

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет фізичного виховання та спорту
Кафедра теорії та методики фізичного виховання

**ІСТОРИЧНИЙ АСПЕКТ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИЧНОЇ
АКТИВНОСТІ ЛЮДИНИ**

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Виконала: студентка 4 курсу 14-411
групи
Спеціальності: 014 Середня освіта
(Фізична культура)
Освітня програма «Середня освіта
(Фізична культура)»

Дейкун Валерія

Керівник: канд. пед. наук, доцент
Пришва О.Б.

Рецензент: зав.каф. ТМВФП та ІО
КВНЗ, Херсонської академії
неперервної освіти, канд.пед.наук,
доцент
Моїсеев С.О.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ І. Історія дослідження методів та методик фізичної активності людини	5
1.1 Методи досліджень періоду 60-70 років ХХ століття.....	5
1.2 Методи досліджень періоду 80-90 років ХХ століття.....	7
1.3 Методи досліджень періоду з 2000- 2020 років ХХІ століття	10
ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 1	15
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	16
РОЗДІЛ ІІІ. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	17
3.1 Соціологічні методи	17
3.2 Інструментальні методи	
3.3 Лабораторні методи	
ВИСНОВКИ	24
ЛІТЕРАТУРА	25

ВСТУП

Актуальність. Вже більш ніж 60 років науковці проводять дослідження у сфері фізичної активності та її загального, практичного та профілактичного впливу на різні сфери життя та здоров'я людини [9; 22; 23; 25]. Дослідники ставили перед собою першим завданням оцінити рівень впливу фізичних навантажень високої інтенсивності на серцево-судинну систему. Далі головною метою науковців стало дослідити адаптацію організму людини до виконання різних фізичних вправ та навчитись розраховувати оптимальні характеристики фізичних навантажень [3]. В залежності від часу виконання та інтенсивності фізичних вправ змінювались методичні підходи дослідження фізичної активності. Спочатку були розроблені щоденники та опитувальники як суб'єктивні методи дослідження, а зараз використовуються сучасні зручні гаджети: мобільні телефони, крокоміри, акселерометри та біореєстратори. Поява нових сучасних пристроїв в сфері дослідження фізичної активності людини дало змогу знайти взаємозв'язок між фізичною активністю та здоров'ям людини та розробити нові рекомендації [1; 6; 25]. Сьогодні в усьому світі визнаними вважаються рекомендації Всесвітньої організації охорони здоров'я, які були вперше згадані у 2007 та розроблені у 2010 році [3]. Але прогрес рухається вперед, тому питання про дослідження методів та оцінок фізичної активності завжди залишаються відкритими.

Мета: дослідити історичний аспект застосування методів дослідження фізичної активності.

Завдання:

1. Проаналізувати хронологію застосування у наукових дослідженнях методів дослідження фізичної активності.
2. Охарактеризувати сучасні методи дослідження фізичної активності виходячи з їх інформативності, валідності, достовірності.

Об'єкт дослідження – історичний процес удосконалення методів дослідження фізичної активності

Предмет дослідження – методи дослідження фізичної активності.

Методи дослідження – аналітичний огляд вітчизняних та закордонних літературних джерел.

Наукова новизна – вперше отримані аналітичні дані щодо історичного застосування методів дослідження фізичної активності у відповідності до контингенту досліджуваних, та ступеню інформативності, та достовірності отриманих даних.

Практичне значення одержаних результатів – отримані аналітичні дані дадуть змогу коректно підбирати методики дослідження фізичної активності у залежності від наявного контингенту та необхідного ступеню достовірності та інформативності одержаних результатів.

I. Історія дослідження методів та методик фізичної активності людини.

1.1 Методи досліджень періоду 60-70 років XX століття.

На прикінці шістдесятих років минулого століття розпочалися дослідження впливу фізичної активності на захворювання серцево-судинної системи. Саме в цей час з'явилися перші публікації досліджень про виникнення гіподинамії та її можливого впливу на захворювання серцево-судинної системи. Водночас деякі спортивні організації бажали розробити та надати свої рекомендації щодо необхідності виконання фізичних вправ. Але у дослідників в той час не було аргументованих доводів, щоб розробити відповідну програму вправ та навантажень. З часом було проведено багато спостережень, завдяки яким були зроблені певні висновки про вплив фізичної активності на здоров'я людини [24]. В ті роки лікарі вважали, що вік 45 років був граничним віком для людини, яка бажала виконувати фізичні вправи високої інтенсивності із-за можливих ризиків виникнення серцевих нападків, розводящих до смерті. З цього виникла необхідність розробки рекомендацій по фізичній активності.

В 1972 році вийшла публікація рекомендацій American Heart Association (Американської асоціації серця). Це була одна з перших наукових праць в цій галузі. Для лікарів були розроблені рекомендації «Тестування, вправи та навчання здорових людей: довідник для лікарів» (Exercise Testing and Training of Apparently Healthy Individuals: A Handbook for Physicians) [7]. Ці рекомендації охоплювали питання формування допуску до тренувального процесу, розкриття резерву серцево-судинної системи під час виконання фізичних вправ та зниження ризиків появи збоїв в роботі серцево-судинної системи.

На початку сімдесятих років науковці приділяли багато уваги дослідженням адаптаційного резерву людини під час виконання

фізичних вправ. Було зроблено висновки, що тренувана людина має адекватну реакцію організму на фізичне навантаження різної інтенсивності. Науковці прийшли до таких висновків: постійне виконання фізичних вправ протягом 8-10 хвилин кожен день призводить до стану довготривалої адаптації [4].

У 1973 році автори Pollock та інші вийшла публікація «The Quantification of Exercise Training Programs» (Кількісна оцінка вправ тренувальної програми). Автори взяли за основу поняття фізичної тренуваності, яка виникає внаслідок виконання фізичних вправ протягом тривалого часу. Ця наукова праця була розроблена для використання організаціями з охорони здоров'я: розкривалися питання типів фізичних вправ, їх тривалістю та інтенсивності навантажень [32]. Були розроблені рекомендації більш детальні: необхідно мати тренування 3 – 5 разів на тиждень, виконувати фізичні вправи протягом 15 – 60 хвилин та мати інтенсивність, яка призведе до 50–85 % від максимального споживання кисню або до використання резерву серцевих скорочень на 60 – 90 %. Також у цей час були сформульовані основні характеристики фізичної активності: тип фізичного навантаження (статичне, динамічне, анаеробне, аеробне), час виконання вправ, їх частота (кількість разів/неділю), інтенсивність вправ (низька, середня або висока) [24].

В період з шістдесятих та у сімдесятих роках минулого століття активно використовували особові щоденники. Для збору та обробки інформації витрачалося багато часу і це призводило до його втрати. Тому стало логічним розробити анкетні опитувальники загального характеру [3]. На той час у учасників опитування виникали труднощі з заповненням таких анкет. Це було пов'язано з невмінням правильно оцінити свої виконані фізичні вправи та отримане навантаження при відповідях в обмеженій кількості питань [3].

I.2. Методи досліджень періоду 80-90 років ХХ століття.

Протягом наступних десяти років було проведено багато досліджень з фізичної активності та опубліковано результати. Науковці та організатори закладів з охорони здоров'я прийшли до висновків, що найбільший біологічний вплив на серцево-судинну систему має фізична активність помірного характеру. В цей час фізичну активність почали розраховувати в метаболічних еквівалентах (MET). Помірна фізична активність знаходиться в межах від 3 до 6 метаболічних еквівалентах. Щоб отримати результат помірної фізичної активності, необхідно виконувати короткі повторювані вправи. Таким навантаженням може бути ходьба в повільному темпі протягом 30 хвилин і більше кожного дня [26].

В той час активно використовують для дослідження фізичної активності дітей щоденники самостійних звітів [35]. Коефіцієнт достовірності таких замозвітів коливається в межах від 0,03 до 0,88. Важливо відмітити, що для дітей спостерігали менший коефіцієнт достовірності порівняно з відповідями підлітків. Тому в дослідженнях, в яких беруть участь діти молодше 12 років, повинні спиратися на об'єктивні показники фізичної активності, якщо це неможливо, то необхідно покладатися на проксі-звіти дорослих (батьки, вчителі, тощо) про фізичну активність дитини [35].

У 1992 році було накоплено достатньо даних в галузі досліджень фізичної активності та гіподинамії та їх роль і вплив на розвиток серцево-судинних захворювань. Американська асоціація серця поставила гіподинамію як фактор ризику на четверте місце за рівнем впливу на здоров'я людини після артеріальної гіпертензії, куріння тютюну та гіперхолестерестемії [14].

У 1994 році дослідник Goran M I провів дослідження за допомогою Doubly-labeled water (вода з подвійним маркуванням) [16]. Цей метод застосовують, коли проводять лабораторні дослідження

фізичної активності людини протягом двох тижнів. За допомогою такого методу дослідники вимірюють загальні витрати енергії шляхом безпосереднього вимірювання виробництва вуглекислого газу. Це передбачає поглинання «важкої води», яка містить два стабільних ізотопи води: мічену дейтерієм воду ($2\text{H}_2\text{O}$) і мічена киснем 18 вода (H_2^{18}O). Після вживання “важкої води” вода, мічена дейтерієм, виділяється з організму через втрати води (наприклад, піт), тоді як мічена киснем 18 вода усуває вуглекислий газ та втрати води. Різниця між показниками елімінації цих двох стабільних ізотопів прямо пропорційна виробництву вуглекислого газу або витратам енергії [30].

У 1998 році Всесвітня організація охорони здоров'я запропонувала розробити загальний міжнародний опитувальник з фізичної активності (International physical activity questionnaire). Був опублікований опитувальник, який мав повну та укорочену версію і його було адаптовано як для використання в телефонній розмові, так і для очного опитування [21]. Повна версія складалася з 31 питання. Самі питання про фізичну активність людини в цій анкеті були більш детальними: час, який використовується, щоб дістатися до роботи, час на роботі, час, який використовується на виконання хатньої роботи та на прибудинковій території, час, який використовується для занять фізичними вправами. Також були включені питання про ходьбу та швидкість переміщень під час прогулянок тощо. В короткому опитувальнику містилися дев'ять питань. В ній людина мала можливість відмітити час у сидячому положенні, час і інтенсивність навантаження під час прогулянки, час, який приділявся на фізичні вправи. Також можна було дати відповідь, чи має респондент помірну, середню і високу інтенсивність навантажень.

У зв'язку з часом, який використовується для заповнення анкети, найбільш актуальним став короткий опитувальник. Його

використовували для проведення найбільш великих рандомізованих дослідженнях [3].

Наприкінці 90-х років минулого століття у Росії був адаптований та використаний опитувальник Countrywide Integrated Noncommunicable Diseases Intervention (CINDI) для проведення дослідження фізичної активності та працездатності працівників заводу. В дослідженні приймали участь чоловіки і жінки (по 400 осіб кожного полу) у віці 20 – 59 років. Респонденти відповідали на питання опитувальника CINDI, після чого виконували тест модифікованої методики Купера (для оцінки фізичної працездатності (рахується, скільки разів респондент може правильно виконати вправу «Присідання» за фіксований час - 2 хвилини) [10]. Висновками цього дослідження стало розуміння, що основними інформативними питаннями в опитувальниках стали питання про час виконання фізичних вправ помірної або інтенсивної характеру та інтенсивність фізичного навантаження під час виконання звичної роботи.

Наступні наукові праці показали, що чим більше населення ознайомлено з рекомендаціями по фізичній активності та її впливу на стан здоров'я, тим більш правильні відповіді дають респонденти при опитуванні суб'єктивними методиками. Також було виявлено, що людина, яка має хвороби серцево-судинної системи і не має достатнього рівня фізичних навантажень, не може адекватно оцінити свою фізичну активність. І навпаки: чим більший опит має людина з фізичної активності, тим більш правдиві відповіді вона надає при опитуванні.

I.3. Методи досліджень періоду з 2000- 2020 років XXI століття.

Протягом наступних двадцяти років багато уваги було приділено питанням появи та розвитку гіподинамії та її впливу на захворювання серцево-судинної системи, також багато уваги стали приділяти питанням надмірної ваги та ожиріння як серед дорослого населення, так і серед дітей. Завдяки дослідженням було виявлено біологічний вплив фізичної активності на зниження артеріального тиску та на зниження рівня холестерину у крові.

Масові дослідження сидячого способу життя почали проводити на початку 2000-х років. Сидячий спосіб життя дає лише часткову картину загальних рівнів пасивної поведінки в типовий робочий день [28]. Дослідники Gogely T та інші у 2007 році виявили, що дівчата-підлітки проводять близько 1 години домашньої роботи, 45 хвилин у транспорті та 30 хвилин "сидіння під час розмов" протягом кожного дня свого дозвілля поза школою [17].

Багато розвинених країн на основі медичних звітів прийшли до висновків про необхідність розробки національних рекомендацій [31; 41]. За основу були покладені загальні положення: виконання фізичних вправ кожного дня не менше, ніж 30 – 45 хвилин без перерви та помірної інтенсивності. Такими вправами було рекомендовано займатись населенню без обмеження за віком, але без відсутності медичних протипоказань [38]. Такі фізичні вправи знижують ризик розвитку та виникнення захворювань серцево – судинної системи, раку та діабету [29]. З часом фізичні навантаження поступово можна збільшувати і, водночас, буде збільшуватись позитивний вплив фізичної активності на здоров'я людини в цілому.

Всесвітня організація охорони здоров'я на основі великих метааналізів розробила та надала до друку у 2010 році рекомендації задля профілактики не інфекційних захворювань за допомогою фізичної активності [2].

Еволюція, яка відбувалась протягом півстоліття, була пов'язана зі змінами у методологічних підходах до оцінки фізичної активності.

Після деякої адаптації опитувальника International physical activity questionnaire в 2001 - 2005 роках у USA було проведене велике дослідження за допомогою телефонного спілкування Behavioral Risk Factor Surveillance System (BRFSS) з участю більш ніж 400 тисяч чоловік віком, старшим за 18 років. Використовувалася коротка версія опитувальника ВОЗ [33]. Висновками після проведення дослідження BRFSS стали рекомендації по помірній та інтенсивній фізичній активності.

Також коротка версія з дев'яти питань опитувальника International physical activity questionnaire під патронатом Всесірної організації охорони здоров'я полягла в основу великого європейського дослідження Countrywide Integrated Noncommunicable Diseases Intervention (CINDI).

Дослідники Kohl HW 3rd, Fulton JE, Caspersen CJ у 2000 році досліджували фізичну активність за допомогою вимірювання частоти серцевих скорочень [23]. Вже тоді використовувались три загальні підходи за для контролю індивідуальних відмінностей у частоті серцевих скорочень.

Дослідження ФА у 2003 році стало зручним завдяки появі міжнародного опитувальника IPAQ [11] відповідно до Global recommendations on physical activity for health WHO [6].

За для того, щоб запобігти похибкам при суб'єктивних методах дослідження, було прийнято рішення удосконалити опитувальники та водночас використовувати об'єктивні методи оцінки фізичної активності. В середині дев'яностих років минулого століття почали більш активно використовувати крокоміри при дослідженнях разом з анкетуванням. Для респондентів такий пристрій був зручним та легким у використанні і ціна на нього була доступною. Людина могла сама порівняти свій показник кількості кроків в різні дні тижня, що могло

стимулювати зацікавленість самої людини до підвищення своїх результатів. Цей гаджет був відомим ще у шістдесяті роки, але тоді його не використовували при епідеміологічних дослідженнях [3].

Як кожен пристрій, крокомір мав свої недоліки: їх чутливість не завжди була достатньою [12]. Крокоміри не фіксували фізичне навантаження та його інтенсивність при катанні на велосипеді, при ходьбі по гірській місцевості, при ходьбі в повільному темпі (якщо швидкість людини не перевищує 8м за хвилину). Також показники крокомірів можуть мати меншу точність в замірах: чим більше вік та індекс маси тіла, тим більша похибка отриманих результатів [5].

Для дослідження фізичної активності акселерометри з однією вісю почали використовувати на початку 2000-х років [18]. В дослідженнях використовували такі пристрої як LSI (широкомасштабний інтегрований монітор моторної активності), CSA (додаток для інформатики), Tritrac, міні-реєстратор та Actical. Ці акселерометри також найчастіше перевірялись на основі безпосереднього спостереження та непрямой калориметрії [30].

В USA було проведено велике дослідження NHANES за допомогою одновісних акселерометрів. Було протестовано 6800 чоловік, серед яких були і дорослі, і діти. Отримані дані за допомогою телефонних опитувань дуже різнилися з показниками акселерометрів. Науковці пояснюють таку розбіжність оцінки показників декількома важливими факторами: суб'єктивна оцінка власної фізичної активності респондентами могла бути завищена або, навпаки, занижена, також недооцінка фізичної активності, вимірюваної за допомогою акселерометрів з однією віссю. Неточність в вимірюванні фізичної активності за допомогою одновісного акселерометра була розкрита в подальших наукових дослідженнях. Такий гаджет добре фіксував показники з прямо направленим рухом, але неточність відображення

тривалості часу та інтенсивності фізичних навантажень не давала коректно сформувані звіт для дослідження фізичної активності [3].

За для отримання більш точних даних для дослідження фізичної активності людини почали використовувати акселерометри, які мали три вісі. Такий прилад має можливість оцінити рух у трьох площинах: вперед, вгору, вбік. Трьохвісний акселерометр надає більш точні дані про інтенсивність та час, який витрачається на фізичну активність: враховуються такі рухи, як підйом вгору або по сходинкам, плавання, катання на велосипеді, а також час, проведений у сидячому положенні, зафіксувати рухи уві сні, що може дати додаткові дані про якість сну [34]. Науковці, які порівняли енергозатрати згідно даним обсягу споживаного кисню та затрат енергії згідно даних акселерометра з трьома вісями, прийшли до висновків, що дані, отримані за допомогою такого гаджету більш точні при виконанні фізичних вправ різної інтенсивності ніж дані, отримані за допомогою акселерометра з однією вісю [42].

Поява зручних фітнестрекерів та «розумних» годинників у зв'язку з зростанням зацікавленості у здоровому способі життя і технології, що дозволяють слідкувати рівнем фізичної активності, стають все більш популярними, тому на ринку з'являється низка брендів, які розробляють корисні гаджети і програмне забезпечення до них. У 2011 році було доступно лише три марки. Кількість торгових марок незначно зросла у 2012 та 2013 роках, але у 2014 році стався найбільший приріст із 41 новою маркою. Кількість нових брендів почало зменшуватися в 2015 році: 36 нових брендів у 2015 році та 23 у 2016 році. Тільки три нові марки були представлені в 2017 році, але ця кількість відображає лише перші 6 місяців 2017 року [19].

У 2018 році були виділені такі основні надійні марки «розумних годинників»: Fitbit Charge 2, Garmin Vivoactive 3, Jawbone Up3, Apple Watch Series 3, Samsung Gear S3, які залишаються актуальними і на

теперішній час. Оскільки розумні годинники інтегрують функції інших носіїв, таких як фітнес-трекери, вони мають унікальний потенціал для задоволення всіх трьох основних психологічних потреб: автономність, компетентність та спорідненість. Таким чином, не дивно, що з 42% вони займають лідуючі позиції щодо витрат кінцевих споживачів на носимих пристроях у 2019 році [15].

Запропоновані 109,2 мільйона одиниць глобальних поставок розумних годинників у 2023 році виявляють постійний попит кінцевих споживачів та підкреслюють економічну важливість цих пристроїв. На сьогоднішній день Apple займає найбільшу частку на ринку розумних годинників, за ним слідує Samsung і Garmin [40].

ВИСНОВОК до 1 розділу.

Історичний аналіз літературних джерел дав можливість прослідкувати динаміку змін методів дослідження фізичної активності людини від елементарного спостереження і хронометражу до більш складних і сучасних лабораторних та інструментальних методів. У той же час, багато досліджень могли бути більш ефективними, якби підібрані методики досліджень відповідали їх меті, контингенту та достатній інформативності.

Систематизація методів дослідження фізичної активності та розуміння їх функціональних можливостей допоможе більш ефективно проводити нові наукові дослідження у цій галузі.

РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.

Після чіткого окреслення мети, цілей огляду та визначення часу дослідження, були визначені ключові терміни пошуку для використання в Інтернеті в базах даних. Дослідження охопило літературні джерела, які були опубліковані у журналах категорії: Skopus, Web of Science, у вітчизняних та закордонних журналах.

Аналітичне дослідження літературних джерел охопило історичний період у 60 років: з 1960 по 2020 роки і проводилось у період з жовтня 2020 – по березень 2021 року. Було використано вітчизняних джерел – 1; закордонних джерел – 41.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

3.1. Соціологічні методи.

Висока поширеність захворюваності, ранньої смертності, надмірної ваги та ожиріння обумовлює необхідність сприяти фізичній активності та зменшувати сидячу поведінку дорослих та дітей у різних середовищах. Не існує жодного вимірювального інструменту, який точно фіксує фізичну активність та сидячу поведінку. Вибираючи засіб вимірювання для оцінки фізичної активності, науковці, дослідники та практики повинні знати про сильні сторони та обмеження кожного методу вимірювання.

Ми оглянули найбільш поширені методи, котрі в даний час використовуються для вимірювання фізичної активності та сидячої поведінки, зазначивши сильні сторони та обмеження кожного приладу. Фактори, які впливають на вибір інструменту вимірювання фізичної активності, включають чисельність респондентів, їх вік, обсяг вибірки, часові рамки дослідження, кількість необхідних даних для формування звіту, спосіб обчислення отриманих даних та похибку при їх зборі та вартість проведення самих дослідів [13].

Самозвіт. Заходи самозвіту, які використовуються для оцінки активної поведінки, включають самостійне оцінювання під час заповнювання щоденника. Щоденники відносно прості у заповненні, досить недорогі, але не мають можливості надати інформацію про тип та контекст фізичної активності у великої вибірки людей. Однак обмеження на використання самозвітів методи включають інтерпретацію предметів та соціальні ефекти дезорієнтації [20].

Однією з особливостей є те, що діти часто завищують кількість часу, задіяного у фізичних навантаженнях, а також інтенсивність своєї фізичної активності [20].

Проксі-звіт. Методи звітування за посередництвом мають певні переваги у наданні точних оцінок поведінки маленької дитини у фізичній діяльності. Використовуючи дані, які надали батьки або вчителі як довірених респондентів для маленьких дітей, можна згадати упередженість, спричинену обмеженими когнітивними можливостями дітей, - уникати. Однак покращення методології звітування за довіреністю є необхідним для успішного використання цього виду опитування у великих епідеміологічних дослідженнях та спостереженнях [3].

Опитувальники. **Опитувальник IPAQ** дозволяє респонденту оцінити свою фізичну активність за інтенсивністю та часом. Опитувальник дозволяє досліднику за допомогою коефіцієнтів порахувати метаболічний еквівалент фізичної роботи та підрахувати загальну кількість фізичної активності респондента [11].

Сидячий спосіб життя часто оцінюється за тим, скільки часу людина проводить за переглядом телевізора, працею за комп'ютером, тощо [28].

Для вимірювання часу сидячої поведінки використовувались різні методи, включаючи опитування самозвітів, щоденники самозвітів, звітування батьків для дітей, фіксація біореєстраторами.

3.2. Інструментальні методи

Частота серцевих скорочень. Моніторинг серцевого ритму є зручним підходом для оцінки реакції організму на фізичну роботу, оскільки забезпечує об'єктивну, але непрямую оцінку частоти, інтенсивності та тривалості фізичної активності. Вимірюється він як пальпаторно так і інструментальними методами (датчиками, пульсометрами, біореєстраторами). Може вимірюватись у короткому інтервалі часу (декілька секунд, хвилин, а може у добовому та багатоденному). У наукових дослідженнях достатньо

задокументованою проблемою використання моніторингу серцевого ритму - є слабка залежність між частотою серцевих скорочень та витратами енергії під час високих та низьких рівнів інтенсивності фізичної активності.

Намагаючись подолати деякі з цих обмежень, дослідники використовували різні методики: контроль індивідуальних відмінностей у частоті серцевих скорочень у стані спокою, та виконання індивідуальних калібрувальних кривих споживання кисню [23]. Щодо контролю індивідуальних відмінностей у частоті серцевих скорочень, використовувались три загальних підходи [30]:

- індекс фізичної активності серцевого ритму (РАНР) (середнє значення зареєстрованої частоти серцевих скорочень мінус серцевий ритм у спокої);
- РАНР-25 (відсоток частоти серцевих скорочень на 25% вище частоти серцевих скорочень у спокої);
- РАНР-50 (відсоток частоти серцевих скорочень на 50% перевищує пульс) [30].

Важливо, що всі ці три техніки залежать від точної оцінки частоти серцевих скорочень у стані спокою. На жаль, існує велика варіативність досліджень щодо операціоналізації частоти серцевих скорочень у спокої та протоколу, що використовується для вимірювання частоти серцевих скорочень у стані спокою [27]. Оцінки фізичної активності можуть значно відрізнятись в залежності від визначення або розробленого протоколу для вимірювання частоти серцевих скорочень.

Іншим підходом до оцінки фізичної активності за допомогою моніторингу серцевого ритму є створення індивідуальної калібрувальної кривої шляхом оцінки взаємозв'язку між частотою серцевих скорочень та споживанням кисню. Для оцінки споживання кисню метод використовує рівняння лінійного прогнозування частоти серцевих скорочень вище точки HRflex ЧСС. Для частоти серцевих скорочень

нижче точки HRflex використовується середнє значення частоти серцевих скорочень, отриманих під час відпочинку [3;27].

Загалом, сильні сторони використання моніторингу серцебиття для оцінки моделей фізичної активності полягають у тому, що це - об'єктивна оцінка, яка є недорогою та досить ненав'язливою [3;27].

Однак недоліки використання режиму моніторингу серця для оцінки фізичної активності включають:

- варіабельність досліджень в операційному визначенні частоти серцевих скорочень у спокої та протокол, що використовується для вимірювання частоти серцевих скорочень у спокої;
- внесок інших факторів, що впливають на частоту серцевих скорочень, таких, як емоційний стан, втома, тощо;
- недоцільність використання моніторингу серцебиття у великих епідеміологічних та епіднаглядних дослідженнях [3;27].

Педометрія. Ефективною альтернативою акселерометрам та моніторингом серцевого ритму є вимірювання фізичної активності за допомогою крокоміра, який оцінює кількість кроків, зроблених за певний період. Подібно до акселерометрії, крокоміри нечутливі до певних режимів вправ, наприклад таких, як катання на велосипеді.

На додаток до доказів позитивного їх використання, крокоміри демонструють докази надійності у дітей. Надійність оцінювали шляхом вивчення відмінностей показників кількості зроблених кроків, зафіксованих крокомірами, прикріпленими в різних місцях (наприклад, ліве стегно, праве стегно та біля пупока). Хоча деякі дослідження показують, що певні місця розташування є більш точними [8], більшість досліджень не повідомили про різницю в кількості зроблених кроках в залежності від місця кріплення гаджета [30].

Хоча більшість крокомірів обмежені тим, що вони лише підраховують кількість кроків, здійснених за певний період, вони можуть надати оцінку загальної активності, оскільки в більшості

популяції амбулаторний рух сприяє більшості загальної активності [30]. Через свою об'єктивність та докази надійності та валідності крокоміри добре підходять для вимірювання фізичної активності як у дорослих, так і у дітей.

Акселерометри. Акселерометри стали одними із гаджетів для оцінки фізичної активності. Акселерометри реєструють частоту та величину прискорення тіла під час руху. Коли відбувається прискорення, сигнал від зміни руху від акселерометра оцифровується і генерує “рахунок активності”. Потім підрахунок активності підсумовується за заздалегідь визначений інтервал часу (наприклад, 1 секунда, 5 секунд, 15 секунд, 30 секунд, 1 хвилина). Потім значення підрахунку активності можна ввести в формулу для оцінки інтенсивності фізичної активності (тобто сидячої, легкої, помірної, енергійної) або витрат енергії. Більшість акселерометрів мають час автономної роботи та ємність пам'яті для запису коротких часових даних (наприклад, 5 секунд) протягом декількох тижнів, що робить цей об'єктивний захід ідеальним для фіксації періодичної фізичної активності [30].

Також акселерометри використовують як об'єктивні показники фізичної активності для кращої загальної оцінки вимірювання сидячого способу життя [30]. В цілому, результати досліджень вказують, що акселерометри надають достовірні оцінки сидячої поведінки у дітей дошкільного та шкільного віку [30].

Під час випробувань на бігівій доріжці надійність тестування та повторного тестування (з різницею у 7–13 днів) для Mini-logger становила від 0,61 до 0,84, а для акселерометра Caltrac - від 0,76 до 0,80 [39], що є достатньо високим показником надійності та достовірності.

Фітнес-трекери і розумні годинники. Сирі дані з датчиків повинні бути перетворені в читабельні показники, щоб мати значення для користувача. Багато пристроїв відображають лише обмежений набір

показників безпосередньо на пристрої (наприклад, сьогоднішній підрахунок кроків або поточний рівень фізичної активності) і покладаються на супровідний мобільний додаток, щоб показати весь спектр доступних показників (наприклад, історичний щоденний підрахунок кроків та докладні дані про рівень фізичної активності). Якість та підтримувані функції супровідних мобільних додатків різняться, а отже, загальний досвід користувача буде відрізнятись. Кожен додатковий датчик, що входить у пристрій, може використовуватися для додавання додаткових типів метрик або забезпечення внутрішніх алгоритмів додатковими даними для підвищення точності вже доступних типів метрик. Однак додаткові датчики впливають на ціну та споживання енергії [36].

Щороку випускаються нові пристрої та бренди, що обіцяють покращені виміри та зручність користування. У той же час інші марки з різних причин зникають зі споживчого ринку. Досягнення якості пристрою відкривають нові можливості для досліджень [36].

3.3. Лабораторні методи.

Вода з подвійним маркуванням (Doubly-labeled water). Цей метод вимірює загальну витрату енергії протягом приблизно двохтижневого періоду шляхом безпосереднього вимірювання виробництва вуглекислого газу [30].

Є кілька переваг води подвійного маркування. По-перше, ця методика є неінвазивною і забезпечує ненав'язливу міру витрат енергії. Подруге, коли вода подвійним маркуванням поєднується з непрямую калориметрією, вона може вимірювати окремі компоненти добових витрат енергії. Загалом, дослідження показують, що точність методу Doubly-labeled water коливається в межах 10%, і, отже, через її точність вважається виміром «золотого стандарту» [30].

Загальним недоліком води з подвійним маркуванням є витрати, доступність стабільних ізотопів, доступність визначення інтенсивності, тривалості і частоти фізичної активності. З огляду на ці обмеження, метод подвійного маркування води не є універсальним методом для вимірювання фізичної активності людей у масштабних епідеміологічних дослідженнях [30].

ВИСНОВКИ

Хронологічний аналіз літературних джерел доводить, що першими методами дослідження фізичної активності був хронометраж, крокоміри та анкетування.

У сучасних умовах найбільш активно використовуються анкетування, хронометраж, крокоміри, біореєстратори.

В залежності від мети дослідження, анкетування застосовується для дослідження великої кількості респондентів, може бути очним та дистанційним, характеризується низькою достовірністю отриманих даних.

Хронометраж застосовується переважно для групових занять, які обмежені за часом, має середній рівень інформативності.

Крокоміри застосовуються в індивідуальному дослідженні фізичної активності, мають високу інформативність, але обмежену кількість показників.

Біореєстратори найбільш сучасні методи дослідження фізичної активності, мають високу інформативність, велику кількість показників, не мають часових та вікових обмежень, реєструють більшість видів фізичної активності (ходьба, біг, плавання, ігрові види спорту, тощо), мають індивідуальне використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Герасименко С. Ю., Жигульова Е. О. Визначення рівня фізичного розвитку і соматичного здоров'я школярів. Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини, 2016. Вип. 9. С. 98-107. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkpnuifv_2016_9_13
2. Глобальная стратегия по питанию, физической активности организация здравоохранения. 2010. URL: <http://who.int/publications/list/9241592222/ru> [Global strategy on nutrition, physical activity and health. Geneva, WHO. 2010. URL: <http://who.int/publications/list/9241592222/ru>. In Russian].
3. Орлов А. В., Ротарь О.П., Бояринова М. А., Демченко Е. А., Конради А.О. Физическая активность — полувековая история формирования рекомендаций и поиска методов оценки. Артериальная гипертензия. 2016;22(2):153–159. doi: 10.18705/1607-419X-2016-22-2-153-159.
4. Пшениникова М.Г. Адаптация к физическим нагрузкам. Физиология адаптационных процессов. Руководство по физиологии. М.: Наука, 1986. 221 с. [Pshennikova MG. Adaptation to physical exercise. Physiology of adaptation processes. Textbook on physiology. Moscow: Science, 1986. 221 p. In Russian]
5. Accelerometry: providing an integrated, practical method for long-term, ambulatory monitoring of human movement. *Physiol Meas.* 2004;25(2):R1–20
6. Aguide for population-hasedapproachestoin creasing level so physical activity: implementation of the WHO Global Strategy on Diet//Physikal Activity and Health. – Geneva: World Health Organization, 2007
7. American Heart Association. Committee on Exercise. Exercise testing and training of apparently healthy individuals: a handbook for physicians. Dallas, Tex.: American Heart Assoc; 1972. p. 15–27.

8. Beets MW, Patton MM, Edwards S (2005). The accuracy of pedometersteps and time during walking in children. *Med Sci Sports Exerc* 37:513–20.
9. Committee on Physical Activity and Physical Education in the School Environment; Food and Nutrition Board; Institute of Medicine; Kohl HW III, Cook HD, editors. *Educating the Student Body: Taking Physical Activity and Physical Education to School*. Washington (DC): National Academies Press (US); 2013 Oct 30. 3, Physical Activity and Physical Education: Relationship to Growth, Development, and Health. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK201497/>
10. Cooper KH, *Aerobics*. Bantam, New York; 1968. p. 201– 213
11. Craig, C. L. et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc* 35, 1381–1395 (2003)
12. Ewald B., McEvoy M, Attia J. Step counts superior to physical activity scale for identifying health markers in older adults. *British Journal of Sports Medicine*. 2010;44(10):756–61.
13. Dollman J, Okely AD, Hardy L, Timperio A, Salmon J, Hills AP (2009). A hitchhiker’s guide to assessing young people’s physical activity: deciding what method to use. *J Sci Med Sport* 12:518–25.
14. Fletcher GF, Blair SN, Blumenthal J, Caspersen C, Chaitman B, Epstein S et al. Statement on exercise. Benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans. A statement for health professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart association. *Circulation*. 1992;86(1):340–344.
15. Goasduff, L. (2019). Gartner says global end-user spending on wearable devices to total \$52 billion in 2020. Gartner. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-10-30->

- gartner-says-globalend-user-spending-on-wearable-dev. Accessed 27 Nov 2019.
16. Goran MI (1994). Application of the doubly labeled water technique for studying total energy expenditure in young children: a review. *Ped Exerc Sci* 6:11–30
 17. Gorely T, Marshall SJ, Biddle SJ, Cameron N (2007). The prevalence of leisure time sedentary behaviour and physical activity in adolescent girls: an ecological momentary assessment approach. *Int J Pediatr Obes* 2:227–34.
 18. Hagstromer M, Oja P, Sjostrom M. Physical activity and inactivity in an adult population assessed by accelerometry. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(9):1502–1508.
 19. Henriksen A, Haugen Mikalsen M, Woldaregay AZ, Muzny M, Hartvigsen G, Hopstock LA, Grimsgaard S. Using Fitness Trackers and Smartwatches to Measure Physical Activity in Research: Analysis of Consumer Wrist-Worn Wearables. *J Med Internet Res.* 2018 Mar 22;20(3):e110. doi: 10.2196/jmir.9157. PMID: 29567635; PMCID: PMC5887043.
 20. Hussey J, Bell C, Gormley J (2007). The measurement of physical activity in children. *Phys Ther Rev* 12:52–8
 21. International physical activity questionnaire. URL: www.ipaq.ki.se. Lee YS, Jung WM, Jang H, Kim S, Chung SY, Chae Y. The dynamic relationship between emotional and physical states: an observational study of personal health records. *Neuropsychiatr Dis Treat.* 2017 Feb 9;13:411-419. doi: 10.2147/NDT.S120995. PMID: 28223814; PMCID: PMC5308597.
 22. Kohl, H. & Cook, H. (2013). Physical activity, fitness, and physical education: Effects on academic performance. En H. W. III Kohl & H. D. Cook (Eds.), *Educating the student body: Taking physical activity*

and physical education to school (pp. 161-187). Washington DC: The National Academies Press. [[Links](#)]

23. Kohl HW 3rd, Fulton JE, Caspersen CJ (2000). Assessment of physical activity among children and adolescents. *Prev Med* 31:S11–33.
24. Lee IM. *Epidemiologic methods in physical activity studies*. New York: Oxford University Press; 2008. p. 284–302.
25. Lee YS, Jung WM, Jang H, Kim S, Chung SY, Chae Y. The dynamic relationship between emotional and physical states: an observational study of personal health records. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2017 Feb 9;13:411-419. doi: 10.2147/NDT.S120995. PMID: 28223814; PMCID: PMC5308597
26. Leon AS, Connett J, Jacobs DR, Rauramaa R. Leisure-time physical activity levels and risk of coronary heart disease and death. The Multiple Risk Factor Intervention Trial. *J Am Med Assoc*. 1987;258(17):2388–2395.
27. Logan N, Reilly JJ, Grant S, Paton JY (2000). Resting heart rate definition and its effect on apparent levels of physical activity in young children. *Med Sci Sports Exerc* 32:162–6
28. Matthews CE, Chen KY, Freedson PS, Buchowski MS, Beech BM, Pate RR (2008). Amount of time spent in sedentary behaviors in the United States, 2003–2004. *Am J Epidemiol* 167:875–81.
29. Nocon M, Hiemann T, Müller-Riemenschneider F, Thalau F, Roll S, Willich SN. Association of physical activity with all-cause and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2008;15(3):239–246
30. Paul D, Loprinzi, Bradley J. Cardinal, Measuring Children's Physical Activity and Sedentary Behaviors, *Journal of Exercise Science & Fitness*, Volume 9, Issue 1, 2011, Pages 15-23, ISSN 1728-869X, [https://doi.org/10.1016/S1728-869X\(11\)60002-6](https://doi.org/10.1016/S1728-869X(11)60002-6).

31. Physical Activity Guidelines Advisory Committee (PAGAC). Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008. Washington, DC, US Department of Health and Human Services; 2008. p. 668.
32. Pollock ML. The quantification of endurance training programs. *Exerc Sport Sci Rev.* 1973;1:155–188.
33. Prevalence of regular physical activity among adults. United States, 2001 and 2005. *MMWR.* 2007;56(46):1209–1212.
34. Rosenberger ME, Buman MP, Haskell WL, McConnell MV, Carstensen LL. 24 hours of sleep, sedentary behavior, and physical activity with nine wearable devices. *Med Sci Sports Exerc.* 2016;48(3):457–465.
35. Sallis JF (1991). Self-report measures of children’s physical activity. *J Sch Health* 61:215–9
36. Siepmann, C., Kowalczyk, P. Understanding continued smartwatch usage: the role of emotional as well as health and fitness factors. *Electron Markets* (2021). <https://doi.org/10.1007/s12525-021-00458-3>
37. Shaper AG, Wannamethee G, Weatherall R. Physical activity and ischemic heart disease in middle-aged British men. *Br Heart J.* 1991;66(5):384–394
38. Sofi F, Capalbo A, Cesari F, Abbate R, Gensini GF. Physical activity during leisure time and primary prevention of coronary heart disease: an updated meta-analysis of cohort studies. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2008;15(3):247–257
39. Troutman SR, Allor KM, Hartmann DC, Pivarnik JM (1999). MINI-LOGGER—reliability and validity for estimating energy expenditure and heart rate in adolescents. *Res Q Exerc Sport* 70:70–4.
40. Ubrani, J., Llamas, R., & Shirer, M. (2019). Worldwide Wearables market to top 300 million units in 2019 and nearly 500 million units in

2023, IDC. Retrieved from <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS45737919>).

- 41.**Warburton DE, Katzmarzyk PT, Rhodes RE, Shephard RJ. Evidence-informed physical activity guidelines for Canadian adults. *Can J Public Health*. 2007;98(2): S16–68.
- 42.**Whitney A, Welch DR, Bassett DL, Thompson PS, Freedson JW, Staudenmayer DJ et al. Classification accuracy of the wrist-worn GENEActiv accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*. 2013;45 (10):2012–2019.