

МІНІСТЕРСТВО МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

Факультет магістратури, заочного навчання та підвищення кваліфікації
Кафедра лижних видів спорту, велоспорту та туризму

НЕСТЕРЕНКО АРТЕМ АНДРІЙОВИЧ

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ
КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ «ЛИЖНИКІВ-ГОНЩИКІВ» В
ПЕРІОД РІЧНОГО МАКРОЦИКЛУ

Кваліфікаційна робота

освітній рівень	Другий (магістерський) рівень <i>(назва освітнього рівня)</i>
галузь знань	01 Освіта / Педагогіка <i>(шифр і назва галузі знань)</i>
спеціальність	017 Фізична культура і спорт <i>(код і назва спеціальності)</i>
спеціалізація	Тренерська діяльність в обраному виді спорту (лижний спорт) <i>(назва спеціалізації)</i>

Науковий керівник: Сидорова Т.В., кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційної роботи

НЕСТЕРЕНКО АРТЕМ АНДРІЙОВИЧ

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ «ЛИЖНИКІВ-ГОНЩИКІВ» В ПЕРІОД РІЧНОГО МАКРОЦИКЛУ

Спеціальність: 017 Фізична культура і спорт

Спеціалізація: Лижний спорт

2026 рік

Актуальність дослідження. На сучасному етапі розвитку лижного спорту досягнення високих результатів неможливе без ретельного контролю за функціональним станом організму спортсменів. Постійне зростання обсягів та інтенсивності тренувальних навантажень протягом річного макроциклу вимагає наукового обґрунтування моніторингу адаптаційних процесів. Своєчасний аналіз динаміки показників серцево-судинної та дихальної систем дозволяє корегувати тренувальний процес, уникати перевтоми та забезпечувати вихід на пік спортивної форми. Тому дослідження функціональних можливостей кваліфікованих лижників-гонщиків у різні періоди підготовки є актуальним завданням для сучасної спортивної науки.

Мета роботи полягає в обґрунтуванні та аналізі динаміки показників функціонального стану кваліфікованих лижників-гонщиків протягом основних етапів річного макроциклу.

Завдання дослідження: 1. Проаналізувати науково-методичну літературу щодо особливостей функціональної підготовки та методів контролю у циклічних видах спорту. 2. Визначити динаміку показників фізичної працездатності та функціонального стану систем організму лижників на різних етапах підготовки. 3. Оцінити вплив тренувальних навантажень різної спрямованості на зміну функціональних резервів спортсменів протягом року.

Матеріали та методи дослідження. У дослідженні брали участь кваліфіковані лижники-гонщики (рівень I розряду та КМС). Для вирішення поставлених завдань використовувалися наступні методи: аналіз та узагальнення літературних джерел, педагогічне спостереження, методи оцінки функціонального стану (спірометрія, пульсометрія, тестування фізичної працездатності PWC170), а також методи математичної статистики для обробки отриманих даних.

Результати. У ході дослідження було встановлено, що показники функціонального стану лижників зазнають суттєвих змін залежно від періоду макроциклу. Найвищі значення аеробної продуктивності та економізації функцій серцево-судинної системи спостерігалися в змагальному періоді. Аналіз динаміки ЧСС та показників зовнішнього дихання підтвердив адекватність запропонованих навантажень адаптаційним можливостям спортсменів. Встановлено взаємозв'язок між обсягом навантажень низької інтенсивності в підготовчому періоді та стабільністю функціональних показників під час пікових навантажень у зимовий період.

Висновки. Ефективність підготовки кваліфікованих лижників-гонщиків безпосередньо залежить від системного моніторингу їхнього функціонального стану. Результати дослідження підтверджують, що раціональне планування навантажень у річному макроциклі забезпечує поступове зростання функціональних резервів організму. Ключовими факторами успіху є індивідуалізація тренувальних планів на основі поточних даних тестування та дотримання балансу між навантаженням і відновленням.

Ключові слова: лижні перегони, функціональний стан, річний макроцикл, адаптація, фізична працездатність, тренувальний процес.

ABSTRACT

Master's Thesis

*NESTERENKO ARTEM ANDRIYOVICH***ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF FUNCTIONAL STATE
INDICATORS IN QUALIFIED CROSS-COUNTRY SKIERS
DURING THE ANNUAL MACROCYCLE**

Specialty: 017 Physical Culture and Sports

Specialization: Cross-country skiing

Relevance of the research. At the current stage of cross-country skiing development, achieving high results is impossible without careful monitoring of the athletes' functional state. The constant increase in training volume and intensity throughout the annual macrocycle requires a scientifically grounded approach to monitoring adaptation processes. Timely analysis of cardiovascular and respiratory system indicators allows for the adjustment of the training process, prevention of overtraining, and ensures reaching peak performance. Therefore, studying the functional capabilities of qualified cross-country skiers during various training periods is a relevant task for modern sports science.

The aim of the work is to substantiate and analyze the dynamics of functional state indicators in qualified cross-country skiers throughout the main stages of the annual macrocycle.

Research objectives: 1. To analyze scientific and methodological literature regarding functional training characteristics and control methods in cyclic sports. 2. To determine the dynamics of physical work capacity and functional indicators of the body's systems in skiers at different training stages. 3. To evaluate the impact of training loads of various orientations on changes in the functional reserves of athletes during the year.

Materials and methods. Qualified cross-country skiers (Level I and Candidate for Master of Sports) participated in the study. To achieve the objectives,

the following methods were used: analysis and synthesis of literature sources, pedagogical observation, methods for assessing functional state (spirometry, heart rate monitoring, PWC170 physical work capacity testing), and mathematical statistics for data processing.

Results. The study established that the functional state indicators of skiers undergo significant changes depending on the period of the macrocycle. The highest values of aerobic productivity and cardiovascular efficiency were observed during the competition period. The analysis of heart rate dynamics and external respiration indicators confirmed that the training loads were appropriate for the athletes' adaptive capacities. A correlation was found between the volume of low-intensity loads in the preparatory period and the stability of functional indicators during peak loads in the winter season.

Conclusions. The effectiveness of training qualified cross-country skiers directly depends on systematic monitoring of their functional state. The research results confirm that rational planning of workloads within the annual macrocycle ensures a gradual increase in the body's functional reserves. Key success factors include the individualization of training plans based on current testing data and maintaining a balance between workload and recovery.

Keywords: cross-country skiing, functional state, annual macrocycle, adaptation, physical work capacity, training process.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. Особливості побудови тренувального процесу кваліфікованих лижників-гонщиків в річному макроциклі	11
1.1. Класифікація і порівняльна характеристика засобів лижної підготовки.....	12
1.1.1. Циклічне навантаження та його компоненти в підготовці спортсменів-лижників в річному макроциклі.....	21
1.2. Силова підготовка в структурі тренувального процесу лижників-гонщиків	26
1.2.1. Динаміка силових показників лижників-гонщиків в різні періоди річного макроциклу.....	28
Висновки до розділу 1.	31
РОЗДІЛ 2. Методи і організація досліджень.....	32
2.1. Загальна характеристика методів дослідження.....	32
2.1.1. Теоретичний аналіз та узагальнення даних літератури.....	32
2.1.2. Методи педагогічного дослідження.....	33
2.1.3. Методи педагогічного експерименту.....	34
2.1.4. Методи медично-біологічного обстеження.....	36
2.1.5. Математична обробка матеріалів досліджень.....	36
2.2. Організація досліджень	36
РОЗДІЛ 3. Функціональний стан спортсменів-лижників, як інтегральний показник рівня підготовленості спортсменів.....	38
3.1. Інструментальні методики оцінки спеціальної працездатності лижників-гонщиків.....	39
3.1.1. Тестування аеробної працездатності.....	40
3.1.2. Використання індивідуальних протоколів інтервальних тренувань у силовій підготовці кваліфікованих лижників-гонщиків.....	42
3.1.3 Сучасні методи силової підготовки кваліфікованих лижників-гонщиків.....	45

3.2. Аналіз стану кардіосистеми спортсменів на прикладі використання вектор-кардіографічного методу дослідження.....	58
Висновки до розділу 3.....	64
ВИСНОВКИ.....	66
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69

ВСТУП

Актуальність роботи. Лижні гонки з початку 2000-х років демонструють стрімке зростання результатів, пов'язаних з великим ростом швидкості пересування на лижах, значною позитивною динамікою силових показників, переосмислення ментальних бар'єрів, що до використання техніки пересування на лижах, та інших компонентів тренувального процесу. Практика висуває нові варіанти побудови тренувань, вимагає їх вивчення. Підвищення ефективності тренувального процесу відбувається за рахунок реалізації програм, що включають в себе більш глибокий і раціональний підхід до питань спеціальної силової підготовки, розподілу тренувального навантаження, балансу між різними засобами тренування та глибокого наукового контролю за показниками, що лімітують спеціальну працездатність та функціональний стан спортсменів. Ці проблеми на сучасному етапі еволюції лижного спорту бачаться досить важливими і вимагають особливої уваги фахівців, тренерів і спортсменів.

Побудова та планування тренувального процесу є складним методичним завданням в системі підготовки спортсменів високої кваліфікації. Сучасний розвиток спорту з високими показниками результатів змагань, збільшення кількості змагань, збільшення долі спеціальних вправ невід'ємно впливає на структуру тренувального процесу, зокрема на його вдосконалення. Практично у всіх циклічних видах спорту за останні 10-15 років спостерігається тенденція до зміни методики побудови тренувального процесу у рамках річного циклу (мікро-, мезо-, макроциклів) підготовки спортсменів високої кваліфікації [1-5, 17-19, 21, 30, 32,64].

У практиці сучасного лижного спорту застосовується як перспективне так і оперативне планування учбово-тренувального процесу. Перспективне планування передбачає організацію і проведення занять на декілька років вперед, а оперативне - на рік, окремий етап, період, мікроцикл.

Практика показує, що подальший розвиток лижного спорту вимагає вдосконалення на науковій основі структури перспективних та оперативних планів, поглиблення їх змісту [24, 27, 32, 34, 45, 46].

Аналіз функціонального стану спортсменів, необхідність своєчасного корегування тренувального процесу, індивідуальний підхід до планування тренувальних навантажень є сучасним підходом до професійної діяльності тренера у спорті вищих досягнень [25, 26, 35, 38, 41-43,].

У зв'язку з цим, існує необхідність визначити оптимальну структуру тренувального процесу відносно різних етапам річного макроциклу, визначити найбільш ефективні засоби та методи тестування різних показників, що мають відношення до функціонального стану спортсменів, які спеціалізуються в лижних гонках.

Мета роботи: провести аналіз функціонального стану спортсменів, що спеціалізуються в лижних гонках в різні періоди річного макроциклу.

Завдання дослідження:

1) Провести аналіз існуючого становища з питань планування, розподілу навантаження у видах спорту на витривалість та оцінити динаміку показників, що характеризують тренувальний процес в збірній команді України за період 2024-2025 років стосовно різних компонентів тренувального процесу.

2) Оцінити та проаналізувати різні компоненти циклічного навантаження та їх розподіл в річному макроциклі у кваліфікованих спортсменів-лижників.

3) Визначити засоби та методи тестування показників, що визначають рівень функціонального стану та лімітують спеціальну працездатність спортсменів-лижників та їх зв'язок зі спортивним результатом на різних етапах річного макроциклу.

4) Провести аналіз динаміки показників, що визначають рівень функціонального стану кваліфікованих лижників-гонщиків.

Предметом досліджень є підготовка кваліфікованих лижників-гонщиків на різних етапах річного макроциклу.

Об'єктом досліджень була динаміка показників, що визначають функціональний стан кваліфікованих лижників-гонщиків, та їх взаємозв'язок з результатами у змаганнях з лижних гонок.

Практична значимість. Результати досліджень можуть бути використані в підготовці кваліфікованих лижників-гонщиків.

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ТРЕНУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ КВАЛІФІКОВАНИХ ЛИЖНИКІВ-ГОНЩИКІВ В РІЧНОМУ МАКРОЦИКЛІ

Підготовка кваліфікованих лижників-гонщиків досить складний і багатогранний процес. Спортивний результат у лижних гонках є комплексним продуктом, що визначається ефективністю спеціалізованих рухів та переміщень спортсмена на дистанції. В умовах сучасного спорту вищих досягнень, де конкуренція постійно зростає, вирішальним фактором успіху стає не лише витривалість, а й здатність до максимально швидкого та потужного виконання цих рухів. Відповідно, саме удосконалення спортивного руху є центральним об'єктом всіх тренувальних зусиль.

На сьогоднішній день специфічна тенденція в кількісному удосконаленні спортивного руху полягає у скороченні часу його виконання за рахунок оптимізації зусиль скелетної мускулатури. Це вимагає від спортсмена не тільки високого рівня спеціальної витривалості, але й видатних швидкісно-силових якостей та здатності до генерації максимальної потужності у критичні моменти (старт, прискорення, фініш, подолання підйомів). Особливістю збірної команди України є участь спортсменів у змаганнях Кубка світу, Чемпіонату світу і Зимових Олімпійських ігор в змагальний період, а також у Кубку Світу та міжнародних змаганнях на лижоролерах у підготовчому періоді. Таким чином, підготовка збірної команди до змагань має свої особливості, хоча і підкоряється загальноприйнятим принципам [1-5, 7-11, 22, 26, 32, 45-47].

Для чисто сезонних видів спорту, до яких відноситься лижний спорт характерна побудова тренування на основі річних макроциклів, в яких чітко видимими є відносно самостійні періоди і етапи підготовки [1-5, 22, 26, 27, 29, 32]

1.1. Класифікація і порівняльна характеристика засобів лижної підготовки

Як відомо, рішення завдань спортивної підготовки досягається застосуванням засобів і методів, що мають певну спрямованість. На думку В.М.Платонова [10], вони органічно пов'язані між собою.

Основним засобом реалізації тренувального процесу є вправи, які класифікуються по зовнішній та внутрішній структурі. При класифікації враховуються складність, доступність, прикладний характер вправ і так далі [1-5, 8, 10, 11, 46, 47].

Підвищення спортивних результатів вимагає пошуку і використання найбільш ефективних засобів підготовки, вживаних в різних структурних утвореннях з урахуванням кваліфікації і умов проведення учбово-тренувального процесу [1-5, 8, 10].

Ефективність окремого тренувального засобу визначалася нами по:

- 1) відповідності структурі рухів пересуванню на лижах ковзанярськими ходами;
- 2) характеру прояву зусиль окремих м'язових груп під час руху;
- 3) специфіці його дії на функціональну систему організму спортсмена.

Нами враховувалося, що якщо у вживаному засобі не знаходиться хоч би одна з цих ознак відповідності, то ця вправа не робить специфічної для спортсмена дії на організм і лише розширює діапазон рухових дій і пов'язане з ним виховання якостей, то така вправа є загальнопідготовчою.

В той же час для спрямованої дії на організм спортсмена необхідно використовувати такі тренувальні вправи і методи їх виконання, які активізують м'язову діяльність і розвивають м'язи, що безпосередньо

реалізують змагальну вправу [67]. Разом з цим, тренувальні навантаження мають велику дію тільки на ті м'язи, які беруть участь в роботі. Тому при підготовці спортсменів засоби і методи тренування повинні підбиратися особливо ретельно, щоб в ході заняття підвищувалася працездатність саме тих м'язів і функціональних систем, які несуть основну тяжкість під час основних рухів при змагальній швидкості.

Підготовчий період лижників в кліматичних умовах України займає 7-8 місяців, упродовж яких виконується більше половини річного об'єму тренувальної роботи. У зв'язку із зростанням абсолютної величини фізичного навантаження особливу актуальність набуває проблема оптимізації тренувального процесу. Сучасна методика тренування дозволила збільшити об'єм і інтенсивність основних засобів підготовки майже до межі можливої, тому нині основну увагу необхідно приділяти найбільш раціональному їх розподілу і взаємозв'язку.

Аналіз наших досліджень показав, що засобами спортивного тренування, що використовуються на усіх етапах багаторічної підготовки лижників, є фізичні вправи, які по переважному рішенню тих або інших завдань підрозділяються на: змагальні (основні), загальнопідготовчі, допоміжні, спеціально-підготовчі.

Основними, змагальними засобами є усі види змагань, що містять в собі поєднання фізичного навантаження у вигляді пересування на лижах або використання спеціально-підготовчих засобів (лижоролери, крос з імітацією, на певних відрізках дистанцій усіх видів змагань).

До загальнопідготовчих відносяться різні вправи, спрямовані на розвиток швидкісних якостей, сили, спритності і витривалості.

Для підвищення загальної фізичної підготовленості використовуються інші види спорту: легка атлетика, плавання, велоспорт, веслування, спортивні ігри, гімнастика.

Допоміжні засоби служать сполучною ланкою між складовими змагальною діяльністю. До них слід віднести усі вправи, що містять поєднання різних фізичних навантажень з використанням загально- і спеціально-підготовчих засобів.

До спеціально-підготовчих відносять: пересування на лижоролерах і роликкових ковзанах, імітаційні вправи з лижними палицями і без палиць, робота з гумовими амортизаторами і на блокових тренажерах. Ці вправи, як правило, застосовуються в підготовчому періоді.

Усі засоби тренування рекомендують використовувати диференційовано, з метою спрямованої дії на активізацію роботи і розвиток м'язів, що безпосередньо реалізують діяльність змагання, стимулюючих в цих м'язах і інших компонентах спеціалізованої функціональної системи розгортання механізмів пристосування, аналогічних з тими, що відбуваються в процесі змагань.

Лижоролери. Загальновизнано, що одним з основних засобів лижної підготовки в підготовчому періоді є лижоролери. Різносторонність підготовки з їх допомогою забезпечується вибором трас, визначенням об'єму і інтенсивності пересування, вибором методів тренування, довжини відрізків, визначенням способів пересування і так далі

За нашими даними, швидкість пересування на лижоролерах (з коефіцієнтом тертя кочення 0,04-0,06) в цілому вище, ніж на лижах. Наприклад, на підйомі 10 градусів провідні лижники досягають швидкості 4 м/з при довжині кроку до 2,5 м і частоті кроків 1,5-1,6 кроку в секунду. На лижах ці показники будуть іншими: 3,5 м/з - швидкість, 1,5 м - довжина кроку, частота кроків більше двох в секунду. При ковзанярських ходах ефективніше застосовувати лижоролери з "повільними колесами" виготовлених з особливої гуми або поліуретану (MARWE № 6, ELPEX № 3-4 та ін.) За допомогою таких лижоролерів можна удосконалювати пересування будь-яким ковзанярським

способом, при цьому найбільш поширеними ковзанярськими ходами при пересуванні на лижоролерах являються одночасні одно - і двокроковий ковзанярські ходи.

Таким чином, лижоролери дозволяють відтворювати рухи лижників усіх способах пересування (ходи, переходи, повороти, спуски і так далі). Фазова структура, кінематичні і кутові характеристики ковзанярських ходів пересування на лижоролерах мають велику схожість з пересуванням на лижах. Тому пересування на лижоролерах ковзанярськими ходами необхідно широко використовувати як засіб техніко-тактичної і спеціальної фізичної підготовки в безсніжний період.

З появою ковзанярських ходів в підготовці лижників-гонщиків, разом з лижоролерами, широко використовувався, як спеціально-підготовчий засіб, пересування на роликкових ковзанах. Упродовж перших 4-5 років після їх появи тренери і фахівці не могли віддати перевагу одному з них.

Практична діяльність показала перевагу лижоролерів, хоча порівняльного їх аналізу в літературі нами не знайдено.

Тренажери. Не можна не враховувати корисність використання тренажерних пристроїв при підготовці лижників.

Існуючі тренажери необхідно використовувати диференційовано, залежно від завдань конкретного заняття, спортивної класифікації і етапу підготовки річного циклу.

На загальнопідготовчому етапі річного макроциклу доцільно застосовувати пристрої механічного характеру, які дозволяють розвивати фізичні якості, і передусім силові. До них можна віднести всі наявні тренажери з різноманітним набором пристосувань для різних груп м'язів.

Використання другої групи тренажерів носить спеціалізований характер, і робота на кожному з них має свої позитивні і негативні моменти.

Позитивним моментом цих тренажерів є те, що вони містять в собі ряд конструктивних елементів, наявність яких дозволяє, окрім відтворення вправ в спеціально створених для цього умовах, також регламентувати режим виконання рухів за рахунок особливостей конструкції або ж застосування пристосувань для оцінки контрольованих показників.

У підготовці лижників широко використовуються гумові і пружинні амортизатори, що дають можливість імітувати рухи руками в попереми́нних і одночасних ходах з різними за величиною навантаженнями. Вони складають третю групу пристосувань. Ці тренажери мають істотний недолік: зусилля на початку відштовхування значно менше, ніж в кінці поштовху (на лижах навпаки).

Ефективність застосування тренажерів досягається, передусім, за рахунок такої властивості, як відтворюваність рухів з необхідним набором характеристик, що означає, по-перше, можливість багатократного відтворення вправ з меншим числом технічних погрішностей і, по-друге, контрольованість варіацій [1-5, 25, 26, 39].

Саме такі характеристики можна отримати під час роботи на лижному тренажері "Concept 2" (рис.3.5). Цей тренажер обладнаний електронним монітором, на який виведена інформація про частоту рухів, потужність зусиль і час виконання, що робить його дуже ефективним, що дозволяє задавати параметри роботи і моделювати будь-які ситуації змагань.

Проте у вживаних нині тренажерах і пристосуваннях є окремі недоліки. Так, в одних випадках максимум зусиль проявляється на початку руху (блокові тренажери), коли долається інерція спокою або міняється напрям руху, в інших - у кінці руху (пружини, амортизатори). І те і інше негативно впливає на техніку роботи рук лижника-гонщика.

Найбільш вдалим слід рахувати, очевидно, такі тренажери і пристосування, при роботі яких зусилля наростають і знижуються, як при відштовхуванні лижними палицями поперемінно і одночасно.

Кросовий біг. Аналіз тренувальних планів лижників показує, що питома вага кросового бігу при їх підготовці різна і залежить, передусім, від спортивної кваліфікації і періоду річного циклу.

Використання в підготовці спортсменів кросового бігу у великому об'ємі в період 1960-2000 років було цілком закономірним, оскільки він є доступним засобом тренування. Треба також зауважити, що структура відштовхування ногою під час бігу трохи відрізняється від поштовху ногою під час пересування на лижах класичними ходами. При ковзанярському стилі пересування структура відштовхування і виконання руху ногою з виходом в одноопорне положення значно відрізняється від елементів, що становлять біомеханіку бігу. Також в кросовому бігу не беруть участь м'язові групи рук, плечового поясу і тулуба, які в 60-70 % забезпечують динаміку пересування на лижах класичними та ковзанярськими ходами.

Враховуючи це, крос по пересіченій місцевості є загальнопідготовчим засобом для лижників та і може використовуватися у великому об'ємі у починаючих спортсменів. Із зростанням спортивної майстерності кількість тренувань з використанням бігу повинна знижуватися, а при підготовці кваліфікованих лижників біг доцільно застосовувати в основному на загальнопідготовчому етапі. На інших етапах річного циклу його слід використовувати як відновлюючий засіб або ж для розвитку аеробних можливостей спортсменів.

Крос з імітацією. Починаючи з II етапу багаторічної підготовки в тренуванні лижників важливе місце займає біг у поєднанні з кроковою і стрибковою імітацією лижних ходів в підйоми. Об'єм використання крокової і

стрибкової імітації в тренуваннях лижників та залежить від спортивної кваліфікації і періоду підготовки в річному циклі.

Крокова імітація у початкуючих спортсменів застосовується переважно для відробітку структури руху і, до певної міри, для розвитку спеціальної витривалості. У кваліфікованих спортсменів її використання, як правило, обмежене початком підготовчого періоду зважаючи на незначну дію на системи організму.

Нашими дослідженнями визначено, що стрибкова імітація пред'являє підвищені вимоги до функціонування серцево-судинній і дихальній систем організму, а також опорно-руховому апарату, що підтверджує дані авторів [16, 20, 41-43]. Це спеціально-підготовча вправа робить, поза сумнівом, потужну дію, передусім, на м'язи-розгиначі стегна. Як правило, тренування із застосуванням імітації з лижними палицями проводяться на кругах найбільшої трудності. Проте імітація з палицями робить не лише силову, але і швидкісну дію, оскільки змагальна швидкість на підйомах в імітації вище, ніж на лижах (починаючи з 6°), а на підйомі 13° різниця складає вже більше 30 %. Тому вона часто вище навіть тоді, коли підйоми в імітації долаються не з граничною швидкістю. Частота кроків при імітації досягає 2,5 і більше кроків в секунду, що близько до максимальних значень і більше, ніж при пересуванні на лижах. Навіть на тренуваннях при подоланні підйомів в імітації з лижними палицями з середньою інтенсивністю швидкість, як правило, висока. Таким чином, імітація лижних ходів з палицями є потужним спеціальним засобом швидкісно-силової підготовки лижників. Цей засіб використовується в основному у поєднанні з бігом. В той же час існують досить таки принципові відмінності між пересуванням на лижах і імітацією того ж ходу : на лижах ковзання, в імітації біг-стрибки. Разом з цим, структура стрибкової імітації значною мірою порівнянна із структурою техніки подолання середніх і крутих підйомів на лижах.

Імітація на менш крутих підйомах дозволяє удосконалювати техніку ковзаючого кроку, вживаного, якщо дозволяють умови зчеплення лиж з снігом, на схилах від 8° до 12°. Швидкість подолання таких підйомів за допомогою імітації навіть в режимі 90 % буде вище за швидкість змагання проходження тих же ділянок на лижах.

Розширити діапазон рухових навичок лижника можна, використовуючи різні швидкості в імітаційних тренуваннях. Так, фазова структура техніки пересування на підйомі 10° стрибковою імітацією із швидкістю 85-90 % дуже близька до структури лижного ковзаючого кроку на схилах 9-10°. Якщо виконувати імітацію з змагальною швидкістю і вище, то структура рухів матиме особливості, характерні для лижного ходу на підйомах 6-7°. Тому, підбираючи раціональні швидкості пересування і рельєф місцевості, можна управляти процесом технічного вдосконалення лижників. Кінематичні характеристики стрибкової імітації відповідають характеристикам лижних ходів, вживаних на підйомах крутіше 6°. Використання імітації дає хорошу можливість для вдосконалення техніки подолання підйомів способом "ялиночка".

Підбір засобів тренування, відповідних структурі пересування на лижах, призводить до необхідності розробки нових видів тренуючих дій і модифікації режимів виконання навантажень, спрямованих на поглиблення спеціалізованої їх дії з точки зору подолання тієї або іншої сторони лімітації. Так, широко використовуваний в лижних гонка біг у поєднанні з імітацією лижних ходів в підйоми є дуже ефективним засобом підготовки, проте на великому протязі дистанції застосовується кросовий біг, який є загальнопідготовчим засобом, що знижує значущість тренування, спрямованого на розвиток спеціальної витривалості. В той же час введення у відрізки дистанції між підйомами, на яких здійснюється стрибкова або крокова імітація, специфічного для лиж пересування підвищить якість тренувального процесу в підготовчому періоді.

Проведений порівняльний аналіз засобів лижної підготовки спортсменів показав, що найбільш близькими по структурі рухів до пересування на лижах є лижоролери. В період пересування на них відпрацьовуються усі елементи техніки, що властиві лижній гонці. Основним недоліком вдосконалення техніки лижних ходів на лижоролерах є відсутність специфічного "почуття снігу" і пов'язаного з ним ковзання.

В цьому відношенні, мабуть, ефективнішим спеціально-підготовчим засобом в літній період є лише пересування на лижах по штучній лижні. С цією метою виникає необхідність у використанні лижних тунелів у Фінляндії (Vuokatti), Норвегії (Torsbu). В окремих випадках використовується літня глетчерна підготовка (Ramsau, Val Senales) яка дає можливість зменшувати період безсніжної літньо-осінньої підготовки.

Другим за своєю значимістю спеціально-технічним засобом лижної підготовки є різні імітаційні вправи і, передусім, крос з імітацією з лижними палицями в підйоми. Лише відсутність вироблення "почуття снігу" і "почуття лиж" не дає можливість імітації повною мірою відтворювати лижні ходи.

Дуже важливим засобом удосконалення структури рухів на лижах є спеціалізовані тренажерні пристрої. Проте в кожному з них є ряд недоліків, відмічених нами раніше, які не дозволяють їм стати одним з найбільш ефективних засобів технічної підготовки спортсменів. В той же час сучасні розробки мають можливість максимально наблизити тренажери до основної змагальної вправи - пересування на лижах. Дуже позитивним моментом в них являтиметься можливість задавати параметри рухів, властивих лижній гонці (рельєф траси, частота рухів, потужність та ін.)

Найбільш доступним і часто використовуваним засобом тренування в підготовчому періоді, являється біг, проте він по своїй структурі рухів не відповідає технічним параметрам пересування на лижах. Тому цей засіб є

загальнопідготовчим і може в різній мірі використовуватися на відповідному етапі річного циклу залежно від віку і спортивної кваліфікації.

Проведені педагогічні дослідження дозволяють нам зробити наступні висновки:

1. Пересування на лижоролерах є найбільш ефективним засобом техніко-тактичної і спеціальної фізичної підготовки лижників в безсніжний період, оскільки вони дозволяють відтворювати рухи в усіх способах пересування на лижах, маючи велику схожість з ними по фазовій структурі і кінематичним характеристикам.

2. Кросовий біг по пересіченій місцевості служить загальнопідготовчим засобом, оскільки в нім не беруть участь м'язові групи рук, плечового поясу і тулуба, які більшою мірою забезпечують пересування на лижах. Тому він може у великому об'ємі використовуватися у початківців і на загальнопідготовчому етапі у кваліфікованих спортсменів.

3. Імітація лижних ходів в підйоми з лижними палицями у поєднанні з кросом є потужним спеціальним засобом швидкісно-силової підготовки лижників, оскільки імітація порівнянна із структурою техніки подолання середніх і крутих підйомів на лижах.

1.1.1. Аналіз динаміки об'єму лижної підготовки спортсменів-лижників в річному макроциклі

Тривалість і структура макроциклів підготовки збірної команди України обумовлюються багатьма чинниками, до яких відносять: специфічні особливості виду спорту, закономірності становлення основних складових спортивної майстерності, необхідність підготовки спортсмена до участі в конкретних змаганнях (сезон 2022-2023 років - Чемпіонат Світу (Планиця),

2022-2025 роки – Кубки Світу, сезон 2024-2025 років - Чемпіонат Світу (Трондхейм), сезон 2025-2026 роки – Зимові Олімпійські ігри), індивідуальні адаптаційні можливості спортсменів до тренувальних і змаганням навантажень, умови проведення змагань (рівнина, середньогір'є), зміст попереднього тренувального процесу [1-5, 8, 10].

Результати досліджень.

Нами проаналізований період підготовки, що включає 3 річні макроцикли 2022-2025 років, які мали різні завдання, безпосередньо пов'язані з метою, яку було поставлено перед командою на конкретному етапі підготовки :

Макроцикл 2022-2023 року:

- поступове підвищення об'ємів циклічного навантаження за рахунок збільшення об'єму переважно літньої підготовки і трохи лижної підготовки (в середньому по команді на 20-22%);

- аналіз силової підготовки за попередні періоди, підвищення її якості, при збільшенні об'єму в підготовчому періоді;

- участь членів збірної команди в літніх і зимових змаганнях (Чемпіонат України по ОФП і СФП, Кубок України по лижних перегонах, змагання категорії ФИС).

- підготовка і участь команди до Чемпіонату Світу в Планиці (Словенія) у лютому 2023 року.

Макроцикл 2023-2024 року:

- подальше підвищення об'ємів циклічного навантаження (в середньому по команді на 30,1%) за рахунок збільшення об'єму літньої спеціальної і зимової лижної підготовки (в середньому по команді на 23,9 %);

- підвищення процентного співвідношення навантаження III - V і I - II зон інтенсивності до рівня 12,0-12,5 %, за рахунок збільшення навантаження в III - V зоні інтенсивності (в середньому по команді зростання на 32,1 %);

- підвищення якості силової підготовки переважно в підготовчому періоді (на 27%) і частково в змаганні період (на 14%);

- вдосконалення технічної майстерності пересування на лижах;

- підготовка і участь в Кубку Світу та змаганнях категорії ФІС.

Макроцикл 2024-2025 років:

- подальше підвищення об'ємів циклічного навантаження (в середньому по команді на 10,7%) за рахунок збільшення об'єму літньої підготовки і трохи лижної підготовки (в середньому по команді на 5,1 %);

- зниження абсолютних цифр об'єму навантаження в III - V зоні інтенсивності і, відповідно, зниження процентного співвідношення навантаження III - V і I - II зон інтенсивності до рівня 10,8- 11,3 %;

- подальше підвищення якості силової підготовки ;

- підготовка і участь в Чемпіонаті Світу в Трондхеймі (Норвегія)

- планування підготовки до Зимових Олімпійських Ігор в Італії. Відпрацювання логістики, трансферів, вивчення середньогірних баз, адаптованих до вимог збірної команди;

- експериментальне моделювання етапу безпосередньої підготовки до Зимових Олімпійських Ігор в Італії (УТС в Passo di Lavaze (ІТА));

Проведений аналіз тренувального процесу лижників-гонщиків дозволив нам представити параметри циклічного навантаження (табл. 1.1), включаючи дані ООЦН (загальний об'єм циклічного навантаження), відсоток

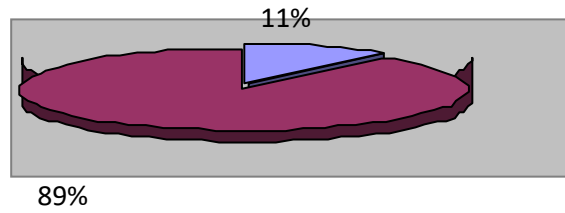
навантаження інтенсивності змагання і об'єму лижної підготовки членів збірної команди України в період 2022-2025 років.

Таблиця 1.1

Параметри циклічного навантаження збірної команди України з лижних гонок в сезонах 2022-2025 років

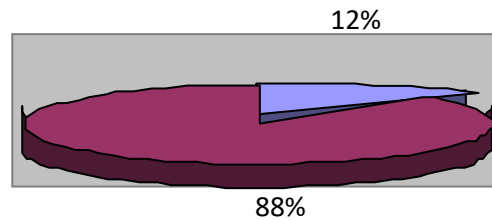
Спортсмен	Сезон 2022-2023			Сезон 2023-2024			Сезон 2024-2025		
	ЗОЦН	% навантаження в III-V зоні	Загальний об'єм лижної підготовки	ООЦН	% навантаження в III-V зоні	Загальний об'єм лижної підготовки	ЗОЦН	% навантаження в III-V зоні	Загальний об'єм лижної підготовки
Чоловіки									
С. 1	4308	510(11,8)	1780 (41,3)	4704	508 (10,8)	1950 (41,4)	5049	606 (12,0)	2165 (42,8)
С. 2				3890	337 (8,6)	1687 (43,3)	4500	381 (8,4)	2336 (51,9)
С. 3	4480	498 (11,1)	2187 (48,8)	5329	542 (10,2)	2443 (45,8)	5815	464 (7,9)	2545 (43,7)
С. 4	4903	532 (10,8)	2280 (46,5)	5670	650 (11,5)	2530 (44,6)	5409	607 (11,2)	2526 (46,7)
С. 5	4886	503 (10,3)	2098 (42,9)	5210	553 (10,6)	2249 (43,2)	5511	494 (8,9)	2597 (47,1)
С. 6	4389	497 (11,3)	1769 (40,3)	5130	647 (12,6)	2154 (42,0)	5930	460 (7,7)	2154 (36,3)
С. 7	4450	358 (8,0)	1689 (37,9)	5080	458 (9,0)	2207 (43,4)	6799	499 (7,3)	2840 (41,8)
С. 8	5170	505 (9,7)	2276 (44,0)	5586	630 (11,3)	2618 (46,9)	6256	483 (7,7)	2676 (42,8)
Жінки									
С. 9	4280	458 (10,7)	1658 (38,7)	4331	536 (12,4)	1752 (40,4)	5061	348 (6,9)	2214 (43,7)
С. 10	4397	440 (10,0)	1760 (40,0)	4699	482 (11,5)	1983 (42,9)	4702	405 (8,6)	2094 (44,5)
С. 11	3489	421 (12,0)	1767 (50,6)	3653	475 (13,0)	1826 (50,0)	4415	495 (11,2)	2140 (48,5)

Співвідношення навантаження в сезоні 2022 - 2023



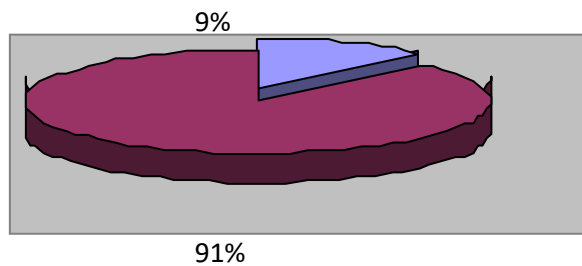
- Загальний об'єм навантаження в III-V зоні інтенсивності
- Загальний об'єм навантаження в I-II зоні інтенсивності

Співвідношення навантаження в сезоні 2023-2024



- Загальний об'єм навантаження в III-V зоні інтенсивності
- Загальний об'єм навантаження в I-II зоні інтенсивності

Співвідношення навантаження в сезоні 2024 -2025



- Загальний об'єм навантаження в III-V зоні інтенсивності
- Загальний об'єм навантаження в I-II зоні інтенсивності

Рис. 1.1. Співвідношення навантаження III-V и I-II зонах інтенсивності в сезонах 2022-2025 років.

Окрім цього нами встановлено співвідношення відновлювальних (I - II зона інтенсивності) і змагальних (III - V зона інтенсивності) навантажень в період 2022-2025 років у членів збірної команди України (мал. 1), яке знаходиться в межах 8,8-12,3%, що відповідає сучасним вимогам лижного спорту, а також співвідношення вживаних в підготовці засобів тренування.

1.2. Силова підготовка в структурі тренувального процесу лижників-гонщиків

Процес силової підготовки направлений на розвиток силових якостей різних видів: максимальної і вибухової сили, силової витривалості. Силова підготовка передбачає не тільки підвищення максимальних показників силових якостей, але і вдосконалення здібностей до їх утилізації в процесі змагальної діяльності, обґрунтоване на оптимальній відповідності рівня розвитку силових якостей, досконалості спортивної техніки і діяльності вегетативних систем.

Ефективність процесу силової підготовки багато в чому залежить від технічної оснащеності тренувального процесу. Як бачимо, в ряді наукових робіт [15, 31, 58, 59, 62], протягом останніх 15 років в системі силової підготовки спортсменів реалізований ряд методичних підходів, заснованих як на використанні традиційних методів обтяжень і опорів (штанги, гантелі, блокових пристроїв, подоланні маси власного тіла і опору партнера і так далі), так і на застосуванні різноманітних спеціальних тренажерних пристроїв. При використанні силових тренажерів керуються, як мінімум, одним з наступних чинників:

- 1) можливістю витримати основні методичні вимоги до розвитку того або іншого вигляду сили;

2) підвищенням ефективності управління і контролю за процесом силової підготовки;

3) можливістю реалізації принципу сполученості при розвитку силових і інших рушійних якостей і становлення і технічної майстерності.

Найбільш вдалі технічні і методичні рішення завжди пов'язані з цими трьома чинниками. Саме такі тренажерні пристрої в досить короткий термін отримали теоретичне обґрунтування і широке поширення в практиці спорту.

Впровадження різних тренажерних пристроїв [2-4, 28, 31], що дозволяють значно тонше диференціювати режим роботи м'язів, чим використання різних обтяжень, привело до більш дробового розподілу режимів роботи м'язів при виконанні силових вправ. Зокрема, в цей час прийнято виділяти вправи силової спрямованості, що виконуються в наступних режимах:

- ✓ в ізометричному (статичному);
- ✓ в ізотонічному (динамічному) при постійній величині обтяження і поєднанні роботи долаючого і поступального характеру;
- ✓ в ізотонічному при поступальному режимі роботи м'язів;
- ✓ в ізокінетичному;
- ✓ змінних опорів.

Разом з тим, автори наукових робіт [9, 10, 15, 28] відмічають, що цей розподіл не є досить суворим, оскільки всі режими, крім ізометричного, є різними варіантами роботи динамічного характеру. Однак відмінності в методиці, тренажерному обладнанні і ефективності сприяли поширенню такого підрозділу і упорядкуванню процесу силової підготовки спортсменів і дали підстави для виділення відповідних самостійних методів.

1.2.1. Динаміка силових показників спортсменів в різні періоди річного макроциклу

На всіх етапах досліджень (2022-2025 років) нами широко використовувався метод педагогічних спостережень. Об'єктом цих спостережень з'явилась силова підготовка збірної команди України лижних гонок. Особлива увага була приділена аналізу динаміки силових якостей, за допомогою застосування стандартних силових тестів в підготовчому періоді річного макроциклу.

Спостереженням необхідно було виявити, як в процесі тренування змінювалися якісні і кількісні силові показники виконання вправ, а відповідно власне силові показники спортсменів.

Тринадцять кваліфікованих лижників-гонщиків членів збірної команди України з лижних гонок (10 чоловіків і 3 жінки) були набрані для участі в дослідженні. Критерієм включення в експеримент була неодноразова участь в гонках Кубка світу, гонках категорії FIS, Чемпіонаті Світу і високе місце в національному рейтингу в сезоні 2023/25. Оцінку ефективності силової підготовки проводили за допомогою найбільш інформативних, з нашої точки зору, тестів і контрольних випробувань, що дозволяють оцінити динаміку як власне силових показників, так і показників, що характеризують спеціальні силові якості лижників-гонщиків.

Для оцінки динаміки власне силових показників використовувалися результати спортсменів в окремих вправах, що входять до складу силових комплексів, що використовуються в силовій підготовці спортсменів. Для оцінки спеціальних силових якостей спортсменів застосовувалися спеціально підібрані контрольні вправи, що виконувались на тренажері «Concept 2».

Основою силової підготовки спортсменів-лижників є різні силові вправи специфічного та неспецифічного характеру. Перевагу в підготовці надається специфічним вправам силового характеру, що надають ефективний вплив на

найбільш значущі м'язи, і що дуже важливо, були б схожі або наближалися за своїми кінематичними характеристиками до рухів лижника-гонщика.

Силові вправи, що використовує збірна України представлені відповідно до їх застосування і використання тих або інших спортивних снарядів, а також розділені на великі м'язові групи.

Вправи для розвитку м'язів тулуба (рис. 1.2.). Вправи для розвитку м'язів плечового поясу (рис. 1.3.). Вправи для розвитку м'язів ніг (рис. 1.4.).

Вправи, представлені нижче, застосовувались в складі силових комплексів у великому об'ємі під час базової силової підготовки (квітень-липень) та в комплексі зі спеціальними силовими вправами в період спеціалізованої силової підготовки (серпень-листопад). В якості спеціальних силових засобів застосовувалися:

- пересування на лижоролерах одночасними ходами і тільки за допомогою попереминої роботи рук,
- силова робота на тренажері "Ergoline" виробництва Італії,
- силова робота на тренажері "Concept 2" виробництва США,
- силова робота з гумовими амортизаторами різної пружності,
- стрибова імітація з лижними палицями у підйомі.

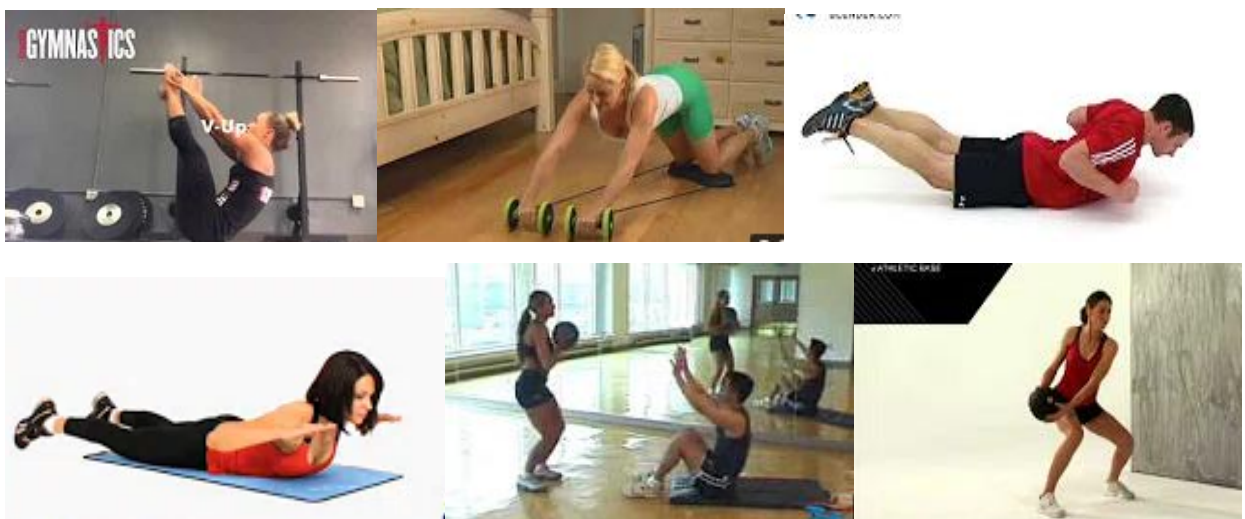


Рис. 1.2. Силові вправи, спрямовані на розвиток м'язів тулуба

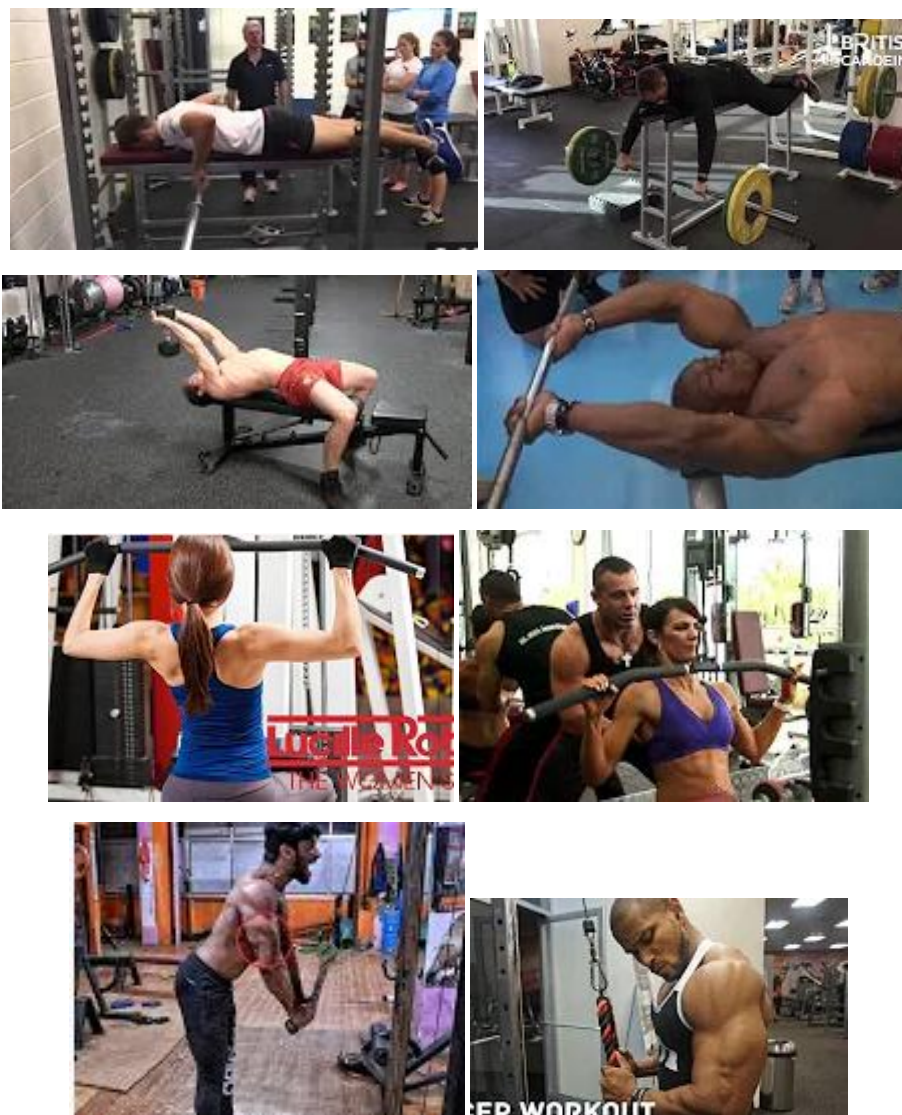


Рис. 1.3. Силові вправи, спрямовані на розвиток м'язів плечового поясу



Рис. 1.4. Силові вправи, спрямовані на розвиток м'язів нижніх кінцівок

Спеціалізована силова підготовка проводилася у великому об'ємі протягом усього підготовчого періоду (до кінця жовтня) та в меншому об'ємі в змагальному періоді річного циклу підготовки. Загальний обсяг силової

підготовки в річних мікроциклах 2022-2025 було виконано в діапазоні 7,2-9,4% (жіноча група) та 10,8-11,6% (чоловіча група) від показників загального об'єму фізичного навантаження та складає $75,5 \pm 19,5$ годин на рік.

Висновки до розділу 1.

1. Побудова тренувального процесу спортсменів, що спеціалізуються в лижних перегонах, відповідає загальноприйнятим принципам спортивного тренування в циклічних видах спорту

2. Середнє значення загального об'єму циклічного навантаження в чоловічій групі в сезоні 2023-2024 р. склало 5271, 5 км, а в сезоні 2022-2023 р. 5661,6 км, що на 7,3% більше.

3. Загальний об'єм лижної підготовки в чоловічій групі в сезоні 2024-2024 р. склав 2324 км, а в сезоні 2023-2024 р. 2443 км, відповідно, що склало приріст 5,1%.

4. Об'єм циклічного навантаження в III - V зоні інтенсивності в чоловічій групі в сезоні 2024-2025 р. склав 5271, 5 км, а в сезоні 2022-2023 р. збільшився на 10,7 % і склав 5661,6 км, відповідно.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ Й ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Загальна характеристика методів досліджень

Для рішення поставлених задач використовувалися загальноприйняті і спеціально розроблені методи досліджень.

1. Методи теоретичного аналізу, узагальнення.
2. Методи педагогічного обстеження: спостереження, тестові випробування фізичної підготовленості.
3. Методи педагогічного експерименту.
4. Методи медично-біологічного обстеження, фізіологічні проби.
5. Обчислювальні, статистичні і інші методи кількісного аналізу і формалізованого представлення даних.

2.1.1. Теоретичний аналіз та узагальнення даних літератури

Вивчення і узагальнення вітчизняної та зарубіжної науково-методичної літератури. При вивченні та аналізі літературних джерел з даної проблеми виявилися основні чинники, від яких залежить результат у лижному спорті, найбільш раціональні, з нашої точки зору, засоби та методи, що застосовуються лижниками-гонщиками високої кваліфікації та спортсменами, представниками інших видів спорту циклічного характеру. Основна увага була зосереджена на роботах з планування підготовки спортсменів високої кваліфікації [2-5, 23, 25, 30, 32, 34, 45-46] розподілу навантаження та засобів підготовки на різних етапах річного макроциклу [17-19, 24, 27]. Окремо було вивчено питання пов'язане з контролем та аналізом функціонального стану спортсменів на різних етапах річного макроциклу.

Інтерв'ювання та опит тренерів і спортсменів. При узагальненні досвіду передової спортивної практики враховувалися точки зору ведучих

українських, російських і деяких зарубіжних тренерів і фахівців, викладачів та спортсменів. Інтерв'ювання та опит проводилися в основному у формі особистих бесід, аналізу накопиченого в цьому питанні досвіду. Аналізувалися роботи вітчизняних і зарубіжних авторів по теорії і методиці тренування в лижних гонках, біатлоні і інших циклічних видах спорту. Окрім цього вивчався матеріал з інших дисциплінах – фізіології, біохімії, медицині і математичній статистиці [2-6, 10, 11], які дозволили більш глибоко розглядати досліджувані питання.

Збір даних, а також бесіди з ведучими тренерами і фахівцями проводилися на національних змаганнях з лижних гонок, Кубках світу, Чемпіонатах світу).

Аналітичний огляд літературних даних і опиту тренерів і спортсменів наведено в гл.1. Огляд охопив 69 літературних джерел. За результатами літературного огляду і опиту оцінено стан проблеми, пов'язаної з методикою оцінювання функціонального стану спортсменів, що спеціалізуються у лижних гонках.

2.1.2. Методи педагогічного дослідження.

Педагогічні спостереження. На всіх етапах дослідницької роботи нами широко використовувався метод педагогічних спостережень. Об'єктом цих спостережень з'явився тренувальний процес у лижному спорті, а зокрема, тренувальний процес збірної команди України. Особлива увага була приділена тестуванню та аналізу різних показників, що характеризують функціональний стан спортсменів-лижників в різні періоди річного макроциклу.

Спостереженням необхідно було виявити існуюче становище з питань планування, розподілу навантаження в підготовці збірної команди України. Окрема увага була надана проблемі контролю за різними показниками, що об'єднують у собі поняття функціонального стану спортсменів-лижників.

Для більш детального аналізу тренувального процесу було вибрано тринадцять кваліфікованих лижників-гонщиків членів збірної команди України з лижних гонок (10 чоловіків і 3 жінки). Критерієм включення в експериментальну групу була неодноразова участь в гонках Кубка світу, гонках категорії FIS, Чемпіонаті і Кубку Світу і високе місце в національному рейтингу в сезоні 2023/25. Характеристики спортсменів наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1.

Середні характеристики спортсменів, що приймають участь в експерименті

Параметри	
Вік (рік)	25,8 ± 3,6
Маса тіла (кг)	70,0 ± 7,7
Зріст (см)	176,4 ± 5,4
Максимальна ЧСС (уд·хв ⁻¹)	197,8 ± 8,3
Щорічне навантаження (год.)	581,8 ± 118,9

Оцінку ефективності тренувального процесу проводили за допомогою аналізу результатів на контрольних змаганнях, змаганнях Кубка Світу, Чемпіонату Світу. Оцінку динаміки показників, що характеризують функціональний стан спортсменів, проводили аналізуючи результати тестувань в різні терміни підготовки.

2.1.3. Методи педагогічного експерименту.

Педагогічний експеримент був основним методом досліджень, які проводилися в лабораторних і природних умовах.

У процесі проведення експерименту вирішувалися наступні задачі:

- а) розробити та застосувати у тренувальному процесі електронну версію спортивного щоденника;
- б) провести аналіз динаміки показників тренувального процесу в лижних гонках;
- в) вибрати найбільш оптимальні засоби та методи тестувань;

г) вибрати найбільш інформативні критерії оцінки функціонального стану, силової і спеціально силової підготовки лижників-гонщиків;

Для оцінки динаміки функціонального стану використовувались:

- Результати тестування спортсменів на біговому тредбані з стандартним протоколом тестування (нахил доріжки 10,5 %, швидкість 5,7 км/год-11,1 км/год, інтервал 0,9 км/год, кількість ступенів 6-7)

- Результати тестування спортсменів на ручному ергометрі «Concept 2» при виконання одночасного безкрокового класичного ходу.

- Початкове навантаження для жінок 50 ватт та 120 ватт для чоловіків. Підвищення навантаження на кожній ступені 25 ватт для жінок та 30 ватт для чоловіків. Тривалість навантаження на кожній ступені 2 хвилини.

- Електрокардіографічні та вектор-кардіографічні дослідження

Для оцінки динаміки власне силових показників використовувалися результати спортсменів в окремих вправах, що входять до складу силових комплексів.

Для оцінки спеціальних силових якостей спортсменів застосовувалися спеціально підібрані контрольні вправи, що виконувались на тренажері «Concept 2».

В якості параметрів, що досліджувались, нами були обрані:

1. Максимальна алактатна потужність (Ватт) (реєструвалася на моніторі тренажера «Concept 2») при виконанні вправи «імітація одночасного безкрокового ходу» (тривалість навантаження 6-10 с., потужність виконання вправи - максимальна)

2. Відносна максимальна алактатна потужність (Ватт/ кг)

3. Середня потужність при виконанні «Вінгет-тесту» в продовж 30 секунд (реєструвалася на моніторі тренажера «Concept 2») при виконанні вправи «імітація одночасного безкрокового ходу» (потужність виконання вправи - максимальна)

4. Відносна потужність «Вінгейт-тесту» (Ватт/ кг)

2.1.4. Методи медично-біологічного обстеження.

Електрокардіографія, вектор-кардіографія. Запис електрокардіограм та вектор-кардіограм до і після навантаження проводився на вектор-кардіографі вітчизняного виробництва по загальноприйнятій методиці.

Функціональні тести і проби. Було проведено дослідження динаміки ЧСС за допомогою монітора серцевого ритму «Garmin Forerunner 610 XT»

2.1.5. Математична обробка матеріалів досліджень.

Всі дані представлені як середнє значення \pm стандартне відхилення (SD).

2.2. Організація досліджень.

На основі досліджень розроблені контрольні тести, що найбільш інформативно характеризують динаміку функціонального стану та силових показників лижників-гонщиків високої кваліфікації на різних етапах річного макроциклу.

Критично проаналізовано матеріал (щоденники тренувань, плани підготовки в сезонах 2024-2025) та зроблено висновки стосовно ефективності тренувального процесу збірної команди України з лижних гонок. Узагальнено досвід українських і зарубіжних фахівців, а також особистий досвід.

На основі аналізу конкретних задач і досягнутих результатів, нами умовно виділено три основних етапи досліджень.

На першому етапі (вересень 2024 р.) відбувалося формування предмета дослідження. У цей період проводився аналіз літературних джерел. Проводилися зустрічі та обмін інформацією з провідними українськими і зарубіжними фахівцями, здійснювалися педагогічні спостереження за тренувальним процесом в різних збірних командах.

На другому етапі (жовтень 2024 р.) експеримент проводився в лабораторних і природних умовах тренувальних занять збірної команди

України. З'ясувався вплив на організм лижників тренувальних навантажень на різних етапах річного макроциклу. Знаходилися оптимальні рішення в формуванні структури циклів підготовки. Знаходилися найбільш інформативні критерії для оцінки рівня функціональної та спеціальної силової підготовленості. Пробувалися різні засоби і методи контролю за функціональним станом спортсменів.

На третьому етапі (листопад 2024 р. – квітень 2025 р.) відбувалося теоретичне і прикладне узагальнення та систематизація результатів.

РОЗДІЛ 3

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН СПОРТСМЕНІВ-ЛИЖНИКІВ, ЯК ІНТЕГРАЛЬНИЙ ПОКАЗНИК РІВНЯ ПІДГОТОВЛЕНOSTI СПОРТСМЕНІВ

Об'єм і інтенсивність тренувальних і змагань навантажень накладають відбиток на функціональний стан спортсменів, тому оцінка функціонального стану організму є обов'язковою процедурою. Процедура оцінки дозволяє на ранній стадії виявити можливі порушення в роботі опорно-рухового апарату і несприятливу динаміку функціонального стану організму, а значить, запобігти можливим травмам і ушкодженням, поліпшити фізичну форму, а також дозволяє визначити міру готовності до змагань, поліпшити спортивні показники.

Лижні гонки включають в собі тривалі змагання на пересіченій місцевості з використанням різних технік пересування на лижах. Підготовка лижника-гонщика включає в собі різні тренувальні методи, при використанні різної техніки пересування, які навантажують верхню і нижню частину тіла в різній ступені. Таким чином, лижники повинні знати не тільки режим і інтенсивність своїх вправ, але і те, які групи м'язів переважно задіяні під час тренування та змагальної діяльності.

Лижники світового рівня демонструють одні з найвищих показників максимального споживання кисню (МСК). Для кращих чоловіків і жінок характерні значення 80-90 і 70-80 мл/кг/хв [30, 45, 48, 52]. Отже, кардіореспіраторна система змушена функціонувати на граничних режимах, щоб забезпечити адекватну доставку кисню до працюючих м'язових груп. Проте, відповідні значення споживання кисню явно нижче в вправах, де переважає робота м'язів плечового пояса (97, 99, 103). Наприклад, елітні лижники чоловічої і жіночої статі досягають тільки 76% і 67%, відповідно, від

свого максимального споживання кисню (МСК) при ізольованій роботі тільки верхньої частини тіла.

Визначення коректної інтенсивності тренувань на витривалість засноване на розрахунках певних діапазонів частоти серцевих скорочень (ЧСС). Ця практика поширена в більшості видів спорту на витривалість [30, 45, 61, 68, 69] і, як правило, орієнтується на показники споживання кисню (VO_2), концентрації лактату в крові (Lac) та ЧСС, отримані експериментально в функціональних тестах.

Усе вищевикладене актуалізує вибрані нами проблеми оцінки функціонального стану лижників на різних етапах річного макроциклу.

3.1. Інструментальні методика оцінки спеціальної працездатності лижників-гонщиків

У спорті високих досягнень метою тренування є максимальний розвиток комплексу рухових якостей, що дозволяє показати рекордні досягнення при виконанні конкретних вправ, специфічних для цього виду спорту. Рішення цієї задачі пов'язане з максимальною напругою функціональних і регуляторних можливостей організму і, відповідно, припускає участь в тренувальному процесі кваліфікованих і здорових спортсменів.

Тестування функціонального стану спортсменів високої кваліфікації має характерні особливості. Як відомо, для м'язового скорочення вимагається енергія, що виділяється при гідролізі молекули АТФ. Запасів АТФ в м'язовій клітині достатньо усього лише на 1-2 секунди максимальних скорочень, причому навіть при багаторічному фізичному тренуванні концентрація АТФ в м'язі практично не змінюється. Під час роботи АТФ ресинтезується в м'язі за рахунок анаеробних реакцій (креатинфосфатна реакція і гліколіз) і за рахунок

реакцій окислення. Енергозабезпечення роботи тривалістю більше 3-4 хвилин відбувається головним чином за рахунок аеробних реакцій. Можна стверджувати, що спортсмен за інших рівних умов (однакових морфоантропометричних параметрах, однаковій техніці виконання вправи і однакової мотивації) розвиватиме і підтримуватиме тим більшу потужність роботи, ніж більше молекул АТФ буде гідролізовано і ресинтезовано за цей проміжок часу. Тому оцінка інтенсивності аеробних процесів під час роботи представляє великий прогностичний інтерес для визначення працездатності організму.

3.1.1. Тестування аеробної працездатності

Обмеження аеробної працездатності зв'язують з низькою швидкістю доставки кисню до м'язів, недостатніми дифузійною здатністю і окислювальним потенціалом м'язів або надмірним накопиченням метаболітів анаеробного гліколізу. Система доставки і утилізації кисню досить складна і включає декілька етапів. Проблема виявлення чинників, що обмежують аеробну працездатність, стає особливо актуальною, коли йдеться про спортсменів високої кваліфікації, що працюють з граничною напругою систем вегетативного забезпечення м'язової діяльності. Для правильної організації тренувального процесу у цього контингенту необхідно чітко представляти фізіологічні механізми, що обмежують зростання аеробної працездатності, і мати обґрунтований алгоритм вибору методик тренувань, спрямованих на її збільшення [45, 48, 52, 64].

Для дослідження фізичної працездатності спортсменів-членів збірної команди України з лижних гонок застосовувався стандартний протокол тестування, рекомендований норвезьким науково-дослідним центром «Олімпіатопен» (Olimpiatorpen) З цією метою використовується біговий

третбан з градієнтом нахилу бігової доріжки 10,5%, зі швидкістю на ступені: 5,7-6,6-7,5-8,4-9,3-10,2 км·год⁻¹. Відповідно. Тривалість кожної ступені - 180 сек.

Тестування спортсменів проводилось в період учбово-тренувальних зборів, як на території України (Західний спортивно-реабілітаційний центр), так і за кордоном (УСБ «Бельмекен» (Болгарія), Отепя (Естонія), Vuokatti, FIN) в різні терміни підготовчого періоду. Результати тестувань надані на діаграмах (рис. 3.1, рис. 3.2)

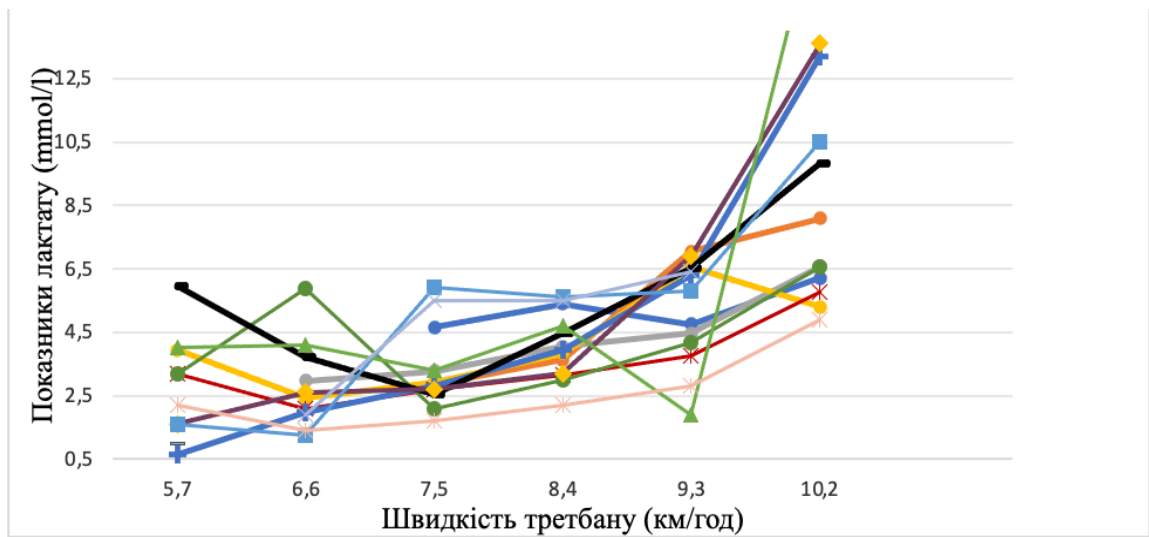


Рис. 3.1 Графік динаміки лактату у сезонах 2023-2025 (спортсменка Ш.С.)

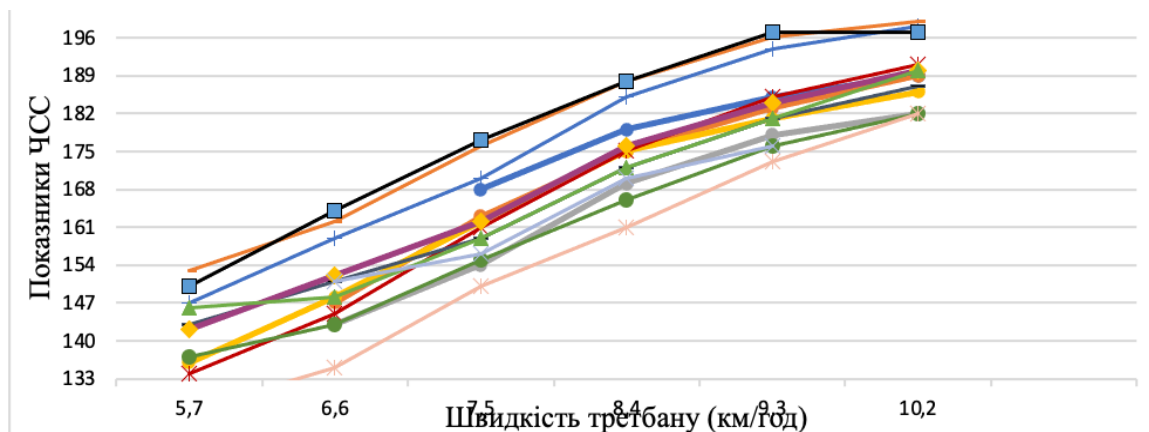


Рис. 3.2 Графік динаміки ЧСС у сезонах 2023-2025 (спортсменка Ш.С.)

3.1.2. Використання індивідуальних протоколів інтервальних тренувань у силовій підготовці кваліфікованих лижників-гонщиків

Основна мета цього дослідження полягала в пошуку оптимальних методичних прийомів, які використовуються в силовій підготовці кваліфікованих лижників-гонщиків. Експериментально ми перевірили динаміку силових показників при тренуванні на ручному ергометрі «Концерт 2» при використуванні індивідуальних протоколів інтервального тренування.

Учасники експерименту

Тринадцять кваліфікованих лижників-гонщиків членів національної збірної команди України з лижних гонок (10 чоловіків і 3 жінки) були набрані для участі в дослідженні. Критерієм включення в експеримент була неодноразова участь в гонках Кубка світу, гонках категорії FIS, Чемпіонаті Світу і високе місце в національному рейтингу в сезоні 2024/25. Характеристики спортсменів наведені в таблиці 1.

Таблиця 3.1.

Середні характеристики спортсменів, що приймають участь в експерименті

Параметри	
Вік (рік)	24,8 ± 3,8
Маса тіла (кг)	71,0 ± 7,2
Зріст (см)	178,4 ± 5,5
Максимальна ЧСС (уд·хв ⁻¹)	199,8 ± 8,3
Щорічне навантаження (год.)	631,8 ± 108,1

Дизайн експерименту

Спортсмени знаходились на учбово-тренувальному зборі та впродовж 2 неділь виконували заплановане навантаження згідно плану підготовки. Фізіологічні тестування згідно стандартних протоколів (виконання

навантаження безкроковим одночасним ходом на ручному ергометрі впродовж 60 сек) були проведені на 1-й день мікроциклу після дня відпочинку замість першого тренування. Контроль ЧСС відбувався безперервно впродовж всього тесту за допомогою монітору серцевого ритму Garmin Forerunner 920 XT.

При аналізі графіків динаміки потужності навантаження впродовж всього тесту були виділені зони, які відповідали критичному стану м'язової системи, коли потужність вже не могла підтримуватись та драматично знижувалась.

Нами було зроблено припущення, що відповідний діапазон потужності відповідає зоні декомпенсованого метаболічного ацидозу, після якої м'язи верхніх кінцівок вже не в змозі генерувати необхідну потужність. Показники цієї потужності мали індивідуальні особливості у тестуємих спортсменів та були використані, як базові при плануванні інтервального тренування на ручному ергометрі.

Протокол інтервального тренування було згенеровано наступним чином:

1. Виконання вправи одночасним безкроковим стилем на ручному ергометрі з потужністю 130-150 ват впродовж 10 хвилин у якості розминки
2. Виконання 8-10 інтервалів впродовж 2 хвилин кожен з потужністю 380-450 ват (індивідуально, в залежності від показників попереднього тестування) через 2 хвилини відпочинку

Функціональне тестування на ручному ергометрі

Тестування проводилось на ручному ергометрі Concept2 SkiErg (Morrisville, VT, USA)

Тривалість навантаження 60 секунд.

Статистичний аналіз

Всі дані представлені як середнє значення \pm стандартне відхилення (SD).

Результати дослідження

Результати дослідження виявили індивідуальну динаміку підтримки потужності в функціональних тестуваннях на ручному ергометрі. Така різниця в показниках, особливо в кінці 60 секундного навантаження, що відповідала верхній границі ПАНО, та проявлялась в падінні потужності, характеризувалась різним рівнем підготовки спортсменів та різним рівнем спеціальної силової витривалості м'язів верхніх кінцівок. Найменша різниця у показниках була у спортсменів найвищої кваліфікації всередині групи. Середній показник серед трьох спортсменів 438 ± 17 ват. При виконанні навантаження одночасним безкроковим ходом рівень максимальної сили м'язів верхніх кінцівок та спеціальної витривалості є лімітуючим фактором, який має високу кореляцію з спортивним результатом в лижних гонках. Графік динаміки показників ЧСС можна побачити на рис. 3.1, 3.2.

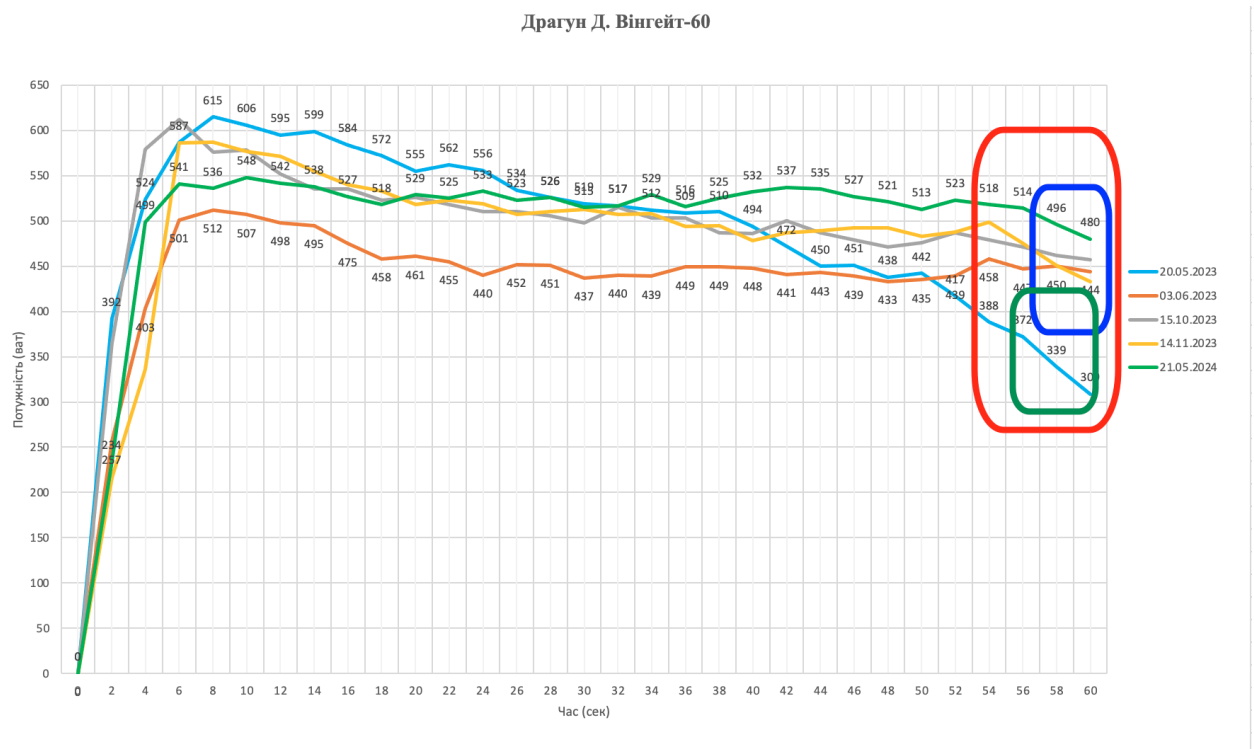


Рис. 3.1 Графік динаміки показників ЧСС функціональних тестах на ручному ергометрі при виконанні тесту «Вінгейт-60» спортсменом Д.Д.

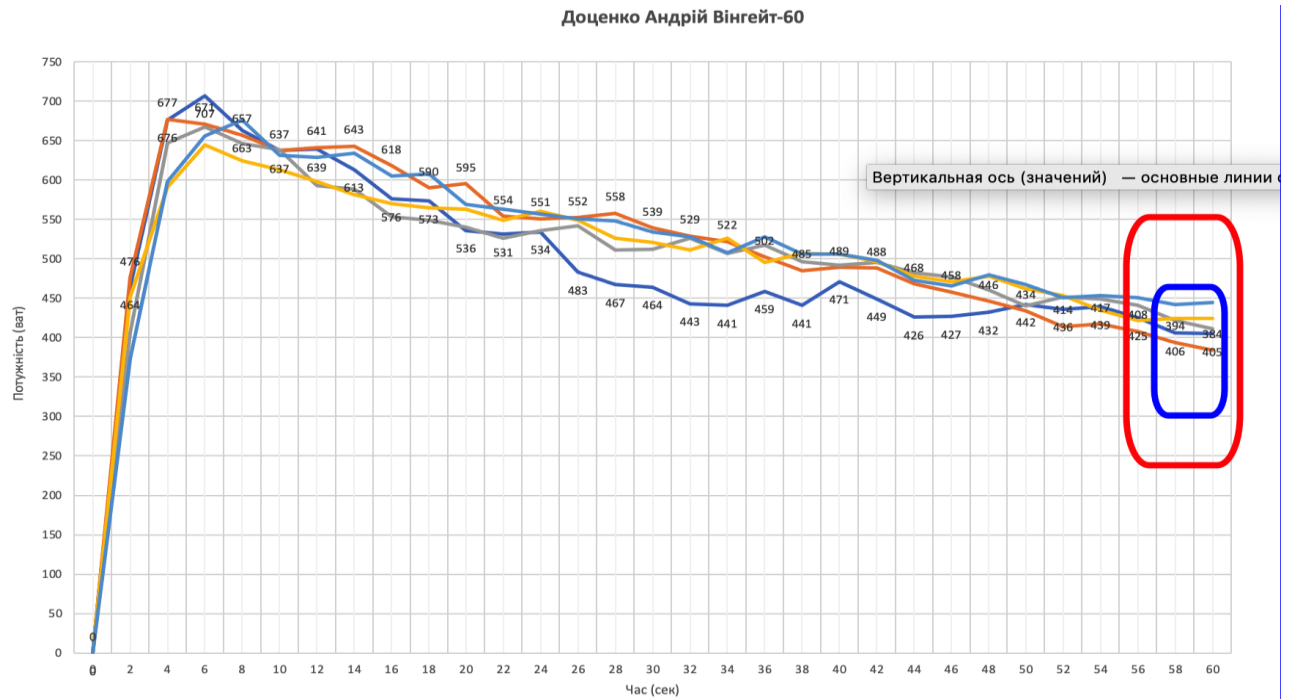


Рис. 3.2 Графік динаміки показників ЧСС функціональних тестах на ручному ергометрі при виконанні тесту «Вінгейт-60» спортсменом Д.А.

Інтервальні тренування з силової підготовки на ручному ергометрі виконувались в середньому 2 рази за умовний тиждень в продовж підготовчого мезоциклу. Використовувався протокол з 6-10 інтервалами потужності, яка була індивідуальною для кожного спортсмена та відповідала діапазону «критичного інтервалу» в функціональному тесті.

Аналіз результатів контрольних тестів «Вінгейт-60» демонстрували позитивну динаміку впродовж підготовчого періоду та різниця між тестуваннями в травні та листопаді досягала в середньому по групі $41,0 \pm 5,2$ ват. в останні 10 секунд тесту, що характеризує покращення силової витривалості м'язів верхніх кінцівок.

3.1.3. Сучасні методи силової підготовки кваліфікованих лижників-гонщиків.

За останні 10 років в закордонній літературі з'явилось багато публікацій, пов'язаних з використанням методу «преактивації». Це принципово нове

направлення в технічній та спеціально-фізичній підготовці, яке використовує знання в області нейрофізіології виконання спортивного руху [60, 61] .

Особливості використання метода контрастних вправ в спеціальній фізичній та технічній підготовці кваліфікованих лижників-гонщиків:

Актуальність: в лижних гонках спортивний результат насамперед це продукт спеціалізованих рухів та переміщень спортсмена.

Відповідно рух це той об'єкт на який мають бути направлені всі тренуючі зусилля.

На сьогоднішній день, у спорті вищих досягнень, специфічна тенденція в кількісному удосконаленні спортивного руху полягає в скороченні часу цього руху за рахунок зусиль скелетної мускулатури. Саме тому в рамках тренувального процесу вдосконалення спортивного руху припускає рішення двох задач.

Завдання 1. Формування моторної програми швидкісної іннервації скелетних м'язів.

Проблема. Стійкість м'язово- суглобних відчуттів, що контролюють швидкісні параметри руху. Це виражається у формуванні стереотипу «повільних швидкостей», який формується під час тривалого тренувального процесу, а саме, сформувався стереотип руху, який не дозволяє вийти за межі функціональних можливостей цього руху. Це проблема ЦНС, яка повинна дати команду м'язам, щоб вони почали скорочуватися швидше. (М'яз не може існувати окремо без участі нервової системи)

Завдання 2. Підготовка нервово-м'язового апарату до реалізації моторної програми швидкісного руху. Забезпечення відповідної морфофункціональної спеціалізації скелетних м'язів з метою реалізації нової моторної програми.

На шляху до рішення цих задач виникає наступна проблема.

Проблема. Низьке функціональне сприйняття до навантаження нейрокоординаційних механізмів, що відповідають за швидкість руху.

Ціль методу контрастних вправ: сформувати за допомогою попередньої вправи збудження в ЦНС та в м'язовому апараті спортсмена, що дозволить на деякий час посилити виходну потужність в контрольній вправі.

Цей метод спрямований виключно на оптимізацію змагального руху, і може бути корисний при дотриманні великої кількості факторів.

Метод контрастних вправ при силових тренуваннях заснований на нейрофізіологічних принципах, які пов'язані з активацією і адаптацією нервово-м'язової системи. Ці принципи пояснюють, чому чергування важких і легких навантажень призводить до поліпшення міцності, потужності і швидкісно-силових якостей. Основними механізмами, що лежать в основі методу, є:

1. Постактиваційна потенціація (PAP) (Post-Activation Potentiation, PAP)

Опис: ПАП - це явище, при якому попередня активація м'язів при великому навантаженні тимчасово підвищує їх здатність генерувати силу і потужність при наступних вибухових рухах.

Механізм: Під час напружених вправ (наприклад, присідання з 80-90% 1РМ) відбувається інтенсивна активація рухових нейронів і швидких м'язових волокон (тип II). Це викликає збільшення внутрішньоклітинного кальцію в м'язових клітинах і фосфорилування міозину - білка, відповідального за скорочення.

Після важкого навантаження м'язи переходять в стан підвищеного збудження. Якщо ви відразу або після невеликої перерви виконуєте легку вибухову вправу (наприклад, стрибки), нервова система використовує цей «заряд» для більш потужного і швидкого скорочення.

2. Активація швидких м'язових волокон (Fast-Twitch Fibers)

Опис: Метод контрастних вправ цілеспрямовано включає швидкі м'язові волокна (типу Іа і Іх), які відповідають за вибухову силу і потужність - ключові якості для лижників.

Механізм: Важкі вправи вимагають максимального залучення швидких волокон, оскільки вони здатні генерувати більше енергії за короткий час. Це призводить до їх гіпертрофії і поліпшення нейронних зв'язків.

Легкі вибухові рухи після важких додатково «привчають» ці волокна до швидкості зменшення, покращуючи їх координацію та ефективність.

Приклад: Тяга штанги в нахилі активує швидкі волокна спини, а постріли м'яча підвищують їх швидкісні характеристики.

3. Поліпшення нервово-м'язової координації

Опис: Контрастні вправи зміцнюють зв'язок між центральною нервовою системою (ЦНС) і м'язами, покращуючи синхронізацію м'язових скорочень.

Механізм: Велике навантаження вимагає високої активації мотонейронів і точної координації рухів, що «розігріває» ЦНС.

Перехід до легкого вибухового руху дозволяє ЦНС «перенести» цю активацію в більш швидкі і динамічні дії, покращуючи міжм'язову і внутрішньом'язову координацію.

З часом це призводить до більш ефективного рекрутування м'язових волокон і зменшення затримки між сигналом мозку і м'язовим скороченням.

4. Принцип специфічності та адаптації

Опис: Контрастні вправи імітують змагальні умови, де потрібне чергування максимальної сили та вибухові сили, що призводить до специфічної адаптації нервово-м'язової системи.

Механізм: Лижники на трасі використовують як повільні (тип І) волокна для витривалості, так і швидкі (тип ІІ) для прискорень. Контрастний метод «вчить» м'язи перемикатися між цими режимами.

Повторення контрастних вправ підвищує синоптичну пластичність в мотонейронах, покращуючи їх здатність швидко адаптуватися до зміни навантажень.

5. Збільшення швидкості передачі нервового імпульсу

Опис: Регулярне використання контрастних вправ прискорює передачу сигналів по нервових шляхах, що важливо для вибухових рухів.

Механізм: Важкі навантаження стимулюють мієлінізацію нервових волокон (підвищена ізоляція, прискорення сигналу).

Вибухові вправи після важких «фіксують» цю швидкість, покращуючи рефлекторні реакції і скорочення м'язів.

Загальний ефект:

Короткострокова перспектива: Постактиваційна потенціація (PAP) (Post-Activation Potentiation, PAP) і підвищена збудливість м'язів дають негайне збільшення потужності в тренуваннях.

Довгострокова перспектива: адаптація моторнейронів, зростання швидких волокон і поліпшення координації збільшують загальну та швидко-силову продуктивність.

Термін застосування: Метод частіше використовується в підготовчий період, щоб мінімізувати ризик перевантаження під час змагань.

Адаптація: вимагає індивідуального регулювання навантажень і поєднання з аеробною роботою для підтримки витривалості.

Наукова основа: Основним механізмом є постактиваційна потенціація, яка підсилює м'язову реакцію після важкого навантаження.

Програма орієнтована на підготовчий період (наприклад, літо-осінь), коли акцент робиться на розвиток сили та потужності. Це базовий план, який можна адаптувати до конкретних потреб.

Нами було проведення дослідження, що до ефективності використання методу «преактивації» у силовій підготовці кваліфікованих лижників-гонщиків на різних етапах річного макроциклу.

Основна мета цього дослідження полягала в пошуку оптимальних силових вправ, протоколу силового тренування. Експериментально ми

перевірили динаміку силових показників на різних етапах річного макроциклу при тренуванні на ручному ергометрі «Concept 2».

Учасники експерименту

Тринадцять кваліфікованих лижників-гонщиків членів національної збірної команди України з лижних гонок (10 чоловіків і 3 жінки) були набрані для участі в дослідженні. Критерієм включення в експеримент була неодноразова участь в гонках Кубка світу, гонках категорії FIS, Чемпіонаті Світу і високе місце в національному рейтингу в сезоні 2024/25. Характеристики спортсменів наведені в табл. 3.2

Таблиця 3.2

Середні характеристики спортсменів, що приймають участь в експерименті

Параметри	
Вік (рік)	24,8 ± 3,8
Маса тіла (кг)	71,0 ± 7,2
Зріст (см)	178,4 ± 5,5
Максимальна ЧСС (уд·хв ⁻¹)	199,8 ± 8,3
Щорічне навантаження (год.)	631,8 ± 108,1

Дизайн експерименту

Спортсмени знаходились на учбово-тренувальних зборах та впродовж 2-3 неділь виконували заплановане навантаження згідно плану підготовки. Силові тренування згідно наданих протоколів проводились 1-2 рази в неділю залежно від періоду підготовки.

Нами було зроблено припущення, що тренування з такою специфікою необхідно проводити або після дня відпочинку, або після тренувань інтервального характеру, після яких нервова система може швидко відкликатися на максимальні вимоги, а відповідні м'язи можуть генерувати необхідну потужність. Показники цієї потужності мали індивідуальні особливості у спортсменів, які були задіяні в підготовці, та були використані, як базові при плануванні силових тренувань.

Протокол силових тренувань було згенеровано наступним чином:

Плечовий пояс: Тяга блоку в тренажері (імітує одночасний лижний хід) + Імітація одночасного ходу на тренажері «Concept 2»
 Базова вправа 1: Тяга блоку в тренажері (імітація одночасного ходу) (75-85% 1РМ, 5-6 повторень, 3 підходи).

Базова вправа 2: Згинання-розгинання рук на паралельних брусах) (75-85% 1РМ, 5-6 повторень, 3 підходи).

Цільова вправа: Імітація одночасного ходу на тренажері «Concept 2» (5-7 секунд, 3 підходи).

Виконання: Інтервал між вправами 30-60 секунд. Завдання - розвинути максимальну потужність, зберігаючи техніку виконання у другій (цільовій) вправі.

Приклад виконання вправ можна побачити на рис.3.3.



Рис. 3.3 Силові вправи на м'язи верхніх кінцівок

Ноги: Жим в тренажері + Стрибки в висоту на коробці
 Базова вправа: Жим в тренажері (80-90% 1РМ, 3-5 повторів, 3 підходи).
 Цільова вправа: Стрибки в висоту на коробці висотою 50-90 см (8-10 повторень, 3 підходи).

Виконання: Інтервал між вправами 30-60 секунд. Завдання - розвинути максимальну потужність у другій (цільовій) вправі.

Приклад виконання вправ можна побачити на рис.3.4.



Рис. 3.4 Силові вправи на м'язи нижніх кінцівок

Результати дослідження. Результати дослідження виявили суттєву динаміку впродовж сезону та високу залежність від методики силової підготовки. Було визначено умовні границі силових параметрів, які можна кваліфікувати, як модельні та таким, що відповідають вимогам сучасного лижного спорту.

3.1.4. Тестування силових показників

Тестування спеціальних силових показників проводилось на сертифікованому обладнанні (тренажер «Concept 2») (рис. 3.5) в період навчально-тренувальних зборів в Західному спортивно-реабілітаційному центрі Львівська обл.,УСБ «Бельмекен» (Болгарія), НТЗ Отепя (Естонія), а також в спортивному лижному центрі Вуокатті (Фінляндія).



Рис. 3.5 Зовнішній вид тренажера «Concept 2»

Проведення тестів здійснювалось в перший тренувальний день заключного мікроциклу (перше тренування). В якості параметрів, що досліджувались, нами були обрані:

1. Максимальна алактатна потужність ($W_{\text{МАП}}$, ватт) (реєструвалася на моніторі тренажера «Concept 2») при виконанні вправи «імітація одночасного безкрокового ходу» (тривалість навантаження 5-8 с., потужність виконання вправи - максимальна). Виконується 2 підходи з інтервалом відпочинку 10 хвилин.
2. Відносна максимальна алактатна потужність ($W_{\text{МАП відносна}}$, ватт·кг⁻¹)
3. Середня потужність ($W_{\text{вінгейт середня}}$, ватт) при виконанні «Вінгейт-тесту» в продовж 30 секунд (реєструвалася на моніторі тренажера «Concept 2») при виконанні вправи «імітація одночасного безкрокового ходу» (потужність виконання вправи - максимальна)
4. Відносна потужність «Вінгейт-тесту» ($W_{\text{вінгейт відносна}}$, ватт·кг⁻¹)

Результати тестування надано у таблицях 3.3 – 3.6 та у рисунках 3.6-3.9.

Таблиця 3.3

Результати тестування максимальної алактатної потужності

	Доценко	Мукшин	Труш	Еременко	Никонович	Драгун
14.05.2023	641	710	623	524	648	460
17.07.2023	660	650	559	479	627	424
17.09.2023	680	706	667	582	697	509
18.10.2023	704	695	646	565		508
14.07.2024	693	694	605	564	655	
11.08.2024	665	696	625	603	659	449
13.09.2024	691	684	624	599	652	455
19.10.2024	710	698	619	609	689	486
25.01.2025	685	690	625	603	680	478
15.05.2025	684	697	631	600		
12.10.2025		687		602		
Сер.знач.2023	671,25	690,25	623,75	537,50	657,33	475,25
Сер.знач.2024	689,75	693,00	618,25	593,75	663,75	463,33
Сер.знач.2025	684,50	691,33	628,00	601,67		

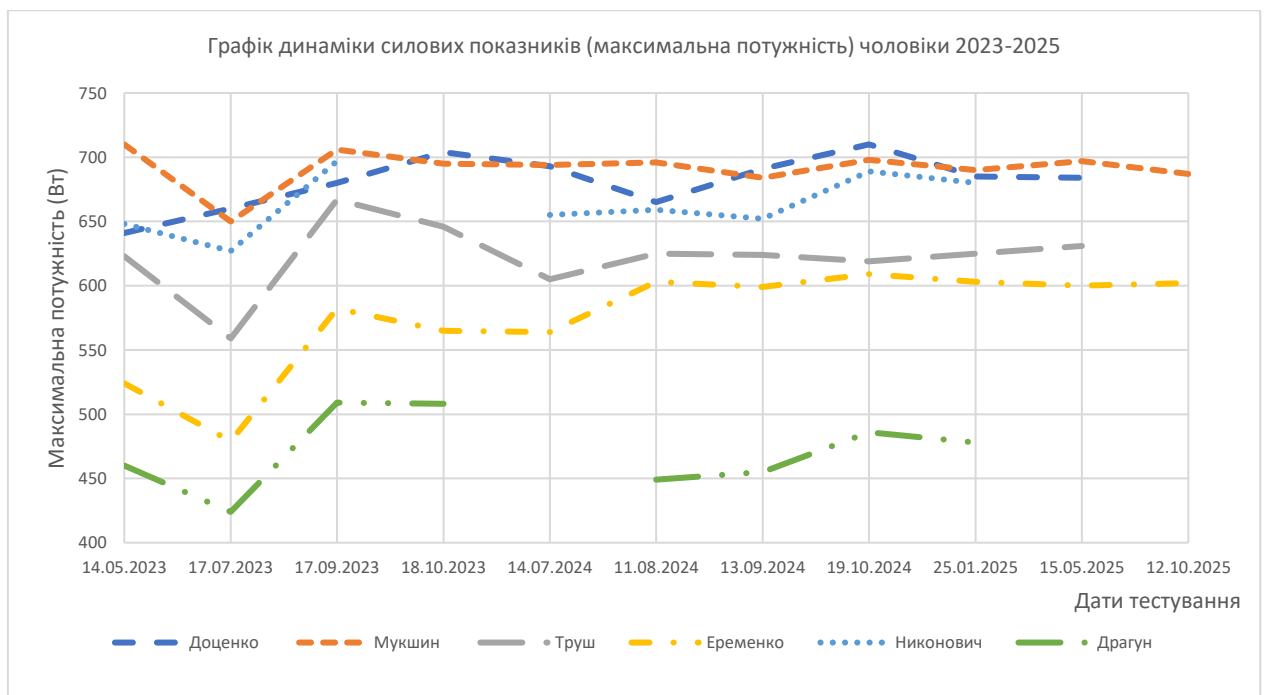


Рис. 3.6 Результати тестування максимальної алактатної потужності спортсменів збірної команди України (тренажер «Сонсерт 2», при виконанні вправи «імітація одночасного безкрокового ходу» (тривалість навантаження 5-8 сек., потужність виконання вправи - максимальна)

Результати тестування відносної максимальної потужності

	Доценко	Мукшин	Труш	Еременко	Никонович	Драгун
14.05.2023	8,68	9,49	8,68	7,3	7,83	7,36
17.07.2023	8,75	8,61	7,94	6,88	7,76	6,65
17.09.2023	9,19	9,35	9,26	8,3	8,26	7,71
18.10.2023	9,51	9,27	9,1	7,96		7,87
14.07.2024	9,21	9,19	8,6	7,75	7,66	
11.08.2024	9,07	9,33	8,95	8,23	7,82	7,11
13.09.2024	9,34	9,12	8,94	8,09	7,85	7,28
19.10.2024	9,39	9,44	8,62	8,32	7,9	7,77
25.01.2025	9,29	9,32	8,62	8,44	8,14	7,71
15.05.2025	9,19	9,26	8,73	8,13		
12.10.2025		9,13		8,37		
Сер.знач. 2023	9,03	9,18	8,75	7,61	7,95	7,40
Сер.знач.2024	9,25	9,27	8,78	8,10	7,81	7,39
Сер.знач.2025		9,24		8,31		

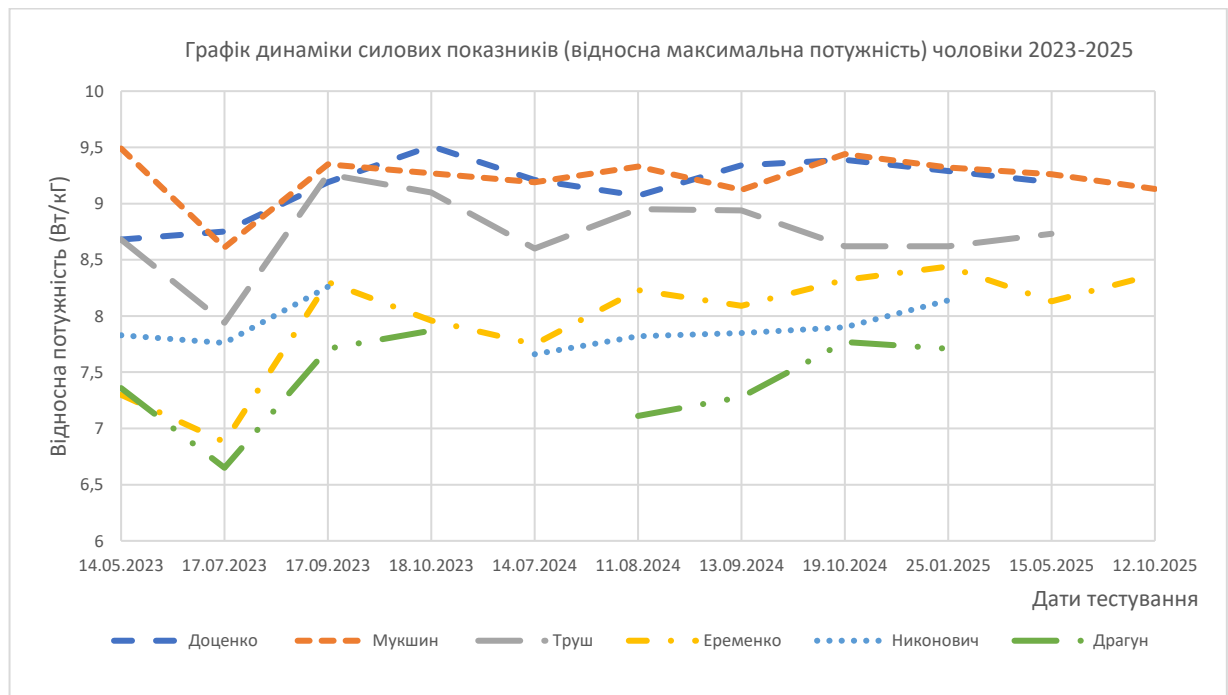


Рис. 3.7 Результати тестування відносної максимальної потужності при виконанні «Вінгет-тесту» в продовж 30 секунд (реєструвалась на моніторі тренажера «Сонсерт 2») при виконанні вправи «імітація одночасного безкрокового ходу» (потужність виконання вправи - максимальна)

Результати тестування максимальної потужності

	Доценко	Мукшин	Труш	Еременко	Никонович	Драгун
14.05.2023	563	534	525	399	516	399
17.07.2023	556	509	474	364	483	336
17.09.2023	572	572	534	447	563	384
18.10.2023	582	525	507			415
14.07.2024	582	544	507	415	525	
11.08.2024	592	553	498	439	525	399
13.09.2024	602	534	498	464	464	377
19.10.2024	612	563	525	472	553	392
25.01.2025	592	534	525	447	516	384
15.05.2025	572	525	525	455		
12.10.2025		534		455		
Сер.знач. 2023	568,25	535,00	510,00	403,33	520,67	383,50
Сер.знач.2024	597,00	548,50	507,00	447,50	516,75	389,33
Сер.знач.2025		531,00		452,33		

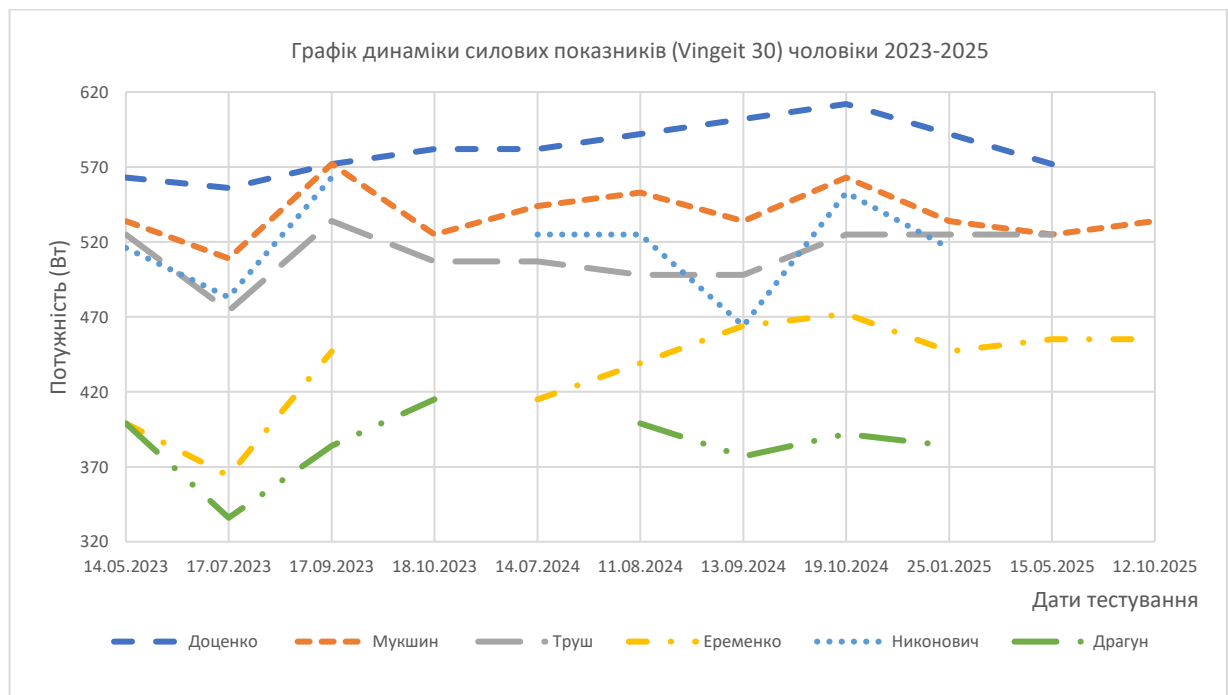


Рис. 3.8 Результати тестування максимальної потужності спортсменів збірної команди України (тренажер «Концерт 2», при виконанні вправи «імітація одночасного безкрокового ходу» (тривалість навантаження 30 сек. («Vingait test 30»), потужність виконання вправи - максимальна)

Результати тестування відносної максимальної потужності

	Доценко	Мукшин	Труш	Еременко	Никонович	Драгун
14.05.2023	7,62	7,13	7,32	5,56	6,23	6,38
17.07.2023	7,37	6,78	6,73	5,23	5,98	5,27
17.09.2023	7,73	7,58	7,47	6,22	6,7	5,83
18.10.2023	7,86	7	7,14			6,43
14.07.2024	7,74	7,2	7,21	5,7	6,14	
11.08.2024	8,08	7,41	7,13	5,99	6,23	6,32
13.09.2024	8,13	7,12	7,13	6,27	5,59	6,03
19.10.2024	8,09	7,62	7,31	6,45	6,34	6,27
25.01.2025	8,03	7,22	7,36	6,26	6,18	6,19
15.05.2025	7,69	6,97	7,26	6,16		
12.10.2025		7,1		6,33		
Сер.знач. 2023	7,65	7,12	7,17	5,67	6,30	5,98
Сер.знач.2024	8,01	7,34	7,20	6,10	6,08	6,21
Сер.знач.2025		7,10		6,25		

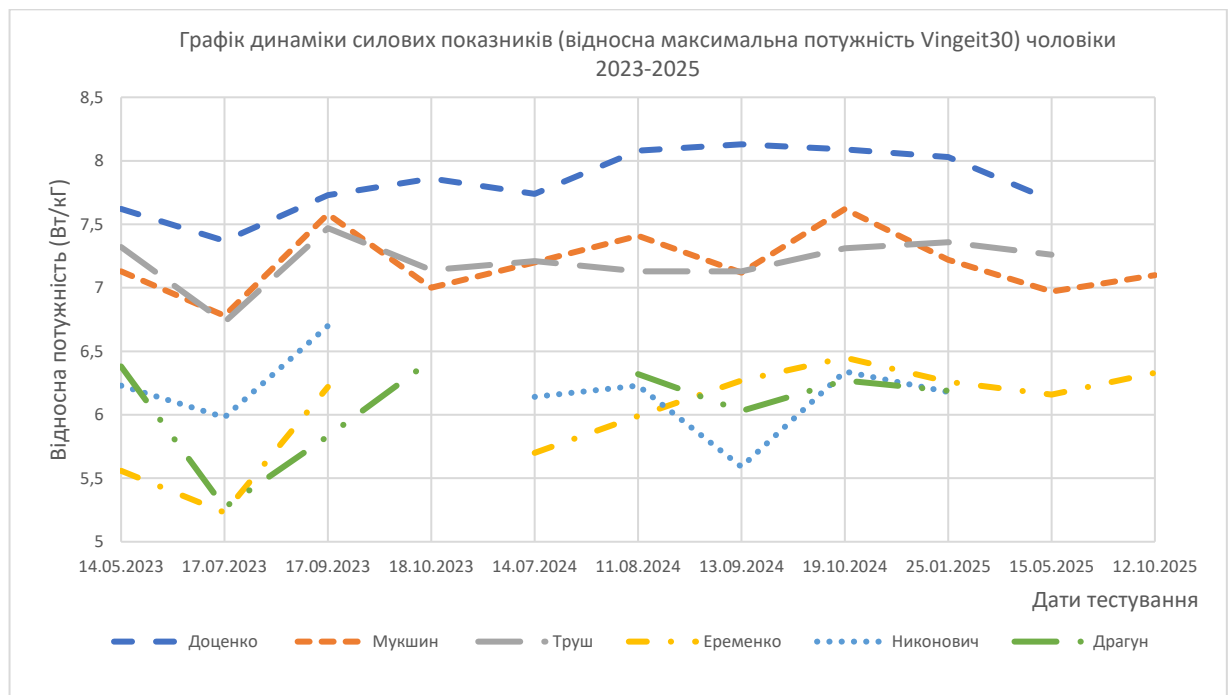


Рис. 3.9 Результати тестування відносної максимальної потужності спортсменів збірної команди України (тренажер «Concept 2», при виконанні вправи «імітація одночасного безкрокового ходу» (тривалість навантаження 30 сек. («Vingeit test 30»), потужність виконання вправи - максимальна)

Результати тестувань свідчать про позитивну динаміку зростання силових показників протягом всього підготовчого періоду із стабілізацією динаміки наприкінці періоду (жовтень-листопад) та у змагальний період.

3.2. Аналіз стану кардіосистеми спортсменів на прикладі використання вектор-кардіографічного методу дослідження

Для вивчення функціонального стану серцево-судинної системи спортсменів застосовувався метод кількісної просторової векторкардіографії. Векторкардіограму знімали в стані відносного спокою за ортогональною трьохплосковою системою відведень Р. Венгера, К. Хупке із математичним аналізом Ю.М. Бала зі співавторами. Реєстрація векторкардіограми проводилась на діагностичному комплексі DX-NT – VCG (Харків). Реєструвалися векторкардіограми шлуночків і передсердь у трьох взаємноперпендикулярних площинах: фронтальної, сагітальної і трансверзальної. Визначилися проекції моментних векторів у кожному 0,01 с, а також проекція початкового (П), головного (Г) і кінцевого (К) векторів – шлуночкової петлі, а також проекції правого (Р1), лівого (Р3) і обох передсердь (Р2) – передсердної петлі. Розрахунок показників ВКГ здійснювався на основі правил аналітичної геометрії. Це давало змогу зробити діагностику гіперфункції та гіпертрофії різних відділів серця.

Дослідження серцевої діяльності проводились в умовах учбово-тренувальних зборів вранці перед сніданком. Кількість досліджень по кожному спортсмену за період 2021-2025 років досягає 100-150.

Приклад протоколу вектор кардіографічного обстеження наведено на рис. 3.10- 3.11 та табл. 3.7, 3.8.

Векторні характеристики процесу збудження

Комплекс комп'ютерної векторкардіографія DX-КОМПЛЕКСИ Харків			
ВЕКТОРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕСУ ЗБУДЖЕННЯ СЕРЦЯ			
Номер іспиту:		Дата реєстрації:	10.05.2024
Номер спортсмена:		Час реєстрації:	07:33:26
Спортсмен:	Доценко Андрій		Тривалість реєстрації:
Дата народження:		Вік: 30	Система отведений:
Стать:	ч		Адреса спортсмена:
Рост:	185		Вага:
Стаж:		Розряд	
Вид спорту:		Команда:	
Коментарі:	Після дня відпочинку		
Доктор:		Асистент:	

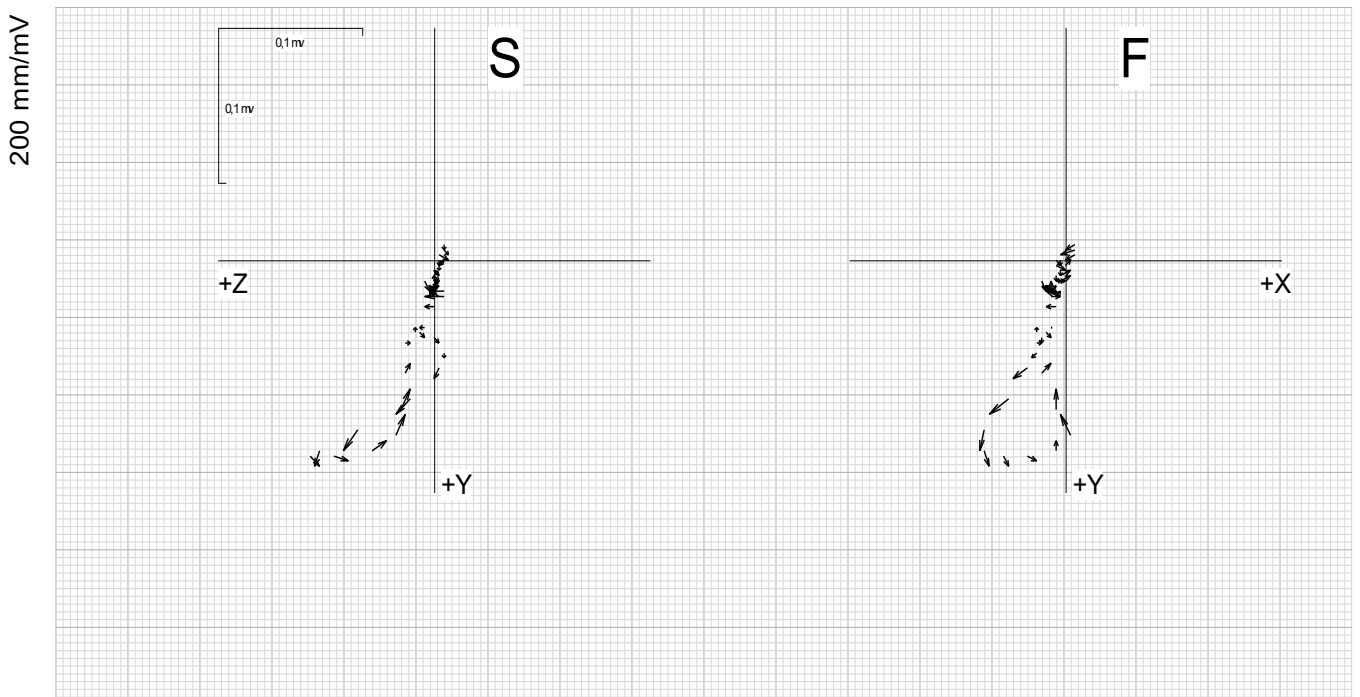


Рис. 3.10 Комплекс P-R. Процес збудження предсердій.

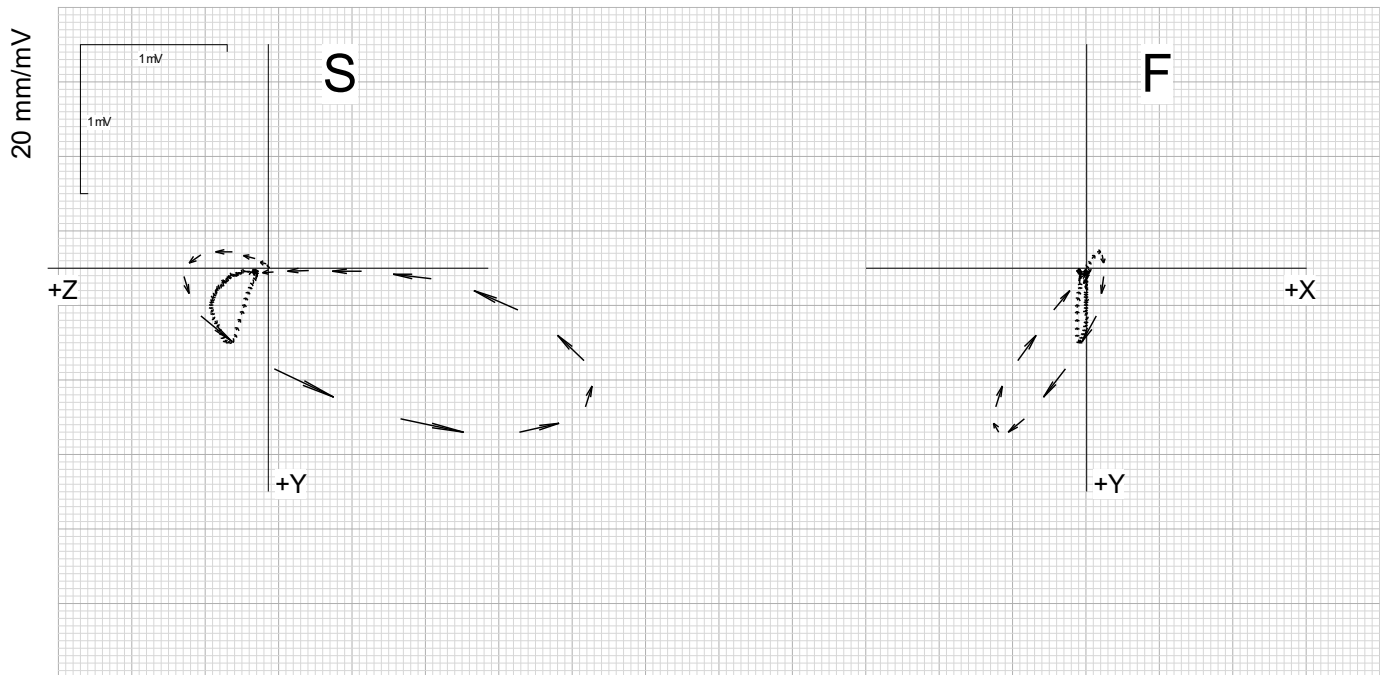


Рис. 3.11 Комплекс Q-T. Процес деполаризації і реполаризації желудочків.

Таблиця 3.8.

Параметри серцевої діяльності (за даними ВКГ)

	Модуль, мм	Ех, град	Еу, град	Еz, град	Угол, град	Площа. мм/с
Моментний вектор P, 10 мсек	1.054	0.0	18.4	71.6		
Моментний вектор P, 20 мсек	1.491	0.0	-26.6	63.4	45.0	1.1
Моментний вектор P, 30 мсек	0.943	45.0	-45.0	0.0	71.6	1.3
Моментний вектор P, 40 мсек	1.247	53.3	15.5	32.3	67.8	1.1
Моментний вектор P, 50 мсек	1.563	39.8	25.2	39.8	14.4	0.5
Моментний вектор P, 60 мсек	2.236	48.2	36.6	17.3	22.8	1.4
Моментний вектор P, 70 мсек	2.236	48.2	36.6	17.3	0.0	0.0
Моментний вектор P, 80 мсек	1.795	48.0	33.9	21.8	4.8	0.3
Моментний вектор P, 90 мсек	2.603	50.2	22.6	30.8	12.9	1.0
Моментний вектор P, 100 мсек	2.887	53.9	35.3	6.6	25.6	3.2
Моментний вектор P, 110 мсек	4.967	7.7	60.8	-28.0	56.1	11.9
Моментний вектор P, 120 мсек	11.101	-3.4	46.1	-43.7	19.1	18.0
Моментний вектор P, 130 мсек	15.380	-8.7	37.4	-51.3	9.8	29.2
Моментний вектор P, 140 мсек	17.288	-16.8	52.2	-32.7	19.1	87.1
Моментний вектор P, 150 мсек	21.631	-18.9	65.4	-15.2	17.5	112.4
Вектор P1, 52.5 мсек	1.106	64.8	17.5	17.5		
Вектор P2, 105 мсек	3.215	31.2	56.1	-12.0		
Вектор P3, 157.5 мсек	22.083	-14.9	69.4	-14.0		
Кут і проща P1-P2					49.0	2.7
Кут і проща P2-P3					46.1	51.2
Кут і проща P1-P3					91.3	24.4
Моментний вектор QRS, 10 мсек	2.488	14.0	-17.1	-67.6		
Моментний вектор QRS, 20 мсек	4.845	11.1	14.3	-71.7	31.6	6.3

	Модуль, мм	Ex, град	Ey, град	Ez, град	Угол, град	Площа. мм/с
Моментний вектор QRS, 30 мсек	9.111	-10.3	66.2	21.2	98.7	43.6
Моментний вектор QRS, 40 мсек	22.884	-14.2	32.2	54.1	34.4	117.9
Моментний вектор QRS, 50 мсек	21.039	-10.5	16.9	70.0	16.2	134.7
Моментний вектор QRS, 60 мсек	9.291	0.0	4.1	85.9	16.7	56.1
Моментний вектор QRS, 70 мсек	2.235	9.4	20.1	67.6	18.7	6.7
Моментний вектор QRS, 80 мсек	1.491	-5.1	43.9	-45.7	116.0	3.0
Моментний вектор QRS, 90 мсек	1.855	-3.1	30.2	-59.6	13.9	0.7
Моментний вектор QRS, 100 мсек						
Моментний вектор QRS, 110 мсек						
Моментний вектор QRS, 120 мсек						
Вектор Н (початковий), 15 мсек	4.188	11.9	-6.9	-76.2		
Вектор Г (головний), 42.5 мсек	24.025	-13.8	27.8	58.4		
Вектор К (кінцевий), 60 мсек	9.291	0.0	4.1	85.9		
Вектор Т, 307.5 мсек	7.502	0.5	35.6	-54.4		
Кут і проща Н-Г					158.8	252.0
Кут і проща Г-К					28.0	184.9
Кут і проща Н-К					167.7	436.8
Співвідношення Г/К				2.59		
Співвідношення Г/Т				3.20		
Співвідношення Г/Р2				74.74		
Площа комплексу Р, мм/с				557.40		
Площа комплексу QRS, мм/с				449.86		
Площа комплексу Т, мм/с				48.38		

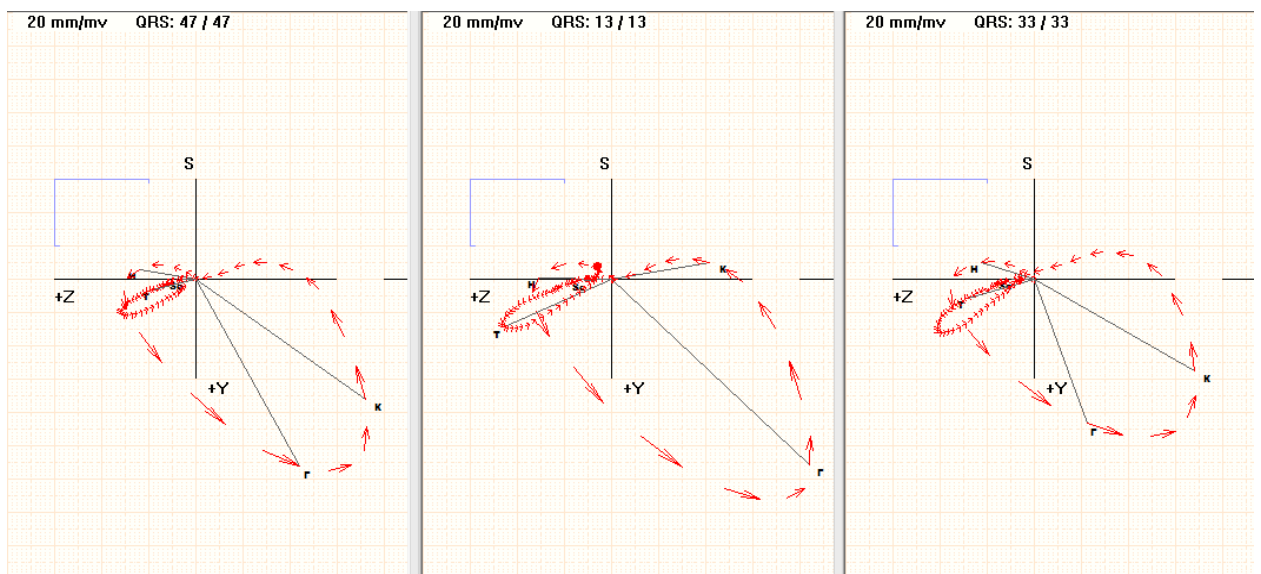


Рис. 3.12 Динаміка векторкардіограми спортсмена Д. впродовж підготовчого періоду сезону 2024-2025 р.

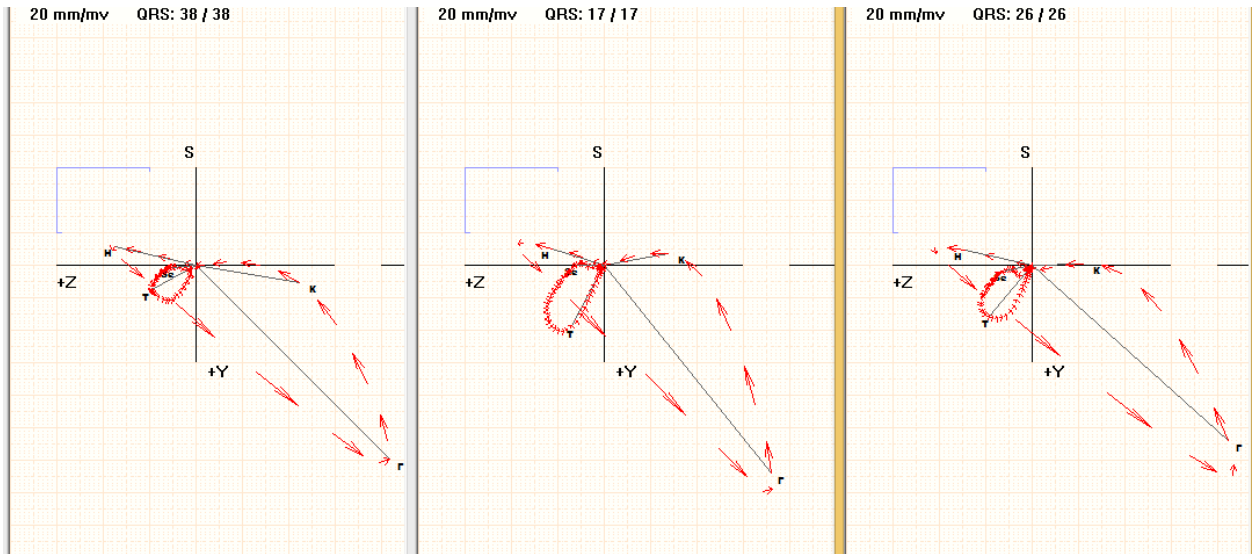


Рис. 3.13 Динаміка векторкардіограми спортсмена У. впродовж підготовчого періоду сезону 2024-2025 р.

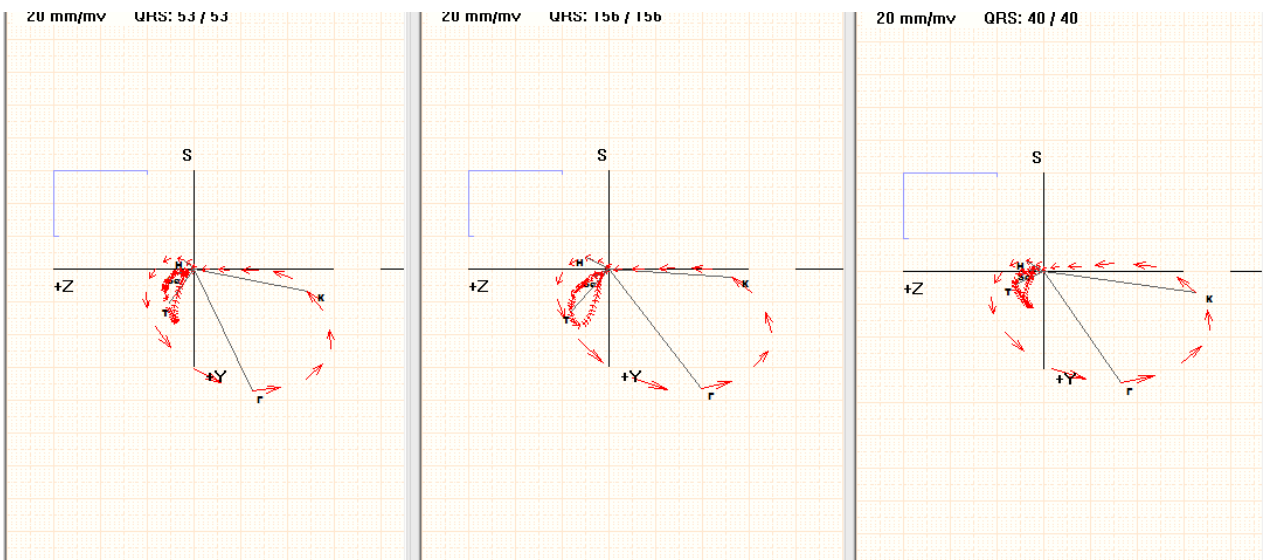


Рис. 3.14 Динаміка векторкардіограми спортсменки Ш. впродовж підготовчого періоду сезону 2024-2025 р.

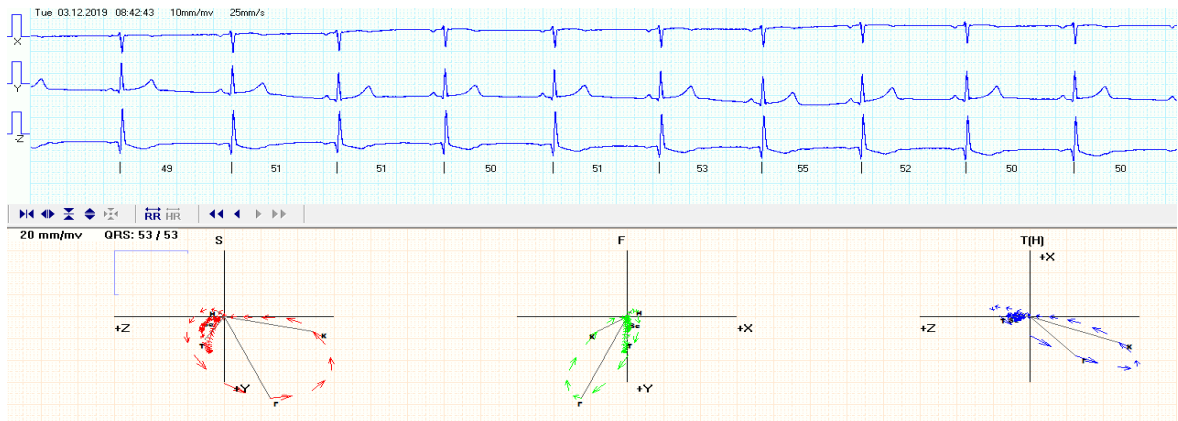


Рис. 3.15 Загальний вигляд векторкадіограми спортсменки Ш.

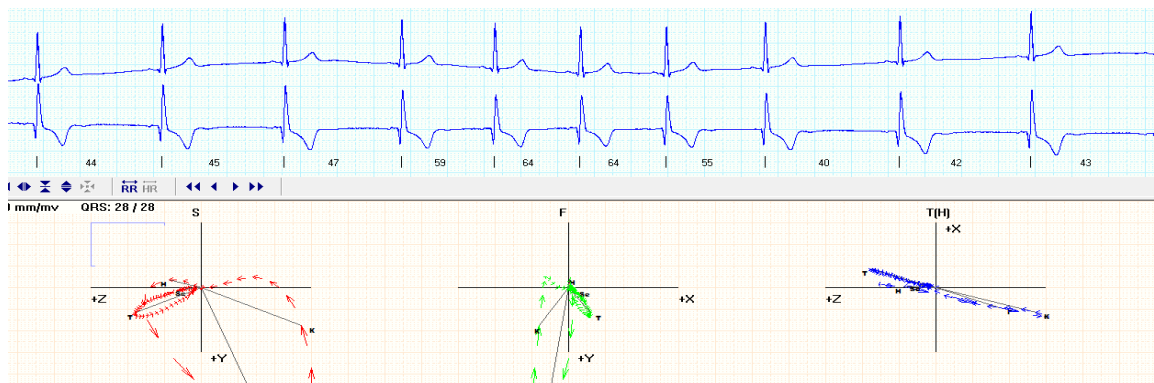


Рис. 3.16 Загальний вигляд векторкадіограми спортсмена Д. (явні признаки аритмії)

Довготривалими спостереженнями встановлено, що кожен спортсмен має індивідуально-оптимальні форми кривих ВКГ, що мають свою динаміку взаємності від особливостей тренувального процесу, періоду підготовки, стану високої тренуваності та стану перетренованості. Головними маркерами спостережень (Таблиця 3.9) нами було визначено:

1. Співвідношення довжини головного вектора к кінцевому вектору (Г/К)
2. Площа комплексу предсердь (P), $\text{мм} \cdot \text{с}^{-1}$
3. Площа комплексу QRS, $\text{мм} \cdot \text{с}^{-1}$
4. Площа комплексу T, $\text{мм} \cdot \text{с}^{-1}$
5. Довжина та стабільність кардіоритму

Головні маркери ВКГ

мсек	Вектор Н (початковий), 15 мсек	Вектор Г (головний), 42,5 мсек	Вектор К (кінцевий), 60 мсек	Вектор Т, 307,5 мсек	
Вектор Н (початковий), 15 мсек	4.188	11.9	-6.9	-76.2	
Вектор Г (головний), 42,5 мсек	24.025	-13.8	27.8	58.4	
Вектор К (кінцевий), 60 мсек	9.291	0.0	4.1	85.9	
Вектор Т, 307,5 мсек	7.502	0.5	35.6	-54.4	
Кут і площа Н–Г				158.8	252,0
Кут і площа Г–К				28.0	184,9
Кут і площа Н–К				167.7	436.8
Співвідношення Г/К	2.59			252,0	
Співвідношення Г/Т	3.20			184,9	
Співвідношення Н–К	74.74			436,8	
Співвідношення Г/К	2.59				
Співвідношення Г/Т	3.20				
Площа комплексу Р, мм/с	557.40				
Площа комплексу QRS, мм/с	449.86				
Площа комплексу Т, мм/с	48.38				

Висновки до розділу 3

1. Результати експерименту свідчать про те, що планування тренувального процесу кваліфікованих лижників-гонщиків має відбуватися з урахуванням індивідуальних особливостей, рівня максимальної сили та спеціальної витривалості м'язових груп відповідальних за різні елементи техніки пересування на лижах. Таке планування має базуватись на аналізі результатів попередніх тестувань.

2. Інтервальне тренування на ручному ергометрі з запропонованим протоколом показало свою ефективність та може використовуватись в силовій підготовці спортсменів високої кваліфікації. Динаміка показників потужності впродовж підготовчого періоду має позитивний характер та стабілізацію на етапі змагального періода. Вона пов'язана з ростом тренуваності але потребує

проведення етапних функціональних тестувань, з метою корегування параметрів для інтервального протоколу.

3. Як свідчили наші спостереження, характер змагальної діяльності, різні методи тренувальних навантажень, перебування у середньогір'ї, надають різний адаптаційний ефект на функціональні показники серця. В деяких випадках, що пов'язані з великими обсягами тренувальних навантажень, тренуванням у завищених зонах інтенсивності ЧСС, аналіз ВКГ виявив значні зміни з боку електричної активності серця, які можна було трактувати, як виражене зниження резервних можливостей серця. На ранніх етапах діагностики це дало можливість екстреного реагування з метою корекції тренувального процесу педагогічними методами без медикаментозного втручання.

4. Довготривалі спостереження дозволили встановити індивідуально-оптимальні форми ВКГ для кожного спортсмена, та сформувати модельні показники ВКГ, що співвідносились до найбільш успішних виступів у змаганнях та характеризувались високим станом тренуваності.

ВИСНОВКИ

1. Побудова тренувального процесу спортсменів, що спеціалізуються в лижних гонках, відповідає загальноприйнятим принципам спортивного тренування в циклічних видах спорту.

2. Визначення оптимальних показників загального навантаження та окремих його компонентів, ефективного планування з урахуванням головних завдань на змагальний сезон є важливою стороною в досягненні високої ефективності в тренувальному процесі та досягненні кінцевого результату.

3. Одне з центральних місць в побудові тренувального процесу у видах спорту циклічного характеру займає спеціальна силова підготовка. Зміна якісного змісту цього виду підготовки, застосування нових, нетрадиційних її форм, дозволяє поліпшити динаміку зростання спеціальних силових показників, що є одним з чинників (іноді вирішальним), що впливає на кінцевий результат у вибраному виді спорту.

4. Ефективне планування тренувального процесу неможливо без застосування сучасних методик тестування різних компонентів функціонального стану спортсменів-лижників.

5. Використання тестових протоколів на біговому третбані та ручному ергометрі (контроль ЧСС, контроль лактату) на різних етапах підготовчого періоду дає можливість оцінити рівень розвитку аеробної працездатності та внесення необхідних коректив у тренувальний процес.

6. Оперативний контроль за динамікою силових показників (максимальна алактатна потужність, відносна алактатна потужність, середня потужність «Вінгейт тесту», висота стрибка) дозволяє оцінити ефективність силової підготовки та робити відповідні корекції тренувального процесу.

7. Використання векторкардіографічного методу діагностики стану кардіосистеми дозволяє відслідковувати адаптаційні процеси в період тренування та оперативно реагувати на стани перевтомлення спортсменів.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Результати дослідження дозволяють дати наступні практичні рекомендації.

1. Ефективність тренувального процесу буде залежати від адекватності загальних навантажень та різних компонентів тренувального процесу специфіці змагальної діяльності та індивідуальним особливостям лижників-гонщиків високої кваліфікації. Для цього необхідно знаходити раціональні обсяги та співвідношення навантажень різної спрямованості. Так для лижників-гонщиків високої кваліфікації рекомендовано виконувати наступні обсяги навантажень:

Кількість тренувальних днів: 260-280

Кількість тренувань: 400-420

Загальний об'єм (км) :

- 8800-9100 км – чоловіки (доросла група)
- 6500-6800 км – жінки (доросла група)
- 6600-6900 км – чоловіки (юніори)
- 5300-5600 км – жінки (юніорки)

Загальний об'єм (год.):

- 800-850 год. – чоловіки (доросла група)
- 650-700 год. – жінки (доросла група)
- 600-650 год. – чоловіки (юніори)
- 500-550 год. – жінки (юніорки)

Загальний % навантаження в 3-5 зонах інтенсивності відносно загального об'єму навантаження: 9-12%

2. З метою підвищення ефективності змагальної діяльності спортсменів-лижників необхідно звернути особливу увагу на рівень швидкісно-силової підготовки, яка, в свою чергу, залежить від сили групи

м'язів, що беруть активну участь у реалізації основних специфічних рухів, а також від рівня міжм'язової координації.

3. Використання стандартних протоколів тестування аеробної працездатності на біговому тредбані та ручному ергометрі з контролем показників ЧСС та лактату на різних етапах річного макроциклу дозволяє оперативно оцінювати стан спортивної форми спортсменів-лижників.

4. Застосування в силовій підготовці протоколів «преактивації» з подальшим виконанням цільової силової вправи є іноваційним етапом в розвитку підготовки кваліфікованих лижників-гонщиків .

5. Представлені в роботі практичні рекомендації можуть використовуватися при підготовці не тільки кваліфікованих спортсменів-лижників, але і в ДЮСШ, СДЮШОР, училищах фізичної культури, ЦОП а також як теоретичний матеріал в розділі спортивного тренування для студентів ВНЗ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Борисова О. В., Козлова О. К. Моніторинг функціонального стану серцево-судинної системи циклічних видів спорту. Фізична культура, спорт та здоров'я нації. 2020. Вип. 9. С. 190–198.
2. Винничук О. Т. Моделювання тренувальних навантажень лижників-гонщиків на різних етапах річного макроциклу. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах. 2021. № 75, Т. 1. С. 44–49.
3. Ільїн В. М. Оцінка аеробної та анаеробної потужності організму кваліфікованих лижників. Український журнал медицини, біології та спорту. 2022. Т. 7, № 2. С. 210–217.
4. Котляр С. М., Сидорова Т. В., Овсяннікова О. Ю. (2020). Удосконалення підготовки лижників-гонщиків на етапі спеціалізованої підготовки. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені МП Драгоманова. Серія 15: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт). 2020. №. 1. С. 45-53. DOI 10.31392/NPU-nc.series 15.2019.1(121)20.09.
5. Лисенко О. М. Фізіологічне забезпечення спеціальної працездатності спортсменів у лижних гонках. Фізіологічний журнал. 2021. Т. 67, № 4. С. 33–42.
6. Литвиненко Ю. В. Розвиток швидкісно-силових якостей лижників-гонщиків у підготовчому періоді. Спортивний вісник Придніпров'я. 2023. № 1. С. 78–85.
7. Мітова О. О. Система контролю у спортивній підготовці: теоретико-методичні аспекти. Спортивна наука та здоров'я людини. 2021. № 1(5). С. 114–128.
8. Мулик В. В., Нестеренко А. Ю. Вплив застосування комплексів силових вправ на показники спеціальної сили м'язів плечового поясу спортсменів паралімпійської збірної України з лижних гонок та біатлону

протягом підготовчого періоду. Слобожанський науково-спортивний вісник. Харків : ХДАФК, 2015. № 3(47). С. 69-74.

9. Платонов В. М. Сучасна система спортивного тренування. Київ : Перша друкарня, 2020. 704 с.

10. Платонов В. М. Система підготовки спортсменів в олімпійському спорті. Загальна теорія та її практичний додаток. Київ : Олімпійська література, 2015. 808 с.

11. Ратов А. М. Засоби спеціальної підготовки лижників-гонщиків. Суми : Редакційно-видавничий відділ СДПУ, 2000. 30 с.

12. Ратов А. М. Удосконалення технічної майстерності лижників-гонщиків на етапі спеціалізованої базової підготовки. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 15. 2021. Вип. 3(133). С. 102–107.

13. Савченко В. Г. Програмування підготовки кваліфікованих спортсменів у циклічних видах спорту. Дніпро : Інновація, 2023. 212 с.

14. Хмельницька І. В., Фоменко О. В. Біомеханічний аналіз техніки лижних ходів у підготовці кваліфікованих спортсменів. Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2022. № 2. С. 45–51.

15. Шинкарук В. М. Циклічні види спорту: теорія і методика підготовки спортсменів. Київ : Олімпійська література, 2022. 456 с.

16. Aagaard P, Andersen JL. Effects of strength training on endurance capacity in top-level endurance athletes. *Scand J Med Sci Sports* 2010; 20: (Suppl 2): 39-47

17. Bishop D, Jenkins DG, Mackinnon LT, McEniery M, Carey MF. The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31: 886-891.

18. Borg, G, Hassme'n, P, Lagerstro M. Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 56: 679–685, 1987.

19. Baker, J., Cobley, S., Schorer, J. (2022). Talent identification in sports: Current challenges and AI applications. *International Journal of Sports Science Coaching*, 2022. 17(3), 324-340. <https://doi.org/10.1177/17479541211019613>
20. Bompa T., Buzzichelli C. (2015) *Periodization: Theory and Methodology of Training*. 6th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2015.
21. Bosquet L., Montpetit J., Arvisais D., Mujika I. (2007) Effects of tapering on performance: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2007 Aug;39(8):1358-65. doi: 10.1249/mss.0b013e31806010e0. PMID: 17762369.
22. Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, Macdonald MJ, McGee SL & Gibala MJ (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J Physiol* 586, 151–160.
23. Bunker R., Thorpe H. (2022). Exploring artificial intelligence in sports analytics: Opportunities, applications, and challenges. *Journal of Sports Science Medicine*, 2022. 21(1), 45-59. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.21.1.45>
24. Doma K., Deakin G.B., Schumann M., Bentley D.J. (2019). Training Considerations for Optimising Endurance Development: An Alternate Concurrent Training Perspective. *Sports Med.* 2019 May;49(5):669-682. doi: 10.1007/s40279-019-01072-2. PMID: 30847824.
25. FIS Youth Development Guidelines (2025). Available at: <https://fis-ski.com>
26. Foster Carl et al. (2015). The Effects of High Intensity Interval Training vs Steady State Training on Aerobic and Anaerobic Capacity. *Journal of Sports Science & Medicine, Uludag University*, 24 Nov. 2015. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4657417/>.
27. Foster C., Rodriguez-Marroyo J.A., de Koning J.J. (2017) Monitoring Training Loads: The Past, the Present, and the Future. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2017, 12(Suppl 2), S2-2-S2-8.
28. French Ski Federation. National Training Manual. Paris, 2024. Available at: <https://ffs.fr>.

29. Grant T., Clarke D. (2020). Beyond the algorithm: Human intuition and AI in sports coaching. *Coaching Science Review*, 4(3), 112–128. <https://doi.org/10.1080/2162402X.2020.1150467>
30. Grimby Y. Clinical aspects of strength and power training in sport. - Blackwell scientific publications, 1992. - P.338-354 349. Grincheim K. Conconitest gire deg riktiy II Ski Sport. - 1988.- N.9.-47 - 49 p.
31. Holmberg, HC, Lindinger, S, Stoggl, T, Bjorklund, G, and Muller, E.
32. Contribution of the legs to double-poling performance in elite cross-country skiers. *Med Sci Sports Exerc* 38: 1853, 2006.
33. Holmberg, HC. The elite cross-country skier provides unique insights into human exercise physiology. *Scand J Med Sci Sports* 25: 100–109, 2015.
34. Hoff J, Helgerud J, Wisloff U. Maximal strength training improves work economy in trained female cross-country skiers. *Med Sci Sports Exerc* 1999: 31: 870-877.
35. Issurin V. Block periodization versus traditional training theory: a review. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness* 2008:48:65-75
36. Koppo, K, Bouckaert, J, and Jones, AM. Oxygen uptake kinetics during high-intensity arm and leg exercise. *Respir Physiol Neurobiol* 133: 241–250, 2002.
37. Kamaev O., Mulyk V., Kotliar S., Mulyk K., Utkina O., Nesterenko A., Sidorova T., Toporkov A., Grynova T. (2020). Optimization of the functional and speed-strength training of qualified skiers-racers during the preparatory period. *Journal of Physical Education and Sport*® (JPES), Vol.20 (1), Art 17, pp. 131 - 137, 2020 online ISSN: 2247 - 806X; p-ISSN: 2247 – 8051; ISSN - L = 2247 - 8051 © JPES. DOI:10.7752/jpes.2020.01017
38. Laursen, P. B. (2010). Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? *Scand. J. Med. Sci. Sports* 20 (Suppl. 2), 1–10. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01184.x
39. Le Meur Y., Hausswirth C., Mujika I. (2012). Tapering for competition: A review, *Science & Sports*, Volume 27, Issue 2, 2012, Pages 77-87, ISSN 0765-1597, <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2011.06.013>.

40. Lundgren K. M., Karlsen T., Sandbakk Ø., James P. E., Tjønnå A. (2015) Sport-specific physiological adaptations in highly trained endurance athletes. *Med Sci Sports Exerc* 47: 2150–2157, 2015.
41. Losnegard, T., and Hallén, J. (2014). Physiological differences between sprint- and distance-specialized cross-country skiers. *Int. J. Sports Physiol. Perform* 9, 25–31. doi: 10.1123/ijsp.2013-0066
42. Losnegard T, Mikkelsen K, Rønnestad BR, Hallén J, Rud B, Raastad T. The effect of heavy strength training on muscle mass and physical performance in elite cross-country skiers. *Scand J Med Sci Sports* 2011; 21: 389-401.
43. Nilsson, J., Holmberg, H. C., Tveit, P., and Hallén, J. (2004). Effects of 20-s and 180-s double poling interval training in cross-country skiers. *Eur. J. Appl. Physiol.* 92, 121–127.
44. Ma M., Zhao S., Long T., Song Q., Holmberg H.C., Liu H. (2024). Comparative Analysis of the Diagonal Stride Technique during Roller Skiing and On-Snow Skiing in Youth Cross-Country Skiers. *Sensors (Basel)*. 2024 Feb 22;24(5):1412. DOI: 10.3390/s24051412. PMID: 38474946; PMCID: PMC10934776.
45. Myklebust H., Losnegard T., Hallén J. (2022). Kinematic differences between uphill roller skiing and on-snow skiing using the V2 skating technique. *Eur J Appl Physiol.* 2022 Nov;122(11):2355-2365. doi: 10.1007/s00421-022-05007-0. Epub 2022 Jul 27. PMID: 35895144; PMCID: PMC9560927.
46. Norwegian Olympic Sports Centre (NIF) (2024). Elite Athlete Program. Oslo, 2024. Available at: <https://www.nifs.no>
47. Osborne J.O, Solli G.S, Engseth T.P, Welde B, Morseth B, Noordhof D.A, Sandbakk Ø, Andersson E.P. (2023). Annual Volume and Distribution of Physical Training in Norwegian Female Cross-Country Skiers and Biathletes: A Comparison Between Sports, Competition Levels, and Age Categories-The FENDURA Project. *Int J Sports Physiol Perform.* 2023 Oct 11;19(1):19-27. DOI: 10.1123/ijsp.2023-0067. PMID: 37917966.

48. Platonov V. M. (2015). *Periodizarea antrenamentului sportiv. Teoria generala si aplicatiile ei practice*. Bucuresti: Ed. Discobolul, 624 p.
49. U.S. Ski & Snowboard. (2024). *Annual Training Report 2024*. Park City, UT. Available at: <https://usskiandsnowboard.org>
50. Losnegard T, Mikkelsen K, Rønnestad BR, Hallén J, Rud B, Raastad T. The effect of heavy strength training on muscle mass and physical performance in elite cross-country skiers. *Scand J Med Sci Sports* 2011; 21: 389-401.
51. Nilsson, J., Holmberg, H. C., Tveit, P., and Hallén, J. (2004). Effects of 20-s and 180-s double poling interval training in cross-country skiers. *Eur. J. Appl. Physiol.* 92, 121–127.
52. Rud, B., Secher, N. H., Nilsson, J., Smith, G., and Hallen, J. (2014).
53. Metabolic and mechanical involvement of arms and legs in simulated double pole skiing. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 24, 913–919.
54. Sandbakk, Ø., and Holmberg, H. C. (2017). Physiological capacity and training routines of elite cross-country skiers: approaching the upper limits of human endurance. *Int. J. Sports Physiol. Perform.*
55. Sandbakk, Ø. The evolution of champion cross-country-skier training: From lumberjacks to professional athletes. *Int J Sports Physiol Perform* 12: 254–259, 2017.
56. Seiler, S. (2010). What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 5, 276–291.
57. Terzis, G., Stattin, B., and Holmberg, H. C. (2006). Upper body training and the triceps brachii muscle of elite cross-country skiers. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 16, 121–126.
58. Tonnessen, E, Haugen, TA, Hem, E, Leirstein, S, and Seiler, S. Maximal aerobic capacity in the winter-Olympics endurance disciplines: Olympic-medal benchmarks for the time period 1990- 2013. *Int J Sports Physiol Perform* 10: 835–839, 2015.

59. Undebakke V., Berg J., Tjonna A. and Sandbakk Ø. (2019) Comparison of physiological and perceptual responses to upper-, lower-, and whole-body exercise in elite cross-country skiers
60. Sandbakk Ø., Solli G.S., Holmberg H.C. (2016) The Effects of Contrast Training on Strength and Power in Elite Cross-Country Skier. *Journal of Strength and Conditioning Research*
61. Losnegard T., Hallén J. Contrast Training for Power Development in Nordic Skiing: A Case Study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2018
62. Zinner C., Sperlich B., Holmberg H.C. Neuromuscular Adaptations to Contrast Loading in Biathlon Athlete. *European Journal of Applied Physiology*, 2020
63. Seiler S., Tønnessen E. Post-Activation Potentiation and Contrast Training in Endurance Sport. *Strength and Conditioning Journal*, 20
64. Hegge A.M., Bucher E., Sandbakk Ø. Combined Strength and Power Training for Elite Winter Endurance Athlete. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2022
65. Jacob Walther, Jan Kocbach, Øyvind Sandbakk .Day-To-Day Endurance Training Periodization of World- Class Cross-Country Skiers, *European Journal of Sport Science*, 2025
66. Øyvind Sandbakk, Sophie Herzog, Kerry McGawley. Perspectives of World-Class Endurance Coaches on the Evolution of Athlete Training and Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2025
67. Ukrainian Ski Federation (2024). Training Guidelines for Juniors. Kyiv, 2024. Available at: <https://ski.org.ua>
68. U.S. Ski & Snowboard. (2024). Annual Training Report 2024. Park City, UT. Available at: <https://usskiandsnowboard.org>
69. Walther J., Haugen T., Solli G.S., Tønnessen E., Sandbakk Ø. (2023). From juniors to seniors: changes in training characteristics and aerobic power in 17

world-class cross-country skiers. *Front Physiology*, 2023, 20:14:1288606. DOI: 10.3389/fphys.2023.1288606. PMID: 38054044; PMCID: PMC10694351

70. Walther J., Haugen T., Solli G.S., Tønnessen E., Sandbakk Ø. (2024). The Evolvement of Session Design From Junior Age to Senior Peak Performance in World-Class Cross-Country Skiers. *Int J Sports Physiol Perform*. 2024 Aug 21;19(10):1097-1106. doi: 10.1123/ijsp.2023-0541. PMID: 39168465.

71. Walther J., Kocbach J., Sandbakk Ø. (2025). Day-To-Day Endurance Training Periodization of World-Class Cross-Country Skiers. *Eur J Sport Sci*. 2025 Jun;25(6):e12322. doi: 10.1002/ejsc.12322. PMID: 40400090; PMCID: PMC12094961.