding?: A Systematic Review. (Vol. 43). <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0032-2>
- Heidt, R. S., Sweeterman, L. M., Carlonas, R. L., Traub, J. A., & Tekulve, F. X. (2000). Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(5), 659–662. <https://doi.org/10.1177/03635465000280050601>

- Herman, K., Barton, C., Malliaras, P., & Morrissey, D. (2012). The effectiveness of neuromuscular warm-up strategies, that require no additional equipment, for preventing lower limb injuries during sports participation: a systematic review. *BMC Medicine*, 10, 75. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-75>
- Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR.(1999). The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med*. 1999;27:699-706.
- Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS Jr, Colosimo AJ, McLean SG, van den Bogert AJ, Paterno MV, Succop P.,(2005) .Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A... <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15722287>
- Hewett, T. E., Ford, K. R., & Myer, G. D. (2006). Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes: Part 2, A Meta-analysis of Neuromuscular Interventions Aimed at Injury Prevention. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(3), 490–498. <https://doi.org/10.1177/0363546505282619>
- Hintermeister, R. A. (1997) What do we know about super-sidecut skis? *Sportverletzung Sportschaden* 11, 137-9.
- Hydren JR, Volek JS, Maresh CM, Comstock BA, Kraemer WJ.(2013) Review of Strength and Conditioning for Alpine Ski Racing. *Strength and Conditioning Journal*.;35(1):10-28.
- Improving Hip Mobility for Ultimate Skiing! • X-Life Training. (2018, Сепень 13). X-Life Training. <https://www.x-lifetraining.com/improving-hip-mobility-for-ultimate-skiing/>
- Improving Hip Mobility for Ultimate Skiing! • X-Life Training. (б. д.). <https://www.x-lifetraining.com/improving-hip-mobility-for-ultimate-skiing/>

- Itoh, H., Kurosaka, M., Yoshiya S., Ichihashi N., Misuno K.(1998). Evaluation of functional deficits determined by four different hop tests in patients with anterior cruciate ligament deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*; 6: 241-245.
- Jordan, M. J., Aagaard, P., & Herzog, W. (2017). Anterior cruciate ligament injury/reinjury in alpine ski racing: a narrative review. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 8, 71–83. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S106699>
- Koehle MS, Lloyd-Smith R, Taunton JE. Alpine ski injuries and their prevention. *Sports Med*. 2002;32:785–793
- Kröll Josef, (2010) Muscle activity during recreational alpine skiing – Determined by a new methodological approach in alpine skiing surface EMG analysis.(Dissertation) , Salzburg
- Lauersen, J. B., Bertelsen, D. M., & Andersen, L. B. (2014). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*, 48(11), 871–877. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092538>
- Lee, D.-K., Kang, M.-H., Lee, T.-S., & Oh, J.-S. (2015). Relationships among the Y balance test, Berg Balance Scale, and lower limb strength in middle-aged and older females. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 19(3), 227–234. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0096>
- Lee, D.-K., Kang, M.-H., Lee, T.-S., & Oh, J.-S. (2015). Relationships among the Y balance test, Berg Balance Scale, and lower limb strength in middle-aged and older females. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 19(3), 227–234. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0096>
- Levy IM.(1988) Formulation and sense of the NAIRS athletic injury surveillance system. *Am J Sports Med*. 1988;16 Suppl 1:S132-133

- Lewis, C. L., Foley, H. D., Lee, T. S., & Berry, J. W. (2018). Hip-Muscle Activity in Men and Women During Resisted Side Stepping With Different Band Positions. *Journal of Athletic Training*, 53(11), 1071–1081. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-46-16>
- Lyle J. Micheli, M.D. (2011) *Encyclopedia of sports medicine* с.1319-1329
- Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe D, et al. (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: two-year follow up. *Am J Sports Med.*;33:1003-1010.
- Micheli L.J., M.D. (2011). *Encyclopedia of sports medicine* с.1319-1329
- Minetti, A. E. (2018). Biomechanics of Alpine Skiing. B H. Schoenhuber, A. Panzeri, & S. Porcelli (Ред.), *Alpine Skiing Injuries: Prevention and Management* (с. 1–7). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-6155-0_1
- Morrissey, M. C., Seto, J. L., Brewster, C. E., & Kerlan, R. K. (1987). Conditioning for Skiing and Ski Injury Prevention. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 8(9), 428–437. <https://doi.org/10.2519/jospt.1987.8.9.428>
- Mueller, E. and Schwameder, H. (2003) Biomechanical aspects of new techniques in alpine skiing and ski-jumping. *J Sports Sci* 21, 679-92.
- Murphy DF, Connolly DA, Beynon BD. (2003) Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *Br J Sports Med.*;37:13-29.
- Myklebust, G., Engebretsen, L., Braekken, I. H., Skjølberg, A., Olsen, O.-E., & Bahr, R. (2003). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: A prospective intervention study over three seasons. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 13(2), 71–78. <https://doi.org/10.1097/00042752-200303000-00002>
- Naqvi, U., & Sherman, A. I. (2020). *Muscle Strength Grading*. B StatPearls. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK436008/>

- Neumayr G, Hoertnagl H, Pfister R, Koller A, Eibl G, Raas E. (2003) Physical and physiological factors associated with success in professional alpine skiing. *Int J Sports Med*;24(8):571-575.
- Nicolas Pujol, Marie Philippe Rousseaux Blanchi, Pierre Chablat, (2007). The Incidence of Anterior Cruciate Ligament Injuries among Competitive Alpine Skiers: A 25-year Investigation.
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0363546507301083?journalCode=ajsb>
- Noyes, F.R., Barber, S.D., Mangine, R.E.(1991). Abnormal lower limb symmetry determined by functional tests after anterior cruciate ligament rupture. *Am J Sports Med*; 19: 513-518.
- Petersen, W., Braun, C., Bock, W., Schmidt, K., Weimann, A., Drescher, W., Eiling, E., Stange, R., Fuchs, T., Hedderich, J., & Zantop, T. (2005). A controlled prospective case control study of a prevention training program in female team handball players: The German experience. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 125(9), 614–621. <https://doi.org/10.1007/s00402-005-0793-7>
- Reid, A., Birmingham, T. B., Stratford, P. W., Alcock, G. K., & Giffin, J. R. (2007). Hop Testing Provides a Reliable and Valid Outcome Measure During Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Physical Therapy*, 87(3), 337–349. <https://doi.org/10.2522/ptj.20060143>
- Sakane, M., Fox, R. J., Woo, S. L., Livesay, G. A., Li, G., & Fu, F. H. (1997). In situ forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads. *J Orthop Res*, 15(2), 285-293.
- Shea, K. G., Archibald-Seiffer, N., Murdock, E., Grimm, N. L., Jacobs, J. C., Willick, S., & Van Houten, H. (2014). Knee Injuries in Downhill Skiers. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2(1). <https://doi.org/10.1177/2325967113519741>
- Smith, H. C., Vacek, P., Johnson, R. J., Slauterbeck, J. R., Hashemi, J., Shultz, S., & Beynon, B. D. (2012). Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury: A Review of the Literature—Part 2: Hormonal, Genetic, Cognitive Function, Previous

Injury, and Extrinsic Risk Factors. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 4(2), 155–161. <https://doi.org/10.1177/1941738111428282>

Smith, H. C., Vacek, P., Johnson, R. J., Slauterbeck, J. R., Hashemi, J., Shultz, S., & Beynnon, B. D. (2012). Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury: A Review of the Literature—Part 2: Hormonal, Genetic, Cognitive Function, Previous Injury, and Extrinsic Risk Factors. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 4(2), 155–161. <https://doi.org/10.1177/1941738111428282>

Söderman, K., Werner, S., Pietilä, T., Engström, B., & Alfredson, H. (2000). Balance board training: Prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? A prospective randomized intervention study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*, 8(6), 356–363. <https://doi.org/10.1007/s001670000147>

Souryal TO, Freeman TR. (1993). Intercondylar notch size and anterior cruciate ligament injuries in athletes. A prospective study. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8368414>

Steffen, K., Andersen, T. E., Krosshaug, T., van Mechelen, W., Myklebust, G., Verhagen, E. A., & Bahr, R. (2010). ECSS Position Statement 2009: Prevention of acute sports injuries. *European Journal of Sport Science*, 10(4), 223–236. <https://doi.org/10.1080/17461390903585173>

Steffen, K., Andersen, T. E., Krosshaug, T., van Mechelen, W., Myklebust, G., Verhagen, E. A., & Bahr, R. (2010). ECSS Position Statement 2009: Prevention of acute sports injuries. *European Journal of Sport Science*, 10(4), 223–236. <https://doi.org/10.1080/17461390903585173>

Stein, F., Rice, M.S., Cutler, S.K. (2012). *Clinical Research in occupational therapy* (Fifth edition). (p.316) Delmar, Cengage Learning

St-Onge N, Chevalier Y, Hagemeister N, Van De Putte M, De Guise J. Effect of ski binding parameters on knee biomechanics: a three-dimensional computational study. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:1218–1225

Tegner, Y., Lysholm, J., Lysholm, M., Gillquist, J. A performance test to monitor rehabilitation and evaluate anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med.* 1986; 14: 156-159.

Thomeé, R., & Werner, S. Return to sport. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 19(11), 1795. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1670-2>

Toumi H, Poumarat G, Benjamin M, Best TM, F'Guyer S, Fairclough J.(2007) New insights into the function of the vastus media- lis with clinical implications. *Med Sci Sports Exerc.*;39(7): 1153–9.

Using Resistance—How to Ski—Mechanics of Skiing. (б. д.). http://www.mechanicsofsport.com/skiing/basic_mechanics/using_resistance.html

Using Resistance—How to Ski—Mechanics of Skiing. (б. д.). Вилучено 30, Квітень 2020,

із

http://www.mechanicsofsport.com/skiing/basic_mechanics/using_resistance.html

Werner, S. (2011). Functional tests for evaluating patients before returning to sport. 28.

Westin, M. (2015). Alpine skiing: Injury profile, ACL injury risk factors and prevention. Karolinska Institutet.

Westin, M. (2015). Alpine skiing: Injury profile, ACL injury risk factors and prevention. Karolinska Institutet.

Міністерство охорони здоров'я України (21.12.2018) Наказ №№ 2449 «Про внесення змін до перекладу Міжнародної класифікації функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров'я та Міжнародної класифікації функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров'я дітей і підлітків»

Шиян Б.М. Методика фізичного виховання школярів \практикум\ - Львів, Світ,

Шиян Б.М. Теорія і методика фізичного виховання школярів. – Ч.1. –

ДОДАТКИ

1. <u>Уважно ставитися до оточуючих</u> Кожен гірськолижник і сноубордист повинен кататися і вести себе так, щоб не наражати на небезпеку оточуючих і не наносити їм шкоду.
2. <u>Контролювати швидкість і напрямок руху</u> Кожен гірськолижник і сноубордист повинен кататися у відповідності зі своїми фізичними і технічними можливостями, враховуючи крутизну і підготовленість схилу, погодні умови, кількість людей на схилі.
3. <u>Правильно вибрати траєкторію руху</u> Кожен гірськолижник і сноубордист, що знаходиться вище по схилу, повинен вибрати таку траєкторію руху, яка не перешкодить руху іншого гірськолижника або сноубордиста, що знаходиться нижче по схилу.
4. <u>Правильно здійснювати обгін.</u> На трасі можна обганяти інших гірськолижників/сноубордистів з будь-якої сторони за умови дотримання безпечної дистанції, достатньої для збереження простору, що дозволяє обганяється вчиняти будь-які дії.
5. <u>Уважно виїжджати на трасу, починати рух або перетинати схил</u> Кожен гірськолижник і сноубордист перед виїздом на трасу, початком руху після зупинки або в траверсі поперек схилу повинен попередньо подивитися уздовж траси вгору і вниз, щоб своїм маневром не створити небезпечну ситуацію для себе і оточуючих.
6. <u>По можливості зупинятися у безпечних місцях</u> Кожен гірськолижник і сноубордист повинен уникати зупинок без необхідності в погано проглядаємих місцях, перегінах і вузьких ділянках схилу. У випадку падіння необхідно якомога швидше покинути небезпечну ділянку.
7. <u>Підніматися і спускатися вздовж схилу в безпечних місцях</u> Гірськолижник або сноубордист повинен підніматися вгору по схилу або спускатися пішки вниз тільки по краю траси.
8. <u>Звертати увагу на знаки/розмітку і неухильно їх дотримуватися</u> Кожен гірськолижник і сноубордист повинен звертати увагу на знаки і розмітку, дотримуватися правил катання на схилі, написані на інформаційних щитах, плакатах, стрілках, не заходити на небезпечні ділянки, помічені маркувальними прапорцями і вказівниками.
9. <u>Надати допомогу</u> При нещасних випадках кожен гірськолижник і сноубордист зобов'язаний надати допомогу потерпілому.
10. <u>Мати при собі посвідчення особи і пред'являти його на першу вимогу</u> Кожен гірськолижник і сноубордист, що став свідком або учасником нещасного випадку, незалежно від того, несе він яку-небудь відповідальність чи ні, повинен надати особисті дані (ПІБ, контактний телефон).

Критерії відбору**Тестування фізичного терапевта****Мануальне м'язове тестування**

Мануально м'язове тестування - це процедура оцінки функції та сили окремих м'язів і групи м'язів, засновані на ефективному виконанні руху. Напряга відносно сил гравітації та ручного опору.

Для подальшого підвищення надійності ручного м'язового тесту слід вжити наступних кроків :

- Оцінку розпочинати зі здорової кінцівки;
- Суглоб у нешільно-укладеному положенні;
- Якщо зі стартового положення є біль , виконуємо з безболісного положення;
- Забезпечити адекватну стабілізацію регіональної анатомії (Стабілізуємо проксимальний сегмент протиставляємо силі пацієнта свою силу , даємо вказівку: "тримайте, не дозвольте мені виконати рух" та Зусилля прикладається до дистальної частини дистального сегменту;)
- Використовуйте послідовний час, тиск та положення (Зусилля нарощувати повільно, тримати до 5 сек, зменшувати також повільно; Для точності повторити 3-5 разів.);
- Фізичний терапевт має мати біомеханічну перевагу над пацієнтом;

Згинання стегна

Оцінка 5, 4 та 3

Положення пацієнта: Сидячи на краю кушетки, пацієнт руками підтримується для стабілізації тулуба.

Тест: Пацієнт згинає стегно догори, по повній амплітуді.

Інструкції пацієнтові: "Підніміть стегно якомога вище, не дайте мені опустити. Тримай його".

Оцінка 5: Витримує тестове положення проти максимального опору.

Оцінка 4: Витримує тестове положення проти помірного опору.

Оцінка 3: Доступний діапазон руху без ручного опору.

Оцінка 2

Положення пацієнта: Лежачи на боці(не тестована но знизу, зігнута. Фізичний терапевт підтримує ногу зі спини.

Тест: Пацієнт зігнеть стегно.

Інструкції пацієнтові: "Тягніть коліном до грудей".

Оцінка 2: Рух без сили гравітації.

Оцінка 1 та 0

Положення пацієнта: Лежачи на спині.

Інструкції пацієнтові: "Тягніть коліном до грудей".

Оцінка 1: При пальпації м'язів виявляється скорочувальна

активність, але немає руху.
Оцінка 0: Не відчутна м'язова активність.

Розгинання стегна

Оцінка 5, 4 та 3

Положення пацієнта: Лежачи на животі, ноги випрямлені, руки вздовж тулуба або тримаючись за край кушетки.

Тест: Пацієнт розгинає ногу, по повній амплітуді.

Інструкції пацієнтові: "Підніміть ногу зі столу якомога вище, не згинаючи коліно. Тримай його".

Оцінка 5: Витримує тестове положення проти максимального опору.

Оцінка 4: Витримує тестове положення проти помірного опору.

Оцінка 3: Доступний діапазон руху без ручного опору.

Оцінка 2, 1 та 0

Положення пацієнта: Лежачи на спині

Тест: Пацієнт розгинає стегно.

Інструкції пацієнтові: "Розігнути ногу до мене. тримайте ногу прямо".

Оцінка 2: Рух без сили гравітації.

Оцінка 1: При пальпації одного або обох м'язів виявляється скорочувальна активність, але немає руху.

Оцінка 0: Не відчутна м'язова активність.

Відведення стегна

Оцінка 5, 4 та 3

Положення пацієнта: Лежачи на боці(не тестована нога внизу, зігнута).

Тест: Пацієнт відводить ногу, по повній амплітуді.

Інструкції пацієнтові: "Підніміть ногу зі столу якомога вище, не згинаючи коліно. Тримай його".

Оцінка 5: Витримує тестове положення проти максимального опору.

Оцінка 4: Витримує тестове положення проти помірного опору.

Оцінка 3: Доступний діапазон руху без ручного опору.

Оцінка 2, 1 та 0

Положення пацієнта: Лежачи на боці(не тестована нога знизу, зігнута). Фізичний терапевт підтримує ногу.

Тест: Пацієнт відводить стегно.

Інструкції пацієнтові: "Відведіть ногу в сторону, тримайте ногу прямо".

Оцінка 2: Рух без сили гравітації.

Оцінка 1: При пальпації одного або обох м'язів виявляється скорочувальна активність, але немає руху.

Оцінка 0: Не відчутна м'язова активність.

Приведення стегна

Оцінка 5, 4 та 3

Положення пацієнта: Лежачи на боці(не тестована нога зверху).

Фізичний терапевт тримає не тестовану ногу.

Тест: Пацієнт приводить ногу, по повній амплітуді.

Інструкції пацієнтові: "Підніміть ногу зі столу якомога вище, не згинаючи коліно. Тримай її".

Оцінка 5: Витримує тестове положення проти максимального опору.

Оцінка 4: Витримує тестове положення проти помірному опору.

Оцінка 3: Доступний діапазон руху без ручного опору

Оцінка 2, 1 та 0

Положення пацієнта: Лежачи на боці(не тестована зверху).

Фізичний терапевт підтримує ногу.

Тест: Пацієнт приводить стегно.

Інструкції пацієнтові: "Приведіть ногу до середини, тримайте ногу прямо".

Оцінка 2: Рух без сили гравітації.

Оцінка 1: При пальпації одного або обох м'язів виявляється скорочувальна активність, але немає руху.

Оцінка 0: Не відчутна м'язова активність.

Зовнішня ротація стегна

Оцінка 5, 4 та 3

Положення пацієнта: Сидячи на краю кушетки, пацієнт руками підтримується для стабілізації тулуба, не тестована нога на опорі(крісло).

Оцінка 5: Витримує тестове положення проти максимального опору.

Оцінка 4: Витримує тестове положення проти помірному опору.

Оцінка 3: Доступний діапазон руху без ручного опору.

Оцінка 2, 1 та 0

Положення пацієнта: Лежачи на боці(не тестована зверху).

Фізичний терапевт підтримує ногу.

Тест: Пацієнт приводить стегно.

Інструкції пацієнтові: "Приведіть ногу до середини, тримайте ногу прямо".

Оцінка 2: Рух без сили гравітації.

Оцінка 1: При пальпації одного або обох м'язів виявляється скорочувальна активність, але немає руху.

Оцінка 0: Не відчутна м'язова активність.

Внутрішня ротація стегна

Оцінка 5, 4 та 3

Положення пацієнта: Сидячи на краю кушетки, пацієнт руками підтримується для стабілізації тулуба, не тестована нога на опорі(крісло).

Оцінка 5: Витримує тестове положення проти максимального опору.

Оцінка 4: Витримує тестове положення проти помірною опору.

Оцінка 3: Доступний діапазон руху без ручного опору.

Оцінка 2, 1 та 0

Положення пацієнта: Лежачи на спині.

Оцінка 2: Рух без сили гравітації.

Оцінка 1: При пальпації одного або обох м'язів виявляється скорочувальна активність, але немає руху.

Оцінка 0: Не відчутна м'язова активність

Згинання коліна

Оцінка 5, 4 та 3

Положення пацієнта: Лежачи на животі, ноги випрямлені, руки вздовж тулуба або тримаючись за край кушетки.

Тест: Пацієнт згинає ногу в коліні, по повній амплітуді.

Інструкції пацієнтові: "Тягніть п'яткою до сидниці. Тримай. Не дай мені розігнути ногу".

Оцінка 5: Витримує тестове положення проти максимального опору.

Оцінка 4: Витримує тестове положення проти помірною опору.

Оцінка 3: Доступний діапазон руху без ручного опору.

Оцінка 2

Положення пацієнта: Лежачи на боці(не тестована но знизу, зігнута. Фізичний терапевт підтримує ногу зі спини.

Тест: Пацієнт згинає коліно.

Інструкції пацієнтові: "Тягніть п'ятою до сидниць".

Оцінка 2: Рух без сили гравітації.

Оцінка 1 та 0

Положення пацієнта: Лежачи на спині.

Оцінка 1: При пальпації м'язів виявляється скорочувальна активність, але немає руху.

Оцінка 0: Не відчутна м'язова активність.

--

Розгинання коліна

Оцінка 5, 4 та 3

Положення пацієнта: Сидячи на краю кушетки, пацієнт руками підтримується для стабілізації тулуба.

Тест: Пацієнт розгинає коліно, по повній амплітуді.

Інструкції пацієнтові: "Розігнути коліно до 0 градусів. Тримай його".

Оцінка 5: Витримує тестове положення проти максимального опору.

Оцінка 4: Витримує тестове положення проти помірного опору.

Оцінка 3: Доступний діапазон руху без ручного опору.

Оцінка 2

Положення пацієнта: Лежачи на боці (не тестована но знизу, зігнута). Фізичний терапевт підтримує ногу зі спини.

Тест: Пацієнт розгинає коліно.

Інструкції пацієнтові: "Випряміть свою ногу".

Оцінка 2: Рух без сили гравітації.

Оцінка 1 та 0

Положення пацієнта: Лежачи на спині.

Оцінка 1: При пальпації м'язів виявляється скорочувальна активність, але немає руху.

Оцінка 0: Не відчутна м'язова активність.

Гоніометрія кульшового та колінного суглоба

Згинання стегна	
Вихідне положення	Лежачи на спині, нога пряма в нейтральному положенні
Положення гоніометра	Вісь – великий вертлюг стегнової кістки Рухоме плече- паралельно стегновій кістці в напрямку латерального надвиростка Нерухоме плече- паралельно до тулуба
Норма амплітуди	120

Розгинання стегна	
Вихідне положення	Лежачи на животі, нога пряма в нейтральному положенні, стабілізуємо
Положення гоніометра	Вісь – великий вертлюг стегнової кістки

	Рухоме плече - паралельно стегновій кістці в напрямку латерального надвиростка Нерухоме плече- паралельно до тулуба
Норма амплітуди	30

Відведення стегна	
Вихідне положення	Лежачи на спині, нога пряма в нейтральному положенні
Положення гоніометра	Вісь – передня клубова ость Рухоме плече- паралельно стегновій кістці Нерухоме плече- орієнтир на протилежну клубову ость
Норма амплітуди	45

Приведення стегна	
Вихідне положення	Лежачи на спині, нога пряма в нейтральному положенні, протилежна нога відведена
Положення гоніометра	Вісь – на передню клубову ость Рухоме плече- паралельно стегновій кістці Нерухоме плече- орієнтир на протилежну клубову ость
Норма амплітуди	30

Внутрішня ротація стегна	
Вихідне положення	Сидячи, стегно і коліно на 90 зігнуте, нетестована нога відведена
Положення гоніометра	Вісь – на середина наколінка
Зовнішня ротація стегна	
Вихідне положення	Сидячи, стегно і коліно на 90 зігнуте, нетестована нога відведена
Положення гоніометра	Вниз Вісь – на середина наколінка
Норма амплітуди	45
	Рухоме плече- паралельно гомілці Нерухоме плече- вертикально вниз

Норма амплітуди	45
-----------------	----

Згинання коліна	
Вихідне положення	Лежачи на спині, нога пряма в нейтральному положенні
Положення гоніометра	Вісь – на латеральний надвиросток стегнової кістки Рухоме плече- орієнтир на зовнішню кісточку стопи Нерухоме плече- орієнтир на великий вертлюг
Норма амплітуди	135

Розгинання коліна	
Вихідне положення	Лежачи на спині, нога пряма в нейтральному положенні
Положення гоніометра	Вісь – на латеральний надвиросток стегнової кістки Рухоме плече- орієнтир на зовнішню кісточку стопи Нерухоме плече- орієнтир на великий вертлюг
Норма амплітуди	0

Додаток В

	ПОНЕДІ ЛОК	ВІВТОРО К	СЕРЕДА	ЧЕТВЕР	П'ЯТНИ ЦЯ	СУБОТА	НЕДІЛЯ
1	Витриваліс ть Рівновага		Сила нижніх кінцівок та тулуба, статичні вправи для тулуба		Сила нижніх кінцівок вибухова витриваліс ть		Витриваліс ть Рівновага статичні вправи для тулуб
2		Загальна витриваліс ть		Сила нижніх кінцівок, статичні вправи для тулуба		Рівновага , вибухова витриваліс ть	
3	Сила нижніх кінцівок, вибухова сила нижніх кінцівок		Загальна витриваліс ть		Сила нижніх кінцівок, статичні вправи для м'язів тулуба		Силова витриваліс ть, статичні вправи для м'язів нижніх кінцівок
4		Загальна витриваліс ть, баланс		Сила нижніх кінцівок, статичні Вправи для м'язів тулуба		Сила нижніх кінцівок, вибухова сила + рівновага	
5	Загальна витриваліс ть, баланс		Сила нижніх кінцівок		Силова витриваліс ть, статичні вправи для м'язів нижніх кінцівок		Сила нижніх кінцівок

Додаток Д

№	В.П.	Опис	Дозування	ОМВ
Розминка				
1.	Біг на місці В.П. Стоячи, руки зігнуті в ліктьових суглобах	Швидкість 1 пробіг правою та лівою ногою за 2 сек	3-5 хвилин	Контролюємо дихання при появі задишки зменшити темп
Основна частина				
2	Присідання з затримкою (на амплітуді 40, 60 градусів згинання) В.П. стоячи, стопи паралельні на ширині плечей	Здійснюємо присідання до 40 градусів згинання в колінних суглобах та затримуємося на 15 сек. Далі повторюємо присідання з затримкою до 60 градусів згинання.	10 разів 3 підходи	контролюємо положення колін (відсутність вальгусного положення колін)
3	Присідання з затримкою на 40 та 60 градусів згинання з перенесенням ваги по чергово на праву та на ліву ногу 1 перенесення кожні 3 сек В.П. Коліна зігнуті 40 градусів(далі 60), спина пряма,	Здійснюємо присідання до 40 градусів згинання в колінних суглобах та затримуємося в цьому положенні. Руки перед собою, зігнуті в ліктьових суглобах. Переносимо вагу з правої ноги на ліву з швидкість 1 перенісна 3сек Повторюємо на 60 градусів згинання.	від 60 до 100 разів перенесення ваги	контролюємо положення колін (відсутність вальгусного положення колін) контролюємо положення спини (пряме)

	стопи паралельні на ширині плечей			
4	Випад зі стільцем В.П. Стоячи в положенні випаду. Стопа задньої ноги розташовується на стільці	Виконуємо випад, з поверненням в В.П.	8-12 разів 3 підходи	Слідкуємо за коліном передньої ноги (відсутність вальгусу), коліно не заходить (+- 15 см) за межі стопи Спина рівна
5	Латеральний випад В.П. Стоячи, руки перед собою, зігнуті в ліктьових суглобах	Виконайте випад вбік до 40 градусів згинання в колінному суглобі (протилежа нога пряма)	8-12 разів 3 підходи	Під час випаду стопа повинна розміщуватися прямо. Спина пряма
6	Латеральний стрибок з ноги на ногу На відстань 30 см В.П. стоячи, руки зігнуті в ліктьових суглобах (90 градусів)	Здійснюємо латеральний стрибок з правої ноги на ліву з згинанням коліна опорної ноги до 60 градусів на відстань 40 см, зі швидкістю 1 стрибок за 2 сек	60-100 стрибків	Стопа розташовується прямо після стрибка, уникаємо вальгусу коліна
7	Присідання на одній нозі В.П. Стоячи на одній нозі, протилежа нога пряма попереду,	Повільне згинання до 60 градусів колінного суглобу і повернення в В.П.	8-12 разів	контролюємо положення колін (відсутність вальгусного положення колін) контролюємо

	руки на талії			положення спини (пряме)
8	Випади в напрямках Y balance test В.П. стоячи. Руки на талії	Здійснюємо випад аналогічно напрямків Y balance test, передній, задньомедіальний, задньолатеральний Розподіл ваги між ногами під час випаду 50/50	5 кіл (1 коло кожен напрямок)	контролюємо положення колін (відсутність вальгусного положення колін) контролюємо положення спини (пряме)
9	Бокова планка В.П. Положення на боку, опиратися на відведений лікоть до 90 градусів, та стопи	Піднімати таз до середньої лінії з затримкою на 3-7 секунди	8-12 разів 3 підходи	контролюємо градус відведення плеча під тулубом
10	Wall sit В.П. Згинання колінного суглоба до 60 градусів, опиратися на стіну спиною, стопи паралельні на ширині плечей	Затриматися в В.П, протягом 30 сек	5 разів	Контролюємо положення колін (відсутність вальгусу) Спина рівна опора на стіну Стопи паралельні
11	Піднімання тазу з затримкою В.П. лежачи, ноги зігнуті до 60 градусів , далі на	Піднімати таз до прямої лінії тулуб-стегна з затримкою на 10 сек	8-12 разів 3 підходи	Контролюємо положення колін

	амплітуді 40 градусів			
12	Розгинання колінних суглобів В.П. Лежачи на спині, коліна зігнуті в колінних суглобах до 60 градусів. Стопи на ковзаючій тканині. Руки вздовж тулуба	Підняти таз (розігнути стегнові суглоби), далі розігнути коліна опираючися на стопи по ковзаючій тканині. Опустити таз та повернутися в В.П.	8-12 разів 3 підходи	Контролюємо рівень стегон
13	В.П. стоїмо на зігнутій нозі (15 град згинання колінному суглобі) Протилежна зігнута в колінноиу суглобі	Тулуб і протилежна нога утворює умовну одну лінію і робимо нахил тулуба та розгинання в кульшовому суглобі до рівня паралельному підлозі	8-12 раз 3 підходи	Слідкуємо за положенням тазу. Верхні клубові ості повинні бути на одному рівні під час виконання вправи
14	“Nordic curl” Розгинання колін В.П. Стоячи на колінах, гомілки фіксовані. Тулуб утворює одну лінію з стегнами. Руки прижаті до грудей	Здійснюйте повільне опускання тулуба та стегон. та поверніться з допомогою рук в вихідне положення	8-12 разів	

15	Ходьба вбік з опором В.П. Коліна зігнуті 40 градусів. Еластична резинка навколо стоп. Руки попереду. Спира рівна	Зробіть лаєральний крок проти опору резинки в один бік , далі в інший.	8-12 разів 3 підходи	Стопа ноги яка робить крок повинна розташовуватися паралельно опорній. Уникати вальгусу колінних суглобів
16	Опускання однією ногою на сходинці 20 см. В.П. Стоячи боком однією ногою на сходинці	Опускайтеся на сходинці поки протилежною ногою не торкнетесь підлоги. та поверніться в вихідне положення. Темп одне опускання за 1 сек	1-3 хв залежно від функ.рівня	Важливо не переносити вагу на ногу при дотику до підлоги.
	Заминка			
17	Розтяг чотиригодового м'язу стегна В.П. Стоячи, нога зігнута максимально в колінному суглобі, та розігнута в кульшовому суглобі, рука фіксує стопу ноги яку розтягуємо	На видихці здійснюємо подальше розгинання в кульшовому суглобі , до відчуття розтягу та затримуємося на 20-30 сек	7-10 разів	
18	Розтяг м'язів	На видихці здійснюємо нахил	7-10 раз	

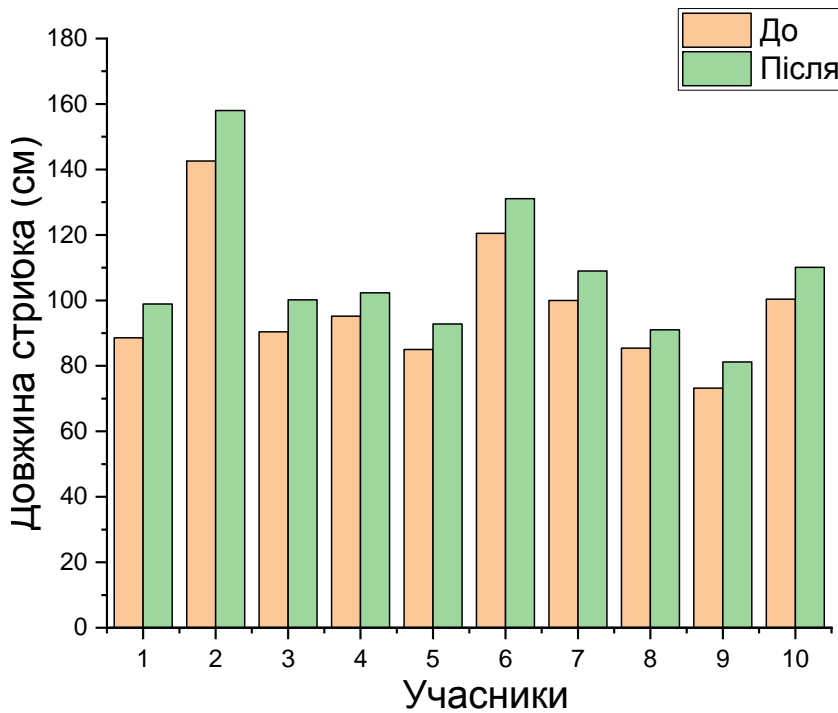
	<p>задньої поверхні стегна.</p> <p>В.П. Сидячи на краю стільця. Нога пряма, протилежна зігнута(опорна).</p>	<p>з прямою спиною допереду до випрямленої ноги. на висоті розтягу затримуємося на 20-30 сек.</p> <p>повторити для протилежної ноги</p>		
19.	<p>Розтяг литкових м'язів</p> <p>В.П. Стоячи,лицем до стіни,одна нога позаду, пряма, п'ятка залишається на підлозі. Нога спереду зігнута(опорна)</p>	<p>На видиху здійснюємо нахил тулуба та ніг допереду.</p> <p>При відчуття розтягу затримуємося на 20-30 сек.</p>	7-10 раз	

Додаток Е

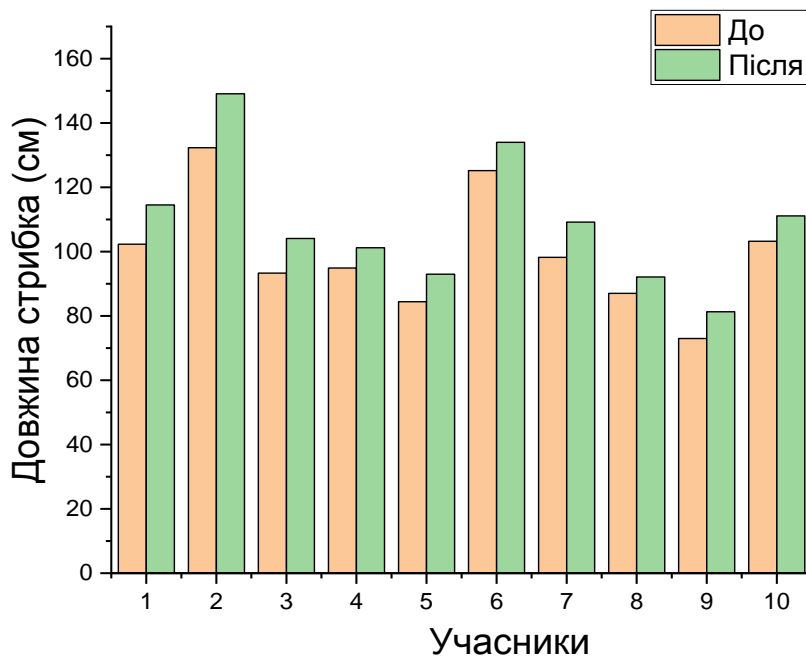
Результати функціональних тестів до та після втручання

	До (см)	Після (см)
1	88.6	98.9
2	142.6	158
3	90.4	100.2
4	95.2	102.3
5	85	92.8
6	120.5	131.1
7	100	109
8	85.4	91
9	73.2	81.2
10	100.4	110.1

Додаток В

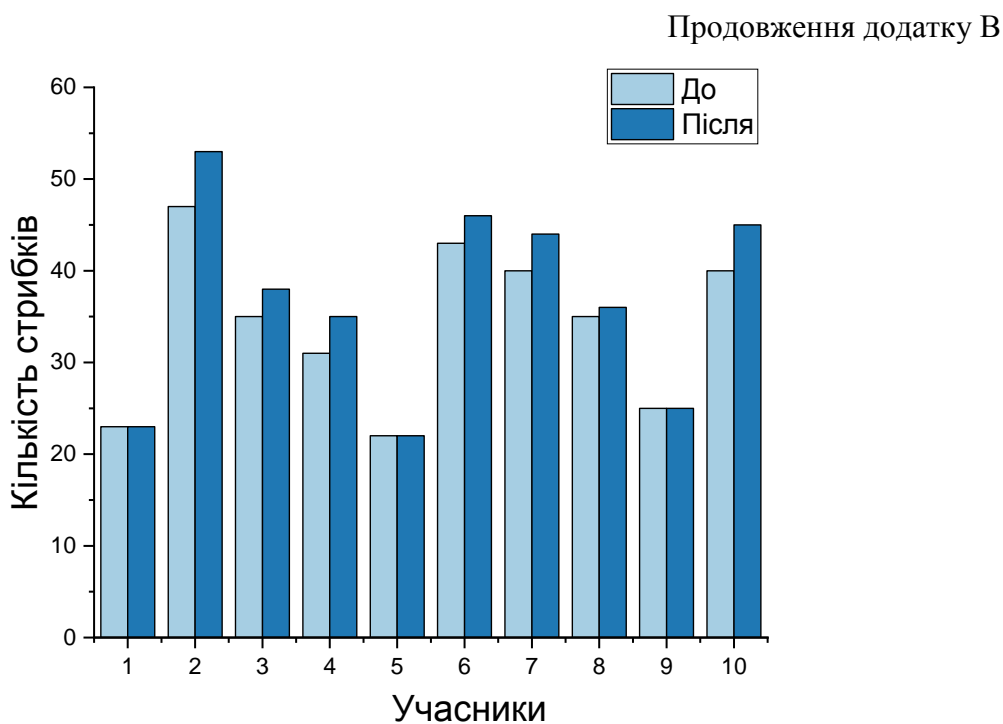


Діаграма 1.1. Стрибковий тест на відстань правої ноги(см). Результат до та після Втручання.



	До (см)	Після (см)
1	102.3	114.5
2	132.3	149.1
3	93.3	104.1
4	94.9	101.2
5	84.4	93
6	125.2	134
7	98.2	109.2
8	87	92.1
9	73	81.3
10	103.2	111.1
ср.	40	45

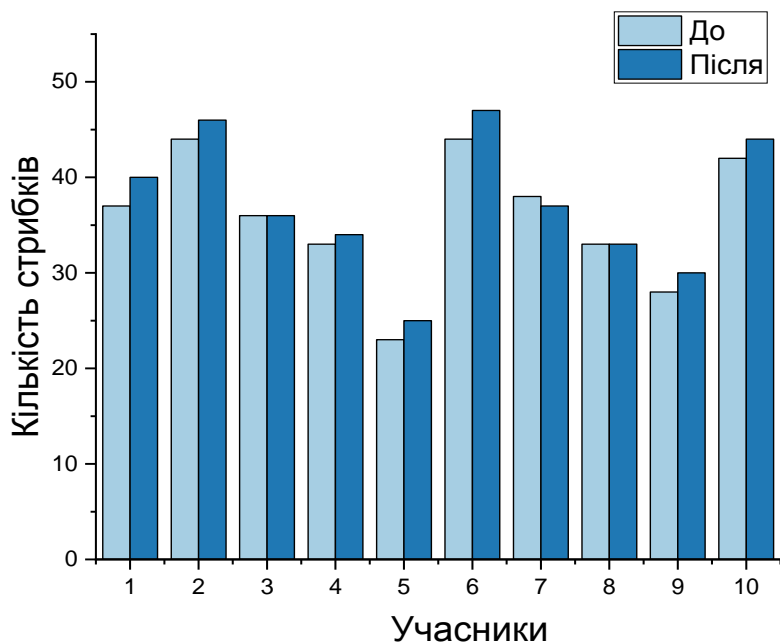
Діаграма 1.2. Стрибковий тест на відстань лівої ноги(см).Результат до та після втручання



Продовження додатку В

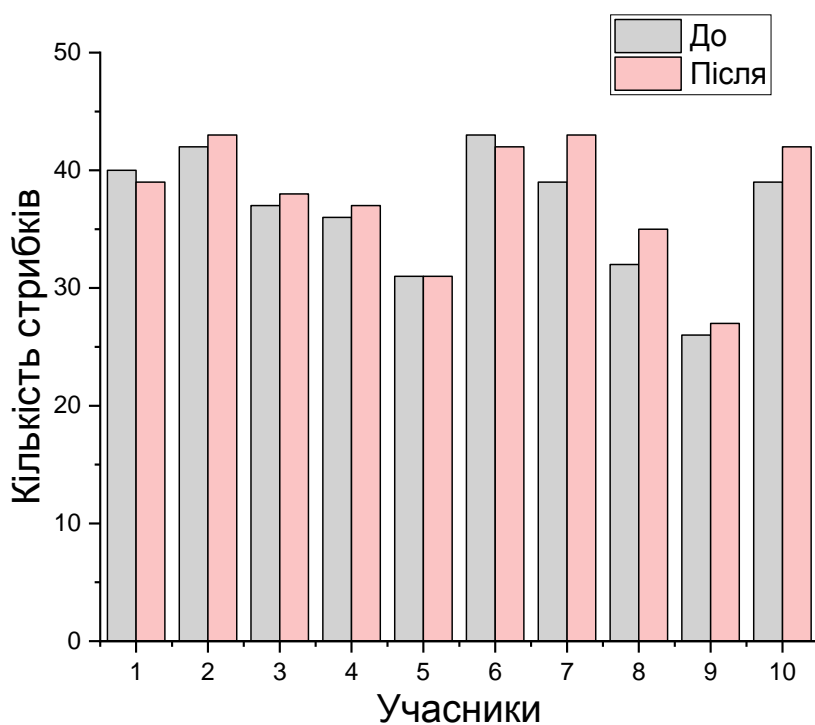
	До (раз)	Після (раз)
1	37	40
2	44	46
3	36	36

Діаграма 1.3. Латеральний стрибковий тест правої ноги(к-сть разів). Результат до та після втручання.



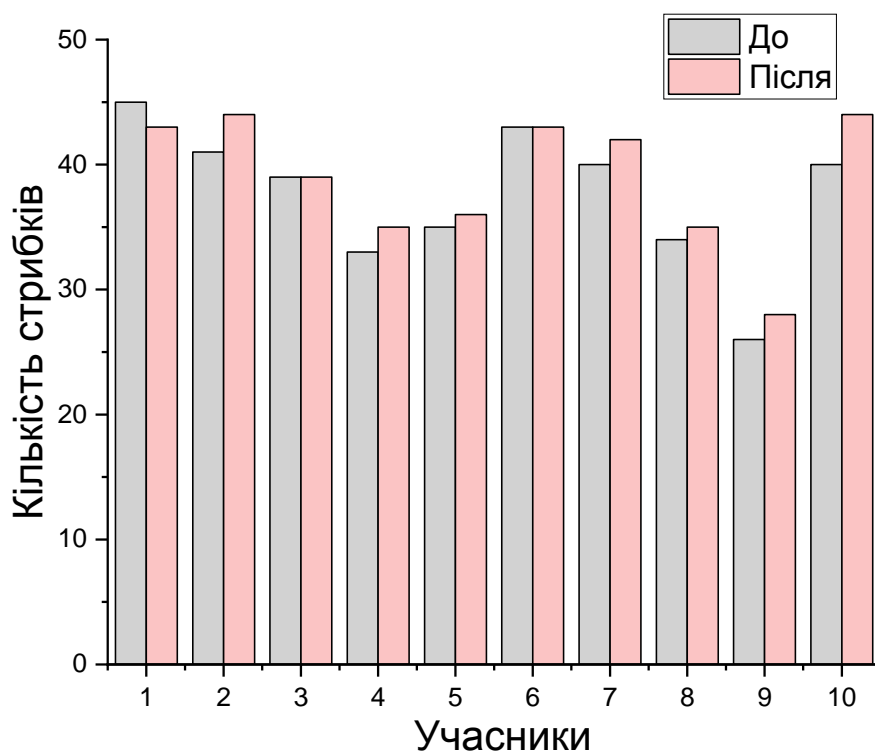
4	33	34
5	23	25
6	44	47
7	38	37
8	33	33
9	28	30
10	42	44

Діаграма 1.4. Латеральний стрибковий тест лівої ноги(к-сть разів).
Результат до та після втручання.



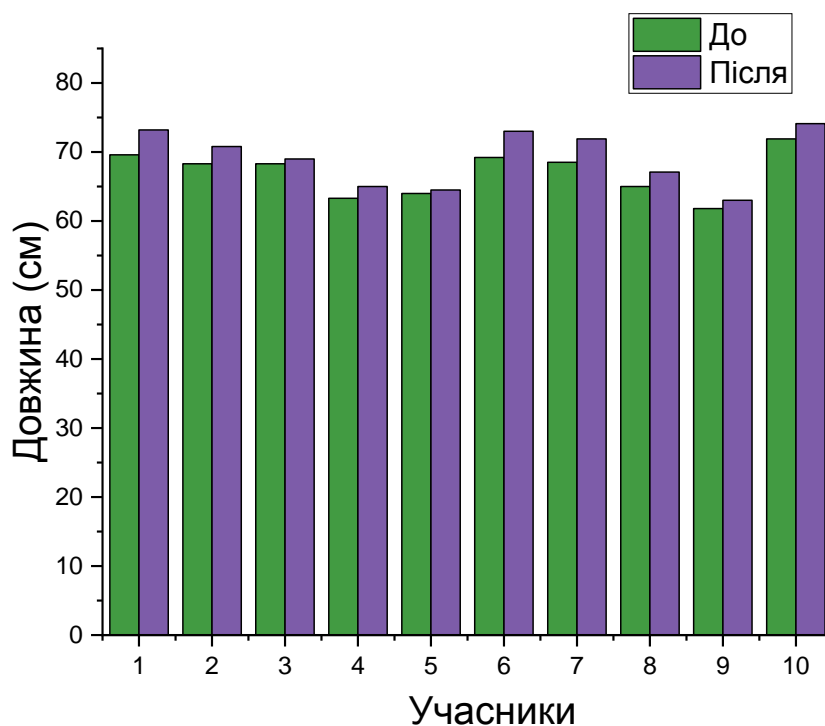
	До (раз)	Після (раз)
1	45	43
2	41	44
3	39	39

Діаграма 1.5. Квадратний стрибковий тест правої ноги(к-сть разів).
Результат до та після втручання.



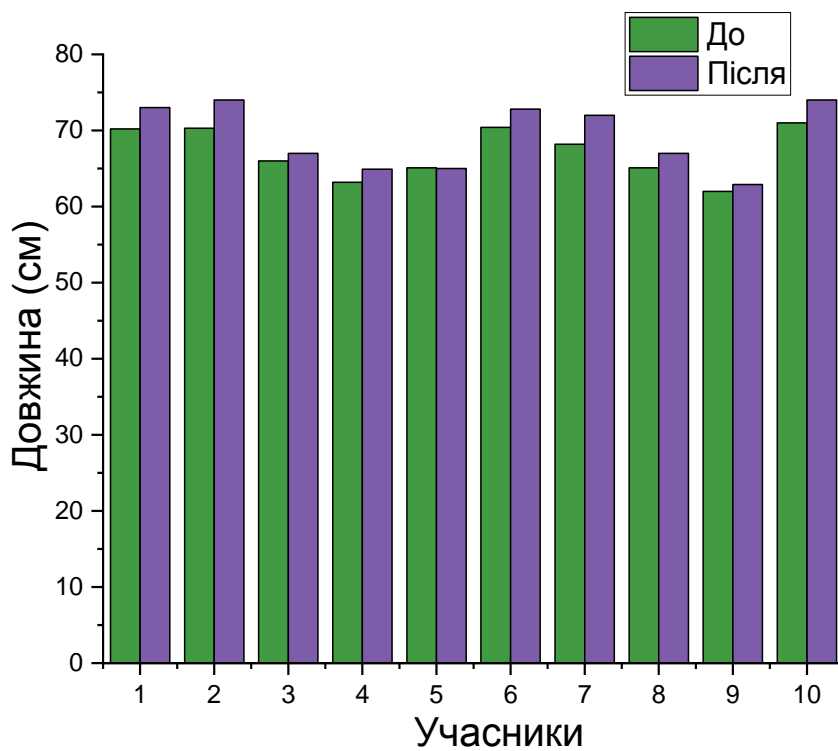
Діаграма 1.6. Квадратний стрибковий тест лівої ноги (к-сть разів).
Результат до та після втручання.

4	33	35
5	До 35 (см)	Після 36 (см)
6	70.4	73.42
7	До 34 (см)	Після 35 (см)
8	26	28
9	70.2	73
10	40	44
2	70.3	74
3	66	67
4	63.2	64.9
5	65.1	65
6	70.4	72.8
7	68.2	72
8	65.1	67
9	62	62.9
10	71	74



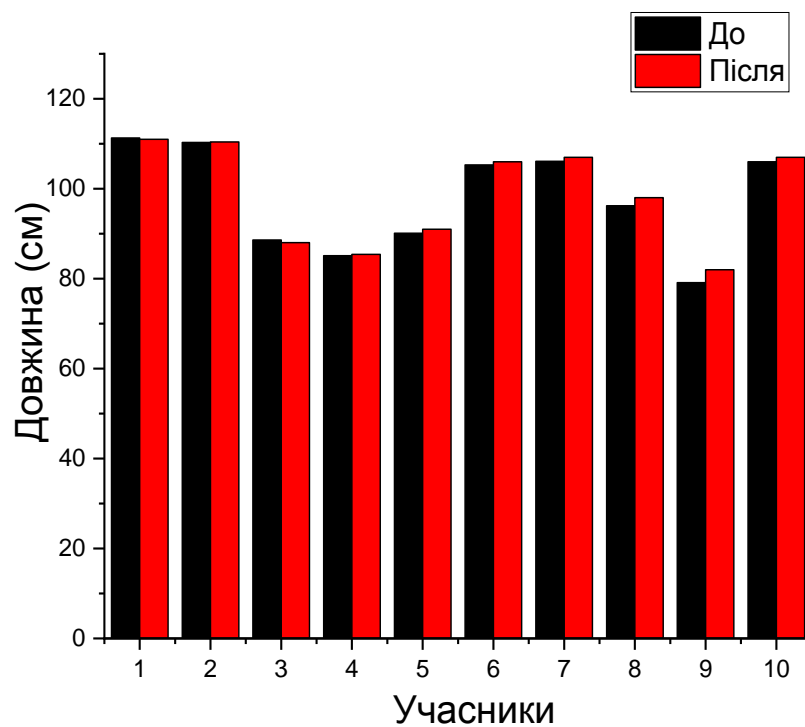
Діаграма 1.7. Y balance test, передній напрямок відстань досягання правої ноги (см).
Результат до та після втручання

	До (см)	Після (см)
1	69.6	73.2



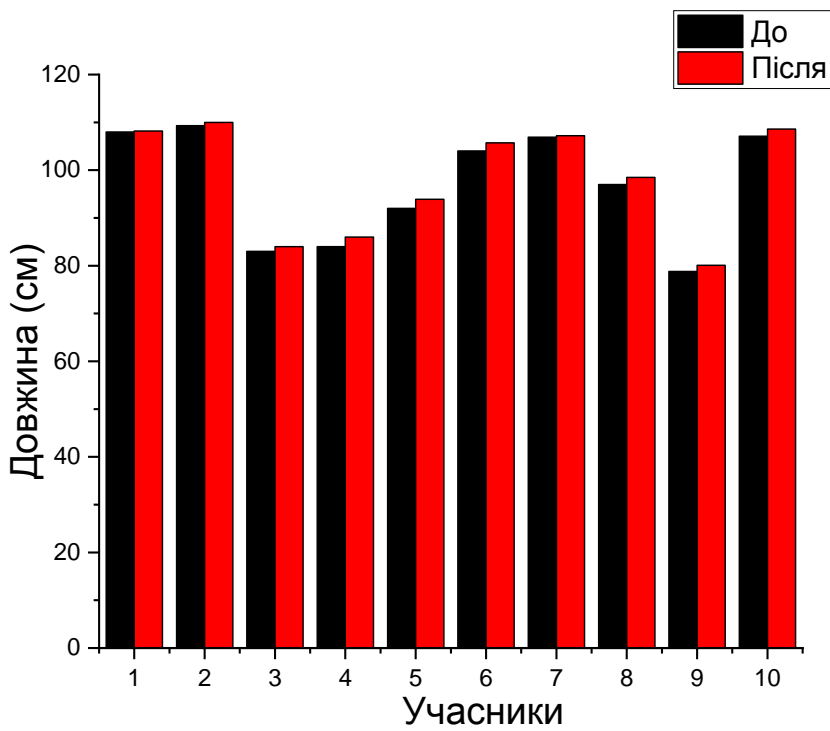
2	68.3	70.8
3	68.3	69
4	63.3	65
5	64	64.5
6	69.2	73
7	68.5	71.9
8	65	67.1
9	61.8	63
10	71.9	74.1

Діаграма 1.8. Y balance test, передній напрямок відстань досягання лівої ноги(см). Результат до та після втручання



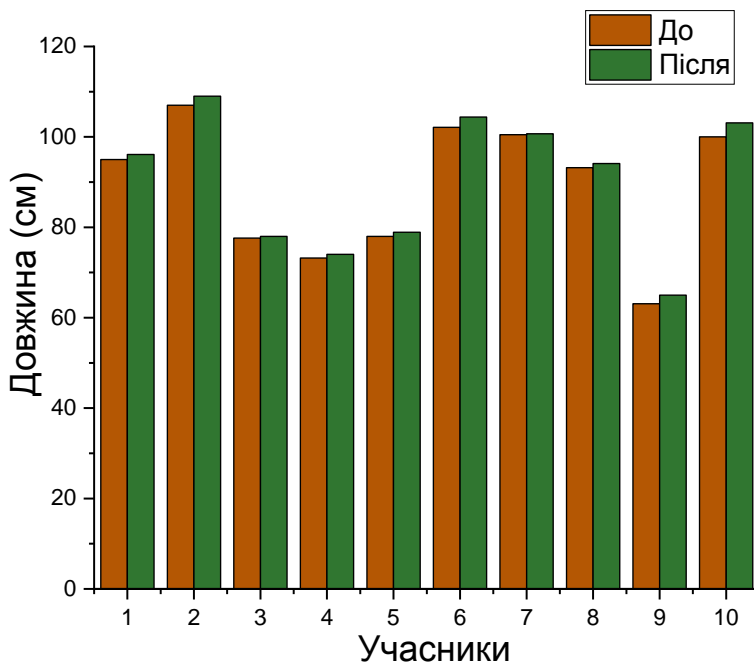
	До (см)	Після (см)
1	108	108.2
2	109.3	110

Діаграма 1.9. Y balance test, задньолатеральний напрямок відстань досягання правої ноги(см). Результат до та після втручання



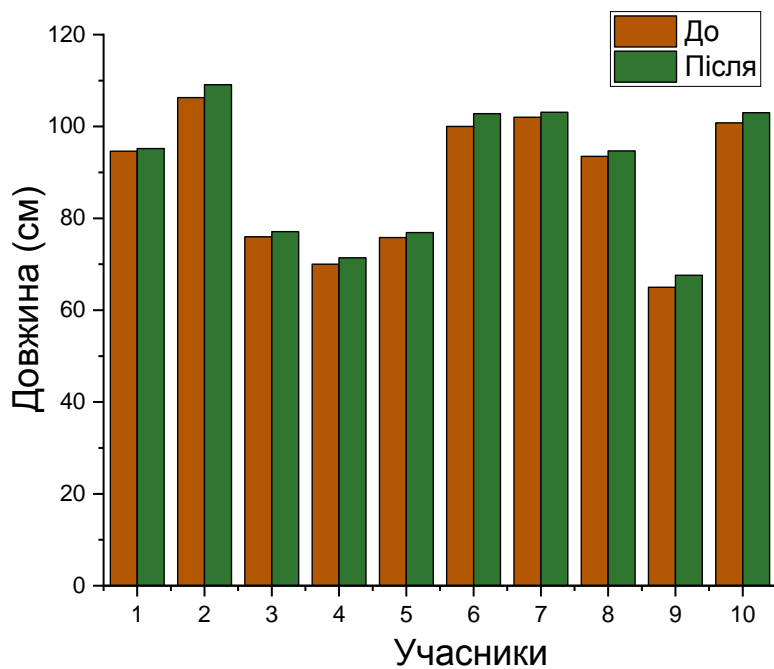
3	83	84
4	84	86
5	92	93.9
6	104	105.7
7	106.9	107.2
8	97	98.5
9	78.8	80.1
10	107.1	108.6

Діаграма 1.10. Y balance test, задньолатеральний відстань досягання лівої ноги(см). Результат до та після втручання



	До (см)	Після (см)
1	94.6	95.2
2	106.3	109.1
3	76	77.1
4	70	71.4

Діаграма 1.11. Y balance test, задньомедіальний напрямок, відстань досягання правої ноги(см). Результат до та після втручання



Діаграма 1.12. Y balance test, задньомедіальний напрямок, відстань досягання лівої ноги(см). Результат до та після втручання

5	75.8	76.9
6	100	102.8
7	102	103.1
8	93.5	94.7
9	65	67.6
10	100.8	103

	До (см)	Після (см)
1	94.6	95.2
2	106.3	109.1
3	76	77.1
4	70	71.4
5	75.8	76.9
6	100	102.8
7	102	103.1
8	93.5	94.7
9	65	67.6
10	100.8	103