

# Сочетанное влияние сидячего поведения и физической активности разной интенсивности на кардиоваскулярное здоровье

Логинов С. И.

ФГБОУ ВО "Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых". Владимир, Россия

Сидячее поведение (СП) и низкая (недостаточная) физическая активность (НФА) — два взаимодополняющих негативных фактора, влияющих на сердечно-сосудистое здоровье. Большинство современных исследований посвящено изучению СП и физической активности (ФА) разной интенсивности по отдельности, в то время как их сочетанное (комбинированное) влияние изучено недостаточно. Цель обзора — анализ литературы, посвященной оценке сочетанного влияния СП и ФА разной интенсивности на общее и сердечно-сосудистое здоровье человека. При подготовке обзора проведен поиск публикаций в базах данных MedLine, Cochrane, Scopus, а также электронных ресурсах e-library, КиберЛенинки и библиотек университетов физической культуры и спорта России за 2002-2022гг.

Рассмотрены и подвергнуты обсуждению вопросы, связанные с различными комбинациями СП и ФА и их эффектами на показатели общего и кардиоваскулярного здоровья. Приведены факты положительного влияния замещения сидячего поведения на аналогичную по времени ФА умеренной интенсивности. Представленные данные свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения

с учетом взаимозамещения СП и ФА разной интенсивности в рамках непрерывного суточного временного континуума.

**Ключевые слова:** физическая активность, сидячее поведение, сочетанные эффекты, сердечно-сосудистое здоровье, физические тренировки.

**Отношения и деятельность:** нет.

**Поступила** 14/08-2022

**Рецензия получена** 27/09-2022

**Принята к публикации** 12/11-2022



**Для цитирования:** Логинов С. И. Сочетанное влияние сидячего поведения и физической активности разной интенсивности на кардиоваскулярное здоровье. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2023;22(3):3388. doi:10.15829/1728-8800-2023-3388. EDN XCIII

## Combined effect of sedentary behavior and physical activity of different intensity on cardiovascular health

Loginov S. I.

Vladimir State University, Vladimir, Russia

Sedentary behavior (SB) and low (insufficient) physical activity (LPA) are two complementary negative factors affecting cardiovascular health. Most of the current studies are devoted to the study of SB and physical activity (PA) of different intensity separately, while their combined effect has not been studied enough. The purpose was to analyze the literature on the assessment of combined SB+PA effect of different intensity on the general and cardiovascular health of a person. When preparing the review, a search was made for publications in the MedLine, Cochrane, Scopus databases, as well as electronic resources e-library, CyberLeninka and libraries of physical culture and sports universities in Russia for 2002-2022.

Issues related to various SB+PA combinations and their effects on general and cardiovascular health are considered and discussed. The facts of the favorable effect of switching sedentary behavior on the same time moderate-intensity PA are presented. The presented data indicate the need for further study, taking into account the mutual substitution of SB and FA of different intensity.

**Keywords:** physical activity, sedentary behavior, combined effects, cardiovascular health, physical training.

**Relationships and Activities:** none.

Loginov S. I. ORCID: 0000-0002-6640-3385.

Corresponding author: logsi@list.ru

**Received:** 14/08-2022

**Revision Received:** 27/09-2022

**Accepted:** 12/11-2022

**For citation:** Loginov S. I. Combined effect of sedentary behavior and physical activity of different intensity on cardiovascular health. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2023;22(3):3388. doi:10.15829/1728-8800-2023-3388. EDN XCIII

ВИПФА — высокоинтенсивная прерывистая физическая активность, ВИФА — высокоинтенсивная физическая активность, ИМТ — индекс массы тела, МИЗ — модель изовременного замещения, МПОЖ — малоподвижный образ жизни, НИЗ — неинфекционные заболевания, НИФА — низкоинтенсивная физическая активность, НФА — низкая физическая активность, ОР — отношение рисков, СД — сахарный диабет, СП — сидячее поведение, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, УИФА — умеренно интенсивная физическая активность, ФА — физическая активность, IPAQ — International Physical Activity Questionnaire, GPAQ — Global Physical Activity Questionnaire, DPAQ — Danish Physical Activity Questionnaire, DABQ — Daily Activity Behaviors Questionnaire, MET — Metabolic Equivalent of Task (метаболический эквивалент).

Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: logsi@list.ru

[Логинов С. И. — д.б.н., профессор, кафедра теоретических и медико-биологических основ физической культуры, ORCID: 0000-0002-6640-3385].

### Ключевые моменты

#### Что известно о предмете исследования?

- Многие исследования посвящены изучению сидячего поведения (СП) и физической активности (ФА) разной интенсивности отдельно, тогда как их комбинированное влияние недостаточно изучено.

#### Что добавляют результаты исследования?

- Модель изовременного замещения учитывает перераспределение времени СП и ФА в течение суток и позволяет эффективно проводить кардиореабилитационные мероприятия.
- Можно накапливать 150 мин/нед. ФА умеренной интенсивности, но при этом иметь СП >4 ч/день, что представляет собой новую норму поведения, известную как парадокс "физически активного, но малоподвижного поведения".

### Key messages

#### What is already known about the subject?

- Many studies are devoted to the study of sedentary behavior (SB) and physical activity (PA) of different intensity separately, while their combined effect is not well understood.

#### What might this study add?

- The isotemporal substitution model takes into account the redistribution of SB and PA time during the day and allows for effective cardiac rehabilitation activities.
- It is possible to accumulate 150 min/week of moderate-intensity PA but still have a SB >4 h/day, which represents a new behavioral norm known as the "active but sedentary" paradox.

## Введение

Простые истины иногда открываются неожиданной стороной познания, что создает новую реальность, изменяющую традиционное представление о предмете исследования. В нашем случае это касается изучения взаимоотношений сидячего поведения (СП) и физической активности (ФА) разной интенсивности и их влияния на кардиореспираторное здоровье.

До недавнего времени исследования СП и ФА были традиционно сосредоточены на изучении двух вопросов: 1) как влияет продолжительность СП на показатели здоровья и 2) в какой мере ФА разной интенсивности может компенсировать негативное воздействие СП [1]. Утверждается, что СП оказывает серьезное негативное влияние на здоровье и его эффект не смягчается никакой ФА [2]. В то же время другие исследователи дружно отмечают положительный эффект ФА на кардиоваскулярное здоровье при депрессии [3], психических расстройствах [4, 5], метаболическом синдроме [6], при тренировках по повышению кардиореспираторной выносливости [7] и инфаркте миокарда [8]. При этом основные дискуссии ведутся относительно того, насколько правильно оцениваются полученные результаты без учета происходящего в течение остальной части суток и особенно в части смешанных эффектов ФА и времени СП. В течение суток каждый вид поведения человека непрерывно реализуется либо в зоне малой подвижности (сидя или полулежа в кресле), либо во сне, или с затратами энергии в процессе ФА низкой интенсивности (НИФА), умеренной интенсивности (УИФА) или высокой интенсивности (ВИФА). Однако в большинстве исследований связи этих видов поведения традиционно анализировались изолированно друг

от друга, т.е. без учета смещения времени, затрачиваемого на оставшиеся виды поведения. В последние годы наблюдается растущий интерес к оценке сочетанного (комбинированного) влияния. Разработана, апробирована и внедрена в клиническую практику модель изовременного замещения (МИЗ) [9, 10], что изменило представления клиницистов о сочетанном воздействии СП, ФА различной интенсивности и поставило на повестку дня необходимость учета их перераспределения в течение суток, включая время сна.

Цель настоящего обзора — анализ литературы, посвященной современным исследованиям, оценивающим сочетанное влияние СП и ФА разной интенсивности на состояние здоровья человека, и выбор эффективных методов реабилитации.

## Материал и методы

Библиографический поиск осуществляли с помощью поисковых баз данных MedLine, PsyInfo, Cochrane, Scopus, а также электронных ресурсов КиберЛенинки и библиотек университетов физической культуры и спорта России. Для поиска использовали ключевые слова: физическая активность, малоподвижное поведение, сидячее поведение, двигательная активность и здоровье в различных сочетаниях. Отбор полнотекстовых документов проводили с учетом следующих критериев: 1) данные являются результатом собственных наблюдений, экспериментов или качественного анализа обзоров, сочетающих данные о влиянии ФА и малоподвижного поведения; 2) данные имеют количественное выражение; 3) данные опубликованы в период 2002-2022гг.

По итогам поиска было найдено 239 полнотекстовых источников, из которых 46 вошли в настоящий обзор. Мы намеревались получить ответы на вопросы о том, как ФА разной интенсивности и СП разной продолжительности оказывают сочетанное влияние на здоровье взрослых людей разного возраста и пола.

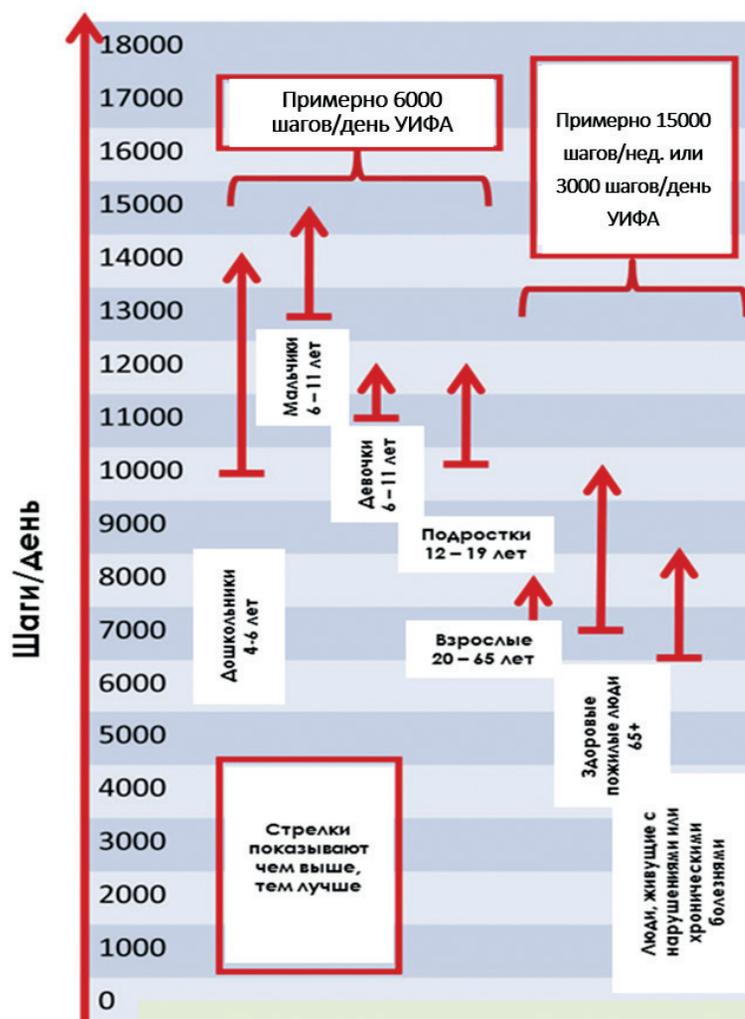


Рис. 1 Количество шагов/день по данным акселерометрии [15].

Примечание: УИФА — умеренно интенсивная физическая активность.

## Результаты

### ФА и ее интенсивность

ФА — уникальное биосоциальное явление. Оно объединяет эволюционно закрепленный арсенал двигательных действий человека, обеспечивающий адаптацию и выживание в биологической и социальной средах. Процесс адаптации реализуется за счет механизмов гомеостаза и гомеокинеза, при этом ФА зачастую выступает одновременно и как условие, и как результат адаптации [11]. В повседневной жизни адаптация представлена разными видами активности: производственной, хозяйственно-бытовой, физкультурно-спортивной, рекреационной и досуговой ФА, т.е. набором различных двигательных действий и поступков, сопровождающихся расходом энергии и называемых поведением. Эти виды поведения отличаются друг от друга и по-разному влияют на организм человека [12]. ФА рассматривается не только как специфическая форма поведения человека, связанная с его здоровьем [13], но и как результат взаимодействия организма со средой [14]. Экспериментальные

данные, полученные с помощью калиброванных акселерометров позволили классифицировать уровни ФА по количеству шагов и по затратам энергии в метаболических эквивалентах (MET — Metabolic Equivalents of a Task) [15, 16]. В частности, первоначально были выделены следующие градации для здоровых взрослых: 1) <5000 шагов/день ("сидячий образ жизни"); 2) 5000-7499 шагов/день ("низкоактивный"); 3) 7500-9999 шагов/день ("незначительно активный"); 4) ≥10000-12499 шагов/день ("активный"); и 5) ≥12500 шагов/день ("высокоактивный") [17]. Эта классификация была пересмотрена через 5 лет и первоначальный "сидячий" уровень (т.е. <5000 шагов/день) был разделен на две дополнительные градации: <2500 шагов/день ("базовая активность") и 2500-4999 шагов/день ("ограниченная активность") [18]. Убедительные данные были получены в масштабных исследованиях количества шагов с помощью акселерометров (рисунок 1).

Представлены данные акселерометрии шагов, соответствующие ~10-минутным отрезкам УИФА,

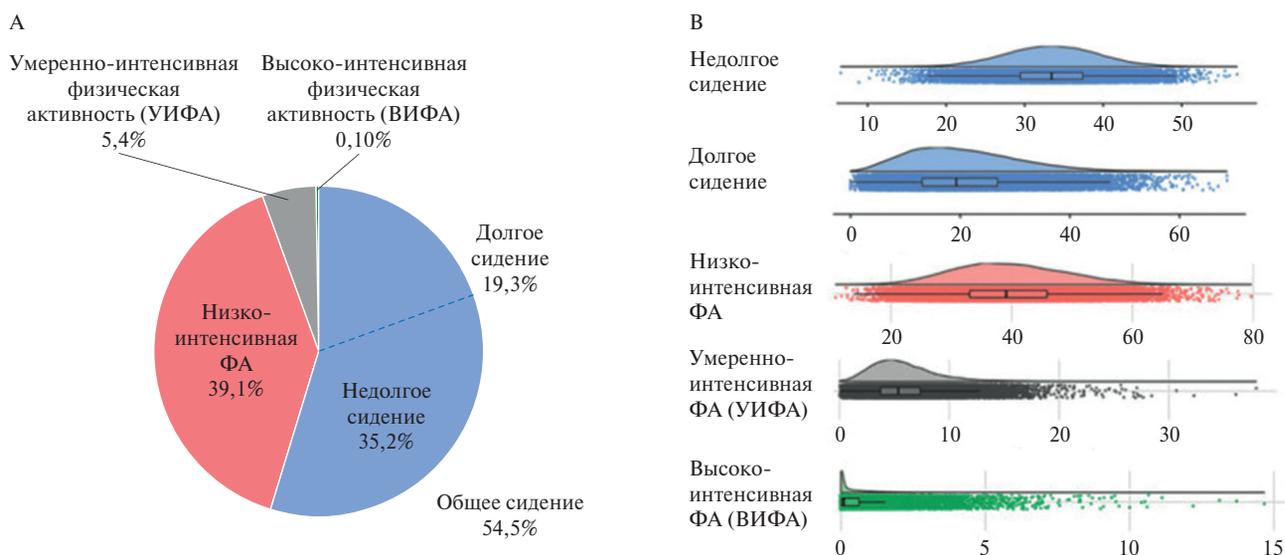


Рис. 2 Распределение ФА в течение дня (А — % медианы времени ношения акселерометра и график индивидуальных данных, В — % времени ношения акселерометра) в общей популяции шведского населения (n=27890, 52% женщины, возраст 50-64 лет) [21].

Примечание: ВИФА — высокоинтенсивная физическая активность, УИФА — умеренно интенсивная физическая активность, ФА — физическая активность.

начиная с нескольких шагов и до 18000+ (рисунок 1). Чем больше длина стрелки, тем больше диапазон шагов/день, соответствующий рекомендациям по времени УИФА на протяжении всей жизни. Основание стрелки указывает на минимальное количество рекомендуемых шагов. Например, диапазон для взрослых составляет 7000-8000 шагов/день, из которых не <3000 следует набрать в быстром темпе (~100 шагов/мин).

При удовлетворительной адаптации регулярная ФА является весьма эффективным способом повышения физической работоспособности, улучшения физического, психического здоровья и снижения факторов риска неинфекционных заболеваний (НИЗ), таких как сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), метаболический синдром и сахарный диабет (СД) 2 типа, а также остеопороз и депрессия [19]. Однако в последнее время ФА почти повсеместно снижается [20]. По данным исследования с использованием акселерометрии [21] установлено, что в популяции шведов среднего возраста в общей сложности 54,5% времени ежедневно приходилось на малоподвижный образ жизни (МПОЖ), 39,1% на низкую ФА (НФА), 5,4% на умеренную и только 0,1% на ВИФА (рисунок 2). При этом высокий индекс массы тела (ИМТ) и наличие множественных хронических заболеваний были тесно связаны с более длительным временем СП и меньшим временем ФА во всех трех видах интенсивности.

#### СП (сидячее, малоподвижное, поведение)

Два десятилетия тому назад СП рассматривалось как часть континуума ФА. В настоящее время оно выделилось в самостоятельный вид поведения, при котором человек проводит в бодрствующем состоянии значительную часть времени дня си-

дя или полулежа с затратой энергии 1,5 МЕТ [22], т.е. немногим больше, чем скорость основного обмена веществ. Напомним, что 1 МЕТ равен расходу энергии в покое во время спокойного сидения приблизительно 1 ккал/кг/ч или 3,5 мл  $O_2$ /кг/мин. Появился термин "сидячее" поведение, с которым все чаще отождествляется МПОЖ. Было отмечено [23], что люди, ведущие МПОЖ, тратят <10% своей дневной энергии на выполнение действий умеренной и высокой интенсивности, превышающих скорость основного обмена примерно в 4-6 раз. Для сравнения у малоподвижных и активных мужчин в Швейцарии энергозатраты за сутки составили 2600 и 3226 ккал, а у женщин 2092 и 2356 ккал, соответственно. Следовательно, за вычетом энергии основного обмена примерно 2100 ккал у мужчин и 1700 ккал у женщин на все виды энергозатратной деятельности остается только 500 ккал у сидячих мужчин и 310 ккал у женщин по сравнению с 1126 ккал у активных мужчин и 656 ккал у женщин, соответственно. Разница довольно внушительная. Она свидетельствует о существенном снижении дополнительных затрат энергии на повседневную активность [24]. Не случайно Matthews SE (2019) указывает, что "в настоящее время необходимо приложить максимум усилий для того, чтобы изучить сочетанные эффекты ФА и МПОЖ" [1]. Ранее подобные мысли высказывал Rosenberg DE, et al. (2015) [25].

#### Сочетанное влияние комплекса НФА + СП на здоровье

МИЗ была разработана в рамках методологии изучения эффектов временного замещения одного вида деятельности другим в условиях непрерывного временного континуума [9]. Изовременное за-

мещение одновременно моделирует выполняемую специфическую деятельность (например, ФА) и вытесняемую специфическую деятельность (СП) в равном временном обмене, т.е. изовременно. Таким образом, модель не только контролирует смешанный эффект других действий, но и фиксирует эффект замены времени и уменьшает неоднородность в ассоциациях. Дискуссии ведутся относительно того, насколько правильно оцениваются результаты с учетом изменений, происходящих в течение остальной части дня, в особенности из-за смешанных эффектов ФА и времени СП. Комбинации могут быть разными. СП может сочетаться с НИФА, УИФА и ВИФА, которые могут различаться по продолжительности, как и время СП. Поэтому связи времени, проведенного, например, во сне, СП или ФА, с показателями здоровья следует изучать с учетом того, что время представляет собой непрерывный континуум и оно конечно в течение дня. Следовательно, время, проведенное в каждом из этих видов поведения, созависимо [26, 27]. После того, как авторы скорректировали данные с учетом на общую ФА в течение дня, связь между СП и кардиометаболическими маркерами здоровья исчезла. Это говорит о том, что сам по себе МПОЖ может не иметь последствий для здоровья независимо от ФА, т.е., необходимо учитывать не только время СП, но и время ФА разной интенсивности. Вместе с тем, замена одного вида поведения на другой внутри суточного временного континуума, например, длительность сна, время СП, НФА или УИФА связаны с ИМТ, окружностью талии, уровнями в плазме крови триглицеридов, глюкозы, инсулина ( $p < 0,001$  для всех случаев), систолическим и диастолическим артериальным давлением ( $p < 0,001$ ). Внутри композиции самый сильный положительный эффект обнаружен для доли времени, проведенного в УИФА, при этом эффекты замены УИФА другим поведением были несимметричны. Например, замена 10 мин СП на УИФА была связана с более низкой окружностью талии на 0,001%, но, если 10 мин УИФА замещались СП, то окружность талии увеличивалась на 0,84%. Доля времени, проведенного в УИФА и СП, была отрицательно связана с маркерами ожирения, ССЗ и СД, но ассоциация с СП была сильнее, кроме того, уменьшение доли УИФА приводило к росту показателя смертности [28].

В основополагающей статье Katzmarzyk RT, et al. [2] изучена ассоциация времени СП с риском смерти в выборке из 17013 канадцев в возрасте 18-90 лет. Авторы ежедневно оценивали время сидения по разделам: почти никогда, 1/4 часть времени, 1/2 времени, 3/4 времени, почти все время и ФА в свободное время. Исследование длилось в течение 12 лет для выявления уровня смертности. Было зарегистрировано 1832 случая смерти (759 от ССЗ и 547 от рака) в течение 204732 человеко-лет наблюде-

ния. После поправки на потенциальные искажающие факторы риск смерти от всех причин при более высоких уровнях времени сидения постепенно возрастал (отношение рисков (ОР) составило: 1,00, 1,00, 1,11, 1,36, 1,54 ( $p < 0,0001$ ), как и для ССЗ (ОР): 1,00, 1,01, 1,22, 1,47, 1,54 ( $p < 0,0001$ ). Аналогичные результаты были получены при стратификации по полу, возрасту, статусу курения и ИМТ. Скорректированные по возрасту показатели смертности от всех причин на 10000 человеко-лет наблюдения составили 87, 86, 105, 130 и 161 случай ( $p < 0,0001$ ) у физически неактивных участников и 75, 69, 76, 98, 105 случаев ( $p = 0,008$ ) среди активных участников по 5 категориям времени сидения. Эти данные демонстрируют дозозависимую реакцию между временем сидения и смертью от всех причин в отношении ССЗ независимо от ФА в свободное время. В дополнение к активному продвижению знаний о пользе УИФА и здоровом весе, врачам рекомендуется всячески препятствовать сидячему образу жизни пациентов. При этом следует рекомендовать вести учет ФА и СП с помощью акселерометров [29], а если необходимо, то использовать валидный опросник IPAQ (International Physical Activity Questionnaire) [30, 31] и дневник самонаблюдений [32].

В последние годы наметился растущий интерес к МИЗ. В частности, Grgic J, et al. [10] провели библиографический поиск и выявили 56 статей, посвященных использованию этой модели. В статьях время СП, которое исследователи пытались заместить ФА разной интенсивности, варьировало от 1 до 120 мин/день. Чаще всего оно составляло 30 мин/день. При этом измеряемыми переменными были уровень смертности, общее состояние здоровья, психическое здоровье, ожирение, физическая подготовленность и кардиометаболические маркеры. Перераспределение времени СП на НИФА или УИФА было связано со значительным снижением риска смерти, которое было выраженным, когда время, проведенное в сидячем положении, заменялось более интенсивной ФА. Для пациентов с ожирением перераспределение СП на ФА сопровождалось снижением ИМТ, процентного содержания жира тела и окружности талии во всех возрастных группах, при этом степень связи была выше для ФА более высокой интенсивности. В целом показано, что самая сильная связь с показателями здоровья наблюдалась при перераспределении времени СП на УИФА [28, 33, 34]. Перераспределение 30 мин СП на НИФА также было связано с более низкими величинами ИМТ, окружности талии, более высокой общей мышечной массой тела и уровнем холестерина липопротеинов высокой плотности.

Считается, что важными поведенческими детерминантами здоровья являются СП, НИФА, УИФА, время и качество сна [10]. Для оценки этих показателей был разработан и проверен на ва-

лидность и надежность новый опросник — Daily Activity Behaviors Questionnaire (DABQ) [35]. По надежности и валидности DABQ сравним с опросниками IPAQ и GPAQ (Global Physical Activity Questionnaire), однако он позволяет оценить все четыре вида суточного двигательного поведения и их связи со здоровьем. Незамедлительно появились соответствующие обзоры, анализирующие статьи в рамках методологии, близкой к DABQ [36-39].

В обзоре Saunders TJ, et al. [36] была предпринята попытка определить взаимосвязь между различными комбинациями СП и ФА и последствиями для здоровья у взрослых и пожилых людей. Установлено, что высокие уровни СП неблагоприятно связаны с когнитивной функцией, депрессией, функциональностью и инвалидностью, уровнями ФА и качеством жизни, связанными с физическим здоровьем у взрослых. Отмечено, что сокращение времени СП может улучшить состав тела и маркеры кардиометаболического риска. Сидячий образ жизни в целом и просмотр телевизора в наибольшей степени были связаны с негативными последствиями для здоровья, в то время как использование компьютера и Интернета благоприятно ассоциировалось с когнитивными функциями у пожилых людей.

Saunders TJ, et al. [37] оценили теоретические эффекты замены СП ФА разной интенсивности на риск возникновения 45 распространенных НИЗ. В исследование было включено >360 тыс. участников в возрасте 37-73 лет из Британского биобанка, имевших 45 распространенных НИЗ. Информация о СП, как сумма времени просмотра телевизора, использования компьютера и вождения автомобиля, и ФА, измеренная с помощью опросника IPAQ, была собрана путем самоотчетов в начале исследования. Участники наблюдались на предмет 45 наиболее распространенных диагнозов НИЗ в соответствии с кодом международной классификации болезней 10 пересмотра (МКБ-10) на основании национальных медицинских записей Британского биобанка до 2020г. Модель изовременной замены использовали для исследования замен СП на НИФА, УИФА и ВИФА. Установлено, что участники, которые сообщали о продолжительности СП >6 ч/день по сравнению с ≤2 ч/день, имели более высокий риск развития 12 из 45 НИЗ (26,7%), включая ишемическую болезнь сердца, СД, хроническую обструктивную болезнь легких, астму, хроническую болезнь почек и печени, нарушения щитовидной железы, депрессию, мигрень, подагру, ревматоидный артрит. Теоретически замена СП эквивалентными по длительности НИФА, УИФА и ВИФА была связана со снижением риска 4, 6 и 10 видов нозологий, соответственно. При длительном СП (>6 ч/день) замена только 1 ч сидячего образа жизни на эквивалентную по времени ВИФА показала более сильную связь с такими НИЗ как СД,

депрессия, хроническое заболевание печени, толстого кишечника и нарушение сна со снижением степени риска, варьирующим в пределах 11-31%. Сходные результаты были получены в систематическом обзоре Janssen I, et al. [38]. Перераспределение времени СП на ФА разной интенсивности было связано со снижением смертности от всех причин. Подтверждено мнение о том, что значение имеет оценка двигательного поведения в течение всех 24 ч, а рекомендации по контролю сна, СП и ФА должны быть объединены в единое руководство, доступное для общественного здравоохранения.

#### **Возможности и методы оптимизации сочетания ФА и СП**

Несмотря на убедительные доказательства, свидетельствующие о том, что НФА и повышенное время СП связаны с негативными последствиями для здоровья, уровень СП продолжает расти. Следовательно, необходимо продолжать поиск новых подходов для снижения времени СП, например, такой как в работе Nguen P, et al. [39]. Авторы представили систематический обзор статей с метаанализом вмешательств, направленных на снижение СП среди населения во всех возрастных группах. Несмотря на то, что обзор посвящен не соотношению СП и уровней ФА, а эффективности профилактических программ по снижению СП, он все же важен для понимания того, что СП можно контролировать. Показано, что вмешательства, направленные на СП в офисах, способствовали существенному сокращению сидячего рабочего времени в диапазоне 40-100 мин за 8-часовой рабочий день. В то же время, необходимо продолжать разработку новых подходов для повышения ФА [40]. В этом исследовании авторы изучили влияние горных походов и психологической тренировки на взрослых, ведущих МПОЖ. Экспериментальная группа (n=26) участвовала в 7-дневной программе походов с гидом и тремя личными тренировками, тогда как контрольная группа (n=32) участвовала в прогулочной ходьбе. Влияние на аэробную способность, показатели внешнего дыхания и качество жизни оценивали исходно (1-й день), после недели вмешательства (7-й день) и через 80 дней. Было отмечено существенное влияние тренировок на аэробную мощность у женщин экспериментальной группы по сравнению с женщинами, совершавшими пешие прогулки. Для показателей внешнего дыхания существенных эффектов обнаружено не было. Показатели качества жизни улучшились в обеих группах. В заключение следует отметить, что горные походы, как разновидность рекреационной ФА, так и простая прогулочная ходьба могут способствовать улучшению качества жизни, связанного со здоровьем и кардиореспираторной подготовленностью. Аналогичные результаты были получены в исследованиях со скандинавской ходьбой [41].

Принято считать, что СП, сон и ФА независимо связаны с последствиями для здоровья, но неясно, обусловлены ли эти связи прямыми эффектами каждого типа поведения отдельно или же тем, что в течение одних суток занятость в одном поведении требует вытеснения в другом [42]. Цель исследования состояла как раз в том, чтобы изучить замещающие эффекты МПОЖ (общее сидение, время, проведенное за экраном телевизора/компьютера в совокупности), сна, стояния, ходьбы и ФА в диапазоне от умеренной до интенсивной на смертность от всех причин с использованием МИЗ. Более 4-х лет 201129 участников в возрасте  $\geq 45$  лет одной из провинций Австралии участвовали в исследовании. За это время произошло 7460 смертей. Были выявлены положительные ассоциации замены общего времени сидения стоянием, ходьбой, УИФА и сном у тех, кто спит  $>7$  ч/сут. Аналогичные связи были отмечены при замене времени просмотра телевизора. Установлено, что замена одного часа ходьбы или УИФА на сидение было связано с повышенным риском смерти на 7-18%. Исключение смертей в первые 2 года наблюдения и ограничение анализа теми, кто был здоров на исходном уровне, существенно не изменили результаты наблюдения. Следовательно, хотя замена СП ходьбой и УИФА связана с самым низким риском смерти, замена равного количества стояния и сна у тех, кто плохо спит, также связана со значительным снижением риска смерти. Сходные результаты были получены в когортном исследовании [43] и обзоре [44], подтвердившим положительные факты смещения сокращенного времени СП на значительное общее увеличение продолжительности НИФА на рабочем месте ( $p < 0,013$ ) и дневной УИФА у взрослых ( $p < 0,001$ ).

Сочетанное влияние ФА и МПОЖ, связанного со смертностью от всех причин, были изучены в обзоре [45]. Авторы представили метаанализ, включавший девять проспективных когортных исследований из 4-х стран, в которых 44370 мужчин и женщин наблюдались в течение от 4,0 до 14,5 лет. За это время умерло 3451 человек (летальность 7,8%). Связи между комбинациями УИФА и СП были проанализированы с использованием регрессионного анализа. Установлено, что в когортах среднее время, проведенное сидя, варьировалось от 8,5 до 10,5 ч/день, а продолжительность УИФА составляла 8-35 мин/день. По сравнению с контрольной группой (наибольшая ФА/наименьшее время СП) риск смерти увеличивался при более низких уровнях УИФА и большем количестве времени СП. Среди лиц, находящихся в верхней трети значений УИФА, риск смерти статистически не отличался от референтных значений для лиц, находящихся в средней (16%) и самой высокой (40%) трети сидячего времени. Индивиды, которые находились в нижней трети значений УИФА, имели бóльший

риск смерти во всех комбинациях с МПОЖ — 65 и 263%, соответственно. Таким образом, более длительное СП связано с более высокой смертностью у менее активных людей при измерении с помощью профессиональной акселерометрии. Примерно 30-40 мин ежедневной УИФА ослабляют связь между СП и риском смерти. Тем не менее, те, кто тратят  $>4$  ч/день на такие действия, как вождение автомобиля, сидение, лежание или время, проведенное перед телевизором (т.е. имеют обычный повседневный набор действий современного человека), могут быть классифицированы как малоподвижные (сидячие) лица. В этом отношении ФА и СП не являются взаимоисключающими противоположностями, более того, чилийские исследователи считают, что сегодня жизнь такова, что можно соблюдать рекомендации по минимальной ФА в нед. (т.е. 150 мин УИФА), но при этом сидеть  $>4$  ч/день. Такое соотношение авторы считают новой нормой, известной как парадокс "физически активного, но малоподвижного поведения" [46].

Однако подобная перспектива устраивает не всех. На пути поиска новых способов привлечения населения к ФА Stamatakis E, et al. была высказана идея дискретной высокоинтенсивной ФА [47, 48]. Обоснование построено на результатах анализа обзоров, в которых отмечается, что многие люди в разных странах независимо от уровня доходов неохотно выполняют рекомендации Всемирной организации здравоохранения относительно регулярной ФА на протяжении 3-5 дней/нед. и 150 мин УИФА или 75 мин ВИФА [49]. Причин много. От банальной нехватки времени и лени [50] до причин поведенческого характера (отсутствие навыков тренировки и уверенности в себе, дискомфорт, связанный с высокой нагрузкой, низкий уровень физической подготовленности) и установленными биомедицинскими факторами риска, такими как артериальная гипертензия, СД 2 типа и избыточный вес [48]. Данные, полученные на популяционном уровне, свидетельствуют о низкой вероятности осуществления регулярных упражнений высокой интенсивности. Например, только  $\sim 20\%$  взрослых в возрасте 40-65 лет сообщили о том, что выполняют высокоинтенсивные упражнения по 15 мин непрерывно в течение месяца [51]. По данным акселерометрии среднее время, затрачиваемое на ВИФА, составляет всего 42 сек/день для взрослых в США [52]. Все это привело к тому, что многие исследователи задумались над тем, как использовать ВИФА в практике оздоровительной физической культуры, подобно тому, как она используется в спорте высших достижений, спортизированной физической воспитании [53] или высокоинтенсивной интервальной тренировке, которые улучшают кардиореспираторную выносливость [54].

Stamatakis E, et al. [47, 48] предлагают использовать высокоинтенсивную прерывистую физиче-

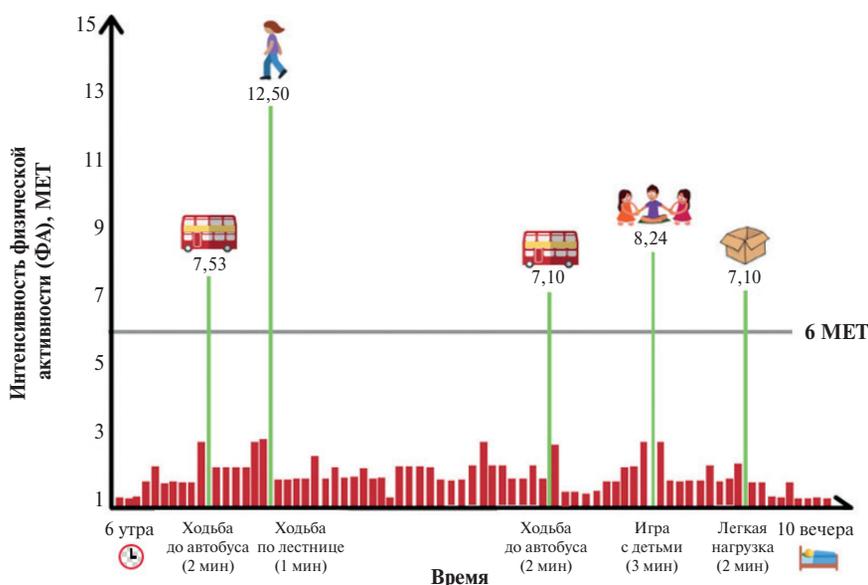


Рис. 3 Пример 10-минутного отрезка ВИПФА. Горизонтальная линия означает пограничный уровень УИФА и ВИФА в 6 MET [48].  
Примечание: ФА — физическая активность, MET — Metabolic Equivalent of Task (метаболический эквивалент).

скую активность (ВИПФА) в повседневной жизни как деятельность в виде коротких сеансов ФА, которые выполняются во время повседневной жизни (рисунок 3).

Авторы предполагают, что ВИПФА может быть более осуществимой программой, чем структурированные высокоинтенсивные упражнения в некоторых группах населения и что это неизученный аспект ФА. Предлагаемая авторами структура исследования охватывает разработку эмпирического определения ВИПФА, усовершенствование измерений свободно распространенной ВИПФА, изучение, направленное на лучшее понимание дозо-зависимых реакций ВИПФА на здоровье, а также разработку масштабируемых и приемлемых поведенческих вмешательств, способствующих внедрению ВИПФА в практику оздоровительной физической культуры.

## Заключение

В настоящем обзоре затронут ряд проблем, ставших в последнее время актуальными. Сидячее (малоподвижное) поведение и ФА сами по себе могут иметь реципрокное воздействие на кардиореспираторное здоровье человека. Но сколько и какой по интенсивности ФА необходимо для защиты здоровья доподлинно не известно. Создается впечатление, что все-таки важно не соотношение ФА и СП в чистом виде, а именно уровень ФА, который является достаточным по интенсивности для каждого индивида, неважно, сколько времени (в разумных пределах) он проводит в сидячем положении. Другое дело, что многие вмешательства, проводимые с целью коррекции НФА и высокого уровня СП, зачастую не достигают ожидаемого эффекта, поскольку не учитывают изменений, происходящих за пределами воздействия в течение всех 24 ч. Про-

фессиональная акселерометрия, валидные опросники — IPAQ, GPAQ, DPAQ (Danish Physical Activity Questionnaire), — а также использование инклинометров (датчиков положения тела в пространстве) позволяют существенно повысить объективность получаемой информации, а, следовательно, более тщательно планировать вмешательства и получать корректные данные на основе МИЗ. Приведены результаты наиболее удачных исследований, направленных на коррекцию негативных комбинаций времени сна, ФА и СП среди разных групп населения, в т.ч. у пациентов с нарушениями кардиоваскулярного здоровья. В целом, работ по сочетанному воздействию СП и различных комбинаций времени СП с ФА разной интенсивности и продолжительностью сна недостаточно. Работы отечественных исследователей, посвященные различным аспектам изучения ФА и МПОЖ, не соответствовали критериям отбора и не были включены в обзор.

В итоге анализ статей позволил получить новое представление и подтвердить уже известные факты о том, что УИФА в пределах 150 мин/нед. или количество ежедневных шагов в пределах 7500-10000 в сочетании с продолжительностью СП в пределах 4 ч в комбинации с длительностью сна не <7 ч/сут. оказывают в целом положительное влияние на общее и кардиореспираторное здоровье взрослых людей разного возраста и пола. При этом необходимо учитывать уровень физической подготовленности, возраст, текущее состояние физического и психологического здоровья, наличие заболеваний с учетом коморбидности.

**Отношения и деятельность:** автор заявляет об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

## Литература/References

1. Matthews CE. Minimizing Risk Associated with Sedentary Behavior: Should We Focus on Physical Activity, Sitting, or Both? *J Am Coll Cardiol.* 2019;73(16):2073-75. doi:10.1016/j.jacc.2019.02.030.
2. Katzmarzyk PT, Church TS, Craig CL, Bouchard C. Sitting time and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:998-05. doi:10.1249/MSS.0b013e3181930355.
3. Belvederi Murri M, Folesani F, Zerbinati L, et al. Physical Activity Promotes Health and Reduces Cardiovascular Mortality in Depressed Populations: A Literature Overview. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(15):5545. doi:10.3390/ijerph17155545.
4. Schuch FB, Vancampfort D. Physical activity, exercise, and mental disorders: it is time to move on. *Trends Psychiatry Psychother.* 2021;43(3):177-84. doi:10.47626/2237-6089-2021-0237.
5. Kandola A, Stubbs B. Exercise and Anxiety. *Adv Exp Med Biol.* 2020;1228:345-52. doi:10.1007/978-981-15-1792-1\_23.
6. Myers J, Kokkinos P, Nyelin E. Physical Activity, Cardiorespiratory Fitness, and the Metabolic Syndrome. *Nutrients.* 2019;11(7):1652. doi:10.3390/nu11071652.
7. Naylor M, Chernofsky A, Spartano NL, et al. Physical activity and fitness in the community: the Framingham Heart Study. *Eur Heart J.* 2021;42(44):4565-75. doi:10.1093/eurheartj/ehab580.
8. Bubnova MG, Aronov DM. Clinical effects of a one-year cardiac rehabilitation program using physical training after myocardial infarction in patients of working age with different rehabilitation potentials. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2019;18(5):27-37. (In Russ.) Бубнова М. Г., Аронов Д. М. Клинические эффекты годичной программы кардиореабилитации с применением физических тренировок после острого инфаркта миокарда у больных трудоспособного возраста с разным реабилитационным потенциалом. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2019;18(5):27-37. doi:10.15829/1728-8800-2019-5-27-37.
9. Mekary RA, Willett WC, Hu FB, Ding EL. Isotemporal substitution paradigm for physical activity epidemiology and weight change. *Am J Epidemiol.* 2009;170(4):519-27. doi:10.1093/aje/kwp163.
10. Grgic J, Dumuid D, Bengoechea EG, et al. Health outcomes associated with reallocations of time between sleep, sedentary behaviour, and physical activity: a systematic scoping review of isotemporal substitution studies. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2018;15(1):69. doi:10.1186/s12966-018-0691-3.
11. Loginov SI, Snigirev AS. Ecological triad of human health factors: adverse combined effects of physical activity, sedentary behavior and COVID-19. *Head and Neck.* 2022;10(S2S2):130-33. (In Russ.) Логинов С. И., Снигирев А. С. Экологическая триада факторов здоровья человека: негативный сочетанный эффект физической активности, малоподвижного поведения и COVID-19. *Голова и шея.* 2022;10(S2S2):130-33. doi:10.25792/HN.2022.10.2.S2.130-133.
12. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness. Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep.* 1985;100(2):126-31.
13. Sampasa-Kanyinga H, Colman I, Goldfield GS. Combinations of physical activity, sedentary time, and sleep duration and their associations with depressive symptoms and other mental health problems in children and adolescents: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2020;17(1):72. doi:10.1186/s12966-020-00976-x.
14. Giles LV, Koehle MS, Saelens BE, et al. When physical activity meets the physical environment: precision health insights from the intersection. *Environ Health Prev Med.* 2021;26(1):68. doi:10.1186/s12199-021-00990-w.
15. Tudor-Locke C, Craig CL, Brown WJ, et al. How many steps/day are enough? For adults. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2011;8:79. doi:10.1186/1479-5868-8-79.
16. Bassett DR Jr, Wyatt HR, Thompson H, et al. Pedometer-measured physical activity and health behaviors in U.S. adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(10):1819-25. doi:10.1249/MSS.0b013e3181dc2e54.
17. Tudor-Locke C, Bassett DR Jr. How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health. *Sports Med.* 2004;34(1):1-8. doi:10.2165/00007256-200434010-00001.
18. Tudor-Locke C, Johnson WD, Katzmarzyk PT. Accelerometer-determined steps per day in US adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(7):1384-91. doi:10.1249/MSS.0b013e318199885c.
19. Gartland N, Wilson A, Lawton R, et al. Conscientiousness and engagement with national health behaviour guidelines. *Psychol Health Med.* 2021;26(4):421-32. doi:10.1080/13548506.2020.1814961.
20. Pratt M. What's new in the 2020 World Health Organization Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behavior? *J. Sport Health Sci.* 2021;10(3):288-89. doi:10.1016/j.jshs.2021.02.004.
21. Ekblom-Bak E, Börjesson M, Bergman F, et al. Accelerometer derived physical activity patterns in 27,890 middle-aged adults: The SCAPIS cohort study. *Scand J Med Sci Sports.* 2022;32(5):866-80. doi:10.1111/sms.14131.
22. Bennie JA, Pedisic JG, van Uffelen J, et al. The descriptive epidemiology of total physical activity, muscle-strengthening exercises and sedentary behaviour among Australian adults—results from the National Nutrition and Physical Activity Survey. *BMC Public Health.* 2016;16:73. doi:10.1186/s12889-016-2736-3.
23. Bernstein MS, Morabia A, Slutskis D. Definition and prevalence of sedentarism in an urban population. *Am J Public Health.* 1999;89(6):862-67. doi:10.2105/ajph.89.6.862.
24. Cheval B, Sivaramakrishnan H, Maltagliati S, et al. Relationships between changes in self-reported physical activity, sedentary behaviour and health during the coronavirus (COVID-19) pandemic in France and Switzerland. *J Sports Sci.* 2021;39(6):699-04. doi:10.1080/02640414.2020.1841396.
25. Rosenberg DE, Lee IM, Young DR, et al. Novel strategies for sedentary behavior research. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47(6):1311-35. doi:10.1249/MSS.0000000000000520.
26. Mekary RA, Lucas M, Pan A, et al. Isotemporal substitution analysis for physical activity, television watching, and risk of depression. *Am J Epidemiol.* 2013;178(3):474-83. doi:10.1093/aje/kws590.
27. Chastin SF, Palarea-Albaladejo J, Dontje ML, et al. Combined Effects of Time Spent in Physical Activity, Sedentary Behaviors and Sleep on Obesity and Cardio-Metabolic Health Markers: A Novel Compositional Data Analysis Approach. *PLoS One.* 2015;10(10):e0139984. doi:10.1371/journal.pone.0139984.
28. Galmes-Panades AM, Varela-Mato V, Konieczna J, et al. Isotemporal substitution of inactive time with physical activity and time in bed: cross-sectional associations with cardiometabolic health in the PREDIMED-Plus study. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2019;16(1):137. doi:10.1186/s12966-019-0892-4.
29. Maher C, Olds T, Mire E, Katzmarzyk PT. Reconsidering the sedentary behaviour paradigm. *PLoS One.* 2014;9(1):e86403. doi:10.1371/journal.pone.0086403.
30. Wahlström V, Nygren M, Olsson D, et al. Validity of Three Survey Questions for Self-Assessed Sedentary Time. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(7):4269. doi:10.3390/ijerph19074269.

31. Nikolaev AY, Loginov SI. Level and structure of human motor activity in Yugra North (based on IPAQ questionnaire). *Theory and Practice of Physical Culture*. 2016;(7):25. (In Russ.) Николаев А.Ю., Логинов С.И. Уровень и структура двигательной активности человека на Югорском Севере (по данным опросника IPAQ). *Теория и практика физической культуры*. 2016;7:86-8.
32. Vetoshnikov AYu, Snigirev AS, Loginov SI. Modern approaches to the use of pedometer as a mean to record physical activity and train walking habit. *Theory and Practice of Physical Culture*. 2013;(4):18. (In Russ.) Ветошников А.Ю., Снигирев А.С., Логинов С.И. Современные подходы к использованию шагомера как средства учета физической активности и воспитания привычки к пешей ходьбе. *Теория и практика физической культуры*. 2013;4:83-5.
33. Ren P, Zhang X, Du L, et al. Reallocating Time Spent in Physical Activity, Sedentary Behavior and Its Association with Fear of Falling: Isotemporal Substitution Model. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(5):2938. doi:10.3390/ijerph19052938.
34. Kinoshita K, Ozato N, Yamaguchi T, et al. Association of sedentary behaviour and physical activity with cardiometabolic health in Japanese adults. *Sci Rep*. 2022;12(1):2262. doi:10.1038/s41598-022-05302-y.
35. Kastelic K, Šarabon N, Burnard MD, et al. Validity and Reliability of the Daily Activity Behaviours Questionnaire (DABQ) for Assessment of Time Spent in Sleep, Sedentary Behaviour, and Physical Activity. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(9):5362. doi:10.3390/ijerph19095362.
36. Saunders TJ, Mclsaac T, Douillette K, et al. Sedentary behaviour and health in adults: an overview of systematic reviews. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2020;45(10(Suppl.2)):S197-217. doi:10.1139/apnm-2020-0272.
37. Cao Z, Xu C, Zhang P, Wang Y. Associations of sedentary time and physical activity with adverse health conditions: Outcome-wide analyses using isotemporal substitution model. *EClinicalMedicine*. 2022;48:101424. doi:10.1016/j.eclinm.2022.101424.
38. Janssen I, Clarke AE, Carson V, et al. A systematic review of compositional data analysis studies examining associations between sleep, sedentary behaviour, and physical activity with health outcomes in adults. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2020;45(10(Suppl. 2)):S248-57. doi:10.1139/apnm-2020-0160.
39. Nguyen P, Le LK, Nguyen D, et al. The effectiveness of sedentary behaviour interventions on sitting time and screen time in children and adults: an umbrella review of systematic reviews. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2020;17(1):117. doi:10.1186/s12966-020-01009-3.
40. Huber D, Mayr M, Hartl A, et al. Sustainability of Hiking in Combination with Coaching in Cardiorespiratory Fitness and Quality of Life. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(7):3848. doi:10.3390/ijerph19073848.
41. Loginov SI, Nikolayev AYu, Malkov MN, et al. Benefits of Nordic walking practices for senior women's psychological needs and life quality. *Theory and Practice of Physical Culture*. 2019;(9):29. (In Russ) Логинов С.И., Николаев А.Ю., Мальков М.Н. и др. Влияние скандинавской ходьбы на психологические потребности и качество жизни пожилых женщин. *Теория и практика физической культуры*. 2019;(9):29.
42. Stamatakis E, Rogers K, Ding D, et al. All-cause mortality effects of replacing sedentary time with physical activity and sleeping using an isotemporal substitution model: a prospective study of 201,129 mid-aged and older adults. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2015;(12):121. doi:10.1186/s12966-015-0280-7.
43. Rees-Punia E, Evans EM, Schmidt MD, et al. Risk Reductions for Replacing Sedentary Time with Physical Activities. *Am J Prev Med*. 2019;56(5):736-41. doi:10.1016/j.amepre.2018.12.006.
44. Segura-Jiménez V, Biddle SJH, De Cocker K, et al. Where Does the Time Go? Displacement of Device-Measured Sedentary Time in Effective Sedentary Behaviour Interventions: Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med (Auckland, N.Z.)*. 2022;52:2177-207. doi:10.1007/s40279-022-01682-3.
45. Ekelund U, Tarp J, Fagerland MW, et al. Joint associations of accelerometer measured physical activity and sedentary time with all-cause mortality: a harmonised meta-analysis in more than 44 000 middle-aged and older individuals. *Br J Sports Med*. 2020;54(24):1499-06. doi:10.1136/bjsports-2020-103270.
46. Cristi-Montero C, Rodríguez FR. Paradoja "activo físicamente pero sedentario, sedentario pero activo físicamente". Nuevos antecedentes, implicaciones en la salud y recomendaciones [The paradox of being physically active but sedentary or sedentary but physically active]. *Rev Med Chil*. 2014;142:72-8. Spanish. doi:10.4067/S0034-98872014000100011.
47. Stamatakis E, Huang BH, Maher C, et al. Untapping the Health Enhancing Potential of Vigorous Intermittent Lifestyle Physical Activity (VILPA): Rationale, Scoping Review, and a 4-Pillar Research Framework. *Sports Med*. 2021;51(1):1-10. doi:10.1007/s40279-020-01368-8.
48. Stamatakis E, Johnson NA, Powell L, et al. Short and sporadic bouts in the 2018 US physical activity guidelines: is high-intensity incidental physical activity the new HIIT? *Br J Sports Med*. 2019;53(18):1137-9. doi:10.1136/bjsports-2018-100397.
49. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*. 2020;54(24):1451-62. doi:10.1136/bjsports-2020-102955.
50. Hoare E, Stavreski B, Jennings GL, et al. Exploring Motivation and Barriers to Physical Activity among Active and Inactive Australian Adults. *Sports (Basel)*. 2017;5(3):47. doi:10.3390/sports5030047.
51. O'Donovan G, Lee IM, Hamer M, Stamatakis E. Association of "Weekend Warrior" and Other Leisure Time Physical Activity Patterns with Risks for All-Cause, Cardiovascular Disease, and Cancer Mortality. *JAMA Intern Med*. 2017;177(3):335-42. doi:10.1001/jamainternmed.2016.8014.
52. Evenson KR, Wen F, Herring AH. Associations of Accelerometry-Assessed and Self-Reported Physical Activity and Sedentary Behavior With All-Cause and Cardiovascular Mortality Among US Adults. *Am J Epidemiol*. 2016;184(9):621-32. doi:10.1093/aje/kww070.
53. Nazarenko LD, Timoshina IN, Kostyunina LI. Sportized physical education: from theory to innovative practices. *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury*. 2021;(6):100. (In Russ.) Назаренко Л.Д., Тимошина И.Н., Костюнина Л.И. Спортизированное физическое образование: от теории к инновационным практикам. *Теория и практика физической культуры*. 2021;(6):100.
54. Batacan RB Jr, Duncan MJ, Dalbo VJ, et al. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Br J Sports Med*. 2017;51(6):494-03. doi:10.1136/bjsports-2015-095841.