

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ  
І СПОРТУ УКРАЇНИ**

**КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОГО, НЕОЛІМПІЙСЬКОГО ТА  
АДАПТИВНОГО СПОРТУ**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на здобуття освітнього ступеня магістра

за спеціальністю 017 Фізична культура і спорт,

освітньою програмою «Спорт»

на тему: **«КОНТРОЛЬ НАВАНТАЖЕННЯ ТАНЦЮРИСТІВ ЗА  
ДОПОМОГОЮ ПОРТАТИВНИХ ПРИЛАДІВ»**

здобувача вищої освіти другого  
(магістерського) рівня  
Мордвінова Кирила Анатолійовича

Науковий керівник:  
Білий Володимир Володимирович, к.  
фіз. вих.

Рецензент:  
І.М. Соронович  
к. фіз. вих.

Рекомендовано до захисту на засіданні  
кафедри (протокол  
№ 3 від 28 листопада 2022 р.)

Завідувач кафедри: Матвеев С.Ф.  
кандидат педагогічних наук, професор

Київ – 2022

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ПОРТАТИВНИХ ПРИСТРОЇВ ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ТАНЦЮРИСТІВ.....	7
1.1. Обґрунтування застосування портативних пристроїв та програмного забезпечення для контролю фізичного навантаження спортсменів.....	7
1.2 Виокремлення актуальних показників фізичного навантаження.....	10
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.....	38
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	40
2.1. Аналіз та узагальнення спеціальної науково-методичної літератури.....	40
2.2 Педагогічні методи дослідження.....	41
2.3 Методи математичної обробки отриманих даних.....	42
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДОЛОГІЇ ТРЕНЕРІВ.....	43
3.1 Підготовка до проведення анкетування.....	43
3.2 Проведення опитування.....	43
Висновки до розділу 3.....	48
РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ НАБОРІВ ПОРТАТИВНИХ ПРИЛАДІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ НАВАНТАЖЕННЯ ТАНЦЮРИСТІВ.....	50
4.1. Узагальнення та виокремлення наборів портативного обладнання для виміру показників навантаження спортсменів.....	50
4.2. «Базовий» набір.....	51
4.3. «Оптимальний» набір.....	56
4.4. «Повний» набір.....	61
Висновки до розділу 4.....	68
Висновки.....	70

Список використаних джерел літератури.....	71
Додатки.....	78

## ВСТУП

**Актуальність.** Сьогодні, попри наявний розвиток комп'ютерних технологій, для визначення навантаження в танцях здебільшого використовують педагогічні методи, точність і об'єктивність котрих не відповідає сучасним можливостям. З плином Прогресу все більше комп'ютерних технологій інтегрується в наше життя. Сьогодні майже кожна людина будь-якого віку має смартфон, комп'ютер або планшет. Аналітична компанія Pew Research Center опублікувала статистику популярності смартфонів у світі. Завдяки цьому стало зрозуміло, що станом на 2018 рік 59% опитаних дорослих у світі користуються телефонами. Це приблизно 4,3 млрд людей. 31% користується простими мобільними телефонами, і лише 8% не мають ні того, ні іншого [1]. Ринок перенасичений гігантською кількістю різноманітної техніки, включаючи: сканери, вимірювальні прилади, смартгодинники та навіть окуляри з доповненою реальністю. Завдяки цьому, ці технології стають все більш доступні для звичайного користувача, і саме тут ми підходимо до основної ідеї – кожен спортсмен-танцюрист має можливість користуватися сучасними вимірювальними приладами, які, наразі, є досить об'єктивними та точними. Саме в цьому й полягає потреба проведення дослідження для визначення засобів та методів збільшення об'єктивності показників навантаження з допомогою портативних приладів.

Тренувальний процес у танцях, як і в інших видах спорту, характеризується постійним зростанням навантажень. Досягнення високої спортивної майстерності стає неможливим без багаторазового повторення рухових елементів, зв'язок фігур, цілих танцювальних комбінацій. Водночас прогресуюча інтенсифікація тренувань часто призводить до перенапруження та перевтоми, що, своєю чергою, позначається на якості виступів спортсменів на відповідальних змаганнях, адже об'єктивно оцінити стан спортсмена тільки педагогічними методами, як тренеру, так й самому спортсмену є вкрай складною задачею. У зв'язку з цим виникає потреба, окрім педагогічних методів застосовувати об'єктивні інструментальні методи індивідуалізації

навантаження на тренуваннях. До того ж рекомендовані багатьма дослідниками способи педагогічного контролю за впливом тренувальних навантажень на організм спортсменів, як правило, дуже громіздкі, тому не менш актуальним є питання підбору швидких засобів контролю вимірювання навантаження атлетів.

Для розв'язання цих проблем, на нашу думку варто застосовувати портативні вимірювальні пристрої з відповідним програмним забезпеченням.

Сучасні вимірювальні прилади мають можливість з мінімальною похибкою, оцінити стан таких фізіологічних маркерів як: пульс, насичення крові киснем, артеріальний тиск, рівень втоми й т.д. Гаджети спроможні не тільки фіксувати, а попереджати про рівень відхилення від встановленої норми тренування, що є цінним доповненням для збільшення якості тренерського контролю. Наприклад, якщо атлет буде використовувати занадто багато енергії або навпаки буде занадто пасивним, прилад може точно і швидко попередити про це як спортсмена, так і тренера. Завдяки цим об'єктивним даним, танцюрист матиме змогу оцінити рівень свого навантаження під час тренування й оперативно його коригувати. Ця вкрай важлива інформація може призвести до покращення результатів спортсмена та більш стабільному й гармонійному розвитку показників навантаження. Ми передбачаємо, що застосування портативних вимірювальних пристроїв надасть змогу до персоналізації тренувальних програм, та запобігатиме перетренованості танцюристів.

**Мета дослідження** – збільшення об'єктивності показників навантаження під час тренувального процесу танцюристів.

**Завдання роботи:**

1. Проаналізувати та узагальнити дані наукової літератури з питань об'єктивізації та збільшення точності збору показників навантаження у різних видах спорту.

2. Визначити актуальні показники фізичного навантаження для танцюристів.

3. Оцінити з допомогою анкетування засоби та методи контролю навантаження, які використовують тренери зі спортивно бальних танців.

4. Підібрати портативне програмне й апаратне забезпечення для збільшення об'єктивності отримання обраних показників навантаження під час тренувального процесу танцюристів.

**Об'єкт дослідження** – фізичне навантаження танцюристів.

**Предмет дослідження** – засоби контролю навантаження у танцюристів.

**Методи дослідження:** аналіз та узагальнення спеціальної науково-методичної літератури, метод порівняння, педагогічні методи (анкетування, педагогічне спостереження, бесіда), методи математичної статистики.

**Наукова новизна:**

- були підтверджені дослідження впливу використання портативних приладів для вимірювання фізичного навантаження танцюристів;
- були виявлені шляхи оптимізації навантаження танцюристів.

**Практична значущість роботи.** Формування наборів портативних приладів та програмного забезпечення для об'єктивізації й збільшення точності вимірювання навантаження під час тренування.

**Ключові слова:** спортивні танці, тренування, фізичні якості, частота серцевих скорочень, контроль навантаження, танцюристи, портативні прилади, показники фізичного навантаження, рівень відновлення.

**Структура та обсяг кваліфікаційної роботи.** Кваліфікаційна робота загальним обсягом 78 сторінок складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (60 найменувань), додатків. Робота містить 1 таблицю та ілюстрована 28 рисунками.

## **РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ПОРТАТИВНИХ ПРИСТРОЇВ ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ТАНЦЮРИСТІВ В СПОРТИВНО БАЛЬНИХ ТАНЦЯХ**

### **1.1. Обґрунтування застосування портативних пристроїв та програмного забезпечення для контролю фізичного навантаження спортсменів**

Великий обсяг та інтенсивність тренувальних навантажень серйозно позначається на функціональному стані спортсменів, тому точна та об'єктивна оцінка стану організму є одним із першочергових завдань тренера, вирішення якого дозволяє більш ефективно чітко планування тренувального процесу. При оцінці функціонального стану організму та його змін під впливом навантаження особливу увагу слід приділяти вивченню адаптаційних механізмів серцево-судинної системи, дихальної та обмінної систем (терморегуляції), які однозначно реагують на зміни гомеостазу. Це дозволяє судити як про функціональний стан самої серцево-судинної системи, так і про організм в цілому [2]. Особливо актуальною проблемою у розвитку спортсменів є адекватність навантаження. Проблема адаптації спортсменів до великих тренувальних і змагальних навантажень представляє не тільки теоретичний, а й практичний інтерес, оскільки зв'язок між станом спортсмена і навантаженням, яке він отримує, є найважливішим питанням теорії й технології планування підготовчого процесу. У системі управління навчальним процесом це також найслабша ланка, тому потребує особливої уваги спеціалістів. Але обсяг навантаження не є вирішальним фактором, головне – це рівень підготовки спортсмена. Коли тренувальне навантаження перевищує функціональні можливості спортсмена, то виникає фізичне перенапруження. Це є причиною різних передпатологічних і патологічних змін в організмі спортсмена, як фізичних, так і психоемоційних. В ході побудови тренувального процесу, в сучасній «узагальнюючій теорії спорту», найголовніше є вивчення педагогічних принципів та підходів. Однак, найпріоритетніше є зміна фізичного

потенціалу людини, але без системи контролю, яка забезпечує оцінку змін фізичного стану спортсмена, неможливо правильно спланувати педагогічний процес.

Теоретичною основою використання медико-біологічної системи управління є вчення про гомеостаз, а також теорія функціональних систем організму. Лікарі, які займаються питаннями фізичної культури та спорту, мають на меті: оцінити стан здоров'я спортсмена, контролювати стан під час тренувального процесу, вивчити вплив режиму і методів тренувань на організм. Для цього лікарі проводять спостереження не тільки в медичному кабінеті, а й безпосередньо в умовах тренувань і змагань. Також спортсмену та його тренеру слід враховувати індивідуальний підхід до дозування фізичних вправ. Свого часу «батько медицини» Гіппократ обґрунтовував, що гармонія функцій є результатом правильного співвідношення кількості вправ зі здоров'ям даного суб'єкта.

Багато авторів підіймають питання щодо індивідуалізації навчально-тренувального процесу у спорті. Вирішення цього питання можна пов'язати із загальними закономірностями управління в спорті, а саме об'єктивної кількості інформації про зміст тренувального процесу, рівень спеціальної підготовленості спортсмена. Про удосконалення методики та теорії індивідуалізації, свідчить великий досвід спортивної практики, який паралельно був накопичений з науковою інформацією, що розкриває індивідуальні особливості як у структурі спеціальної фізичної підготовленості, так і у загальній системі багаторічної підготовки спортсменів. Втома, яка виникає під час виконання фізичних вправ, наростає поступово, при цьому припинення роботи визначається індивідуально. Для цього потрібно виконати наступні вимоги:

- 1) Треба забезпечити суттєвий обсяг роботи, виконаної в умовах прогресуючої втоми, завдяки цьому можна отримати високий тренувальний ефект;



- 2) Тривалість роботи у стані втоми, не повинна бути настільки велика, щоб негативно впливати на самопочуття спортсмена.

Незважаючи на це, у спортивній практиці найчастіше зустрічається тенденція завищити рівень інтенсивності вправ, саме тому порушується принцип поступового підвищення тренувальних навантажень. Зустрічаються тренери, які ставити собі за мету навантажити якомога більше спортсмена, для виходу на гранично можливий рівень працездатності «через не могу».

При цьому підвищення інтенсивності вправ і величини тренувального навантаження найчастіше здійснюється без урахування поточного фізичного стану організму. У процесі будь-яких тренувань бажано відстежувати та аналізувати показники стану спортсмена з метою підвищення ефективності тренувань. Завдяки цьому отримана інформація про фізичний стан допоможе тренерському штабу контролювати тренувальний процес, своєчасно вносити необхідні корективи, а також виявляти ритмічні залежності в контрольованих показниках, що дозволить прогнозувати стан і рівень підготовка гравців. Таке тренування може збільшити приріст фізичної працездатності на одиницю часу, відведеного на тренування, але щоб уникнути фізичного та психічного стресу, який може призвести до втоми, необхідний ретельний контроль, щоб тренувальна навантаження не перевищувала функціональні можливості організму. Можна сказати, що фізичні впливи однакової інтенсивності та тривалості можуть бути стресовими для однієї людини, а не для іншої. Лише у 30-40% тренуваннях, у яких навантаження виявилися оптимальними, застосування фізичних вправ однакового обсягу та інтенсивності призводило до підвищення функціональних можливостей. Для більш підготовлених спортсменів такі навантаження не будуть ефективними, а для неправильно підготовлених можуть призвести до перевтоми. Як відомо, при перевтомі неможливо вдосконалити техніку виконання вправи в самому процесі, тому що кінематичні та динамічні характеристики погіршуються при навантаженні й ще більше знижуються при подальшому виконанні, помилки починають виправлятися під час виконання, а техніка рухів не вдосконалюється. Також

перевтома призводить до не тренуваності, є сприятливим фоном для утворення травм і розвитку різних захворювань.

Існують досить різні думки про необхідність індивідуального підходу, створення оптимальних умов для кожної людини з урахуванням її індивідуально-психологічних особливостей. Відсутність індивідуального підходу в спорті іноді призводить до того, що змагальні здібності спортсмена з роками зростають повільно, хоча збільшується набір рухових якостей, підвищується рівень розвитку ряду рухових якостей і працездатності. Існує конфлікт між великою кількістю тренувальних навантажень, виконаних спортсменом, і невеликими зрушеннями в їх продуктивності, відсутністю продуктивності або навіть деяким зниженням на певних етапах тренувального циклу. Використання принципу індивідуалізації під час навчання дозволяє не тільки оптимізувати їх, але й знизити ризик виникнення передпатологічних і патологічних станів [3,4,5,6,7,8].

## **1.2 Виокремлення актуальних показників фізичного навантаження.**

Вимірювання показників навантаження серцево судинної системи

### **1.Частота серцевих скорочень**

Частота серцевих скорочень (ЧСС, ткж. Частота ритму) - фізична величина, що отримується в результаті вимірювання числа серцевих систол в одиницю часу. Традиційно вимірюється в одиницях: «число ударів за хвилину» (уд/хв).

Частота серцевих скорочень або частота пульсу є одним із ключових індикаторів здоров'я людини. Пульс вимірюється за кількістю скорочень серцевого м'яза за одну хвилину. Після фізичних навантажень, емоційних переживань, а також у ситуаціях, які трактуються людиною як небезпечні, частота пульсу збільшується. Водночас нормальна частота серцевих скорочень не є гарантією того, що людина повністю здорова. Попри це, контролювати цей показник – вкрай важливо [9,10].

Серцево-судинна система виконує важливу транспортну функцію в організмі, необхідну для його нормальної життєдіяльності.

У медицині критичних станів діагностика функціонування цієї системи займає одне з головних місць, так як діяльність серцево-судинної системи багато в чому визначає ефективність протікання процесів метаболізму, перенесення кисню і вуглекислого газу, терморегуляції.

Оцінка діяльності серцево-судинної системи при анестезіологічному моніторингу здійснюється шляхом реєстрації механічних, акустичних і біоелектричних проявів серцевої діяльності, найбільш доступних для реєстрації під час наркозу. Серед показників центральної та периферичної гемодинаміки найбільшу цінність мають показники серцевого ритму, артеріального та венозного тиску, серцевого викиду.

Загальні методи серцевого моніторингу включають частоту серцевих скорочень, артеріальний тиск і моніторинг ЕКГ в одному відведенні з автоматичним виявленням аритмії. Використання цих методів контролю в клінічному моніторингу характеризується простотою процедур реєстрації біологічних сигналів та інтерпретації доказів. За певними показаннями використовуються більш складні та громіздкі методи дослідження функції серцево-судинної системи, такі як радіонуклідна ангіографія 12, ядерно-магнітний резонанс, трансезофагеальна ехокардіографія, доплерівські системи вимірювання кровотоку. Ці методи дослідження найчастіше цікавлять хірургів і не мають прямого відношення до роботи анестезіолога.

Вибір засобів контролю показників серцево-судинної системи для клінічного моніторингу залежить від багатьох факторів. Так, наприклад, при анестезіологічному контролі найбільш важливу роль відіграє вид операції, пластичність серцево-судинної системи пацієнта, обґрунтованість ризику використання інвазивних методик, вартість моніторної техніки. Водночас головним фактором вибору засобів анестезіологічного моніторингу є необхідність і достатність отриманої інформації для оптимального управління станом пацієнта і забезпечення безпеки наркозу [11].

Найбільш простим методом оцінки параметрів серцевого ритму є визначення частоти серцевих скорочень. Цей показник дозволяє об'єктивно

судити про рівень функціонування серцево-судинної системи пацієнта. При анестезіологічному моніторингу зміни ЧСС під час наркозу відображають реакцію організму на хірургічне втручання. Оцінка ЧСС в найпростішому випадку може проводитися шляхом пальпації коливальних артеріальної судинної стінки [11].

**2. Артеріальний тиск** — тиск крові на стінку артерії. Артеріальний тиск є найважливішим показником гемодинаміки та визначається сукупністю чинників (анатомічний об'єм серця, ЧСС і сила серцевих скорочень, об'єм циркулюючої крові, сумарний об'єм кровоносних судин, загальний периферичний опір судин тощо). Розрізняють систолічний артеріальний тиск, що виникає в систолу, та діастолічний артеріальний тиск, що виникає в діастолу. Різниця між систолічним та діастолічним АТ становить пульсовий тиск. У здорових людей систолічний артеріальний тиск коливається від 100 до 125 мм рт. ст., а діастолічний — від 70 до 80 мм рт. ст [12].

У спортсменів можливо хронічне фізичне перенапруження серцево-судинної системи, яке може протікати у вигляді гіпертонічного або гіпотонічного синдромів. Гіпотонія представляє великі труднощі для диференціальної діагностики, оскільки досить стійке зниження артеріального тиску може відображати як високу ефективність виконуваних навантажень, так і є симптомом надмірної адаптації, дезадаптації або якого-небудь іншого патологічного стану. Основними причинами гіпертензійного синдрому є емоційний стрес і недостатня фізична активність. У стінці всіх артеріальних судин є м'язовий шар, тонус якого регулюється роботою вегетативної нервової системи. При розширенні периферичних судин падає артеріальний тиск і виникає застій крові, порушується кровопостачання клітин і виникає енергетичний дефіцит. При скороченні кровоносних судин їх просвіт зменшується або повністю закривається (вазоконстрикція). Це призводить або до зменшення кровопостачання, або до його повного припинення в будь-якому органі або частині тіла. Периферична вазоконстрикція може призвести до підвищення артеріального тиску. Після досягнення збалансованої роботи

вегетативної нервової системи тонус судин відновлюється, що призводить до поліпшення кровопостачання органу або частини тіла, нормалізації артеріального тиску. Найчастіше порушення регуляції просвіту судин проявляється їх спазмом [13].

Існує кілька основних непрямих методів вимірювання артеріального тиску, які найбільше поширені в клінічній практиці, є актуальними на сьогодні та використовуються у медичній сфері. Залежно від принципу, покладеного в основу їх роботи, розрізняють: пальпаційний, аускультативний, осцилометричний методи. З точки зору метрології ці методи визначають величину АТ за допомогою вимірювання певної фізичної величини (оптичної проникності, електричного опору і т.п.), функціональний зв'язок якої з АТ вважатиметься відомим. Вказано декілька варіацій протидії тиску з використанням манжетів під дією тиску, які застосовують для стиснення гілки артеріального кровообігу (класично - плечової артерії).

1) Метод пальпації або метод Ріва-Роччі, який передбачає поступове стискання та розтискання кінцівок в області артерії й пальпацію її нижче місця здавлювання. При дії тиску в манжеті та появі пульсу визначається САТ. При помітному зниженні наповнення пульсу або появі прискорення пульсу вимірюється ДАТ. Метод пальпації дозволяє визначити тільки систолічний тиск, при використанні виключно манометра. Збільшують кількість повітря у манжеті до зникнення пульсації, під час зниження тиску в манжеті пальпують променеву артерію. Значення, отримані з манометра при появі першої пульсової хвилі, і визначають величину систолічного тиску. Усі наступні зниження тиску в манжеті не впливають на характер пульсації, тобто тиск не змінюється. Отже, визначити діастолічний тиск неможливо.

2) Метод промивання – це метод містить в собі кілька етапів, перший з яких - це знекровлення кінцівки, на яку накладено джгут, тугою стискаючою пов'язкою. Наступна дія - це поступове зниження тиску в манжеті, поки безкровна та зблідла кінцівка знову не стане нормального кольору («почервоніє»).

3) Життєва ємність легенів (ЖЄЛ) — це максимальна кількість повітря, яку можна втягнути в легені після максимального видиху. Здорова доросла людина під час тихого вдиху та видиху вдихає та видихає близько 500 куб.см повітря. Це називається дихальним повітрям. Однак після спокійного вдиху можна додатково вдихнути певну кількість повітря, т.зв. додатковий, об'єм якого становить приблизно 1500 см<sup>3</sup>. Таким чином, життєва ємність легень є сумою додаткового, дихального і резервного об'ємів і дорівнює приблизно 3500 см<sup>3</sup>. Навіть після найглибшого видиху в легенях залишається близько 800 - 1700 см<sup>3</sup> повітря, т.зв. залишкове повітря. При спокійному диханні альвеоли постійно заповнюються залишковим і резервним повітрям. Це називається альвеолярним повітрям. Його об'єм 2500-3500 см<sup>3</sup>. Цей альвеолярний повітря бере участь у безперервному газообміні між легенями і кров'ю, створюючи як би внутрішнє газове середовище організму.  $ЖЄЛ = РОВД + ДО + РОВИД$  [22].

4) Осцилометричний метод є найбільш поширеним, адже вважається точним і вірогідним, але водночас має більш складний аналіз біосигналів порівняно з іншими методами. У цей час осцилометричний метод використовується приблизно у 80% всіх автоматичних та напівавтоматичних приладів визначення артеріального тиску. У порівнянні з аускультативним, осцилометричний метод більш стійкий до шумового впливу і переміщення манжети по руці, дозволяє проводити вимірювання через тонкий одяг, а також при наявності вираженого «аускультативного провалу» і слабких тонах Короткова. Осцилометрична методика вимірювання АТ припускає, що з кожною артеріальною пульсовою хвилею відбувається невелике підвищення і зниження об'єму кінцівки, що, своєю чергою, викликає підвищення, а потім зниження тиску в манжеті, який можна виявити за допомогою твердотільного датчика. Коли манжет, що оточує кінцівку, надувають електронним насосом (або вручну), підвищення тиску в манжеті в кінці призводить до припинення надходження артеріальної крові в нижню кінцівку, і пульсація припиняється. Це фіксується пристроєм, який продовжує надувати манжет ще секунду-дві, щоб переконатися, що потік повністю зупинився. У цей момент надування

припиняється, і відкривається клапан, що дозволяє тиску в манжеті повільно зменшуватися. Тиск у манжеті ретельно контролюється пристроєм. Спочатку він виявляє лише без імпульсне зниження тиску. Коли тиск в манжеті падає нижче пікового тиску артеріального пульсу, пристрій починає виявляти невелику хвилю тиску, що відображає різницю між тиском в манжеті та тиском в артерії. При подальшому спусканні манжета ці різниці тиску стають більшими, поки манжет не починає відходити від кінцівки й не буде виявлено меншу пульсацію об'єму. Отже, пристрій реєструє серію пульсових хвиль, які спочатку плоскі, потім дуже незначні, потім збільшуються до піку, а потім зменшуються, поки їх майже не можна виявити [14].

**3. Насичення киснем (сатурація)** - це частка насиченого киснем гемоглобіну від загального гемоглобіну в крові. Організм людини вимагає та регулює дуже точний та специфічний баланс кисню в крові. Нормальні рівні насичення артеріальної крові киснем у людини становлять 95-100 відсотків. Якщо рівень нижче 90 відсотків, це вважається низьким і називається гіпоксемією. Рівень кисню в артеріальній крові нижче 80 відсотків може порушити роботу органів, таких як мозок та серце, і потребує негайного втручання. Тривалий низький рівень кисню може призвести до зупинки дихання чи серця. Киснева терапія може використовуватись для підвищення рівня кисню в крові. Оксигенація відбувається, коли молекули кисню потрапляють у тканини організму. Наприклад, кров насичується киснем у легенях, де молекули кисню переміщуються з повітря у кров. Організм підтримує стабільний рівень насичення киснем здебільшого за рахунок хімічних процесів аеробного метаболізму, пов'язаних із диханням. Використовуючи дихальну систему, червоні кров'яні тільця, зокрема гемоглобін, збирають кисень у легенях та розподіляють його по всьому тілу. Потреби організму в кисні крові можуть коливатися, наприклад, під час вправ, коли потрібно більше кисню. Як дуже високий, і занадто низький рівень може мати несприятливі наслідки для організму [15, 16].

Пульсоксиметрія – це неінвазивний метод моніторингу насичення людини киснем. Показники периферичного насичення киснем ( $SpO_2$ ) зазвичай знаходяться в межах 2% точності (в межах 4% точності в 95% випадків) більш точного (і інвазивного) зчитування насичення артеріальної киснем ( $SaO_2$ ) з аналізу газів артеріальної крові. Але вони досить добре співвідносяться, тому безпечний, зручний, неінвазивний, недорогий метод пульсоксиметрії є цінним для вимірювання насичення киснем у клінічному застосуванні. Найбільш поширеним методом є трансмісивна пульсоксиметрія. У цьому підході сенсорний пристрій розташовують на тонкій частині тіла пацієнта, як правило, на кінчику пальця або мочці вуха або на стопі немовляти. Кінчики пальців і мочки вух мають вищу швидкість кровотоку, ніж інші тканини, що полегшує передачу тепла. Пристрій пропускає дві довжини хвилі світла через частину тіла до фотодетектора. Він вимірює зміну поглинання на кожній із довжин хвиль, дозволяючи визначити поглинання лише пульсуючої артеріальної крові, за винятком венозної крові, шкіри, кісток, м'язів, жиру [17].

**4. Варіабельність серцевого ритму або ВСР** – це фізіологічне явище зміни часового інтервалу між послідовними ударами серця в мілісекундах. Варіабельність серцевого ритму відображає ступінь напруження регуляторних систем, що виникає у відповідь на стресорний вплив. ВРС метод діагностики функціонального стану була запропонована Р. М. Баєвським. На сьогодні дослідження ВРС зарекомендувало себе як надійний, валідний та репродуктивний інструмент оцінювання автономної вегетативної функції у хворих із серцево-судинною патологією. Відхилення, що виникають в регулювальних системах, передують гемодинамічним та метаболічним порушенням, тому є найбільш ранніми прогностичними ознаками неблагополуччя обстежуваного. Серцевий ритм служить індикатором цих відхилень, а тому дослідження варіабельності ритму серця має важливе прогностичне та діагностичне значення. Аналіз ВСР посідає важливе місце серед способів об'єктивного комплексного оцінювання функціонального стану організму людини, він дає змогу оцінити активність різних рівнів вегетативної



регуляції, симпато-парасимпатичний баланс, ступінь централізації управління хронотропною функцією синусового вузла, який широко використовують для оцінювання нервово-емоційного напруження.

Для того, щоб значною мірою оцінити стан ССС, існують різноманітні проби, в яких вимірюють саме ЧСС та АТ. До таких проб відносяться:

Вимір початкових та кінцевих показників діяльності ССС при проведенні тестів з навантаженням:

- проба Мартине (дає можливість оцінити здатність організму до відновлення);
- проба Руф'є (дає змогу охарактеризувати здатність людини витримувати динамічне навантаження);
- проба з присіданням (дає можливість оцінити функціональну повноцінність серцево-судинної системи);
- проба Флака (оцінює функції серцевого м'яза);

Також існують проби, які дозволяють оцінити вегетативний статус, тобто нас буде можливість взаємозв'язати діяльність ССС та нервової системи:

- індекс Кердо (вказує на скільки вегетативна нервова система впливає на ССС);
- активна ортостатична проба (визначає рівень вегетативно судинної стійкості);
- ортостатична проба (характеризує функціональну повноцінність рефлекторних механізмів регуляції гемодинаміки й збудливість центрів симпатичної іннервації);
- глазо-серцева проба (визначає збудливість парасимпатичних центрів регуляції серцевого ритму);
- кліностатична проба (характеризує збудливість центрів парасимпатичної іннервації).

Оцінка результатів навантажувальних проб здійснюється за реакцією серцево-судинної системи. Розрізняють п'ять типів реакцій серцево-судинної

системи: нормотонічний, гіпотонічний, гіпертонічний, дістонічний і східчастий.

Для нормотонічного типу реакції характерно:

- прискорення частоти пульсу на 60–80 % (в середньому на 6–7 уд. за 10 сек.); 45 – помірне підвищення систолічного АТ до 15–30 % (15–30 мм рт. ст.);
- помірне зниження діастолічного АТ на 10–15 % (5–10 мм рт. ст.); – значне підвищення пульсового АТ – на 80–100 %;
- нормальний період процесу відновлювання: у чоловіків складає до 2,5 хвилин, у жінок – до 3-х хвилин. Цей тип реакції вважається сприятливим, так як свідчить про адекватний механізм пристосування організму до фізичного навантаження.

Для гіпотонічного (астенічного) типу реакції характерно:

- значне прискорення пульсу – більш 120–150 %;
- систолічний АТ при цьому незначно підвищується, або не змінюється, або навіть знижується;
- діастолічний АТ найчастіше не змінюється, або навіть підвищується; – пульсовий АТ найчастіше знижується, а якщо і підвищується, то незначно – всього на 12–25 %;
- значно уповільнений період відновлювання – більш 5–10 хвилин. Цей тип реакції вважається несприятливим, оскільки механізм адаптації до навантаження незадовільний.

Для гіпертонічного типу реакції характерним є:

- значне прискорення пульсу – більше ніж на 100 %; – значне підвищення АТ систолічного – до 180–200 мм рт. ст. і вище; – певне підвищення АТ діастолічного – до 90 і вище мм рт. ст., або тенденція до підвищення;
- підвищення пульсового АТ; ·
- період відновлення суттєво уповільнений (більше 3 хвилин). Тип реакції вважається несприятливим у зв'язку з тим, що механізм адаптації до навантаження незадовільний.

Для дістонічного типу реакції характерно:

- значне прискорення пульсу – більше ніж на 100 %;

- істотне підвищення систолічного АТ (іноді вище 200 мм рт. ст.);
- зниження діастолічного АТ до нуля («феномен нескінченного тону»), яке триває протягом більше 2-х хвилин;

- уповільнення періоду відновлювання. Тип реакції вважається несприятливим і свідчить про надмірну лабільність системи кровообігу.

Для східчастого типу реакції характерно: – різке збільшення пульсу – більш ніж на 100 %;

- східчає підвищення систолічного АТ, тобто систолічний АТ, виміряний безпосередньо після навантаження – на першій хвилині – нижче, ніж на 2 або 3 хвилинах періоду відновлювання; – уповільнений період відновлювання. Тип реакції вважається несприятливим, тому що механізм адаптації до навантаження незадовільний. Він свідчить про послаблену систему кровообігу, не здатну адекватно і швидко забезпечувати перерозподіл кровотоку, необхідний для виконання м'язової роботи.

Отже, гіпотонічний, гіпертонічний, дістонічний і східчастий типи реакції вважаються патологічними типами реакції серцево-судинної системи на фізичне навантаження. Незадовільним також вважається нормотонічний тип реакції, якщо відновлення пульсу і АТ відбувається більше 3-х хвилин.

Ці методи є дійсно дієвими та достатньою мірою оцінюють стан одразу двох надважливих систем організму, але, на жаль, є досить громіздкими та потребують багато часу для проведення тестування, якщо брати до уваги саме роботу тренера, то виконуючи ці проби на постійній основі з кожним зі своїх учнів, він буде витрачати багато часу саме на тестування, замість тренувань, тому про швидку корекцію фізичного навантаження, завдяки подібним пробам, виконати вкрай важко [18], [19].

### **Вимірювання показників навантаження дихальної системи**

Серед методів вимірювання стану дихальної системи є найчастіше використовуванні а саме:

- Спірометрія
- Пікфлоуметрія

1. Спірометрія — метод дослідження функції зовнішнього дихання, що включає вимір об'ємних і швидкісних показників дихання.

Виконуються такі види спірометричних проб:

- спокійне дихання;
- форсований видих;
- максимальна вентиляція легень;
- функціональні проби.

Прилад, з допомогою якого здійснюється спірометричне дослідження, називається спірометром. Спірометрія використовується для оцінки стану апарату дихання [20].

2. Пікфлоуметрія – це тестування на максимальну швидкість потоку повітря (МПП) при видиху, який дозволяє оцінити стан роботи органів дихання, а також застосовується з метою виявити ефективність лікування при захворюваннях дихальної системи. Пікфлоуметр проводиться за допомогою пристрою під назвою пікфлоуметр [21].

**Дихальний об'єм (ДО)** – кількість повітря, що вдихається і видихається в спокійному стані. У здорової людини вона становить 0,25-0,5 л. Спортсмени мають більш поглиблене дихання, перебуваючи у стані спокою 1,0-1,3 л. Цей факт пов'язаний з економічністю функціонування апарату зовнішнього дихання, і навіть зі збільшенням загальної ємності легенів.

**Резервний об'єм вдиху (РОВД)** – додаткове повітря, що потрапляє у легені за максимального вдиху (1,5-2,0 л). У спортсменів виділяється поглиблення дихання у рахунок використання частини резервного обсягу вдиху.

**Резервний об'єм видиху (РОВИД)** – додаткове повітря, яке виводиться з легень при максимальному видиху.

**Життєва ємність легень (ЖЄЛ)** – це максимальна кількість повітря, яка може бути забрана у легені після максимального видиху. Доросла здорова людина при спокійному вдиху та видиху вдихає та видихає близько 500 см<sup>3</sup> повітря. Це так зване дихальне повітря. Однак після спокійного вдиху можна

додатково вдихнути деяку кількість повітря, так званого додаткового, його об'єм близько 1500 см<sup>3</sup>. Таким чином, життєва ємність легень являє собою суму додаткового, дихального та резервного об'ємів і дорівнює близько 3500 см<sup>3</sup>. Навіть після найглибшого видиху в легенях залишається ще близько 800 - 1700 см<sup>3</sup> повітря, так зване залишкове повітря. Залишкове та резервне повітря постійно заповнюють альвеоли легень при спокійному диханні. Це так зване альвеолярне повітря. Обсяг його дорівнює 2500-3500 см<sup>3</sup>. Саме альвеолярне повітря бере участь у безперервному газообміні між легенями та кров'ю, становлячи як би внутрішнє газове середовище організму.  $ЖЄЛ = РОВД + ДО + РОВИД$  [22].

Найбільші величини ЖЄЛ спостерігаються у спортсменів, які тренують витривалість і мають найвищу кардіо респіраторну продуктивність. Дані про величину ЖЄЛ мають певне практичне значення для тренера, тому що максимальний об'єм повітря, що зазвичай досягається при граничних фізичних навантаженнях, дорівнює приблизно 50% від ЖЄЛ. Таким чином, знаючи величину ЖЄЛ, можна передбачити максимальну величину ДО і судити про рівень ефективності легеневої вентиляції при максимальному режимі фізичного навантаження [23].

**Залишковий об'єм легень (ЗОЛ)** – кількість повітря, що залишається у легенях після максимального видиху.

**Загальна ємність легень (ЗЄЛ)** – об'єм повітря, що знаходиться у легенях при максимальному вдиху.  $ЗЄЛ = ЖЄЛ + ЗОЛ$ .

**Частота дихання (ЧД)**. У стані спокою здорова доросла людина робить 12-20 дихальних рухів за 1 хв. ЧД у спортсменів за умов спокою коливається у межах. Однак відзначається тенденція до зниження ЧД, що є проявом економічності дихання у стані спокою. При фізичних навантаженнях ЧД зростає пропорційно потужності навантаження, досягаючи 50-70 дихальних циклів за хвилину [24].

**Хвилинний обсяг дихання (МОД)** - обсяг повітря, що надходить у легені за 1 хв.  $МОД = ДО \times ЧД$ . У спокої МОД становить 6-8 л/хв, при ходьбі

збільшується до 20 л/хв, при максимальних фізичних навантаженнях – до 50-60 л/хв. У спортсменів межа МОД досягає 120-180 л/хв [24, 25].

**Форсована життєва ємність легень (ФЖЄЛ)** – різниця обсягів легень між початком та кінцем форсованого видиху. Діапазон 16 значень ФЖЄЛ у здорових становить 3,5-5,0 л. Визначення ФЖЄЛ має надзвичайно велике значення для спортивної практики. Це пояснюється тим, що незважаючи на скорочення тривалості дихального циклу при м'язовій роботі, дихальний об'єм має бути збільшений у 4-6 разів у порівнянні з даними спокою. Співвідношення ФЖЄЛ та ДО у спортсменів часто досягає високих величин [26].

**Об'єм форсованого видиху за першу секунду (ОФВ1)** – обсяг повітря, видиханого за першу секунду форсованого видиху. Для здорових чоловіків віком 20-60 років ОФВ1 становить 70-85% від ЖЕЛ. ОФВ1 є показником сумарної прохідності повітронесних шляхів та еластичних властивостей легень та грудної клітки. Зниження ОФВ1 говорить про бронхіальну обструкцію [26].

**Індекс Тіффно** – відношення ОФВ1/ЖЕЛ, виражене у відсотках (норма - понад 70%). Є чутливим показником бронхіальної прохідності.

**Максимальна вентиляція легень (МВЛ)** – об'єм повітря, що надходить у легені за 1 хв при форсованому диханні. МВЛ характеризує стелю функціональних можливостей апарату зовнішнього дихання і іноді позначається як межа дихання. Чим вище МВЛ, тим більша потенційна фізична працездатність людини та ймовірність високих спортивних результатів. Даний показник залежить від м'язової сили та вольових якостей спортсмена, досягаючи 120-200 л/хв. Саме цей показник є одним з найважливіших саме для танцюристів, бо спортсмен виконуючи багату кількість рухів за досить короткий проміжок часу (7 хвилин й 30 секунд) підходить до пікових показників ЧСС та ЧД й гарний показник МВЛ допоможе зрозуміти танцюристу та тренеру ступінь готовності до високого рівня навантажень не тільки візуально, а й об'єктивно. [27, 28].

**Вимірювання показників навантаження опорно-рухового апарату**

Серед великої різноманітності приладів для вимірювання змін в ОРА під час рухів, можна виділити два варіанти:

1. За допомогою інерційних датчиків, акселерометрів, гіроскопів, магнітометрів, які кріпляться на тіло й реагують на рухи людини та передають дані про прискорення, положення в просторі, силу руху, прискорення руху певної групи м'язів, кількість рухів, кількість кроків й т.д

Вчені університету м. Кембриджа (США) Eric Berkson Michael Lapinski та Michael Lapinski запропонували компактну бездротову систему, що дозволяє оцінювати біомеханічні показники сили, прискорення, момент сили, кути в суглобах тощо при високих навантаженнях, проводяться вимірювання за рахунок акселерометра, гіроскопа та магнітометра, застосовуватися це може у таких областях як профілактика травм спортсменів, тренування, покращення техніки певного руху, реабілітація. Цю ідею у 2010 році реалізували троє інженерів з техаського університету (США) Roozbeh Jafari, Hassan Ghasemzadeh, Vitali Loseu, але трошки удосконаливши цю ідею, додав можливість вимірювати прискорення руху певної групи м'язів та їх становище у просторі [29].

У 2010 р. Hassan Ghasemzadeh, Vitali Loseu й Roozbeh Jafari з техаського інженерного університету (США) розробили безпроводну систему датчиків с тіла пацієнта, дозволяючи реєструвати швидкість, прискорення руху виокремленої групи м'язів, їх положення в просторі. На основі виконаних дослідів, вчені змогли та описати такі рухи як: біг, стрибки, згинання суглобів кінцівок, захоплення в кисті, поворот тулуба. Оцінка цих рухових дій у танцювальному спорті дозволить тренерам не тільки виявити його слабкі сторони з точки зору роботи мускулатури й суглобів, боротися з помилками учня, але й зменшити можливість отримання спортсменом травми [30] Дуже гарний приклад тестування інерційних датчиків показали вчені з лабораторії аналізу рухів й ходи в м. Лозанна (Швейцарія) Farzin Dadashi й Florent Crettenand, у 2011 р. вони примінила датчики на плавців стилю «кроль»,

оцінивши координацію й синхронність рухів спортсменів, ці дані були порівнянні з відомим методом за відеоаналізу й були підтвердженні, довівши що використання портативних систем вимірювання є достатньо точні та зручні для використання, як для тренерів, так й для спортивних медиків [31] Також реалізувати такого роду проєкт змогли у 2008 р. працівники кафедри біомедицинської інженерії університету Тохоку міста Сендаї (Японія), Hiroki Saito й Takashi Watanabe презентували систему, яка складається з датчиків на передній поверхні стегна, попереку, гомілки та тильній поверхні стопи, за допомогою цих девайсів, вчені змогли вирахувати кути у суглобах нижніх кінцівок, визначили довжину кроку та крокову швидкість. Ці дані дають можливість створити максимально точну й ефективну, з точки зору роботи ОРА, систему тренувань й вправ для професійних спортсменів на підготовці й людей на реабілітації [32]

Системи інерційних бездротових датчиків, робота яких заснована на спільному використанні акселерометра і гіроскопа і магнітометра, мають добру інформативність, гаджети успішно зарекомендували себе в удосконаленні та реабілітації опорно-рухового апарату спортсменів різних вікових груп й професіоналізму, об'єднуючи в собі кілька видів біомеханічного обстеження, таких як: динамічна електроміографія, оцінка швидкісно-силових властивостей м'язів, балістографію, аналіз ходи та різних складних за кінематикою рухів [32]

За допомогою камери, або систем захоплення рухів, ці системи працюють на базі ПО, котре аналізує картинку та шукає саме силует людини, на котру накладає будь-які проєкції, які потрібні спортсмену або тренеру. Через постійні рухові зміни у тілі людини, під час занять спортом, ми можемо визначити дані схожі на дані від акселерометра, але ще з можливістю візуального супроводження. У професійному спорті вже досить давно використовують метод відеоаналізу, для цього існують вже велика кількість ІТ продуктів та гаджетів, котрі ми розглянемо нижче. Кожна з технологій має як плюси, так і мінуса, але на нашу думку, найбільш великим та вагомим мінусом є – вартість цього обладнання, бо ця технологія базується саме на основі використання



камер з великою кількістю захоплених кадрів у секунду або дуже дорогавартісного ПЗ вартість обладнання не є доступною для всіх, саме тому у мережі інтернет ми можемо знайти менш професійні, але достатньо точні та ефективні види ПЗ, котрі потребують використання дорогавартісного обладнання для знімання, завдяки цим аналогам ми можемо швидко та у режимі реального часу оцінити правильність виконання руху за кутом суглобів кінцівок та більшість з показників, які дають нам інерційні датчики. Звичайно, точність й об'єктивність професійної апаратури більш приємлива ніж при використанні бюджетного обладнання, але плюсом цього варіанту є також й мобільність, при грамотному використанні можна отримати сприйнятливі результати з візуальним супроводженням. Один з таких додатків на персональний комп'ютер – це Kinovea. Приклад роботи програми приведений на малюнку 1.1.



Мал. 1.1 Приклад роботи програми Kinovea.

Додаток спеціально розроблений спеціально для спортсменів, тренерів та спортивних лікарів, в ньому є можливість пройти підготовку на основі відео матеріалів, де демонструються помилки або описується в деталях порядок здійснення дій, які можуть бути вдосконалені, додаток дає можливість вивчати траєкторії, рухи тіла, позиції, кути й т.д. Серед можливостей цього додатку є такі:

1) Можливість порівнювати або синхронізувати водночас два відеозаписи для вивчення відмінностей та корегування. На малюнку 1.2 й 1.3 предсталено можливості програми.



Мал. 1.2 Приклад роботи програми Kinovea.



Мал. 1.3 Приклад роботи програми Kinovea.

2) Міняти ракурси зображень та можливість додавання малюнків та коментарів до зображень. Приклад представлено на малюнку 1.4.



Мал. 1.4. Приклад роботи програми Kinovea.

- 3) Накладення зображення та збільшення картинки з можливістю побачити та оцінити дрібні деталі. Приклад зображено на малюнку 1.5.



Мал. 1.5. Приклад роботи програми Kinovea.

- 4) Секундомір для підрахунку часу, а також виведення траєкторії рухів тіла для виявлення помилок.

Кажучи про професійні засоби відеоаналізу, ми маємо таких представників:

## **Biomovie**

ПЗ забезпечує: експрес-аналіз, автоматичне збереження даних, інтуїтивно зрозуміле управління, обмін даними через Інтернет. Велика кількість функцій, які дозволяють застосовувати ПЗ у різних ситуаціях, таких як: біомедичні тести, аналіз часу реакції (Аналіз часу виконання руху), біомеханічний аналіз (тривалість рухів, їх синхронність між собою, наявність пауз). Має інструменти для аналізу, що дозволяють додавати у відеоаналіз аудіо та відеокоментарі, різні зображення та документи, як у презентації PowerPoint. Можливість проведення аналізу властивостей матеріалів. Можливість додавання зовнішніх даних, отриманих за допомогою інших вимірювальних коштів.

## **Dartfish**

Розбір матчу на моменти із присвоєнням їм характеристик, ведення повної статистики з розібраним матчем. Реєстрація та обробка результатів тренувального процесу. Зображення інформації про хід тренувань режимі онлайн. Видрукування інформації, отриманої в ході тренувального процесу, на паперовий носій. Можливість накладання відео зображення одного спортсмена іншого. Видрукування рухів спортсмена. Можливість порівняння 4 відеозаписів одночасно. Виділення ключових моментів техніки. Відео аналіз тактико-технічних дій спортсменів. Графічний інструментарій для аналізу техніки та тактики спортсмена та Т.Д.

## **TEMPLO**

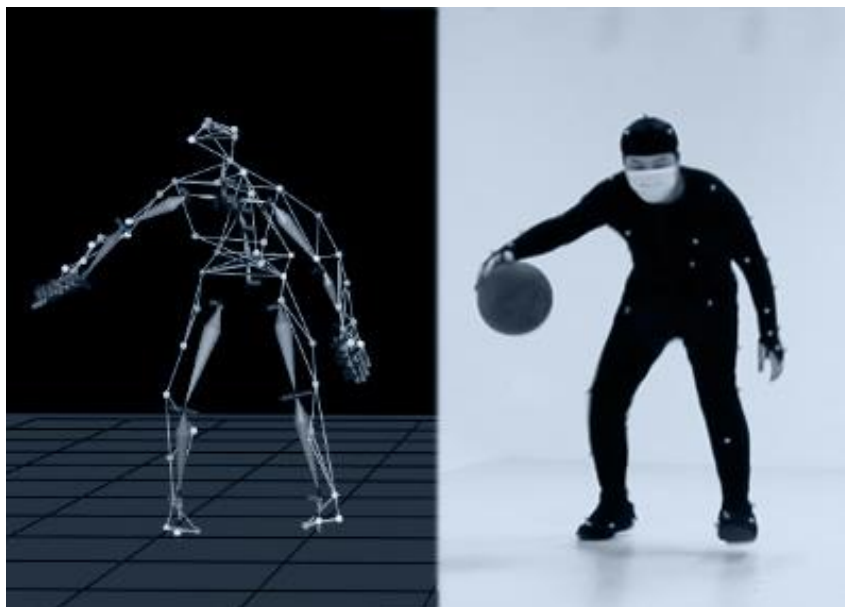
Зручне програмне забезпечення, зрозумілий інтерфейс. Для різних конкретних областей використовуються різні модулі: для аналізу ходьби, аналізу бігу, аналізу постави, спортивного аналізу, аналізу стрибків, аналізу велосипедистів, аналізу гольфу, аналізу ергономіки. Можливість налаштування в залежності від індивідуальних потреб користувача. Система відеоаналізу надає можливість для зберігання поточних робітників процесів у структурованому вигляді. Усі дані клієнтів, а також їх результати вимірювань

зберігаються у базі даних на основі MS-Access. Доступна система архівування даних користувачів, автоматична синхронізація записів [27, 28].

Завдяки технологічному прогресу ми маємо ще одну дуже ефективну систему, вона є гарним симбіозом використання датчиків та камер, назва цій технології **Motion capture (захоплення руху)**.

Motion capture — це процес запису руху об'єктів або людей, використовується у військових, розважальних, спортивних, медичних цілях. У кіновиробництві та розробці відеоігор це стосується запису дій людей-акторів і використання цієї інформації для анімації цифрових моделей персонажів у 2-D або 3-D комп'ютерній анімації. Система має можливість фіксувати дуже мало помітні рухи, наприклад, міміку чи мінімальні скорочення у м'язах [8]. Іноді цю систему використовують саме для захоплення переміщення, тобто бігу стрибків і т.д. Це називається motion tracking. Під час сеансів захоплення руху, рухи одного чи кількох людей записуються багато разів на секунду. Використовуючи дані с датчиків, в нас є можливість викласти їх на будь-яку 3D модель та наглядно з якою завгодно швидкістю переглядати матеріал. Рухи камери також можна зафіксувати, щоб віртуальна камера в сцені панорамувала, нахилилася або переміщала сцену під керуванням оператора під час виконання дій, водночас фіксуючи усе навколо людини, не змінюючи перспективу.

**Оптичні системи** використовують дані, отримані з датчиків зображення, для триангуляції. Тривимірне положення об'єкта між двома або більше камерами, відкаліброване для забезпечення проєкцій, що перекриваються. Збір даних зазвичай здійснюється з допомогою спеціальних маркерів, прикріплених до людини; проте більш сучасні системи можуть генерувати точні дані, відстежуючи особливості поверхні, що динамічно ідентифікуються для кожного конкретного об'єкта. Відстеження великої кількості виконавців або розширення області захоплення досягається шляхом додавання більшої кількості камер. Прилад роботи Motion capture зображено на малюнку 1.6.



Мал. 1.6 Приклад використання системи Motion capture

Ці системи роблять дані з трьома ступенями свободи для кожного маркера, а інформація про обертання повинна бути отримана з відносної орієнтації трьох або більше маркерів; наприклад, маркери плеча, ліктя та зап'ястя, що вказують кут ліктя. У нових гібридних системах інерційні датчики поєднуються з оптичними датчиками зменшення оклюзії.

### 1. Пасивні маркери

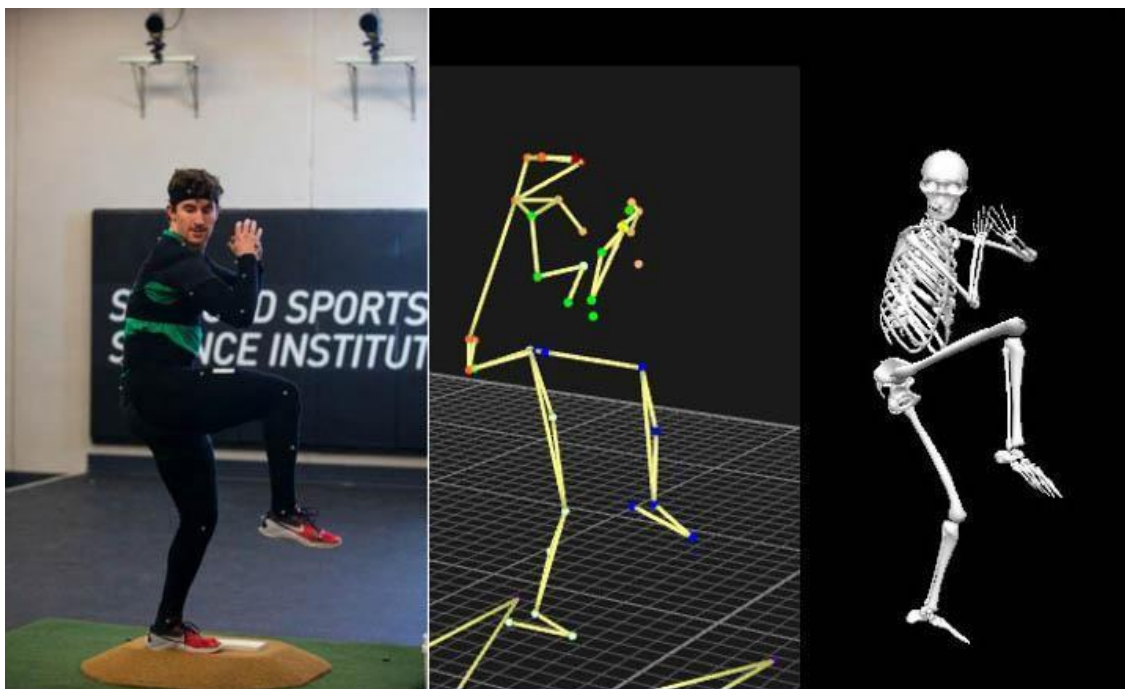
У пасивних оптичних системах використовуються маркери, покриті світловідбивним матеріалом для відбивання світла, що генерується поблизу об'єктива камери. Поріг камери можна відрегулювати таким чином, що будуть відібрані тільки яскраві маркери, що ігнорують шкіру і тканину.

Об'єкт з маркерами, прикріпленими до відомих позицій, використовується для калібрування камер і визначення положення, а також вимірюється спотворення об'єктива кожної камери. Якщо дві відкалібровані камери бачать маркер, можна отримати тривимірну фіксацію. Зазвичай система складається із 2–48 камер. Існують системи з понад трьохсот камер, щоб спробувати скоротити кількість підмін маркерів. Для повного охоплення об'єкта фільмування та кількох об'єктів потрібні додаткові камери.

У постачальників є програмне забезпечення для обмеження, щоб зменшити проблему заміни маркерів, оскільки всі пасивні маркери здаються

ідентичними. На відміну від активних маркерних систем та магнітних систем, пасивні системи не вимагають від користувача носіння дротів чи електронного обладнання. Натомість сотні гумових м'ячів прикріплені світловідбиваючою стрічкою, яку необхідно періодично замінювати. Маркери зазвичай прикріплюються безпосередньо до шкіри (як у біомеханіці) або прикріплюються липучкою до виконавця, одягненого в костюм зі спандексу та лайкри, розроблений спеціально для захоплення руху. Цей тип системи може захоплювати велику кількість маркерів при частоті кадрів зазвичай від 120 до 160 кадрів секунду, хоча, знижуючи роздільну здатність і відстежуючи меншу область, що цікавить, вони можуть відстежувати до 10 000 кадрів в секунду.

**2. Активні маркери.** Активні оптичні системи тріангулюють положення, дуже швидко висвітлюючи один світлодіод або кілька світлодіодів з програмним забезпеченням для їх ідентифікації за їх відносним положенням, що певною мірою схоже на астрономічну навігацію. Замість відбивання світла, що генерується ззовні, маркери самі випромінюють своє власне світло. Оскільки закон зворотних квадратів забезпечує одну чверть потужності на подвоєній відстані, це може збільшити відстань та обсяг для захоплення.



Мал. 1.7 Накладання 3D моделі на дані отримані з датчиків

Є також можливість знайти позицію за допомогою кольорових світлодіодних маркерів. У цих системах кожному кольору відповідає певна точка тіла. Однією з перших систем активних маркерів у 1980-х роках була гібридна пасивно-активна мокап-система з дзеркалами, що обертаються, і відбиваючими маркерами з кольорового скла, в якій використовувалися масковані лінійні матричні детектори.

### **Неоптичні системи**

**1. Інерційні системи.** Технологія інерційного захоплення руху заснована на мініатюрних інерційних датчиках, біомеханічних моделях та алгоритмах об'єднання датчиків. Дані про рух інерційних датчиків (інерційна система наведення) часто передається бездротовою мережею на комп'ютер, де рух записується або переглядається. У більшості інерційних систем для вимірювання швидкості обертання використовують інерційні вимірювальні блоки (IMU), що містять комбінацію гіроскопа, магнітометра й акселерометра. Ці обертання перетворюються на скелет у програмному забезпеченні. Як і у випадку з оптичними маркерами, що більше датчиків IMU, то природнішими будуть дані. Інерційні системи захоплення руху фіксують всі шість ступенів свободи руху тіла людини в режимі реального часу і можуть давати обмежену інформацію про напрямок, якщо вони включають датчик магнітного пілінгу, хоча вони мають набагато нижчу роздільну здатність і чутливість до електромагнітних перешкод. Переваги використання інерційних систем включають: захоплення в різних середовищах, включаючи обмежений простір, портативність і великі області захоплення. Недоліки включають нижчу точність позиціонування і дрейф позиційний, який з часом може збільшуватися. Вони можуть точно виміряти напрямок на землю з точністю до градуса. Вони можуть точно виміряти напрямок на землю з точністю до градуса. Ця технологія є досить простою в освоєнні та швидко налаштовується. Нині доступна низка костюмів від різних виробників, а базові ціни варіюються від 1000 до 80 000 доларів США.

**2. Магнітні системи.** Магнітні системи розраховують положення та орієнтацію щодо відносного магнітного потоку трьох ортогональних котушок як



на передавачі, так і на кожному приймачі. Відносна інтенсивність напруги або струму трьох котушок дозволяє цим системам обчислювати як дальність, так і орієнтацію шляхом ретельного відображення обсягу відстеження. Вихід датчика 6DOF що забезпечує корисні результати, отримані з двома третинами кількості маркерів, необхідних в оптичних системах; один на плече й один на передпліччя для положення та кута ліктя. Маркери не закриваються неметалевими об'єктами, але чутливі до магнітних та електричних перешкод від металевих об'єктів у навколишньому середовищі, таких як арматура (сталеві арматурні стрижні в бетоні) або проводка, що впливають на магнітне поле, та електричні джерела, такі як монітори, лампи, кабелі та комп'ютери. Реакція сенсора нелінійна, особливо з обох боків області захоплення. Проведення від датчиків має тенденцію виключати екстремальні рухи продуктивності. За допомогою магнітних систем можна відстежувати результати сеансу захоплення руху в режимі реального часу..

### 3. Датчики розтягування

Датчики розтягування є гнучкими конденсаторами з паралельними пластинами, які вимірюють розтяг, згин, зсув або тиск і зазвичай виготовляються з силікону. Коли датчик розтягується або стискається, його значення місткості змінюється. Ці дані можуть передаватися через Bluetooth або безпосередньо і використовуватися для виявлення дрібних змін руху тіла. Датчики розтягування не схильні до впливу магнітних перешкод і не засмічуються. Розтягується характер датчиків також означає, що вони не схильні до позиційного дрейфу, характерного для інерційних систем [33, 34, 35, 36, 37, 38].

## **Енерговитрати**

### **5. Температура**

Терморегуляція - це здатність організму підтримувати температуру свого тіла в певних межах, навіть якщо температура навколишнього середовища сильно відрізняється. Термоконформний організм, навпаки, просто приймає температуру навколишнього середовища як температуру свого тіла, таким

чином уникаючи потреби у внутрішній терморегуляції. Процес внутрішньої терморегуляції є одним з аспектів гомеостазу: стан динамічної стабільності внутрішніх умов організму, що підтримується далеко від теплової рівноваги з навколишнім середовищем. Якщо тіло не в змозі підтримувати нормальну температуру і вона значно перевищує норму, виникає стан, відомий як гіпертермія. Люди також можуть відчувати смертельну гіпертермію, коли температура за вологим термометром тримається вище 35 °C (95 °F) протягом шести годин. Протилежний стан, коли температура тіла падає нижче нормального рівня, відомий як гіпотермія. Це виникає, коли гомеостатичні механізми контролю тепла в організмі не працюють, змушуючи тіло втрачати тепло швидше, ніж виробляти його. Нормальна температура тіла становить близько 37 °C, а гіпотермія настає, коли внутрішня температура тіла стає нижче 35 °C [39, 40].

Під час виконання фізичних вправ вже відомо, що температура тіла людини може як падати, так й підвищуватись, це залежить саме від навколишнього середовища (температури повітря, вологість й т.д) та інтенсивності й тривалості навантаження, а також від саме генетичної схильності людини та адаптаційної спроможності до серйозних навантажень.

## **6. Калорійність**

Харчова енергія — це хімічна енергія, яку живі істоти отримують із їжі для підтримки свого метаболізму, включаючи м'язову діяльність. Більшість живих істот отримують велику частину енергії шляхом аеробного дихання, тобто поєднання вуглеводів, жирів і білків з киснем з повітря або розчиненим у воді. Інші дрібніші компоненти раціону, такі як органічні кислоти, поліоли та етанол (вживання алкоголю), можуть сприяти також надходженню енергії. Деякі компоненти харчування, які забезпечують мало або взагалі не забезпечують харчової енергії, такі як вода, мінерали, вітаміни, холестерин і клітковина, все ще можуть бути необхідними для здоров'я та виживання з інших причин. Енергетичний вміст певної маси їжі зазвичай виражається в метричній (СІ) одиниці енергії, джоулях (Дж) і її кратному кілоджоулі (кДж);

або в традиційній одиниці теплової енергії, калорії (кал). У контексті харчування літера завжди є заголовною, тобто записується як «Калорія» (із символом Кал, обидва з великої літери «К») або «кілокалорія» (ккал), і еквівалентна 4184 Дж або 4,184 кДж. Наприклад, найбільшу харчову енергію на одиницю маси мають жири й етанол, відповідно 37 і 29 кДж/г (9 і 7 ккал/г). Білки та більшість вуглеводів мають приблизно 17 кДж/г (4 ккал/г), хоча існують відмінності між різними видами, значення для глюкози, сахарози та крохмалю становлять 15,57, 16,48 і 17,48 кілоджоуля на грам (3,72, 3,94 і 4,18 ккал/г) відповідно. Різна енергетична цінність харчових продуктів (жирів, спиртів, вуглеводів і білків) полягає в основному в різних співвідношеннях атомів вуглецю, водню та кисню. Вуглеводи, які складно засвоюються, такі як клітковина або лактоза в осіб з непереносимістю лактози, забезпечують менше харчової енергії. Підхід до визначення калорії пов'язаний з питомою теплоємністю води й полягає в тому, що калорія визначається, як кількість теплоти, необхідна для нагрівання 1 грама води на 1 градус Цельсія при стандартному атмосферному тиску [41, 42, 43, 44].

Основний обмін - це є мінімальна кількість енергії, яка необхідна для нормальної життєдіяльності організму в умовах, які можна назвати стандартними. Під стандартними умовами маємо на увазі: не спавши, вранці, натщесерце, також в положенні лежачи, в умовах психологічного - емоційного спокою, знаходячись в температурі комфорту, тобто 18 - 20 ° С. Кажучи про чоловіків ми маємо таку інтенсивність основного обміну – 1 ккал/кг/год, за добу витрачається 1700 ккал для чоловіків вагою 70 кг, для жінок це менше на 10% [45, 46, 47, 48]. Теплова енергія, яка вивільняється в процесі метаболізму, витрачається на підтримання постійної температури тіла, ця ж енергія також використовується у процесі клітинного метаболізму, дихання, кровообігу, функціонування важливих нервових центрів мозку й т.д. Енерговитрати організму можуть зростати при різних умовах: фізичної й розумової праці, після прийому їжі, психоемоційному напруженні, в умовах зниженої температури й т.д. Величина ОО залежить від співвідношення в організмі процесів анаболізму

і катаболізму. Як ми вже казали раніше, одиницею процесу енергообміну вважається калорія. Для зручності всі енергетичні процеси в організмі вимірюють саме у кілокалоріях. Зазвичай енергетична цінність вказується в кілокалоріях (ккал) або калоріях (кал). Під калорійністю, або енергетичною цінністю їжі, мається на увазі кількість енергії, яке отримує організм при повному засвоєнні. Зазвичай, для того, щоб точно виміряти кількість витраченої людиною енергії використовують герметичну камеру, в якій вимірюють тепло, яке виділяється людиною і переводять його в «спалені» калорії. Енерговитрати ділять на 2 групи: нерегульовані й регульовані.

Нерегульовані енерговитрати - це енергія необхідна для підтримки життєдіяльності, так званий основний обмін.

Регульовані енерговитрати - називають енергію, яка витрачається на будь-яку фізичну активність, наприклад: танці, бокс, біг й т.д.

Енерговитрати, звичайно, можливо виміряти емпіричним методом, тобто використовуючи різноманітні формули. Результати цих підрахунків можливо використовувати, для формування остаточної кількості енергії, яку потребує організм спортсмена, або приблизно виявити, яку кількість енергії спортсмен витратив на цьому тренуванні. Як й у ситуації з пробами ССС та нервовою системою, це потребує велику кількість часу, який можна зберегти використовуючи гаджети, які виконують ці прорахунки за тренера, та видають результат найближчим часом, як про кількість енергії, яку потребує організм та й про енерговитрати в обраний проміжок часу [48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56].

### **Висновок до розділу 1**

Аналіз науково-методичної літератури показав, що проблема контролю навантаження дійсно у спортивно-бальних танцях дійсно існує та є актуальною. Тренери у системі багаторічної підготовки у погоні за результатом часто нехтують рівнем навантаження учнів, що призводить до високого ризику отримання травми та психологічному вигоранню танцюристів. Згідно з проаналізованими даними, було доведено, що найпопулярніші методи контролю навантаження спортсменів, а саме педагогічні та візуальні, не є

досить ефективними та об'єктивними, та можуть впливати на результативність танцюристів та ефективність тренувального процесу.

Були виділені більшість існуючих методів аналізу та контролю навантаження інструментальним методом, деякі з них не є достатньо доступними та портативними, тому були виокремлені основні цікаві нам показники навантаження організму, визначені окремі показники навантаження ССС, ДС, ОРА й т.д. Було проведено аналіз наявних технологій для захоплення руху та відеоаналізу та різноманітних датчиків, також виявлено додаткові показники навантаження, такі як: енерговитрати, температура.

За результатами аналізу усіх отриманих даних науково-методичної літератури можна зробити висновок, що проблематика недостатньої об'єктивності та ефективності контролю навантаження танцюристів дійсно існує. За виявленими показниками навантаження, було зрозуміло, що методи для їх контролю дійсно існують та можуть використовуватись тренерами для повноцінного та ефективного контролю й корекції навантаження спортсменів.

## **РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.**

У процесі пошуку та виокремлення показників навантаження та апаратного-програмного забезпечення, слід визначити основні показники навантаження на усі важливі системи організму, описати їх важливість та методи отримання за допомогою різноманітного обладнання. Сходячи з цього провести пошук портативних вимірювальних пристроїв, які мають змогу вимірювати ці показники у режимі реального часу, або швидко аналізувати та записувати ці дані

Методи дослідження обирались відповідно до поставлених цілей та задач дослідження. Методологічною основою дослідження стали загальнонаукові та спеціальні методи. Був використаний інформаційно-селективний метод, який передбачає вибір інформаційних джерел, які відповідають тематиці наукового дослідження. При написанні дослідження широкого використовувались загальнонаукові методи: дедукція, індукція, аналіз, синтез, абстрагування та узагальнення. В якості методу аналізу даних були використані статистичні методи дослідження. Був проведений збір даних методом анкетування тренерів про методи, якими вони користуються для виміру показників навантаження своїх учнів, та бесіда з декількома тренерами. Проведене педагогічне спостереження за тренерами та спортсменами.

### **2.1. Аналіз та узагальнення спеціальної науково-методичної літератури**

Аналіз та узагальнення даних науково-методичної літератури було проведено для осягнення вітчизняного та закордонного досвіду використання портативних приладів та визначення та виокремлення показників навантаження спортсменів. В процесі аналізу літератури було усвідомлено стан досліджуваного питання, було сформовано сучасні уявлення про існуючі методи виростання приладів для виміру показників навантаження людини, отримано уявлення про ефективні сучасні методи виміру та аналізу дій спортсмена, які дали змогу зробити пошук та запропонувати деякі варіанти використання портативних приладів тренерами задля контролю та оптимізації

навантаження їх учнів. Аналіз даних досліджень інших авторів дозволив систематизувати наукові дослідження та методичні положення в досліджуваній галузі.

В процесі роботи над магістерським дослідженням було вивчено 60 джерел наукової та спеціальної літератури (методичні рекомендації профільних організацій, монографії, підручники, статті в науково-методичних та науково-практичних виданнях).

## **2.2. Педагогічні методи дослідження**

У магістерській роботі використовується метод педагогічного спостереження, за допомогою якого було виявлено, яким методам тренери віддають перевагу задля виявлення рівня навантаженості спортсмена, та було оцінено рівень освіченості в методах інструментального аналізу показників навантаження учнів. Анкетування проходило на базі Google форми, та складалось з десяти питань, в яких тренери мали можливість вказати:

- 1) Досвід викладача;
- 2) Методи контролю навантаження, які використовують;
- 3) Вказати які прилади використовують або знають;
- 4) Чи можуть вони рекомендувати іншим тренерам контролювати навантаження спортсменів;

Була проведена серія з трьох бесід з тренерами високого рівня, усього було сформовано 5 питань:

- 1) Чи контролюєте ви навантаження своїх учнів ?
- 2) Які показники навантаження берете до уваги під час оцінки навантаженості спортсмена ?
- 3) Чи користувались будь-якими приладами для вимірювання та контролю навантаження ? Якщо так, тоді якими ?
- 4) Якому методу надасте перевагу під час проведення контролю навантаження, педагогічному(візуальна оцінка, опитування й т.д.), чи інструментальному(за допомогою приладів) ?

5) Як ви вважаєте, чи є сенс використовувати додаткові гаджети для вимірювання навантаження спортсменів ?

Отримавши необхідні дані, був проведений статистичний аналіз, зроблені висновки.

### **2.3 Методи математичної обробки отриманих даних**

Методи обробки результатів опитування та бесіди, ґрунтуються на математичній статистиці. Дані методів діагностик, що проводились під час дослідження оброблялися за допомогою загальноприйнятих методів статистики. Отримані дані для оптимізації математичного процесу вводились у базу електронних таблиць «Google таблиці».



## РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДОЛОГІЇ ТРЕНЕРІВ

### 3.1 Підготовка до проведення анкетування.

Після обробки даних з теоретико-методичних джерел та зроблених висновків, було вирішено провести опитування серед тренерів у спортивно-бальних танцях з приводу освіченості у методах контролю навантаження та ознайомленості з портативними приладами для вимірювання та контролю навантаження спортсменів. Була сформована анкета, яка містить одинадцять питань (5 питань з варіантами відповіді та 6 відкритих питань), маючи відповіді на питання з варіантами відповіді, ми змогли провести деякий статистичний аналіз та зробити висновки. Завдяки відкритим питанням, респондентам була надана можливість більш детально описати те, яким саме чином вони здійснюють вимір показників навантаження танцюристів та вказати приклади гаджетів, які вони та їх учні використовували або використовують. Усього в опитуванні прийняли участь 11 тренерів зі спортивно бальних танців, різної вікової категорії та досвідом роботи.

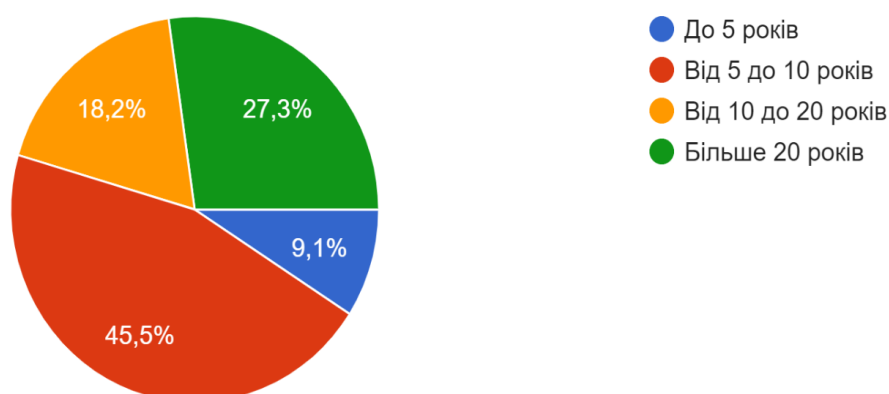
### 3.2 Проведення опитування

Опитування проводилося на базі Google Форми.

Перше питання анкети надало нам можливість ознайомитись з досвідом роботи опитаних тренерів. На малюнку 3.1 зображено відповіді респондентів у вигляді діаграми.

Скільки років тренерського досвіду ви маєте?

11 ответов



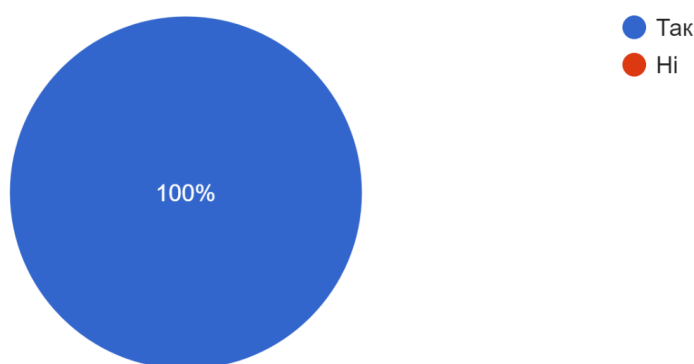
### Мал. 3.1 Перше питання анкети

За результатами цього питання було зрозуміло, що серед респондентів ми маємо професіоналів з різним досвідом, переважно, це тренери с досвідом роботи від 5 до 10 років та понад 20 років.

Ціллю другого питання було виявити рівень майстерності спортсменів, які є учнями цих тренерів, тобто, чи є серед них спортсмени національного та міжнародного рівня. На малюнку 3.2 зображено відповіді респондентів у вигляді діаграми.

Чи мали серед своїх учнів призерів всеукраїнських або міжнародних змагань?

11 ответов



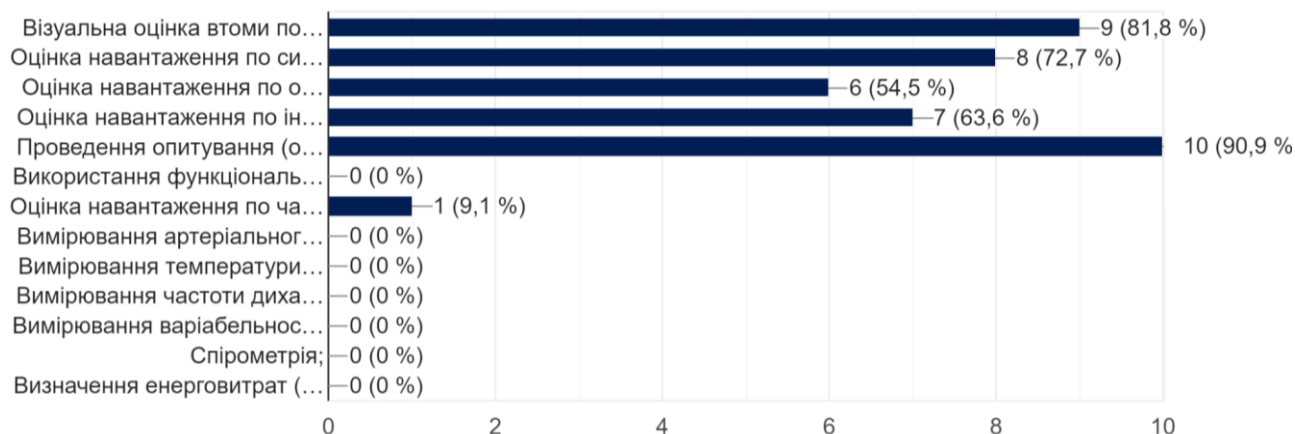
### Мал. 3.2 Друге питання анкети

Усі респонденти мають серед своїх учнів спортсменів високого рівня майстерності.

У третьому питанні тренерам була надана можливість серед виокремлених методів контролю навантаження танцюристів, вибрати ті, які вони використовують. У цьому питанні респондент міг обрати декілька відповідей. На малюнку 3.3 зображено відповіді респондентів у вигляді діаграми.

Виберіть варіанти контролю, які ви застосовуєте в тренерській діяльності?

11 ответов



Мал. 3.3 Трете питання анкети

За результатами цього питання було виявлено, що більшість тренерів полагаяться саме на візуальні та педагогічні методи оцінки та контролю навантаженості танцюристів, що, як було виявлено за результатами аналізу науково методичної літератури, не є достатньо дієвим методом під час тренування спортсменів, це підкреслює існуючу проблематику у танцювальному спорті.

Наступні три питання були відкриті. В першому питанні респондент міг вказати, яким саме чином він визначає рівень навантаженості тої чи іншої системи організму, а саме ОРА.ССС та ДС.

У питанні про визначення рівня навантаженості опорно-рухового апарату спортсменів, більшість тренерів зазначали саме педагогічні або візуальні методи оцінки, а саме: опитування, кількість виконаних вправ, кількістю повторень й т.д. Також деякі з тренерів зазначили, що не визначають рівень навантаженості ОРА.

У питанні про визначення рівня навантаженості серцево-судинної системи, тренери виявились більш освідченими, оскільки більшість з них вказали, що використовують саме дані про частоту серцевих скорочень, частоту дихання та візуальні ознаки(почервоніння шкіри, спітніння й т.д)

У питанні про визначення рівня навантаженості дихальної системи, більшість респондентів відповіли, що слідкують за частотою дихання після виконаного навантаження.

За результатами цих трьох питань можливо зробити висновок, що тренери базово освідчені про існуючі показники, але більшість з них роблять висновки про рівень навантаження танцюристів саме за візуальними ознаками або використовуючи педагогічні методи.

Наступне питання було про те, чи оцінюють тренери стан навантаженості спортсмена саме за біохімією крові, та якщо оцінюють, яким саме чином. Більшість, на жаль, відповіли негативно, тобто ніхто з опитаних тренерів ніколи не проводив такого роду контроль. Це є також важливою проблематикою серед танцюристів, бо, після проведення біохімічного аналізу крові в нас є можливість достатньою мірою визначити стан відновленості або перетренованості людини, що допоможе уникнути майбутніх трав та більш ефективно та грамотно коригувати тренувальний процес.

Основою для наступного питання послугувала тема відновлення спортсменів, а саме, тренери мали можливість вказати, як вони оцінюють рівень відновлення своїх учнів. Більшість з тренерів вказували на те, що вони проводять опитування серед учнів, та перевіряють час настання втоми після початку тренування.

За результатами цих двох питань можна зробити висновок, що тренери не приділяють достатньої уваги саме відновленості спортсменів та віддають перевагу більше зовнішнім ознакам рівня відновленості або визначають його за допомогою педагогічних методів (опитування, виконання вправ). Цей факт ще раз підкреслює, що тренувальний процес у танцювальному спорті потребує залучення більш об'єктивних, швидких та зручних методів контролю навантаження танцюристів.

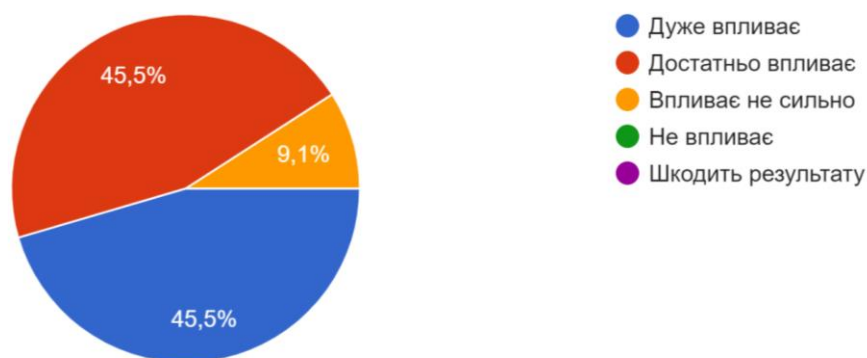
Дев'яте питання давало можливість тренерам вказати які прилади вони знають, користувалися або користуються. Більшість тренерів вказали, що користувались такими портативними пристроями як: смартгодинник, фітнес

трекер. Це вказує на те, що тренери також базово ознайомлені з існуючими портативними приладами для контролю навантаження танцюристів, але дивлячись на результат попередніх питань, можна побачити, що респонденти віддають перевагу більш простішим, на їх думку, методам педагогічного або візуального оцінювання рівня навантаженості. Тобто використовуючи у своїй практиці портативні гаджети, тренери використовують їх, як не обов'язковий метод контролю навантаження.

Наступні два питання дали нам можливість зрозуміти наскільки контроль навантаження танцюристів є важливою ланкою у період підготовки спортсменів для тренерів. На малюнку 3.4 зображено відповіді респондентів у вигляді діаграми.

Наскільки сильно впливає оцінка та контроль навантаження на побудову тренувального процесу та спортивний результат?

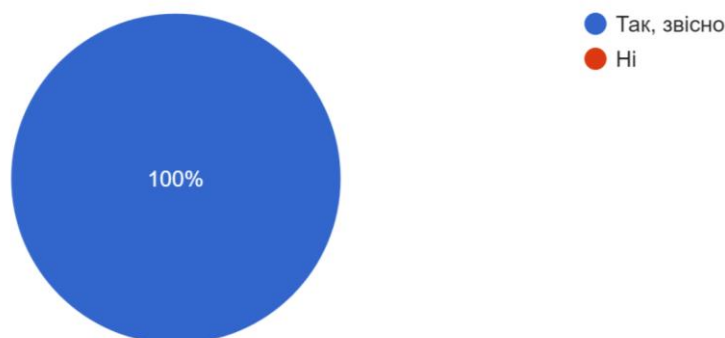
11 ответов



Мал. 3.4 Десяте питання анкети

За результатами десятого питання ми отримали позитивну відповідь від респондентів, тобто більшість тренерів впевнені, що оцінка та контроль навантаження під час тренувального процесу танцюристів впливає на результативність та продуктивність тренувального процесу. На малюнку 3.5 зображено відповіді респондентів у вигляді діаграми.

Чи рекомендуєте ви тренерам проводити контроль навантаження своїх спортсменів ?  
11 ответов



Мал. 3.5 Одинадцяте питання анкети

Останнє питання анкети дає можливість респонденту зробити висновок та дати або не дати рекомендації тренерам проводити контроль навантаження своїх спортсменів. за результатами цього питання усі сто відсотків респондентів відповіли, що рекомендують колегам проводити контроль навантаження. На малюнку 3.5 зображено відповіді респондентів у вигляді діаграми.

За отриманими з цих двох питань можна зробити висновок, що тренери дійсно зацікавлені в проведенні контролю навантаження танцюристів.

### Висновки до розділу 3

Проаналізувавши відповіді респондентів зазначені у розділі 3 можна зробити висновок, що освіченість у методах контролю навантаження танцюристів в тренерів у спортивно бальних танцях знаходиться на недостатньому рівні. Більшість тренерів використовують неефективні або застарілі методи контролю навантаження танцюристів. Також за відповідями можна зрозуміти, що тренери ознайомлені з існуючими портативними пристроями та сучасними методами контролю навантаження, але віддають перевагу більш звичним методам, що, як було доведено у першому розділі, не є достатнім для об'єктивного та ефективного контролю навантаження. Проблематика цього питання повинна бути дослідження додатково, також є потреба у підвищенні освіченості тренерів у методах контролю навантаження спортсменів та надати можливість ознайомитись з технологіями, які дають змогу швидко та зручно проводити контроль та корекцію навантаження, що

суттєво знизить ризик отримання травми та психологічного вигорання спортсменів. Треба взяти до уваги, що оцінка рівня відновлення також знаходиться на достатньо низькому рівні, більшість оцінюють цей показник лише за візуальними ознаками та не надають значення стану відновлення організму спортсмена, ця проблематика також потребує додаткових досліджень.

## РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ НАБОРІВ ПОРТАТИВНИХ ПРИЛАДІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ НАВАНТАЖЕННЯ ТАНЦЮРИСТІВ.

### 4.1. Узагальнення та виокремлення наборів портативного обладнання для виміру показників навантаження спортсменів

Згідно з отриманими даними, були створені три набори портативних приладів для вимірювання показників навантаження під час тренувального процесу. Був проведений аналіз ринку портативних пристроїв та виявлені найбільш підходящі для кожного набору варіанти. Відбір приладів будувався на функціональності, портативності, ціні та зручності у використанні продукту. Кожен набір має свою умовну назву: «Базовий», «Оптимальний», «Повний». Порівняння наборів портативних приладів для контролю навантаження танцюристів подане у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

#### Порівняння наборів портативних приладів для контролю навантаження танцюристів

Показники навантаження	Базовий набір	Оптимальний набір	Повний набір
ЧСС	фітнес браслет або смартгодинник	Базовий набір + нагрудний пульсометр	Polar pro team
АТ	фітнес браслет або смартгодинник	Базовий набір + нагрудний пульсометр	Polar pro team
Сатурація	фітнес браслет або смартгодинник	Базовий набір + нагрудний пульсометр	Polar pro team
ВРС	—	—	Polar pro team
ЧД	—	Нагрудний	Polar pro



		пульсометр	team
Кількість кроків	фітнес браслет або смартгодинник	Базовий набір	Інерційні датчики + Використання ПЗ для відеоаналізу
Витрати Ккал	фітнес браслет або смартгодинник	Базовий набір + нагрудний пульсометр	Polar pro team
Швидкість рухів та сила рухів	—	—	Інерційні датчики + Використання ПЗ для відеоаналізу
Визначення кутів в кінцівках	—	Використання ПЗ для відеоаналізу	Інерційні датчики + Використання ПЗ для відеоаналізу

#### 4.2. «Базовий» набір

До «базового» варіанту набору були включені такі обов'язкові показники навантаження, як:

- 1) Частота серцевих скорочень (ЧСС);
- 2) Кількість витраченої енергії (ККАЛ);
- 3) Кількість кисню у крові (Сатурація);
- 4) Артеріальний тиск;
- 5) Кількість кроків;

Обравши потрібні показники був проведений аналіз ринку пристроїв, згідно з чим було виявлено, що для виміру та контролю саме цих показників навантаження буде достатньо використовувати такі гаджети як:

- 1) Фітнес трекер або фітнес браслет;
- 2) Смартгодинник;

На ринку портативних пристроїв маємо велику кількість виробників, які пропонують пристрої з цими характеристиками. Задля зручного використання пристроїв, більшість виробників також створюють програмне забезпечення для смартфонів, де тренер матиме змогу подивитися, оцінити та надалі коригувати навантаження своїх спортсменів. Серед виробників на ринку були виокремлені такі компанії як: Samsung, Xiaomi, Huawei, Amazfit, Haylou. Ці компанії мають бюджетні, зручні та достатньо функціональні пропозиції. Якщо орієнтуватися саме на бюджетність продукту, маємо звернути увагу саме на фітнес трекери, вони мають маленький розмір, ергономічну форму та зовсім не заважають під час виконання різноманітних рухів, частіше мають достатньо зручний інтерфейс та програмне забезпечення для смартфонів. На жаль, через бюджетність приладів, не всі мають в комплектації тонометр, тому обираючи гаджет потрібно обов'язково звертати на це увагу. Менш бюджетний, але більш функціональний варіант портативного приладу для вимірювання та контролю навантаження є смартгодинник. Цей прилад має усі вище перераховані функції та також легко прив'язуються до смартфона та мають своє програмне забезпечення, як у самому годиннику, так й у смартфоні. Одним з немало важливих мінусів є розмір, більшість моделей годинників мають достатньо великий дисплей, що може заважати або бути пошкоджений під час виконання рухів. Серед усіх вище перерахованих компаній можна виділити такі моделі гаджетів як:

- 1) Фітнес-браслет Xiaomi Mi Band Pro 7. Мал.4.1



Мал. 4.1 Фітнес-браслет Xiaomi Mi Band Pro 7

Цей фітнес-браслет має усі потрібні характеристики, такі як: пульсометр, тонометр, вимірює кількість витрачених Ккал, кількість кроків. Також компанія Xiaomi розробила дуже зручне програмне забезпечення, яке може бути встановлене на смартфон, та може бути використано для контролю та коригування навантаження танцюристів. Ціна цього продукту стартує від 50 доларів, що є бюджетним варіантом на ринку. Також від компанії Xiaomi маємо більш бюджетну, але менш функціональну версію цього приладу – Xiaomi Mi Band 7. Мал. 4.2



Мал. 4.2 Xiaomi Mi Band 7

Ця модель не має в наявності тонометра, але має більш зручний дизайн через малий розмір гаджета, також важливим фактом є те, що він коштує лише 30 доларів. Альтернативними варіантами цьому браслету можуть бути:

- 1) Amazfit Band 7. Мал.4.3



Мал. 4.3 Amazfit Band 7

2) HUAWEI Band 7. Мал. 4.3



Мал. 4.4 HUAWEI Band 7

Але, на жаль, більшість з цих гаджетів не мають можливості вимірювати артеріальний тиск, що є їх великим мінусом, але плюсом звичайно є ціна та зручність у використанні, бо всі ці прилади мають своє програмне забезпечення, що завантажується у смартфон та може використовуватись у будь-який час. Ціна альтернативних варіантів також не перевищує 40-50 доларів.

Менш бюджетним, але більш функціональним варіантом буде використання смартгодинника. Як вказувалось раніше, смартгодинники дійсно мають велику перевагу перед фітнес браслетами, але через більшу кількість функцій мають більший розмір та можуть заважати спортсмену виконувати деякі види рухових активностей, особливо кажучи про танцювальні види спорту, де спортсмени виступають в парі та мають постійно триматися за руки. Серед бюджетних варіантів смартгодинників можна виділити такі як:

1) Samsung Galaxy Watch 4. Мал. 4.5



Мал. 4.5 Samsung Galaxy Watch 4

2) Samsung Galaxy Watch 5. Мал. 4.6



Мал. 4.6 Samsung Galaxy Watch 5

Ці годинники мають достатню функціональність та дозволяють користувачу отримувати усі зазначені раніше показники навантаження та передавати їх у смартфон. Ці пристрої включають в себе такі датчики та сенсори як: акселерометр, барометр, геомагнітний датчик, гіроскоп, датчик аналізу біоелектричного імпедансу, датчик пульсу, датчик серцевого ритму, відстеження часу активності, відстеження локації, датчик відстеження швидкості руху, датчик відстеження сну. Маючи ці дані ми з легкістю можемо базово оцінити стан спортсмена та скорегувати навантаження у правильному напрямі.

Звичайно, на ринку є виробники смартгодинників, які продають свої продукти на багато дешевше, але саме цей продукт має гарне ПЗ та може використовуватись с будь-яким смартфоном та добре виконувати свою роботу, на жаль, досить часто інші виробники намагаючись зробити свій продукт

дешевше за конкурентів, повинні економити на функціональності та матеріалах своїх продуктів, що не дає змогу повноцінно порівнювати ці гаджети.

Висновок: Маючи можливість придбати та використовувати такі гаджети, як фітнес браслет або смартгодинник, тренер або спортсмен зможе на базовому рівні оцінити рівень навантаження серцево-судинної системи, кількість витраченої енергії та використовуючи ці дані, намагатися підібрати адекватне та корисне навантаження для спортсмена. Орієнтуючись на показники якості та тривалості сну, можна мати базове розуміння про рівень відновлення людини та його готовність до тренування.

#### **4.3. «Оптимальний» набір**

До «оптимального» набору портативних пристроїв можна віднести такі обов'язкові показники навантаження, як:

- 1) Частота серцевих скорочень(ЧСС);
- 2) Кількість витраченої енергії(ККАЛ);
- 3) Кількість кисню у крові(Сатурація);
- 4) Артеріальний тиск;
- 5) Кількість кроків;
- 6) Швидкість рухів та сила рухів;
- 7) Визначення кутів в кінцівках;

Після аналізу та визначення показників навантаження для цього набору використання портативних приладів для вимірювання, був зроблений вибір у бік використання нагрудних пульсометрів та програмного забезпечення для відеоаналізу. До того ж в цей набір входить «Базовий», тобто ми поєднуємо роботу двох засобів визначення показників завантаженості спортсмена. У симбіозі ці два прилади можуть забезпечити точність та зручність у використанні. Нагрудні пульсометри мають призначення саме аналізувати показники навантаження серцево-судинної та дихальної систем, та передавати дані на екран смартфона, планшета або комп'ютера.

На ринку нагрудної пульсометрії існують багато виробників та продуктів, але найточнішими, зручними та функціональними є вироби компаній:

- 1) Polar
- 2) Garmin

До того ж ці компанії виробляють також й смартгодинники орієнтовані саме на використання під час занять спортом, на жаль, не всі моделі мають змогу визначати саме ті показники, які нам потрібні для контролю та коригування навантаження, але дорожчі моделі мають змогу обробляти дані та працювати в симбіозі з нагрудним пульсометром та смартфоном.

Серед різноманіття моделей цього виробника можна виділити такі гаджети як:

Пульсометр Garmin HRM-Pro. Мал 4.7



Мал 4.7 Garmin HRM-Pro

Цей пульсометр є одним з найпопулярніших продуктів компанії Garmin, він є окремим приладом, який може працювати та передавати дані без смартгодинника відразу до смартфона, або зберігати їх до того часу, поки користувач не під'єднає засоби для візуалізації даних. Цей датчик дає можливість збирати дані про ЧСС, інтенсивність тренування, кількість витраченої енергії та такі показники, як вертикальні коливання, час контакту із землею, довжина кроку, вертикальний баланс та інші. Мал. 4.8

У поєднанні з зап'ястною пульсометрією, ми маємо можливість отримувати усі виокремлені показники та аналізувати їх водночас на декількох пристроях візуалізації, наприклад смартфон та смартгодинник, що дає можливість водночас відстежувати та контролювати навантаження спортсмена.

Garmin розробили програмне забезпечення для смартфонів, яке може візуалізувати дані отримані з пристроїв у вигляді графіків, та сигналізувати про перевантаження або аномальні показники, що свідчать про те що, спортсмену потрібен відпочинок або навпаки він має більший резерв сил для виконання рухів. Одним з найголовніших плюсів у використанні нагрудної пульсометрії є зручність та легкість, через те що датчик кріпиться саме на грудній клітці людини, він не заважає рухатись та через малу вагу, може зовсім не заважати під час виконання складних фізичних вправ. Ціна цього приладу не є високою, приблизно 100 доларів, але щоб датчик працював на повну ефективність, рекомендується використовувати його зі смартгодинником та смартфоном. На малюнку 4.8 зображено приклад використання доданку Polar.



Мал. 4.8 Приклад використання доданку Polar на смартфоні

Наступним приладом запропонованим нами буде гаджет розроблений компанією Polar, під назвою:

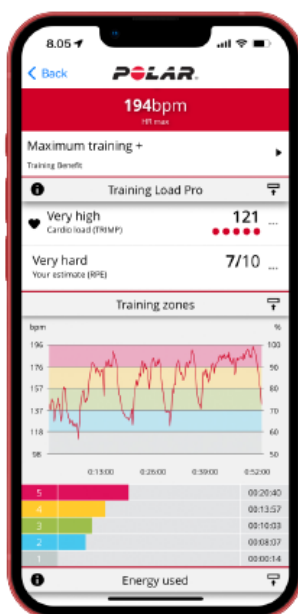
Пульсометр Polar H10. Мал. 4.9





Мал. 4.9 Polar H10

Цей датчик є одним з найдоступніших та точніших датчиків компанії Polar, всі вище перераховані показники навантаження цей прилад має можливість вимірювати та записувати або передавати на сумісні прилади. Завдяки ПЗ для смартфонів та смартгодинником, гаджет дозволяє робити ортостатичний тест та вимірювати варіабельність серцевого ритму, що дає можливість визначити наскільки ви відновились та готові продовжувати тренування. Вартість цього продукту складає не більше 100 доларів. Приклади використання доданку на смартфон для пульсометров Polar зображено на малюнках 4.10, 4.11.



#### Мал. 4.10 Приклад використання доданку Polar на смартфоні

Для повноцінного використання рекомендовано, використовувати Пульсометр Polar H10 в об'єднанні з зап'ястним пристроєм та смартфоном з встановленим додатком.



#### Мал. 4.11 Приклад використання доданку Polar на смартфоні

Для оцінки показників навантаження опорно-рухового апарату, як було вказано раніше, можна використовувати як системи відеоаналізу, так й системи з використанням інерційних датчиків та датчиків захоплення руху. Кажучи про «Оптимальний» набір портативних приладів, бюджетність приладів стоїть далеко не на останньому місці, оскільки використання систем аналізу за допомогою інерційних датчиків та системи Motion Capture, мають дуже велику ціну та потребують додаткових матеріалів, для цих цілей підходить звичайні додатки, які використовують камеру смартфона або комп'ютера, для аналізу картинки на надалі накладення поверх різноманітні графічні індикатори, такі як кут нахилу тіла, кут у суглобах й т.д. Ці показники дають можливість додатково оцінити технічну сторону виконання вправ та рухів та вберегти спортсмена

заздалегідь від травм через неправильне виконання рухів. Поєднавши ці дані з даними пульсометрії, є можливість виявити ті моменти хореографії, які були виконані не технічно та потребують забагато енергії для виконання, тобто є не ефективними. Ці програми дійсно не такими точними, як використання інерційних датчиків, але мають значну перевагу, через або низьку вартість або є зовсім безкоштовними, що дає можливість тренерам використовувати їх на постійній основі без втручання інших людей та залучення додаткових ресурсів.

Висновок: Поєднання смартгодинника, нагрудного пульсометра, програмного забезпечення для відеоаналізу та смартфона, є оптимальним варіантом для використання тренерами під час контролю навантаження танцюристів, цей набір надасть можливість отримати всі необхідні дані, обробляти та коригувати їх саме під час тренувального процесу.

#### **4.4. «Повний» набір**

До «Максимального» набору портативних пристроїв можна віднести такі обов'язкові показники навантаження, як:

- 1) Частота серцевих скорочень(ЧСС);
- 2) Кількість витраченої енергії(ККАЛ);
- 3) Кількість кисню у крові(Сатурація);
- 4) Артеріальний тиск;
- 5) Кількість кроків;
- 6) Швидкість рухів та сила рухів;
- 7) Визначення кутів в кінцівках;
- 8) Прискорення;
- 9) Варіабельність серцевого ритму;
- 10) Рівень відновлення;

Проаналізувавши обрані показники навантаження для «Максимального» набору портативних пристроїв, був проведений пошук та аналіз на ринку портативних приладів для вимірювання навантаження, вибір був покладений на продукт компанії Polar, а саме гаджет під назвою Polar Team Pro. Ця технологія

має широке використання в ігрових видах спорту, таких як: футбол, волейбол, бейсбол й т.д. Компанія Polar розробила девайси, який може бути використані як для однієї людини, так й для цілої команди гравців, в комплект входить двадцять датчиків з додатковими аксесуарами, ремінцями, футболкою для зручного розташування сенсора та програмне забезпечення Polar Flow. Pro Sensor є найменшим сенсором у світі у 2022 році, який може вимірювати велику кількість фізіологічних показників людини та швидко передавати її на пристрій на якому встановлено додаток Polar Flow.

Принцип роботи системи Polar Team Pro дуже простий. Під час кожного тренування спортсмени носять спеціальні сенсорні носії модулі, що вимірюють фізіологічні дані, а також інформацію про рух спортсмена на площині. Розширений аналіз тренувань та звіти доступні в онлайн-сервісі Polar Team Pro. Тренери можуть аналізувати кожного спортсмена окремо або складати звіти по всіх учнях. Вони також можуть порівнювати дані сеансу з більш ранніми тренуваннями, щоб отримати інформацію про ефективність тренування та виявити ознаки травм або перетренованості. Кожен окремий гравець також може отримати доступ до своїх даних, якщо у нього є обліковий запис онлайн-сервісу Polar Flow Після завершення контрольованого сеансу все датчики, що носяться, підключаються до док-станції для синхронізації даних із пристроєм з встановленим ПЗ. З пристрою дані передаються бездротовою мережею до вебслужба Polar Team Pro через вбудований в пристрій Wi-Fi. Модуль Polar Team Pro включає в себе приймач серцевого ритму та GNSS, а також інерційний вимірювальний блок (ІМУ). Система Polar Team Pro надає тренерам велику кількість даних в таких областях як: ЧСС, карта розташування, відстань, швидкість, прискорення та потужність й т.д. Супутні датчики, що носяться, оснащені технологією Bluetooth, яка забезпечує безперервну передачу даних на відстань до 200 метрів. Це дозволяє в реальному часі спостерігати за кожним спортсменом під час тренування на пристрою для відображення тренера. Носій сенсорний модуль також оснащений внутрішньою пам'яттю, здатної зберігати

65 годин тренувальних даних, що гарантує, що ніякі дані не будуть втрачені через погане з'єднання. Мал. 4.12



Мал. 4.12 Приклад набору Polar team Pro

За замовчуванням максимальна частота серцевих скорочень розраховується як ЧСС Максимум = 220 – вік, але рекомендується брати максимальне значення ЧСС із високоінтенсивного тренування, щоб більш точно відобразити максимальну ЧСС окремого Спортсмена. Polar Team Pro використовує п'ятиступеневу категоризацію ЧСС за замовчуванням, щоб розділити інтенсивність на відповідні зони ЧСС. Зона 1 - найлегша з точки зору навантаження, а зона 5 - найскладніша. Значення по замовчуванню кожної зони: Зона 1 = 50-60 %, Зона 2 = 60-70%, Зона 3 = 70-80%, Зона 4 = 80-90%, Зона 5 = 90-100%. За потреби ці обмеження можуть бути змінено користувачем.

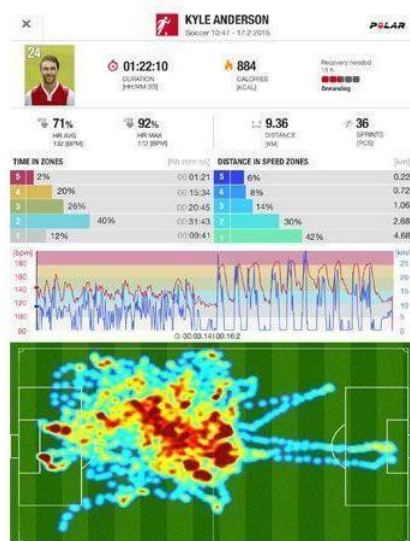
Перевага використання зон ЧСС замість абсолютних значень ЧСС полягає в тому, що є можливість порівняти показники між спортсменами. Тренування з інтенсивністю в Зоні 3 однаково стомлює кожного спортсмена, незалежно від цього, наскільки висока чи низька його максимальна частота серцевих скорочень. Team Pro використовує колірне кодування у графічному представленні для відображення кожної зони ЧСС: 5 червоних, 4 жовтих, 3 зелених, 2 синіх та 1 сіра. Це дозволяє тренеру легко бачити скільки часу кожен

учень провів на кожному рівні інтенсивності. На малюнку 4.13 зображено приклад роботи програми полар на РС та планшеті.



Мал. 4.13 Приклад роботи програми Polar Flow на двох пристроях

У системі Polar Team Pro місце розташування спортсмена під час тренування або гри візуалізується у вигляді теплової карти, яка об'єднує координати гравців за весь сеанс на карті, що представляє ігрове поле. "Гарячі" області (червоний колір) показують місце, де гравець провів більшу частину свого часу. На малюнку 4.14 зображено приклад роботи програми Polar з позначенням "Гарячих" областей.



Мал. 4.14 Приклад екрану з показниками спортсмена під час тренування

Датчик Polar Team Pro використовує кілька адаптивних джерел даних та алгоритмів фільтрації для розрахунку прискорення, швидкості та відстані

гравця. Датчик автоматично вибирає джерело на основі доступних даних та якості цієї інформації. На відкритому повітрі, де GNSS датчик може приймати супутникові сигнали, GNSS є основним методом відстеження. Polar Team Pro використовує частоту 10 Гц. GNSS завдяки підтвердженню точності вимірювання миттєвих швидкостей, всі дані про рух розраховуються на основі інформації, що надається блоком інерційних вимірювань (IMU), що складається з датчиків прискорення, гіроскопа та магнітометра. Реалізація алгоритмів значною мірою залежить від власних технологій злиття датчиків 9D Polar Electro. На малюнку 4.14 зображено приклад роботи програми Polar з позначенням "Гарячих" областей.

Управління тренувальним навантаженням вже багато років знаходиться в центрі досліджень Polar. В результаті безперервного розвитку користувачі Team Pro тепер можуть вибирати між кількома методами аналізу та відображення тренувального навантаження. Оцінка тренувального навантаження належить до попереднього покоління функції тренувального навантаження, яка поєднує кілька джерел даних, таких як частота серцевих скорочень, витрата калорій, механічна дія і тривалість вправи, і переводить їх у легко зрозумілий формат. Як альтернатива показник тренувального навантаження може бути представлений у вигляді час відновлення, оцінка часу, необхідного для відновлення після тренування. Час відновлення може змінюватись від легких вправ, що вимагають лише одну годину відновлення, до екстремальних, що вимагають не менше 48 годин відновлення. Ці функції не розробляються, але все ще доступні Team Pro. Кардіо навантаження також м'язове навантаження є частиною функції Training Load Pro. Це останнє покоління інструментів керування навантаженням гравців.

Травми – біда всіх спортсменів. У танцювальному спорті наслідки травм лягають на всю команду, а не на одного спортсмена, оскільки рівень травматизму негативно корелює з командним успіхом. Дослідження показали, що як високі, і низькі гострі тренувальні навантаження можуть призводити спортсменів до травм. Найнадійнішим порадиником, мабуть, є співвідношення

гострого та хронічного навантаження, що визначається як тренувальне навантаження за останній тиждень, поділена на тренувальне навантаження за останні чотири тижні. Досі найкраща оцінка, з якою можуть погодитися вчені, полягає в тому, що спортсмени слід підтримувати гостру: хронічну тренувальні навантаження в діапазоні 0,8-1,3, щоб отримати позитивне тренувальну адаптацію і при цьому уникнути травм..

Прикладами внутрішніх показників тренувального навантаження є ЧСС та суб'єктивні відчуття, тоді як прикладами зовнішніми показниками є швидкість, відстань, потужність. Змінне тренувальне навантаження також можна розділити на кумулятивну та не кумулятивну. Сумарна тренувальне навантаження означає, що час враховується в рівнянні: чим більша тривалість, тим вище навантаження. На практиці більшість параметрів тренувального навантаження сумуються, як відстань та робота. Відстань широко використовується як зовнішній параметр тренувального навантаження. Однак цей підхід має обмеження. Відстань враховує тільки швидкість, з якою рухається танцюрист, але не те, як часто спортсмен змінює швидкість. В результаті деякі команди почали разом відстежувати пройдену відстань та прискорення, щоб отримати інформацію про зовнішнє навантаження. Це трудомістко та потенційно марно. Потужність бігу поєднує прискорення і швидкість одне число, що дозволяє без особливих турбот визначати зовнішнє навантаження. Таким чином, основним методом вимірювання зовнішнього навантаження Team Pro є м'язове навантаження, засноване на силі бігу.

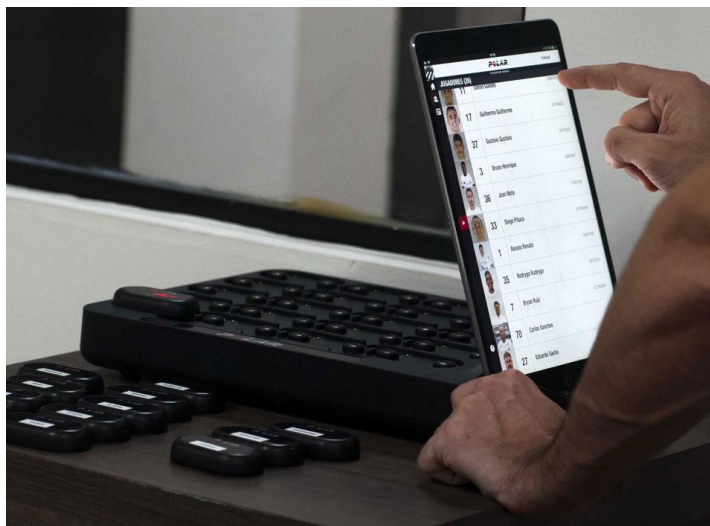
Training Load Pro - це останнє покоління інновацій в галузі тренувального навантаження від Polar, яка тепер інтегрована в Team Pro. Тут ми коротко опишемо основні компоненти Training Load Pro і те, як вони інтерпретуються. Більш детальну інформацію можна знайти в офіційному документі Training Load Pro на вебсайт Polar.

М'язове навантаження кількісно визначає зовнішнє нервово-м'язове навантаження, яке відчуває спортсмен. М'язове навантаження - це кумулятивний показник тренувального навантаження, оскільки він



розраховується шляхом інтегрування потужності бігу з часом. М'язове навантаження може бути інтерпретована як позитивна механічна робота, яку виконує спортсмен під час тренування або гри. Отже, одиниця м'язового навантаження така сама, як для енергії та роботи, тобто джоуль (Дж) або, практично, кілоджоуль (1 кДж = 1000 Дж).

М'язове навантаження розділене на п'ять зон потужності, щоб допомогти користувачам відрізнити високоінтенсивну роботу від спільної роботи. Високоінтенсивна робота, ймовірно, буде добрим показником готовності до змагання. Зони сили відрізняються від зон ЧСС одним фундаментальним м'язовим навантаженням. У той час як зони ЧСС показують накопичений час у кожній зоні, зони потужності показують накопичене м'язове навантаження у кожній зоні. На малюнку 4.15 зображено приклад роботи тренера з отриманими даними спортсменів.



Мал. 4.15 Приклад аналізу тренером показників після тренування

Зони м'язового навантаження та потужності активуються для всіх видів спорту, заснованих на бігу. Для занять спортом у приміщенні користувачі повинні активувати вручну Muscle Load, і в цьому випадку пристрій використовує ІМУ як джерело швидкості при розрахунках потужності.

Ціна цієї системи є досить великою, стартує від 4000 доларів.

#### **Висновки до розділу 4**

В четвертому розділі було проведено аналіз ринку та виділено девайси, які були поділені на три набори, кожен з наборів має свої переваги надає можливість будь-якому спортсмену або тренеру проводити адекватний контроль навантаження та завчасно запобігати травмуванню танцюристів. «Базовий» набір дозволяє тренеру й учню оцінити найпростіші показники навантаження організму й проводити контроль у реальному часі, цей набір є досить доступним та функціональним, але має недоліки у вигляді малої кількості виявлених показників навантаження та зручності використання саме у спортивно бальних танцях. Два наступні набори є достатніми для повноцінного та зручного контролю навантаження танцюристів у спортивно бальних танцях. З виокремленої інформації можна зробити висновок, що сфера танцювального має залучити портативні прилади для вимірювання навантаження танцюристів у систему тренування, прилади для вимірювання є досить доступними та зручними, точність та об'єктивність знаходиться на високому рівні, ця проблематика потребує додаткового дослідження та експериментального дослідження використання портативних приладів у танцювальному спорті.

## ВИСНОВКИ

1. За результатами проведеного дослідження було виявлено, що у спортивно бальних танцях дійсно існує проблема контролю навантаження, що підвищує ризик отримання травм танцюристами та знижує результативність на змаганнях. Виокремивши основні показники навантаження організму людини, було виявлено показники, які можливо визначити за допомогою портативних пристроїв, що є більш об'єктивно та функціонально, а ніж використання застарілих методів контролю навантаження таких як педагогічні та візуальні.
2. Основними системами організму людини, показники яких можна визначити за допомогою портативних вимірювальних приладів, є: ССС, ДС, ОРА та показники енерговитрат. Було виявлено основну масу показників цих систем та виокремлені ті, які найбільш підходять для портативного контролю, та мають вагомий вплив на діяльність тіла спортсмена під час тренувального навантаження.
3. Анкетування серед тренерів показало, що в танцювальному спорті дійсно є проблематика контролю навантаження спортсменів та рівень освіченості тренерів знаходиться на недостатньому рівні для повноцінного та об'єктивного контролю та корекції навантаження. Більшість тренерів вказали, що мають базову ознайомленість з існуючими портативними приладами та регулярно їх використовують, але віддають перевагу педагогічним та візуальним методам контролю навантаження.
4. Існують багато видів обладнання для виміру показників навантаження спортсменів, ці гаджети є достатньо доступними для кожного та їх використання є зручним та надійним. Сфера танцювального спорту має дуже слабку залученість у використанні сучасного обладнання для контролю та корекції навантаження, ця проблема потребує додаткового залучення та дослідження.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://www.pewresearch.org/global/2018/06/19/2-smartphone-ownership-on-the-rise-in-emerging-economies/>
2. [https://static.freereferats.ru/\\_avtoreferats/01005485474.pdf](https://static.freereferats.ru/_avtoreferats/01005485474.pdf)
3. <https://s.science-education.ru/pdf/2016/2/24385.pdf>
4. Бальсевич В.К. Перспектива развития общей теории и технологии спортивной подготовки и физического воспитания // Теор. и практ. физ. культ. 1999, № 4.
5. Панков В.А. Современные технологии оптимизации тренировочного процесса в спорте высших достижений // Научно-технический журнал №8 2001 г.
6. Роженцов В. В., Полевщиков М. М. Утомление при занятиях физической культурой и спортом: проблемы, методы исследования: монография. – М.: Советский спорт, 2006. – 280 с.
7. Уздинова О. И. Биоритмологические особенности динамики физической работоспособности и спортивной результативности у легкоатлетов-бегунов разной спортивной квалификации // Вестник Адигейского государственного университета. – 2006. – № 2. – С. 244-247.
8. Полевщиков М. М., Роженцов В. В. Задание индивидуальной нагрузки для развития выносливости на основе использования психофизиологических параметров // Учение записки университета им. П. Ф. Лесгафта. – 2008. – № 7. – С. 80-84.
9. Heart rate and estimated energy expenditure during ballroom dancing. Blanksby BA, Reidy PW. Br J Sports Med. 1988 Jun; 22(2):57-60.
10. <https://shepvisnyk.com.ua/yaka-chastota-pulsu-ye-normalnoyu-porivnyalnatablyczya/>
11. [http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/33185/2/dyplom\\_Hrynychuk\\_K\\_2020.pdf](http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/33185/2/dyplom_Hrynychuk_K_2020.pdf)
12. <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/2877/arterialnij-tisk>

13. [https://www.researchgate.net/profile/Hanna-Tolchieva/publication/308418910\\_VAK\\_Cernigov\\_2012\\_Sbornik/links/57e40d4508ae9e8425a25319/VAK-Cernigov-2012-Sbornik.pdf#page=85](https://www.researchgate.net/profile/Hanna-Tolchieva/publication/308418910_VAK_Cernigov_2012_Sbornik/links/57e40d4508ae9e8425a25319/VAK-Cernigov-2012-Sbornik.pdf#page=85)
14. [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/47838/1/%D0%95%D0%90%D0%86%D0%A0%D0%9F\\_2021%20-%20Page%20187-191.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/47838/1/%D0%95%D0%90%D0%86%D0%A0%D0%9F_2021%20-%20Page%20187-191.pdf)
15. <https://www.mayoclinic.org/symptoms/hypoxemia/basics/definition/sym-20050930>
16. <https://www.webmd.com/asthma/guide/hypoxia-hypoxemia>
17. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25031547/>
18. <https://www.firstbeat.com/en/blog/what-is-heart-rate-variability-hrv/>
19. [https://www.miit.ru/content/%D0%9A%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0.pdf?id\\_vf=36849#:~:text=%D0%B8%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B5%20%D0%BD%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%BA%D0%B8.-,3](https://www.miit.ru/content/%D0%9A%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0.pdf?id_vf=36849#:~:text=%D0%B8%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B5%20%D0%BD%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%BA%D0%B8.-,3)
20. <https://core.ac.uk/download/pdf/299789448.pdf>
21. [http://www.peakflow.com/top\\_nav/normal\\_values/index.html](http://www.peakflow.com/top_nav/normal_values/index.html)
22. Велика медична енциклопедія: в 30 т./Гл. ред. Б. В. Петровський. - 3-тє вид. - М.: Радянська енциклопедія, 1985. - Т. 24: Судинний шов - Теніоз. - 544 с
23. Ширяєва І. С. // Велика медична енциклопедія: в 30 т. / гл. ред. Б. В. Петровський. - 3-тє вид. - М.: Радянська енциклопедія, 1978. - Т. 8: Євгеніка - Зиблення. - 528 с.
24. Pakkala A., Veeranna N., Kulkarni S.B. A comparative study of cardiopulmonary efficiency in athletes and non-athletes // J. Indian. Med. Assoc. – 2005. – Vol. 103, №10. – P. 522-527.
25. Карпман В.Л., Білоцерківський З.Б. Тестування у спортивній медицині. - М.: Фізкультура та спорт, 1988. - 208 с.
26. Пульмонологія: довідковий посібник/В.М. Молотков, Ю.І. Кундієв, О.М. Іванюта та ін. - К.: Наукова думка, 1985. - 392 с.
27. Пропедевтика внутрішніх хвороб/Под ред. А.С. Свистова та інших. – М.: ВАТ Изд-во «Медицина», 2005. – 536 с

28. <http://infiz.dp.ua/misc-documents/repozit/ZO-A1/A1-0000-24-P1-07.pdf>
29. Lapinski Michael, Berkson Eric. //A distributed wearable, wireless sensor system for evaluating professional baseball pitchers and batters. — March, 2008. — c. 8–139.
30. Ghasemzadeh Hassan, Loseu Vitali, JafariRoozbeh. // IEEE Transactions on information technology in biomedicine. — Vol. 14, № 2. — March 2011. — c. 178–183.
31. Dadashi Farzin, Crettenand Florent. //Biomechanics in Sport, Portuguese Journal of Sport Sciences. — 11 (Suppl. 2). — 2011. — c. 4.
32. Wu Ge, Shuwan Xue // IEEE Transactions on neural systems and rehabilitation engineering. — vol. 16. — № 2, April 2008. — c. 425–435.
33. <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-primeneniya-inertsionnyh-datchikov-v-sporte-vysshih-dostizheniy>
34. <https://cyberleninka.ru/article/n/video-analiz-sorevnovatelnoy-deyatelnosti-kak-sposob-kontrolya-takticheskoy-tehnicheskoy-i-fizicheskoy-podgotovlennosti/viewer>
35. <http://telkomnika.uad.ac.id/index.php/TELKOMNIKA/article/view/14730>
36. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17461391.2018.1463397>
37. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6352311>
38. <https://storage.googleapis.com/tfjs-models/demos/pose-detection/index.html?model=movenet>
39. <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1402/1402.2363.pdf>
40. <https://commons.nmu.edu/isbs/vol35/iss1/126/>
41. <https://www.sciencedaily.com/releases/2010/05/100504155413.htm>
42. <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/hypothermia/symptoms-causes/syc-20352682>
43. <https://spectrum.ieee.org/how-counting-calories-became-a-science>
44. <https://www.fao.org/3/Y5022E/y5022e04.htm>
45. <https://www.legislation.gov.uk/uksi/1996/1499/schedule/7/made>

46. Агаджанян Н. А., Смирнов В. М. Нормальна фізіологія: Підручник для студентів медичних вишів. - М.: ТОВ «Видавництво «Медичне інформаційне агентство», 2009. - С. 361. - 520 с.
47. Міжнародний документ МОЗМ D2. Узаконені (офіційно допущені до застосування) одиниці вимірів. Додаток В
48. Судаков К. В. Нормальна фізіологія. - М.: ТОВ "Медичне інформаційне агентство", 2006. - С. 75 - 78. - 920 с.
49. <http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/20282/Tomchuk%20LA%2c%20Tomchuk%20%d0%86.%d0%a1..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
50. Leutholtz B, Kreider R: Exercise and Sport Nutrition. In Nutritional Health. Edited by Wilson T, Temple N. Totowa, NJ: Humana Press; 2001:207-39.
51. Sherman WM, Jacobs KA, Leenders N: Carbohydrate metabolism during endurance exercise. In Overtraining in Sport. Edited by Kreider RB, Fry AC, O'Toole ML. Champaign: Human Kinetics Publishers; 1998:289-308.
52. Berning JR: Energy intake, diet, and muscle wasting. In Overtraining in Sport. Edited by Kreider RB, Fry AC, O'Toole ML. Champaign: Human Kinetics; 1998:275-88.
53. Kreider RB, Fry AC, O'Toole ML: Overtraining in Sport. Champaign: Human Kinetics Publishers; 1998.
54. Kreider RB: Physiological considerations of ultraendurance performance. Int J Sport Nutr 1991, 1(1):3-27.
55. Brouns F, Saris WH, Beckers E, Adlercreutz H, Vusse GJ, Keizer HA, Kuipers H, Menheere P, Wagenmakers AJ, ten Hoor F: Metabolic changes induced by sustained exhaustive cycling and diet manipulation. Int J Sports Med 1989, 10(Suppl 1):S49- 62.
56. Brouns F, Saris WH, Stroecken J, Beckers E, Thijssen R, Rehrer NJ, ten Hoor F: Eating, drinking, and cycling. A controlled Tour de France simulation study, Part I. Int J Sports Med 1989, 10(Suppl 1):S32-40.
57. [https://www.academia.edu/37756026/An\\_Analysis\\_of\\_the\\_Centre\\_of\\_Balance\\_Trajectory\\_in\\_Basic\\_Rumba\\_Steps](https://www.academia.edu/37756026/An_Analysis_of_the_Centre_of_Balance_Trajectory_in_Basic_Rumba_Steps)

58. [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814036829/pdf?md5=ecf9234b16fefc4955add977229a3d7c&pid=1-s2.0-S1877042814036829-main.pdf&\\_valck=1](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814036829/pdf?md5=ecf9234b16fefc4955add977229a3d7c&pid=1-s2.0-S1877042814036829-main.pdf&_valck=1)

59. The Energy Expenditure of Recreational Ballroom Dance. *Int J Exerc Sci*. 2014; 7(3): 228–235. Published online 2019 May 1.

60. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, Nieman DC, Swain DP, American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc*. 2011 Jul; 43(7):1334-59.

## **ДОДАТКИ**

Скільки років тренерського досвіду ви маєте?



- До 5 років
- Від 5 до 10 років
- Від 10 до 20 років
- Більше 20 років

Чи мали серед своїх учнів призерів всеукраїнських або міжнародних змагань?

- Так
- Ні

Виберіть варіанти контролю, які ви застосовуєте в тренерській діяльності?

- Візуальна оцінка втоми по техніці виконання вправ/танцювальних рухів;
- Оцінка навантаження по симптомах втоми (задишка, почервоніння шкіри, спітніння);
- Оцінка навантаження по об'єму виконаної роботи (тривалість та кількість виконаних рухів);
- Оцінка навантаження по інтенсивності рухів (темп та швидкість рухів);
- Проведення опитування (оцінка самопочуття та рівня втоми спортсмена для корекції навантаження);
- Використання функціональних проб та нормативів;
- Оцінка навантаження по частоті серцевих скорочень (пульсу);
- Вимірювання артеріального тиску;
- Вимірювання температури тіла;
- Вимірювання частоти дихання;
- Вимірювання варіабельності серцевого ритму;
- Спірометрія;
- Визначення енерговитрат (ккал);

Як Ви оцінюєте навантаження на м'язи та суглоби ваших спортсменів?

---

Як Ви оцінюєте навантаження на серцево-судинну систему?

---

Як Ви оцінюєте навантаження на дихальну систему?

---

Чи оцінюєте Ви навантаження по зміні біохімії крові? Як саме оцінюєте?

---

Як Ви оцінюєте рівень відновлення після тренування?

---

Які саме прилади для контролю навантаження знаєте, чи використовуєте (-вали)?  
(можете вказати назву пристрою та виробника)

---

Наскільки сильно впливає оцінка та контроль навантаження на побудову тренувального процесу та спортивний результат?

- Дуже впливає;
- Достатньо впливає;
- Впливає не сильно;
- Не впливає;
- Шкодить результату;

Чи рекомендуєте ви тренерам проводити контроль навантаження своїх спортсменів ?

- Так, звісно;
- Ні;

