



Влияние кардиореабилитации на липидный профиль сыворотки крови у больных гипертонической болезнью: интегративный обзор

Форменов А.Д., Мирошников А.Б., Смоленский А.В.

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, Москва, Россия

Резюме

В этом обзоре рассматриваются данные из современной научной периодики по различным подходам в физической реабилитации с применением аэробной работы у пациентов с распространенными заболеваниями, предшествующими тяжелым сердечно-сосудистым патологиям, а именно с дислипидемией и артериальной гипертензией. Дислипидемия у пациентов определяется по показателям липидного профиля сыворотки крови, который отражает нарушения метаболических процессов в системах и органах организма. Целью нашего интегративного обзора было выявить и собрать вместе уже известные параметры физической реабилитации, которые необходимо учитывать для достижения максимальной пользы в нормализации артериального давления и липидного профиля крови. Поиск рандомизированных контролируемых исследований и метаанализов для обзора был проведен в электронных базах медико-биологических исследований: MEDLINE (PubMed), eLibrary, EMBASE, CINAHL, Web of Science и Cochrane.

В результате проведенного анализа выделены следующие параметры, поддающиеся модификации: интенсивность упражнений (низкая, средняя, высокая), определяемая по проценту от максимальной частоты сердечных сокращений или субъективной оценке тяжести выполняемой работы; методики аэробной тренировки (высокоинтенсивная интервальная тренировка, равномерная среднеинтенсивная тренировка); внешние факторы (температура окружающей среды во время тренировки) влияющие на физиологические адаптации организма (гипертермия, липолиз – секреция свободных жирных кислот) участника исследования; разнообразность упражнений по количеству задействованной скелетной мышечной массы тела (мышцы верхних и мышцы нижних конечностей); оптимальный объем аэробной физической активности, выраженный в эквиваленте калорических затрат за неделю; продолжительность периода физической реабилитации (от 3 месяцев); исходный уровень маркеров липидного профиля крови перед терапией; повышенный индекс массы тела пациентов за счет избытка жирового компонента; приверженность к здоровому образу жизни (отказ от курения, ограничение алкоголя). В заключение, все отраженные ранее параметры необходимо учитывать при моделировании протокола физической реабилитации, а также при проведении будущих рандомизированных контролируемых исследований.

Ключевые слова: липидный профиль крови, артериальная гипертензия, холестерин, аэробная работа, физическая реабилитация, интервальная тренировка

Источник финансирования: Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Форменов А.Д., Мирошников А.Б., Смоленский А.В. Влияние кардиореабилитации на липидный профиль сыворотки крови у больных гипертонической болезнью: интегративный обзор. *Вестник восстановительной медицины*. 2021; 20 (3): 97-103. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2021-20-3-97-103>

Для корреспонденции: Форменов Александр Дмитриевич, e-mail: formenov@mail.ru

Статья получена: 01.06.2021

Статья принята к печати: 21.06.2021

The Effect of Cardiac Rehabilitation on the Serum Lipid Profile in Patients with Hypertension: an Integrative Review

Alexander D. Formenov, Alexander B. Miroshnikov, Andrey V. Smolensky

Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow, Russian Federation

Abstract

This review examines data from modern scientific periodicals on various approaches to physical rehabilitation using aerobic work in patients with common diseases preceding severe cardiovascular pathologies, namely, with dyslipidemia and arterial hypertension. Dyslipidemia in patients is determined by the indicators of the blood serum lipid profile, which reflects disturbances in metabolic processes in the systems and organs of the body. The aim of the integrative review was to identify and bring together already known

physical rehabilitation parameters that need to be considered in order to achieve maximum benefit in normalizing blood pressure and blood lipid profile. The randomized controlled trials and meta-analyses review search was conducted in the electronic biomedical research databases: MEDLINE (PubMed), eLibrary, EMBASE, CINAHL, Web of Science, and Cochrane.

As a result of the analysis, the following parameters amenable to modification were identified: exercise intensity (low, medium, high), determined by the percentage of the maximum heart rate or the performed work severity subjective assessment; aerobic training techniques (high-intensity interval training, uniform medium-intensity training); external factors (ambient temperature during training) influencing the physiological adaptations of the body (hyperthermia, lipolysis – secretion of free fatty acids) of the study participant; a type of exercise according to the amount of skeletal muscle body mass involved (muscles of the upper and muscles of the lower extremities); the optimal amount of aerobic physical activity, expressed in terms of caloric expenditure per week; the duration of the physical rehabilitation period (from 3 months); the initial level of the blood lipid profile markers before therapy; an increased body mass index of patients due to an excess of the fat component; adherence to a healthy lifestyle (quitting smoking, limiting alcohol). In conclusion, all previously reflected parameters need to be considered when modeling the physical rehabilitation protocol, as well as in the future randomized controlled trials.

Keywords: blood lipid profile, arterial hypertension, cholesterol, aerobic work, physical rehabilitation, interval training

Acknowledgments: The study had no sponsorship.

Conflict of interest: The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Formenov A.D., Miroshnikov A.B., Smolensky A.V. The Effect of Cardiac Rehabilitation on the Serum Lipid Profile in Patients with Hypertension: an Integrative Review. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2021; 20 (3): 97–103. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2021-20-3-97-103>

For correspondence: Alexander D. Formenov, e-mail: formenov@mail.ru

Received: Jun 01, 2021

Accepted: Jun 21, 2021

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются одной из основных причин смертности и инвалидизации населения развитых стран [1–5]. Мониторинг липидного профиля сыворотки крови позволяет выявить дислипидемию, которая является фактором высокого риска для развития: ССЗ, ишемического инсульта, неалкогольной жировой болезни печени, а также панкреатита. Дислипидемия часто коррелирует с метаболическим синдромом, ожирением и сахарным диабетом 2 типа [6]. Липидный профиль включает в себя такие маркеры как общий холестерин (ОХ), липопротеины высокой плотности (ЛПВП), липопротеины низкой плотности (ЛПНП) и триглицериды (ТГ). Уровень ЛПВП в сыворотке, а также соотношения ОХ/ЛПВП и ТГ/ЛПВП связаны с высокой смертностью у пациентов с ССЗ [7].

Физическая реабилитация, основанная на аэробной работе, выполняемой со средней и высокой интенсивностью, положительно влияет на факторы метаболического синдрома, тем самым снижая риск ССЗ [8]. Аэробные упражнения с умеренной или высокой интенсивностью связаны с повышением на 4% уровня ЛПВП, снижением на 2% ЛПНП, снижением ОХ на 11% и снижением уровня ТГ [9]. В различных исследованиях сообщалось, что физические упражнения увеличивают уровни ЛПВП за счет экспрессии липопротеинов данного типа [10]. Для минимизации риска неблагоприятных исходов имеются рекомендации для значений маркеров липидного профиля сыворотки крови как для здорового населения, так и для людей с ССЗ, метаболическими заболеваниями, а также дифференциацией по полу в показателях ЛПВП (табл. 1) [11].

Во многих опубликованных рандомизированных контролируемых исследованиях определены и подтверждены положительные физиологические эффекты физической реабилитации в виде аэробной работы с умеренной интенсивностью (55–70% от максимальной частоты сердечных сокращений, субъективная оценка тяжести выполняемой работы по шкале Борга 11–13 баллов) как для здоровых людей, так и пациентов с ССЗ [12]. Всемирная организация здравоохранения рекомендует минимум 150 минут в неделю аэробной физической активности

при умеренной интенсивности или 75 минут при высокой интенсивности для поддержания или улучшения здоровья.

Высокоинтенсивная интервальная тренировка (ВИИТ) используется с середины XX века для улучшения спортивных результатов у соревнующихся атлетов. Обычно ВИИТ состоит из рабочих интервалов продолжительностью от 1 до 8 минут с высокой интенсивностью (70–100% от максимальной частоты сердечных сокращений, субъективная оценка тяжести выполняемой работы по шкале Борга 14–17 баллов), чередующихся с периодами восстановления от 1 до 5 минут в виде активного отдыха, (40–70% от максимальной частоты сердечных сокращений, субъективная оценка тяжести выполняемой работы по шкале Борга 8–13 баллов) или пассивного отдыха (прекращение физической активности). Современные протоколы ВИИТ стали разрабатываться для людей, ведущих малоподвижный образ жизни, с целью сократить время тренировочного занятия и обеспечить большую мотивацию и приверженность к физической активности по сравнению с равномерной среднеинтенсивной тренировкой (РСИТ) [13]. Чтобы побудить малоактивное население систематически заниматься аэробной физической активностью с целью улучшения здоровья и качества жизни, популяризируются программы ВИИТ и РСИТ как благоприятные и эффективные, но на данный момент нет единого мнения в научном сообществе относительно того, какой метод аэробных упражнений является лучшим. Отмечается, что пороговое значение в расходе энергии при физической реабилитации, основанной на аэробной работе, составляет 1200–2200 ккал за неделю для положительного изменения липидного профиля сыворотки крови [14].

Метаанализ Liang H. и соавторов о влиянии аэробной работы на уровни липидов крови показал, что вмешательства, более длительные по продолжительности тренировки и по продолжительности самой программы физической реабилитации, имеют большую величину эффекта [15]. Многие рандомизированные контролируемые исследования отмечают преимущество ВИИТ по сравнению с РСИТ в улучшении: жесткости артерий, эндотелиальной функции, кардиореспираторной функ-

Таблица 1. Рекомендуемые показатели для маркеров липидного профиля сыворотки крови
Table 1. Recommended values for markers of serum lipid profile

США и другие страны / the U.S.A and some other countries	Канада и часть Европы / Canada and most of Europe	Интерпретация результатов / Interpretation of results
Общий холестерин / Total cholesterol		
≤ 200 мг/дл / mg/dL	≤ 5,2 ммоль/л / mmol/L	Желательный уровень / Desirable level
200-239 мг/дл / mg/dL	5,2-6,2 ммоль/л / mmol/L	Погранично высокий уровень/ Borderline high
≥ 240 мг/дл / mg/dL	≥ 6,2 ммоль/л / mmol/L	Высокий уровень/High level
Холестерин ЛПНП / LDL cholesterol		
≤ 70 мг/дл / mg/dL	≤ 1,8 ммоль/л / mmol/L	Рекомендуется при ССЗ или диабете/ Recommended for CVD or diabetes
≤ 100 мг/дл / mg/dL	≤ 2,6 ммоль/л / mmol/L	Рекомендуется при риске ССЗ/ Recommended for CVD risk
100-129 мг/дл / mg/dL	2,6-3,3 ммоль/л / mmol/L	Оптимально при отсутствии ССЗ/ Optimal in the absence of CVD
130-159 мг/дл / mg/dL	3,4-4,1 ммоль/л / mmol/L	Погранично высокий уровень/ Borderline high
160-189 мг/дл / mg/dL	4,1-4,9 ммоль/л / mmol/L	Высокий уровень/ High level
≥ 190 мг/дл / mg/dL	≥ 4,9 ммоль/л / mmol/L	Очень высокий уровень/ Very high level
Холестерин ЛПВП / HDL cholesterol		
≤ 40 мужчины/men мг/дл / mg/dL ≤ 50 женщины/women мг/дл / mg/dL	≤ 1 ммоль/л / mmol/L ≤ 1,3 ммоль/л / mmol/L	Недостаточный уровень/ Insufficient level
40-59 мужчины/men мг/дл / mg/dL 50-59 женщины/women мг/дл / mg/dL	1-1,5 ммоль/л / mmol/L 1,3-1,5 ммоль/л / mmol/L	Оптимальный уровень/ Optimal level
≥ 60 мг/дл / mg/dL	≥ 1,5 ммоль/л / mmol/L	Желательный уровень/ Desired level
Триглицериды/Triglycerides		
≤ 150 мг/дл / mg/dL	≤ 1,7 ммоль/л / mmol/L	Желательный уровень/ Desired level
150-199 мг/дл / mg/dL	1,7-2,2 ммоль/л / mmol/L	Погранично высокий уровень/ Borderline high
200-499 мг/дл / mg/dL	2,3-5,6 ммоль/л / mmol/L	Высокий уровень/ High level
≥ 500 мг/дл / mg/dL	≥ 5,6 ммоль/л / mmol/L	Очень высокий уровень/ Very high level

ции, метаболической функции, а также липидного профиля сыворотки крови у лиц с гипертонической болезнью и без неё [16]. Aghaei Bahmanbeglou N. и соавторы пришли к выводу, что 10 недель ВИИТ не эффективны для снижения уровня ТГ, несмотря на то, что физическая реабилитация имела гипотензивный эффект у пациентов с гипертонической болезнью 1 стадии [16], их результаты также подтверждаются работой Elmer D.J. и др., которые не обнаружили снижения уровня ТГ после 8 недель ВИИТ [17]. В некоторых работах указывают, что для достижения значительных изменений в уровне ЛПВП, ЛПНП и ТГ необходимо от 3 до 9 месяцев регулярных аэробных тренировок [18, 19].

Тайцзи как вид аэробных упражнений при физической реабилитации.

Тайцзи – это одна из форм телесно-двигательной практики, включающая ритмичные движения тела, медитацию и глубокое дыхание, имеющая ряд преимуществ для функциональных возможностей различных систем

организма [19]. Тайцзи классифицируют как разновидность аэробных упражнений [20], в отличие от таких направлений как цигун или бадуаньцзинь [21]. Один час занятия тайцзи имеет энергорасход 300–400 ккал, соответствующая расходу энергии во время умеренной физической активности [22]. В большинстве контролируемых исследований с применением практики тайцзи используется программа с 5 занятиями в неделю, что соответствует энергозатратам в 1500–2000 ккал и указывалось ранее в работе Kraus W. E. и соавторов как необходимый объем аэробной работы для положительного изменения липидного профиля сыворотки крови.

Метаанализ Liang H. и соавторов показал, что тайцзи снижает: систолическое артериальное давление и диастолическое артериальное давление на 12 мм рт. ст. и 6 мм рт. ст. соответственно, а также ОХ, ТГ, ЛПНП и уровень глюкозы в крови взрослых с артериальной гипертензией [15]. В своем метаанализе de Souza Filho Z. A. и соавторы отмечают, что тайцзи может значительно снизить уровень ТГ, ЛПНП и глюкозы в крови при программе ле-

чения продолжительностью в 3 месяца, но не при более длительной в 6 месяцев, связывая полученные результаты с наличием сбалансированной диеты и контролем жирового образа жизни (например, отказом от курения, ограничением употребления алкогольных напитков) при коротком периоде реабилитации [23]. Можно предположить, что эффективность тайцзи как разновидности аэробных упражнений опосредована большим количеством задействованной в физической активности скелетной мышечной массой тела с использованием мышц как верхних, так и нижних конечностей, способствует тем самым большим энергозатратам и дает лучший гипотензивный эффект с положительными изменениями липидного профиля сыворотки крови.

Влияние низкоинтенсивных аэробных упражнений, выполняемых при гипертермических условиях. Акклиматизация к теплу способствует значительному улучшению липидного профиля сыворотки крови. Rivas E. и соавторы в своем исследовании зафиксировали снижение холестерина и триглицеридов после низкоинтенсивных аэробных упражнений при гипертермических условиях (90 минут ходьбы на беговой дорожке) [24]. Несмотря на то, что обычно благоприятные эффекты тренировок включают уменьшение жировой массы тела, что, в частности, способствует улучшению липидного профиля сыворотки крови [25], жировая масса в исследовании Rivas E. и соавторов не уменьшилась, однако показатели липидного профиля были улучшены, что может быть связано с гипертермией во время физической активности. Также сообщалось об увеличении свободных жирных кислот после однократного и многократного пассивного теплового воздействия (при температуре окружающей среды в 42 °C) как в состоянии покоя (в течение 120 минут), так и во время физических упражнений (в течение 30 минут) у здоровых молодых людей [26], что может свидетельствовать об усилении липолиза (секреции свободных жирных кислот из адипоцитов), вызванного гипертермией [27]. Имеющиеся данные демонстрируют пользу низкоинтенсивных аэробных упражнений в гипертермических условиях, что впоследствии может стать новым подходом во время физической реабилитации при дислипидемии у людей, имеющих ограничения в нагрузках по состоянию здоровья опорно-двигательного аппарата.

Факторы, влияющие на величину эффекта во время физической реабилитации. Когда у пациентов исходный уровень ТГ низкий, наблюдается небольшое снижение данного маркера после физических упражнений. Напротив, когда исходный уровень ТГ высокий, данное снижение становится значительным. Предполагая тем самым возможность, что исходный уровень ТГ перед физической реабилитацией может быть решающим фактором, влияющим на реакцию после упражнений [28]. С другой стороны, эффективность реабилитации бывает разной в зависимости от возраста участников исследования, их пола и состояния здоровья.

Явление отсутствия изменений в уровне ЛПНП после длительных аэробных упражнений, при наличии изменений концентраций ТГ и ЛПВП в сыворотке крови, Goldberg A.C. и соавторы связывают с различием в индексе массы тела (ИМТ) у пациентов. Несколько исследований показали, что одни только аэробные упражнения не окажут значительного влияния на уровень ЛПНП, если только ИМТ пациента не изменится во время физической реабилитации. Кроме того, имеются данные, что каждый потерянный килограмм жировой массы тела может при-

вести к потере ЛПНП на 0,8 мг/дл [29]. В противовес этой концепции хорошо известно, что один продолжительный сеанс равномерной среднеинтенсивной тренировки вызывает гипотриацилглицеролемический эффект, который проявляется через 12–24 часа после физической активности и сохраняется до 72 часов [30]. Существуют убедительные доказательства того, что однократная тренировка может вызвать резкое снижение уровня триглицеридов и повышение уровня ЛПВП [31]. Одна тренировка вызывает метаболические изменения, которые сохраняются в течение ограниченного времени. Выполнение повторных сеансов до того, как эффект от первого полностью исчезнет, может привести к еще большей пользе (т.е. к накоплению кумулятивных эффектов) [32]. В этом случае польза будет зависеть от последующих тренировок, а также от предыдущих тренировок, завершаемых за заданный промежуток времени. Однако сложно количественно оценить взаимодействие острых и хронических эффектов физических упражнений на уровне липидов и липопротеинов в плазме. Однако обнаружено, что улучшение профиля липопротеиновых фракций в сыворотке крови происходило практически без потери индекса массы тела в группах, выполняющих аэробные упражнения (средняя потеря колебалась от 0,33 до 2,5 кг или 0,3% или 2,8%). Поскольку ранее Stevens J. и его коллеги рекомендовали определять поддержание веса как изменение индекса массы тела менее 3% [33], эти результаты можно считать независимыми от потери массы тела.

Возможные физиологические механизмы, способствующие нормализации липидного профиля сыворотки крови после аэробных упражнений. Повышение липопротеинлипазы отмечают вероятным физиологическим механизмом, с помощью которого аэробные упражнения улучшают липидный профиль сыворотки крови. Различные исследования показывают, что аэробные упражнения могут снизить уровень триглицеридов и повысить уровень ЛПВП за счет влияния активности липопротеинлипазы [34]. Следовательно, существуют дополнительные доказательства в поддержку представления о том, что помимо изменения общего холестерина и ЛПНП, тренировки могут также влиять на здоровье сердечно-сосудистой системы другими секреторными путями. Механизмы, лежащие в основе положительного воздействия регулярных аэробных упражнений на метаболизм липидов, полностью не выяснены, но предполагается, что они включают повышение клиренса ЛПНП в плазме крови за счет истощения в печени. После выделения из печени в кровообращение, ЛПНП подвергаются липолитическому действию липопротеинлипазы, которая гидролизует липопротеины, делая их меньше, для последующего пополнения ими внутримышечных триглицеридов, окисленных во время выполнения аэробных упражнений [35].

Заключение

Физическая реабилитация с применением аэробной работы ввиду ее экономической выгоды, преимуществ в отсутствии побочных эффектов, хорошего взаимодействия с лекарствами, а также эффективности в снижении артериального давления и нормализации липидного профиля сыворотки крови, должна быть частью каждого и неблагоприятных исходов. В данном виде лечения для малоактивного населения рекомендуется выбирать упражнения, требующие простых двигательных навыков, например, ручная эргометрия и велоэргометрия,

которые позволят выполнять высокоинтенсивные интервальные тренировки или равномерные среднеинтенсивные тренировки без специальной подготовки. Важно подчеркнуть, что использование сочетания упражнений с участием мышц верхних и нижних конечностей может положительно повлиять на приверженность участников тренировочным программам в долгосрочной перспекти-

ве и способствовать лучшему результату реабилитации. Полученные в результате нашего интерактивного обзора параметры необходимо учитывать при моделировании протокола физической реабилитации, а также при проведении будущих рандомизированных контролируемых исследований.

Список литературы

1. Аронов Д.М., Иоселиани Д.Г., Бубнова М.Г., Красницкий В.Б., Гринштейн Ю.И., Гуляева С.Ф., Ефремушкин Г.Г., Лямина Н.П. Результаты российского рандомизированного контролируемого клинического исследования по оценке клинической эффективности комплексной годичной программы реабилитации с включением физических тренировок у трудоспособных больных, перенесших острый инфаркт миокарда на фоне артериальной гипертензии. Вестник восстановительной медицины. 2017; 5(81): 2-11.
2. Бойцов С.А., Иванова Г.Е., Рогоза А.Н., Герцик Ю.Г., Герцик Г.Я. Анализ методов и технических решений для измерения артериального давления с применением телемедицинских технологий при кардиологических исследованиях в процессе медицинской реабилитации. Вестник восстановительной медицины. 2018; 6(88): 91-95.
3. Давыдов С.О., Степанов А.В., Кузник Б.И., Гусева Е.С. Влияние кинезотерапии на уровень адгезивной молекулы jam-a у больных гипертонической болезнью. Вестник восстановительной медицины. 2017; 5(81): 33-37.
4. Тарасевич А.Ф. Новые возможности увеличения приверженности пациентов к модификации образа жизни. Вестник восстановительной медицины. 2017; 1(77): 63-71.
5. Тхакушинов Р.А., Лысенков С.П., Даутов Ю.Ю., Уракова Т.Ю. Разгрузочно-диетическая терапия в комплексном лечении и профилактике больных артериальной гипертензией и ожирением. Вестник восстановительной медицины. 2017; 5(81): 45-51.
6. Wood G., Murrell A., van der Touw T., Smart N. HIIT is not superior to MICT in altering blood lipids: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. 2019; 5(1): e000647 p. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000647>
7. Orozco-Beltran D., Gil-Guillen V.F., Redon J., Martin-Moreno J.M., Pallares-Carratala V., Navarro-Perez J., Valls-Roca F., Sanchis-Domenech C., Fernandez-Gimenez A., Perez-Navarro A., Bertomeu-Martinez V., Bertomeu-Gonzalez V., Cordero A., Pascual de la Torre M., Trillo J.L., Carratala-Munuera C., Pita-Fernandez S., Uso R., Durazo-Arvizu R., Cooper R., Sanz G., Castellano J.M., Ascaso J.F., Carmena R., Tellez-Plaza M. ESCARVAL Study Group. Lipid profile, cardiovascular disease and mortality in a Mediterranean high-risk population: The ESCARVAL-RISK study. *PLoS One*. 2017; 12(10): e0186196 p. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186196>
8. Ostman C., Smart N.A., Morcos D., Duller A., Ridley W., Jewiss D. The effect of exercise training on clinical outcomes in patients with the metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovascular Diabetology*. 2017; 16(1): 110 p. <https://doi.org/10.1186/s12933-017-0590-y>
9. Gordon B., Chen S., Durstine J.L. The effects of exercise training on the traditional lipid profile and beyond. *Current Sports Medicine Reports*. 2014; 13(4): 253-259. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000073>
10. Plaisance E.P., Grandjean P.W., Mahurin A.J. Independent and combined effects of aerobic exercise and pharmacological strategies on serum triglyceride concentrations: a qualitative review. *Phys Sportsmed*. 2009; 37(1): 11-19. <https://doi.org/10.3810/psm.2009.04.1678>
11. Mayo Clinic. High cholesterol. Available at: <http://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/high-bloodcholesterol/diagnosis-treatment/diagnosis/dxc-20350806>. (accessed May 14, 2021).
12. Norton K., Norton L., Sadgrove D. Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2010; 13(5): 496-502. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.09.008>
13. Seiler S., Intervals T.E. Thresholds, and long slow distance: the role of intensity and duration in endurance training. *Sport Science*. 2019; (13): 32-53.
14. Kraus W.E., Houmard J.A., Duscha B.D., Knetzger K.J., Wharton M.B., McCartney J.S., Bales C.W., Henes S., Samsa G.P., Otvos J.D., Kulkarni K.R., Slenz C.A. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *The New England Journal of Medicine*. 2002; 347(19): 1483-92. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa020194>
15. Liang H., Luo S., Chen X., Lu Y., Liu Z., Wei L. Effects of Tai Chi exercise on cardiovascular disease risk factors and quality of life in adults with essential hypertension: A meta-analysis. *Heart & Lung*. 2020; 49(4): 353-363. <https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2020.02.041>
16. Aghaei Bahmanbeglou N., Ebrahim K., Maleki M., Nikpajouh A., Ahmadizad S. Short-Duration High-Intensity Interval Exercise Training Is More Effective Than Long Duration for Blood Pressure and Arterial Stiffness But Not for Inflammatory Markers and Lipid Profiles in Patients With Stage 1 Hypertension. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 2019; 39(1): 50-55. <https://doi.org/10.1097/HCR.0000000000000377>
17. Elmer D.J., Laird R.H., Barberio M.D., Pascoe D.D. Inflammatory, lipid, and body composition responses to interval training or moderate aerobic training. *European Journal of Applied Physiology*. 2016; 116(3): 601-609. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3308-4>
18. Hartung G., da Cunha Nascimento D., de Sousa N.M.F. Enhancing of women functional status with metabolic syndrome by cardioprotective and anti-inflammatory effects of combined aerobic and resistance training. *PLoS One*. 2014; 9(11): e110160. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110160>
19. Lee M.S., Pittler M.H., Ernst E. Tai chi for osteoarthritis: a systematic review. *Clinical Rheumatology*. 2008; 27(2): 211-218. <https://doi.org/10.1007/s10067-007-0700-4>
20. Taylor-Piliae R.E., Froelicher E.S. The effectiveness of Tai Chi exercise in improving aerobic capacity: A metaanalysis. *Journal of Cardiovascular Nursing*. 2004; (19): 48-57. <https://doi.org/10.1097/00005082-200401000-00009>
21. Koh T. Baduanjin-an ancient Chinese exercise. *The American Journal of Chinese Medicine*. 1982; 10(01n04): 14-21. <https://doi.org/10.1142/S0192415X8200004X>
22. Ainsworth B.E., Haskell W.L., Whitt M.C., Irwin M.L., Swartz A.M., Strath S.J., O'Brien W.L., Bassett Dr.Jr., Schmitz K.H., Emplaincourt P.O., Jacobs Dr.Jr., Leon A.S. Compendium of physical activities: An update of activity codes and MET intensities. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2000; 32(9): S498-S504. <https://doi.org/10.1097/00005768-200009001-00009>
23. de Souza Filho Z.A., Ferreira A.A., Dos Santos J., Meira K.C., Pierin A.M.G. Cardiovascular risk factors with an emphasis on hypertension in the Mura Indians from Amazonia. *BMC Public Health*. 2018; (18): 1251 p. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-6160-8>
24. Rivas E., Crandall C.G., Suman O.E., Moustaid-Moussa N., Ben-Ezra V. Exercise heat acclimation causes post-exercise hypotension and favorable improvements in lipid and immune profiles: A crossover randomized controlled trial. *Journal of Thermal Biology*. 2019; (84): 266-273. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.07.017>
25. Nordmann A.J., Nordmann A., Briel M., Keller U., Yancy W.S., Brehm B.J., Bucher H.C. Effects of low-carbohydrate vs low-fat diets on weight loss and cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized controlled trials. *JAMA Internal Medicine*. 2006; 166(3): 285-293. <https://doi.org/10.1001/archinte.166.3.285>
26. O'Hearn K., Tinglestad H.C., Blondin D., Tang V., Filion L.G., Haman F. Heat exposure increases circulating fatty acids but not lipid oxidation at rest and during exercise. *Journal of Thermal Biology*. 2016; (55): 39-46. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2015.11.002>
27. Lee J.B., Kim T.W. Increased levels of FFA during passive heat loading after a 2-week repeated heat load in Koreans. *International Journal of Biometeorology*. 2015; 59(4): 473-475. <https://doi.org/10.1007/s00484-014-0849-x>
28. Wang Y., Shen L., Xu D. Aerobic exercise reduces triglycerides by targeting apolipoprotein C3 in patients with coronary heart disease. *Clinical Cardiology*. 2019; 42(1): 56-61. <https://doi.org/10.1002/clc.23104>

29. Goldberg A.C., Hopkins P.N., Toth P.P., Ballantyne C.M., Rader D.J., Robinson J.G., Daniels S.R., Gidding S.S., de Ferranti S.D., Ito M.K., McGowan M.P., Moriarty P.M., Cromwell W.C., Ross J.L., Ziajka P.E. National Lipid Association Expert Panel on Familial Hypercholesterolemia. Familial hypercholesterolemia: screening, diagnosis and management of pediatric and adult patients: clinical guidance from the National Lipid Association Expert Panel on Familial Hypercholesterolemia. *Journal of Clinical Lipidology*. 2011; 5(3): S1-S8. <https://doi.org/10.1016/j.jacl.2011.04.003>
30. Magkos F. Basal very low-density lipoprotein metabolism in response to exercise: mechanisms of hypertriglyceridemia. *Progress in Lipid Research*. 2009; 48(3-4): 171-190. <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2009.02.003>
31. Thompson P.D., Crouse S.F., Goodpaster B., Kelley D., Moyna N., Pescatello L. The acute versus the chronic response to exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2001; 33(6): S438-S453. <https://doi.org/10.1097/00005768-200106001-00012>
32. Waggoner J.D., Robison C.E., Ackerman T.A., Davis P.G. Effects of exercise accumulation on plasma lipids and lipoproteins. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2015; 40(5): 441-447. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0321>
33. Stevens J., Truesdale K.P., McClain J.E., Cai J. The definition of weight maintenance. *International Journal of Obesity*. 2005; 30(3): 391-399. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803175>
34. Plaisance E.P., Grandjean P.W., Mahurin A.J. Independent and combined effects of aerobic exercise and pharmacological strategies on serum triglyceride concentrations: a qualitative review. *The Physician and Sports Medicine*. 2009; 37(1): 11-19. <https://doi.org/10.3810/psm.2009.04.1678>
35. Sarzynski M.A., Burton J., Rankinen T., Blair S.N., Church T.S., Després J.P., Hagberg J.M., Landers-Ramos R., Leon A.S., Mikus C.R., Rao D.C., Seip R.L., Skinner J.S., Slentz C.A., Thompson P.D., Wilund K.R., Kraus W.E., Bouchard C. The effects of exercise on the lipoprotein subclass profile: A meta-analysis of 10 interventions. *Atherosclerosis*. 2015; 243(2): 364-372. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2015.10.018>

References

1. Aronov D.M., Ioseliani D.G., Bubnova M.G., Krasnickij V.B., Grinshtejn Ju.I., Guljaeva S.F., Efremushkin G.G., Ljamina N.P. Rezul'taty rossijskogo randomizirovannogo kontroliruemogo klinicheskogo issledovaniya po ocenke klinicheskoy jeffektivnosti kompleksnoj godichnoj programmy reabilitacii s vkljucheniem fizicheskikh trenirovok u trudospособnyh bol'nyh, perenessih ostryj infarkt miokarda na fone arterial'noj gipertonii [Results of a russian randomized controlled clinical trial evaluating the clinical effectiveness of a comprehensive annual rehabilitation program with the inclusion of physical training in able-bodied patients who underwent acute myocardial infarction in the presence of arterial hypertension]. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2017; 5(81): 2-11 (In Russ.).
2. Bojcov S.A., Ivanova G.E., Rogoza A.N., Gercik Ju.G., Gercik G.Ja. Analiz metodov i tehniceskikh reshenij dlja izmerenija arterial'nogo davlenija s primeneniem telemedicinskih tehnologij pri kardiologicheskikh issledovaniyah v processe medicinskoj reabilitacii [Analysis of methods and technical solutions for measuring blood pressure using telemedicine technologies in cardiology studies during medical rehabilitation]. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2018; 6(88): 91-95 (In Russ.).
3. Davydov S.O., Stepanov A.V., Kuznik B.I., Guseva E.S. Vlijanie kineziterapii na uroven' adgezivnoj molekuly jam-a u bol'nyh gipertonicheskoj bolezn'ju [The effect of kinesitherapy on the level of the jam-a adhesive molecule in patients with hypertension]. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2017; 5(81): 33-37 (In Russ.).
4. Tarasevich A.F. Novye vozmozhnosti uvelichenija priverzhennosti pacientov k modifikacii obraza zhizni [New opportunities to increase patient commitment to lifestyle modification]. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2017; 1(77): 63-71 (In Russ.).
5. Thakushinov R.A., Lysenkov S.P., Dautov Ju.Ju., Urakova T.Ju. Razgruzochno-dieticheskaja terapija v kompleksnom lechenii i profilaktike bol'nyh arterial'noj gipertonie i ozhireniem [Unloading and dietary therapy in the complex treatment and prevention of patients with arterial hypertension and obesity]. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2017; 5(81): 45-51 (In Russ.).
6. Wood G., Murrell A., van der Touw T., Smart N. HIIT is not superior to MICT in altering blood lipids: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. 2019; 5(1): e000647 p. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000647>
7. Orozco-Beltran D., Gil-Guillen V.F., Redon J., Martin-Moreno J.M., Pallares-Carratala V., Navarro-Perez J., Valls-Roca F., Sanchis-Domenech C., Fernandez-Gimenez A., Perez-Navarro A., Bertomeu-Martinez V., Bertomeu-Gonzalez V., Cordero A., Pascual de la Torre M., Trillo J.L., Carratala-Munuera C., Pita-Fernandez S., Uso R, Durazo-Arvizu R., Cooper R., Sanz G, Castellano J.M., Ascaso J.F., Carmena R., Tellez-Plaza M. ESCARVAL Study Group. Lipid profile, cardiovascular disease and mortality in a Mediterranean high-risk population: The ESCARVAL-RISK study. *PLoS One*. 2017; 12(10): e0186196 p. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186196>
8. Ostman C., Smart N.A., Morcos D., Duller A., Ridley W., Jewiss D. The effect of exercise training on clinical outcomes in patients with the metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovascular Diabetology*. 2017; 16(1): 110 p. <https://doi.org/10.1186/s12933-017-0590-y>
9. Gordon B., Chen S., Durstine J.L. The effects of exercise training on the traditional lipid profile and beyond. *Current Sports Medicine Reports*. 2014; 13(4): 253-259. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000073>
10. Plaisance E.P., Grandjean P.W., Mahurin A.J. Independent and combined effects of aerobic exercise and pharmacological strategies on serum triglyceride concentrations: a qualitative review. *Phys Sportsmed*. 2009; 37(1): 11-19. <https://doi.org/10.3810/psm.2009.04.1678>
11. Mayo Clinic. High cholesterol. Available at: <http://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/high-bloodcholesterol/diagnosis-treatment/diagnosis/dxc-20350806>. (accessed May 14, 2021).
12. Norton K., Norton L., Sadgrove D. Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2010; 13(5): 496-502. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.09.008>
13. Seiler S., Intervals T.E. Thresholds, and long slow distance: the role of intensity and duration in endurance training. *Sport Science*. 2019; (13): 32-53.
14. Kraus W.E., Houmar J.A., Duscha B.D., Knetzger K.J., Wharton M.B., McCartney J.S., Bales C.W., Henes S., Samsa G.P., Otvos J.D., Kulkarni K.R., Slentz C.A. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *The New England Journal of Medicine*. 2002; 347(19): 1483-92. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa020194>
15. Liang H., Luo S., Chen X., Lu Y., Liu Z., Wei L. Effects of Tai Chi exercise on cardiovascular disease risk factors and quality of life in adults with essential hypertension: A meta-analysis. *Heart & Lung*. 2020; 49(4): 353-363. <https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2020.02.041>
16. Aghaei Bahmanbeglou N., Ebrahim K., Maleki M., Nikpajouh A., Ahmadizad S. Short-Duration High-Intensity Interval Exercise Training Is More Effective Than Long Duration for Blood Pressure and Arterial Stiffness But Not for Inflammatory Markers and Lipid Profiles in Patients With Stage 1 Hypertension. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 2019; 39(1): 50-55. <https://doi.org/10.1097/HCR.0000000000000377>
17. Elmer D.J., Laird R.H., Barberio M.D., Pascoe D.D. Inflammatory, lipid, and body composition responses to interval training or moderate aerobic training. *European Journal of Applied Physiology*. 2016; 116(3): 601-609. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3308-4>
18. Hartung G., da Cunha Nascimento D., de Sousa N.M.F. Enhancing of women functional status with metabolic syndrome by cardioprotective and anti-inflammatory effects of combined aerobic and resistance training. *PLoS One*. 2014; 9(11): e110160. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110160>
19. Lee M.S., Pittler M.H., Ernst E. Tai chi for osteoarthritis: a systematic review. *Clinical Rheumatology*. 2008; 27(2): 211-218. <https://doi.org/10.1007/s10067-007-0700-4>
20. Taylor-Piliae R.E., Froelicher E.S. The effectiveness of Tai Chi exercise in improving aerobic capacity: A metaanalysis. *Journal of Cardiovascular Nursing*. 2004; (19): 48-57. <https://doi.org/10.1097/00005082-200401000-00009>
21. Koh T. Baduanjin-an ancient Chinese exercise. *The American Journal of Chinese Medicine*. 1982; 10(01n04): 14-21. <https://doi.org/10.1142/S0192415X8200004X>
22. Ainsworth B.E., Haskell W.L., Whitt M.C., Irwin M.L., Swartz A.M., Strath S.J., O'Brien W.L., Bassett Dr.Jr., Schmitz K.H., Emplainscourt P.O., Jacobs Dr.Jr., Leon A.S. Compendium of physical activities: An update of activity codes and MET intensities. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2000; 32(9): S498-S504. <https://doi.org/10.1097/00005768-200009001-00009>
23. de Souza Filho Z.A., Ferreira A.A., Dos Santos J., Meira K.C., Pierin A.M.G. Cardiovascular risk factors with an emphasis on hypertension in the Mura Indians from Amazonia. *BMC Public Health*. 2018; (18): 1251 p. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-6160-8>

24. Rivas E., Crandall C.G., Suman O.E., Moustaid-Moussa N., Ben-Ezra V. Exercise heat acclimation causes post-exercise hypotension and favorable improvements in lipid and immune profiles: A crossover randomized controlled trial. *Journal of Thermal Biology*. 2019; (84): 266-273. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.07.017>
25. Nordmann A.J., Nordmann A., Briel M., Keller U., Yancy W.S., Brehm B.J., Bucher H.C. Effects of low-carbohydrate vs low-fat diets on weight loss and cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized controlled trials. *JAMA Internal Medicine*. 2006; 166(3): 285-293. <https://doi.org/10.1001/archinte.166.3.285>
26. O'Hearn K., Tingelstad H.C., Blondin D., Tang V., Filion L.G., Haman F. Heat exposure increases circulating fatty acids but not lipid oxidation at rest and during exercise. *Journal of Thermal Biology*. 2016; (55): 39-46. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2015.11.002>
27. Lee J.B., Kim T.W. Increased levels of FFA during passive heat loading after a 2-week repeated heat load in Koreans. *International Journal of Biometeorology*. 2015; 59(4): 473-475. <https://doi.org/10.1007/s00484-014-0849-x>
28. Wang Y., Shen L., Xu D. Aerobic exercise reduces triglycerides by targeting apolipoprotein C3 in patients with coronary heart disease. *Clinical Cardiology*. 2019; 42(1): 56-61. <https://doi.org/10.1002/clc.23104>
29. Goldberg A.C., Hopkins P.N., Toth P.P., Ballantyne C.M., Rader D.J., Robinson J.G., Daniels S.R., Gidding S.S., de Ferranti S.D., Ito M.K., McGowan M.P., Moriarty P.M., Cromwell W.C., Ross J.L., Ziajka P.E. National Lipid Association Expert Panel on Familial Hypercholesterolemia. Familial hypercholesterolemia: screening, diagnosis and management of pediatric and adult patients: clinical guidance from the National Lipid Association Expert Panel on Familial Hypercholesterolemia. *Journal of Clinical Lipidology*. 2011; 5(3): S1-S8. <https://doi.org/10.1016/j.jacl.2011.04.003>
30. Magkos F. Basal very low-density lipoprotein metabolism in response to exercise: mechanisms of hypertriglyceridemia. *Progress in Lipid Research*. 2009; 48(3-4): 171-190. <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2009.02.003>
31. Thompson P.D., Crouse S.F., Goodpaster B., Kelley D., Moyna N., Pescatello L. The acute versus the chronic response to exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2001; 33(6): S438-S453. <https://doi.org/10.1097/00005768-200106001-00012>
32. Wagganer J.D., Robison C.E., Ackerman T.A., Davis P.G. Effects of exercise accumulation on plasma lipids and lipoproteins. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2015; 40(5): 441-447. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0321>
33. Stevens J., Truesdale K.P., McClain J.E., Cai J. The definition of weight maintenance. *International Journal of Obesity*. 2005; 30(3): 391-399. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803175>
34. Plaisance E.P., Grandjean P.W., Mahurin A.J. Independent and combined effects of aerobic exercise and pharmacological strategies on serum triglyceride concentrations: a qualitative review. *The Physician and Sports Medicine*. 2009; 37(1): 11-19. <https://doi.org/10.3810/psm.2009.04.1678>
35. Sarzynski M.A., Burton J., Rankinen T., Blair S.N., Church T.S., Després J.P., Hagberg J.M., Landers-Ramos R., Leon A.S., Mikus C.R., Rao D.C., Seip R.L., Skinner J.S., Slentz C.A., Thompson P.D., Wilund K.R., Kraus W.E., Bouchard C. The effects of exercise on the lipoprotein subclass profile: A meta-analysis of 10 interventions. *Atherosclerosis*. 2015; 243(2): 364-372. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2015.10.018>

Информация об авторах:

Форменов Александр Дмитриевич, аспирант кафедры физиологии, Российский государственный университет физической культуры, спорта и туризма.

E-mail: formenov@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8576-9681>

Мирошников Александр Борисович, кандидат биологических наук, доцент кафедры спортивной медицины, Российский государственный университет физической культуры, спорта и туризма.

E-mail: benedikt116@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4030-0302>

Смоленский Андрей Вадимович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой спортивной медицины, Российский государственный университет физической культуры, спорта и туризма.

E-mail: Smolensky52@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-5663-9936>

Вклад авторов: Смоленский А.В. – концепция и дизайн интегративного обзора; Форменов А.Д., Мирошников А.Б. – поиск и обработка литературных источников, написание текста, редактирование.

Information about the authors:

Alexander D. Formenov, graduate student of the Department of Physiology, Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism.

E-mail: formenov@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8576-9681>

Alexander B. Miroshnikov, Cand. Sci. (Biol.), Associate Professor of Sports Medicine Department, Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism.

E-mail: benedikt116@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4030-0302>

Andrey V. Smolensky, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Sports Medicine Department, Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism.

E-mail: Smolensky52@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-5663-9936>

Contribution: Smolensky A.V. – concept and design of an integrative review; Formenov A.D., Miroshnikov A.B. – search and processing of literary sources, text writing, editing.

