

Физическая активность — полувековая история формирования рекомендаций и поиска методов оценки

А. В. Орлов¹, О. П. Ротарь^{1,2}, М. А. Бояринова¹,
Е. А. Демченко¹, А. О. Конради^{1,2}

¹ ФГБУ «Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

² Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

Контактная информация:

Орлов Александр Викторович,
ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова»
Минздрава России, ул. Аккуратова,
д. 2, Санкт-Петербург, Россия, 197341.
E-mail: orlov_av@almazovcentre.ru

Статья поступила в редакцию
09.12.15 и принята к печати 30.12.15.

Резюме

Уже более 50 лет проводятся исследования в области физической активности и ее профилактической значимости в развитии хронических неинфекционных заболеваний. Изначально задачей данных исследований была оценка риска сердечно-сосудистых событий на высоте нагрузки, а в дальнейшем ведущей целью стало исследование феномена адаптации к физическим упражнениям как превентивной меры и определение оптимальных характеристик нагрузки. С течением времени менялись методические подходы к оценке интенсивности и длительности физических упражнений — от субъективных методов на основе дневников и опросников до современных мобильных устройств — шагомеров и акселерометров, что находило свое отражение в изменении рекомендаций по физической активности. На сегодняшний день всемирно признанными считаются рекомендации Всемирной организации здравоохранения 2010 года, однако в данной области остаются нерешенными еще многие вопросы ввиду отсутствия идеального для эпидемиологических исследований метода оценки физической нагрузки.

Ключевые слова: физическая активность, рекомендации, методы оценки

Для цитирования: Орлов А. В., Ротарь О. П., Бояринова М. А., Демченко Е. А., Конради А. О. Физическая активность — полувековая история формирования рекомендаций и поиска методов оценки. Артериальная гипертензия. 2016;22(2):153–159. doi: 10.18705/1607-419X-2016-22-2-153-159.

Physical activity — history and development of methodology and guidelines

A. V. Orlov¹, O. P. Rotar^{1,2}, M. A. Boyarinova¹,
E. A. Demchenko¹, A. O. Konradi^{1,2}

¹ V. A. Almazov Federal North-West Medical Research Centre,
St Petersburg, Russia

² ITMO University, St Petersburg, Russia

Corresponding author:

Aleksandr V. Orlov,
V.A. Almazov Federal North-West
Medical Research Centre, 2 Akkuratov
street, St Petersburg, 197341 Russia.
E-mail: orlov_av@almazovcentre.ru

Received 9 December 2015;
accepted 30 December 2015.

Abstract

First studies in the field of physical activity and its role in chronic non-communicable diseases prevention were published more than 50 years ago. Initially, the goal of these investigations was to assess the risk of cardiovascular events during exercises. However, later the assessment of optimal intensity and duration of physical activity within preventive measures became the leading issue of research. Evolution of methodological approaches in physical activity assessment — from subjective methods based on the diaries and questionnaires to modern mobile devices — pedometers and accelerometers, required the changes in physical activity guidelines. Global recommendations on physical activity for health, published by WHO in 2010, leave many open questions due to the lack of an ideal method for physical activity evaluation.

Key words: physical activity, recommendations, evaluation methods

For citation: Orlov AV, Rotar OP, Boyarinova MA, Demchenko EA, Konradi AO. Physical activity — history and development of methodology and guidelines. *Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension*. 2016;22(2):153–159. doi: 10.18705/1607-419X-2016-22-2-153-159.

Введение

Исследования в области физической активности и ее роли в развитии сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) начались в конце 60-х годов прошлого столетия. В эти годы ряд исследователей опубликовали первые данные о распространении гиподинамии в мире и о возможном влиянии этого феномена на развитие ССЗ. В то же время со стороны некоторых спортивных организаций предпринимались попытки сформулировать и внедрить в практику свои рекомендации по физической активности, однако большая часть исследований, на которые опирались данные рекомендации, имела незначительную доказательную базу. В дальнейшем были получены данные в наблюдательных исследованиях, продемонстрировавших протективное влияние физической активности на здоровье [1]. В то время многие исследователи и врачи полагали,

что физические упражнения, особенно интенсивные (включающие участие в разного рода соревнованиях), не показаны лицам старше 45 лет, так как увеличивают риск внезапной сердечной смерти. Таким образом, возникла необходимость формирования рекомендаций по физической активности. Одной из первых работ в этой области стали рекомендации Американской ассоциации сердца (American Heart Association, АНА) — в 1972 году было опубликовано руководство для врачей «Оценка риска физических упражнений для здоровых лиц» (Exercise Testing and Training of Apparently Healthy Individuals: A Handbook for Physicians) [2]. Данные рекомендации были нацелены на определение сердечно-сосудистого резерва, на формирование алгоритмов допуска к тренировкам и снижение риска развития сердечно-сосудистых событий во время физических нагрузок.

Тогда же, в начале 70-х годов, были достаточно подробно изучены физиологические механизмы адаптации организма человека к физическим нагрузкам. Было показано, что тренированный организм, в отличие от нетренированного, отличается минимальной функцией в покое, адекватностью реакций, как на стандартную нагрузку, так и на максимальную (стрессовую). Достижение физической тренированности возможно путем многократных регулярных физических упражнений минимальной длительностью 8–10 минут, что приводит к запуску механизмов не только экстренной, как при коротких и нерегулярных нагрузках, но и длительной адаптации [3]. Именно с физической тренированностью связывают протективный эффект физических нагрузок, что нашло свое отражение в первом руководстве, в основу которого легли данные эпидемиологических исследований. Оно было опубликовано Pollock и соавторами в 1973 году и называлось «Количественная оценка физических нагрузок» «The Quantification of Exercise Training Programs». Руководство было адресовано преимущественно организаторам здравоохранения и освещало вопросы интенсивности, длительности и типов физических упражнений [4]. Данное руководство содержало рекомендации о выполнении физических упражнений в течение 15–60 минут 3–5 дней в неделю с интенсивностью, приводящей к достижению 60–90 % резерва частоты сердечных сокращений или 50–85 % максимального потребления кислорода. Также в это время были сформулированы ключевые характеристики физической активности: тип физической активности (например, аэробные, статические нагрузки), продолжительность, частота (например, число серий в неделю), интенсивность — средняя (выполнение упражнений на уровне 3,0–5,9 раза от интенсивности покоя) и высокая (6,0 и выше от интенсивности покоя) [1].

В течение последующих десяти лет было опубликовано большое количество работ, демонстрирующих, что наибольшим протективным эффектом в отношении развития ССЗ обладает физическая нагрузка умеренной интенсивности: от 3 до 6 метаболических эквивалентов (MET), осуществляемая в виде коротких повторяющихся эпизодов, например, регулярная ходьба в умеренном темпе, длительностью не менее 30 минут в день [5, 6]. В связи с накоплением достаточного количества данных о роли гиподинамии в развитии ССЗ, в 1992 году Американская ассоциация сердца определила ее как четвертый по значимости фактор риска после курения табака, артериальной гипертензии и гиперхолестеринемии [7]. В течение последующих двух десятилетий вопросам гиподинамии было уделено

большое внимание. Была показана протективная роль физической активности в развитии ССЗ, опосредованная снижением уровня холестерина липопротеинов низкой плотности и артериального давления. В данной связи в большинстве развитых стран мира были опубликованы национальные руководства [8, 9], в основу которых легли сходные положения: ежедневные физические упражнения умеренной интенсивности в течение 30–45 минут в день показаны лицам всех возрастов при отсутствии медицинских противопоказаний [10]; данные физические нагрузки снижают риск развития ССЗ, сахарного диабета 2-го типа и колоректального рака [11]; при достижении вышеуказанных уровней нагрузки возможно ее постепенное увеличение, которое, в свою очередь, будет сопряжено с повышением позитивного влияния на здоровье. В 2010 году Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) опубликовала рекомендации по физической активности для профилактики неинфекционных заболеваний [12], основанные на крупных метаанализах. Следует отметить, что в анализ было включено лишь 10 работ российских авторов, остальные работы не соответствовали международным требованиям. Российские рекомендации в целом не отличаются от таковых ВОЗ [13]. Основные положения данных рекомендаций таковы:

1. Лица в возрасте 18 лет и старше должны уделять не менее 150 минут в неделю аэробной нагрузке средней интенсивности или не менее 75 минут — нагрузке высокой интенсивности.
2. Минимальная длительность каждого эпизода физической активности должна составлять 10 минут непрерывной аэробной нагрузки.
3. Для достижения дополнительного положительного эффекта, длительность аэробных нагрузок может быть увеличена до 300 минут в неделю и более.
4. Физическими упражнениями рекомендовано заниматься два и более раз в неделю.
5. Лицам, неспособным выполнять физические упражнения рекомендованной интенсивности и длительности по состоянию здоровья, показана физическая нагрузка в соответствии с их возможностями.
6. Лицам, имеющим проблемы с двигательной активностью, показано 3 и более дней в неделю выполнения упражнений на равновесие для предотвращения падения.

Следует, однако, отметить, что требуется дополнительное уточнение типа физических упражнений, которые стоит выполнять (эффективность и безопасность статических нагрузок как самих по себе, так и в комбинации с динамическими нагрузками);

эффект комбинации физической активности с диетой на снижение артериального давления и липопротеинов низкой плотности; влияние на здоровье социально-экономических и этнических факторов [14]. Ряд публикаций последних лет также критически оценивает минимальную длительность физических упражнений: по мнению ряда авторов, для лиц с гиподинамией достижение 150-минутной длительности упражнений представляется маловероятным, и обсуждается вопрос снижения данного уровня для нетренированных лиц [15]. Многие авторы сходятся во мнении, что любая физическая нагрузка, пусть даже кратковременная [16], или просто пребывание в положении стоя [17] лучше гиподинамии, однако имеются данные о росте сердечно-сосудистого риска при нерегулярных физических нагрузках [18]. Данный парадокс может быть объяснен отсутствием развития длительной адаптации к физическим нагрузкам у малоподвижных лиц, которые эпизодически делают попытки увеличить уровень физической активности [3]. Следует отметить, что основная доказательная база влияния физической активности на здоровье, в том числе на ССЗ, основана на субъективных методах оценки.

Действительно, полувековая эволюция рекомендаций по физической активности ассоциирована с изменениями в методологических подходах к ее оценке. В 60–70-е годы для оценки физической активности в основном использовались различные дневники, обработка которых занимала колоссальное количество времени, что повлекло за собой необходимость разработки стандартизованных опросников. Это оказалось нелегкой задачей ввиду частой неспособности участников опроса оценить длительность и интенсивность своих нагрузок при ответе на лимитированное число вопросов [19, 20]. В данной связи ВОЗ инициировала разработку международного опросника по физической активности (International physical activity questionnaire), который был опубликован в 1998 году в виде полной и укороченной версий, адаптированных для очного или телефонного опросов [21]. Короткая версия состояла из девяти вопросов и позволяла оценить длительность пребывания в положении сидя и длительность ходьбы, а также степень вовлеченности в занятия физическими упражнениями умеренной или высокой интенсивности в рабочее и в свободное время. Полная версия (31 вопрос) позволяла получить более детализированную информацию о физической активности на работе, во время перемещения на работу и с работы, о работе по дому или на садовом участке, а также о физических упражнениях в свободное время, с отдельными вопросами о скорости ходьбы во время прогулок

и интенсивности езды на велосипеде. Наибольшую распространенность в связи с удобством применения в крупных эпидемиологических исследованиях приобрела короткая версия опросника, которая после некоторой адаптации активно использовалась во всем мире. Так, в США в 2001–2005 годах было проведено исследование BRFSS (Behavioral Risk Factor Surveillance System), куда была включена случайная выборка более 400 тысяч человек старше 18 лет. Для сбора информации проводился телефонный опрос с использованием короткой версии опросника ВОЗ [22]. Достаточной считалась физическая активность не менее 30 минут в день, 5 дней в неделю для умеренной нагрузки и 20 минут в день, 3 дня в неделю — для интенсивной. По данным исследования, у 46,7 % женщин и 49,7 % мужчин отмечен оптимальный уровень физической нагрузки.

В крупном европейском исследовании под эгидой ВОЗ «CINDI» (Countrywide Integrated Noncommunicable Diseases Intervention) также использовалась короткая версия опросника. Данный опросник был валидизирован и в России в конце 90-х годов XX века — в исследовании приняли участие работники одного из заводов Москвы, 400 мужчин и 400 женщин в возрасте 20–59 лет, которые заполнили опросник CINDI, после чего им была выполнена оценка физической подготовки по модифицированной методике Купера — оценка количества приседаний за две минуты [23]. По данным проведенного исследования было показано, что наиболее информативными являются три вопроса — интенсивность физической нагрузки в рабочее время, длительность умеренной и интенсивной физической активности в свободное время и на работе. Коэффициент корреляции между уровнем физической активности согласно субъективной (данным опросника) и объективной (тест Купера) методике составил 0,14–0,20 для женщин и 0,25–0,36 для мужчин, что позволило использовать данный опросник в эпидемиологических исследованиях [24].

Последующие работы показали, что получаемые субъективными методиками данные о росте приверженности к рекомендациям по физической активности могут быть ассоциированы с большей информированностью населения о должном уровне физической активности и связанным с этим выбором «правильного» ответа при опросе. Более того, большая часть лиц с гиподинамией не может адекватно оценить уровень своей физической активности [25] и исходно переоценивает ее, тогда как, физически активные лица, наоборот, недооценивают уровень своих нагрузок [26].

Для решения проблем, возникающих при субъективной оценке физической активности, параллельно с совершенствованием опросников стали развиваться объективные методы. В середине 90-х годов значительно возросло число публикаций об использовании шагомеров. Сами приборы начали применяться еще в 60-е годы, однако в эпидемиологические исследования вошли лишь тридцать лет спустя. Данные устройства были легки в использовании, дешевы и повышали интерес участников к физической активности [27, 28]. Однако при оценке точности измеряемой шагомерами физической нагрузки их чувствительность была подвержена критике — ряд исследований показал, что шагомеры недооценивают ходьбу в медленном темпе (менее 8 м/мин), точность их измерений снижается с увеличением возраста и индекса массы тела [29, 30]. Кроме того, их конструктивные особенности не позволяют оценить интенсивность нагрузок при ходьбе по неровной поверхности, не говоря уже о таких видах физической активности, как езда на велосипеде [31]. Следует также отметить, что рекомендованная норма в 10 000 шагов в день (около 8 км) не входит в официальные рекомендации ВОЗ. Данный показатель стал широко использоваться как нижняя граница адекватной физической активности после появления первого коммерчески доступного электронного шагомера под названием «manpro-kei», что в переводе с японского означает «10 000 шагов» [32].

К началу 2000-х годов в крупных эпидемиологических исследованиях для оценки физической активности стали применяться одноосевые акселерометры [33–34]. Так, например, крупное исследование в США NHANES [35] включило 6800 участников — как взрослых, так и детей. Согласно полученным данным, у 42 % детей и лишь у 8 % взрослого населения отмечен уровень физической активности, соответствующий рекомендациям. Полученные данные в разы отличались от результатов телефонных опросов, что могло быть объяснено двумя основными причинами: переоценкой уровня физической активности в случае использования опросников и недооценкой ее при использовании одноосевых акселерометров. Действительно, ряд работ в последующем показал, что одноосевые акселерометры, отражающие лишь прямонаправленное движение, недостаточно корректно отражают интенсивность и длительность нагрузки [36]. В данной связи начали активно применяться трехосевые приборы, позволяющие оценить движение, направленное не только вперед, но также вверх-вниз и в сторону [37]. При сравнении энергозатрат согласно данным трехосевых

акселерометров и объема потребляемого кислорода, было показано, что данные аппараты позволяют более точно объективизировать энергозатратность различных физических нагрузок [38]. В сравнении с одноосевыми, показатели трехосевых устройств более точны в оценке длительности и интенсивности физической активности, включая подъем в гору или по ступенькам, езду на велосипеде, плавание и так далее. Они также позволяют точнее оценить время, проведенное в положении сидя или лежа, оценить движение во время сна, что в свою очередь позволяет косвенно судить о его качестве [39].

Ввиду того, что доказательная база связи физических нагрузок и ССЗ основана на данных опросников, в ряде работ с использованием объективных методов оценки физической активности обсуждается вопрос о возможной модификации представлений о данной связи, а также о возможном пересмотре рекомендаций по интенсивности и длительности физической активности. В большинстве развитых стран проводятся соответствующие эпидемиологические исследования, в России же большая часть публикаций о связи физической активности и ССЗ по-прежнему основывается на применении опросников, данных же объективной оценки этого показателя на момент подготовки данного литературного обзора не опубликовано.

Таким образом, в заключение можно сказать, что вопросам физической активности за последние полвека было уделено немало внимания. Субъективные методы оценки при относительной простоте и удобстве их применения в рамках эпидемиологических исследований показывают низкую эффективность в оценке данного показателя, в связи с чем на первый план выходят инструментальные методы исследования. Их широкое применение может внести значительные коррективы в рекомендации по физической активности для профилактики хронических неинфекционных заболеваний — ведущей причины смертности в мире.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Список литературы / References

1. Lee IM. Epidemiologic methods in physical activity studies. New York: Oxford University Press; 2008. p. 284–302.
2. American Heart Association. Committee on Exercise. Exercise testing and training of apparently healthy individuals: a handbook for physicians. Dallas, Tex.: American Heart Assoc; 1972. p. 15–27.
3. Пшениникова М. Г. Адаптация к физическим нагрузкам. Физиология адаптационных процессов. Руководство по физиологии. М.: Наука, 1986. 221 с. [Pshennikova MG. Adaptation to

physical exercise. Physiology of adaptation processes. Textbook on physiology. Moscow: Science, 1986. 221 p. In Russian].

4. Pollock ML. The quantification of endurance training programs. *Exerc Sport Sci Rev*. 1973;1:155–188.

5. Leon AS, Connett J, Jacobs DR, Rauramaa R. Leisure-time physical activity levels and risk of coronary heart disease and death. The Multiple Risk Factor Intervention Trial. *J Am Med Assoc*. 1987;258(17):2388–2395.

6. Shaper AG, Wannamethee G, Weatherall R. Physical activity and ischemic heart disease in middle-aged British men. *Br Heart J*. 1991;66(5):384–394.

7. Fletcher GF, Blair SN, Blumenthal J, Caspersen C, Chaitman B, Epstein S et al. Statement on exercise. Benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans. A statement for health professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart association. *Circulation*. 1992;86(1):340–344.

8. Physical Activity Guidelines Advisory Committee (PAGAC). Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008. Washington, DC, US Department of Health and Human Services; 2008. p. 668.

9. Warburton DE, Katzmarzyk PT, Rhodes RE, Shephard RJ. Evidence-informed physical activity guidelines for Canadian adults. *Can J Public Health*. 2007;98(2): S16–68.

10. Sofi F, Capalbo A, Cesari F, Abbate R, Gensini GF. Physical activity during leisure time and primary prevention of coronary heart disease: an updated meta-analysis of cohort studies. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2008;15(3):247–257.

11. Nocon M, Hiemann T, Müller-Riemenschneider F, Thalau F, Roll S, Willich SN. Association of physical activity with all-cause and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2008;15(3):239–246.

12. Глобальная стратегия по питанию, физической активности и здоровью. Женева, Всемирная организация здравоохранения. 2010. URL: <http://who.int/publications/list/9241592222/ru> [Global strategy on nutrition, physical activity and health. Geneva, WHO. 2010. URL: <http://who.int/publications/list/9241592222/ru>. In Russian].

13. Потемкин Р. А. Физическая активность и питание. Руководство для врачей. Москва, 2011. 144 с. [Potemkin RA. Physical activity and nutrition. Textbook for physicians. Moscow, 2011. 144 p. In Russian].

14. Eckel RH, Jakicic JM, Ard JD, de Jesus JM, Houston Miller N et al. 2013 AHA/ACC guideline on lifestyle management to reduce cardiovascular risk. *Circulation*. 2014;129(25 Suppl 2): S76–99. doi: 10.1161/01.cir.0000437740.48606.d1

15. de Souto Barreto P. Global health agenda on non-communicable diseases: has WHO set a smart goal for physical activity? *Br Med J*. 2015;350:23. doi: 10.1136/bmj.h23.

16. Dahabreh IJ, Paulus JK. Association of episodic physical and sexual activity with triggering of acute cardiac events. Systematic review and meta-analysis. *J Am Med Assoc*. 2011;305(12):1225–1233.

17. Healy GN, Winkler EA, Owen N, Anuradha S, Dunstan DW. Replacing sitting time with standing or stepping: associations with cardio-metabolic risk biomarkers. *Eur Heart J*. 2015;36(39):2643–2649.

18. Barreto P. Why are we failing to promote physical activity globally? *Bulletin of the World Health Organization*. 2013;91(6):390–390A.

19. Kriska AM, Caspersen CJ. A collection of physical activity questionnaires for health-related research. *Med Sci Sports Exerc*. 1997;29: S1–S205.

20. Montoye HJ, Kemper HG, Saris WHM, Washburg RA. Measuring physical activity and energy expenditure. *Human Kinetics*. Champaign, IL. 1996;42–71.

21. International physical activity questionnaire. URL: www.ipaq.ki.se.

22. Prevalence of regular physical activity among adults. United States, 2001 and 2005. *MMWR*. 2007;56(46):1209–1212.

23. Cooper KH, Aerobics. Bantam, New York; 1968. p. 201–213.

24. Zabina E, Muravov O. Experience in validation and use of CINDI physical activity questionnaire. Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe, 1995. p. 25.

25. Duncan GE, Sydesman SJ, Perri MG, Limacher MC, Martin AD. Can sedentary adults accurately recall the intensity of their physical activity? *Prev Med*. 2001;33(1):18–26.

26. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Mâsse LC, Tilert T, McDowell M. Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(1):181–188.

27. Ewald B., McEvoy M, Attia J. Step counts superior to physical activity scale for identifying health markers in older adults. *British Journal of Sports Medicine*. 2010;44(10):756–61.

28. Strycker LA, Duncan SC, Chaumeton NR, Duncan TE, Toobert DJ. Reliability of pedometer data in samples of youth and older women. *International J Behav Nutr Phys Act*. 2007;4:4.

29. Melanson EL, Knoll JR, Bell ML, Donahoo WT, Hill JO, Nysse LJ et al. Commercially available pedometers: considerations for accurate step counting. *Prevent Med*. 2004;39(2):361–368.

30. Storti KL, Pettee KK, Brach JS, Talkowski JB, Richardson CR, Kriska AM. Gait speed and step-count monitor accuracy in community-dwelling older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(1):59–64.

31. Mathie MJ, Coster AC, Lovell NH, Celler BG. Accelerometry: providing an integrated, practical method for long-term, ambulatory monitoring of human movement. *Physiol Meas*. 2004;25(2):R1–20.

32. Hatano Y. Use of the pedometer for promoting daily walking exercise. *ICHPER*. 1993;29:4–8.

33. Matthews CE, Chen KY, Freedson PS, Buchowski MS, Beech BM, Pate RR et al. Amount of time spent in sedentary behaviors in the United States, 2003–2004. *Am J Epidemiol*. 2008;167(7):875–881.

34. Hagstromer M, Oja P, Sjostrom M. Physical activity and inactivity in an adult population assessed by accelerometry. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(9):1502–1508.

35. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Mâsse LC, Tilert T, McDowell M. Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(1):181–188.

36. Bouten CV, Westerterp KR, Verduin M, Janssen JD. Assessment of energy expenditure for physical activity using a triaxial accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*. 1994;26(12):1516.

37. Plasqui G, Joosen AM, Kester AD, Goris AH, Westerterp KR. Measuring free-living energy expenditure and physical activity with triaxial accelerometry. *Obes Res*. 2005;13(8):1363–1369.

38. Whitney A, Welch DR, Bassett DL, Thompson PS, Freedson JW, Staudenmayer DJ et al. Classification accuracy of the wrist-worn GENE accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*. 2013;45(10):2012–2019.

39. Rosenberger ME, Buman MP, Haskell WL, McConnell MV, Carstensen LL. 24 hours of sleep, sedentary behavior, and physical activity with nine wearable devices. *Med Sci Sports Exerc*. 2016;48(3):457–465.

Информация об авторах

Орлов Александр Викторович — аспирант, научный сотрудник лаборатории эпидемиологии неинфекционных заболеваний ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, e-mail: orlov_av@almazovcentre.ru;

Ротарь Оксана Петровна — кандидат медицинских наук, заведующая научно-исследовательской лабораторией эпидемиологии неинфекционных заболеваний ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава

России, инженер международной лаборатории биоинформатики и геномики, Университет ИТМО, e-mail: rotar@almazovcentre.ru;

Бояринова Мария Анатольевна — аспирант, младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории эпидемиологии неинфекционных заболеваний ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, e-mail: boyarinova@almazovcentre.ru;

Демченко Елена Алексеевна — доктор медицинских наук, заведующая научно-исследовательской лабораторией реабилитации, руководитель научно-клинического объединения реабилитации ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, e-mail: demchenko@almazovcentre.ru;

Конради Александра Олеговна — доктор медицинских наук, профессор, заместитель генерального директора по научной работе ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, директор Института трансляционной медицины, Университет ИТМО, e-mail: konradi@almazovcentre.ru.

Author information

Aleksandr V. Orlov, MD, Researcher, Department of Epidemiology of Noncommunicable Diseases, V.A. Almazov Federal North-West Medical Research Centre, e-mail: orlov_av@almazovcentre.ru;

Oksana P. Rotar, MD, PhD, Head, Department of Epidemiology of Noncommunicable Diseases, V. A. Almazov Federal North-West Medical Research Centre, engineer, ITMO University, e-mail: rotar@almazovcentre.ru;

Mariya A. Boyarinova, MD, Researcher, Department of Epidemiology of Noncommunicable Diseases, V.A. Almazov Federal North-West Medical Research Centre, e-mail: boyarinova@almazovcentre.ru;

Elena A. Demchenko, MD, PhD, Professor, Head, Research Laboratory for Rehabilitation, V.A. Almazov Federal North-West Medical Research Centre, e-mail: demchenko@almazovcentre.ru;

Aleksandra O. Konradi, MD, PhD, Professor, the Deputy Director on Science, Head, Research Department for Hypertension, V.A. Almazov Federal North-West Medical Research Centre, Professor, ITMO University, e-mail: konradi@almazovcentre.ru.