

<https://doi.org/10.17116/profmed201720554-58>

Опыт использования акселерометра для оценки уровня физической активности населения

Е.Ю. ЗАБИНА, В.А. ЗИНОВЬЕВА, М.В. ПОПОВИЧ, М.А. СТАРОВОЙТОВ, И.С. ГЛАЗУНОВ,
Е.С. ДАНИЛОВА, А.В. МАНЬШИНА, Е.В. УСОВА

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины» Минздрава России, Москва, Россия, 101990

Физическая активность (ФА) оказывает значимое положительное влияние на здоровье и способствует предотвращению неинфекционных заболеваний (НИЗ). Данное исследование описывает результаты оценки ФА с помощью акселерометров в случайной выборке из общей популяции.

Цель исследования — определить возможность использования акселерометра для измерения ФА в популяции и сопоставить уровни ФА, измеренные с помощью акселерометра и самозаполняемого опросника. Стало очевидно, что возможность использования акселерометра для проведения популяционных исследований ограничено, прежде всего, в связи с недостаточным числом лиц (51%), согласившихся на участие в обследовании, и возможными техническими проблемами при ношении браслета, а также более высокой стоимостью и продолжительностью проведения исследования. В настоящий момент при проведении массовых исследований по оценке уровня ФА в популяции, по нашему мнению, опросник остается методом выбора в силу простоты, доступности, дешевизны и относительной надежности. Однако по мере совершенствования методов объективной оценки ФА их роль будет возрастать.

Ключевые слова: физическая активность, опросник по физической активности, акселерометрия, метаболический эквивалент (MET).

Experience with an accelerometer to estimate physical activity level in the population

E.YU. ZABINA, V.A. ZINOVYEVA, M.V. POPOVICH, M.A. STAROVOITOV, I.S. GLAZUNOV, E.S. DANILOVA,
A.V. MANSHINA, E.V. USOVA

National Research Center for Preventive Medicine, Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia, 101990

Physical activity (PA) has a significant positive impact on health and contributes to the prevention of non-communicable diseases. This investigation provides the results of PA estimation using accelerometers in a random sample from the general population.

Objective — to determine whether an accelerometer may be used to measure PA in the population and to compare the PA levels measured by an accelerometer and a self-completed questionnaire. It has become obvious that the use of an accelerometer to conduct population-based studies is limited primarily due to an insufficient number (51%) of persons who agree to participate in the survey, to possible technical problems when wearing the bracelet, and to the higher cost and longer duration of the study. In the authors' opinion, a questionnaire used during mass surveys estimating the level of PA in the population remains now the method of choice because of its simplicity, availability, cheapness, and relative reliability. However, as methods for objective PA estimation are improved, their role will increase.

Keywords: physical activity, physical activity questionnaire, accelerometry, metabolic equivalent.

Физическая активность (ФА) оказывает значимое положительное влияние на здоровье и способствует предотвращению неинфекционных заболеваний (НИЗ) [1]. Обычно данные о ФА населения собирают в популяционных исследованиях посредством интервью или самозаполняемых вопросников [2]. Однако этот метод отличается существенной предвзятостью, связанной с сочетанием склонности, обусловленной социальной природой, к ожидаемым «правильным» ответам и когнитивной проблемой, связанной с оценкой частоты и продолжительности ФА [3, 4]. Кроме того, опросы населения ограничены в количестве вопросов, используемых для оценки конкретного поведения, что затрудняет количественную оценку общей ФА [5].

Объективные измерительные устройства, такие как шагомеры, которые измеряют шаги, и акселерометры, которые измеряют интенсивность движения, предлагают потенциальное решение проблем с данными опроса [6, 7]. Эти устройства небольшие по размеру, могут хранить данные в течение длительного времени и становятся все более надежными, доступными и простыми в использовании. Они широко используются для оценки интенсивности движения в спорте и в клинической практике. Акселерометры также использовались при проведении нескольких крупномасштабных популяционных исследований в различных странах [8–10].

Мы попытались объективно оценить ФА в случайной выборке из общей популяции с помощью акселерометров.

Таблица 1. Этапы формирования выборки и отклик

Этапы формирования выборки	Абс.	%
Первоначальный список	816	100
Исключены из исследования	107	13,2
Включены в формирование выборки	709	86,8
Включены в выборку на акселерометрию	200	100
Согласились на участие в акселерометрии	102	51

Цель этого исследования — определить возможность использования акселерометра для измерения ФА в популяции и сопоставить оценку рекомендованного уровня ФА с помощью акселерометра и самозаполняемого опросника.

Материал и методы

Исследование проводилось среди сотрудников медицинского научно-исследовательского центра. По разным причинам (не работают, в декретном отпуске и т.п.) были исключены из исследования 107 (13,2%) человек. Таким образом верифицированный список для определения случайной выборки для проведения оценки ФА составил 709 человек.

Из 709 человек методом случайной выборки были идентифицированы 200 человек (100 мужчин и 100 женщин в возрасте 25–64 года) для проведения оценки ФА методом опроса и акселерометрии, отклик в исследовании составил 51% (102 респондента) (табл. 1).

Для определения уровня ФА методом акселерометрии использовался цифровой фитнес-браслет Fitbit Flex 2 (производство «Fitbit», США), который респонденты должны были носить на запястье в течение 5 дней. В основе Fitbit Flex 2—3-осевой акселерометр, который регистрирует и анализирует данные об ускорении и предоставляет подробную информацию о частоте, длительности, интенсивности и моделях движения для расчета сделанных шагов, пройденного расстояния и сжигаемых калорий. Трехосевая реализация делает измерение активности более точным, по сравнению со старыми одноосевыми шагомерами. Устройство по беспроводной связи синхронизируется с компьютерами и смартфонами для предоставления данных о привычных физических нагрузках пользователя. Подробная информация о протоколе акселерометрии доступна на сайте компании [11].

Анализ интенсивности ФА, измеряемой акселерометром, был представлен тремя способами:

- 1) среднее количество минут интенсивной (8 MET) и умеренной ФА (4 MET) в день;
- 2) количество шагов и суммарное расстояние, пройденное в день;
- 3) оценка энергозатрат (MET-мин) в день и соответствия уровня ФА участников рекомендованной ФА.

Участники исследования также ответили на вопросы опросника GРАQ о их типичной ФА. Опросник GРАQ рекомендован как инструмент оценки ФА в STEPS — международной системе мониторинга факторов риска НИЗ

Таблица 2. Демографическая характеристика популяции по полу и возрасту

Возраст, годы	Мужчины		Женщины	
	абс.	%	абс.	%
25—34	4	20	14	26,9
35—44	8	40	16	30,8
45—54	5	25	20	38,5
55—64	3	15	2	3,8
Всего	20	100	52	100

[12, 13]. Он содержит вопросы о времени, затрачиваемом еженедельно на выполнение трех категорий ФА: на работе, во время транспортировки с места на место (перемещение) и в свободное от работы время (досуг).

Критерием «достаточной» ФА были рекомендации ВОЗ для взрослого населения: 150 мин ФА умеренной интенсивности или 75 мин интенсивной ФА за неделю, или эквивалентная комбинация умеренной и интенсивной ФА [14].

Дополнительно рассчитывались индивидуальные затраты энергии ответившего. При расчете общего расхода энергии в MET, выполнению умеренной ФА в течение 1 мин соответствовали 4 MET, а интенсивной — 8 MET. Соответственно, затраты 600 MET и более в неделю считались достаточными [15]. Статистический анализ проводили с использованием программного обеспечения SPSS. Описательная статистика проводилась с расчетом частоты и процентов для категориальных переменных.

Сведения об авторах:

Забина Елена Юрьевна — к.м.н., с.н.с. отд. интегрированных программ профилактики НИИЦ ПМ Минздрава России; ORCID: orcid.org/0000-0002-2327-0228Library SPIN: 792341; e-mail: EZabina@gnicpm.ru;

Зиновьева Вероника Анатольевна — м.н.с. отд. интегрированных программ профилактики ФГБУ НИИЦ ПМ Минздрава России; ORCID: 0000-0002-2567-711X; eLibrary SPIN: 809852; e-mail: VZinovieva@gnicpm.ru;

Попович Марина Викторовна — к.м.н., рук. отд. интегрированных программ профилактики ФГБУ НИИЦ ПМ Минздрава России; ORCID: 0000-0003-2594-3446, eLibrary SPIN: 800264; e-mail: MPopovich@gnicpm.ru;

Старовойтов Михаил Леонидович — м.н.с. отд. интегрированных программ профилактики ФГБУ НИИЦ ПМ Минздрава России; ORCID: 0000 0002 09298646; e-mail: starovoytovm.l@gmail.com

Глазунов Игорь Сергеевич — д.м.н., в.н.с. отд. интегрированных программ профилактики ФГБУ НИИЦ ПМ Минздрава России; ORCID: 0000-0002-3572-0097; eLibrary SPIN: 751736; e-mail: IGlazunov@gnicpm.ru;

Данилова Екатерина Сергеевна — н.с. отд. интегрированных программ профилактики ФГБУ НИИЦ ПМ Минздрава России; ORCID: 0000-0003-3404-6624; eLibrary SPIN: 630850; e-mail: EDanilova@gnicpm.ru;

Маньшина Анастасия Викторовна — м.н.с. отд. интегрированных программ профилактики ФГБУ НИИЦ ПМ Минздрава России; ORCID: 0000-0001-7727-4550; eLibrary SPIN: 906280; e-mail: AManshina@gnicpm.ru;

Усова Екатерина Витальевна — с.н.с. отд. интегрированных программ профилактики ФГБУ НИИЦ ПМ Минздрава России; ORCID: 0000-0002-6822-1681, eLibrary SPIN: 736816; e-mail: EUsova@gnicpm.ru

Таблица 3. Длительность интенсивной и умеренной активности по данным акселерометрии (средние показатели и стандартная ошибка), мин/сут

Возраст, годы	Мужчины		Женщины	
	интенсивная ФА	умеренная ФА	интенсивная ФА	умеренная ФА
25—34	19,9±6,0	18,6±3,4	22,6±2,9	13,9±2,3
35—44	25,5±4,6	16,3±2,1	21,4±3,0	17,2±2,6
45—54	26,6±8,1	24,0±10,1	22,8±3,0	18,6±2,8
55—64	39,3±7,8	13,7±2,3	33,6±6,5	31,3±21,2
Всего	26,7±3,2	18,3±2,6	22,7±1,6	17,4±1,5

Таблица 4. Количество шагов в день и суммарное расстояние, проходимое за день, по данным акселерометрии (средние показатели и стандартная ошибка)

Возраст, годы	Мужчины		Женщины	
	среднее количество шагов в день	расстояние, проходимое за день, м	среднее количество шагов в день	расстояние, проходимое за день, м
25—34	9680±2420	4541±1078	9275±794	3944±422
35—44	11 528±932	5831±484	9838±644	4952±375
45—54	11 232±1810	5702±799	10 312±649	4876±336
55—64	10 466±330	4923±265	15 708±1682	6519±625
Всего	10 925±730	5405±359	10 095±398	4712±209

Результаты

В анализ включены данные только тех респондентов, которые носили акселерометр в течение хотя бы 4 дней и имели информацию по всем показателям.

Этим критериям, полностью пригодным для анализа, соответствовали 67% от первоначальной выборки (20 мужчин и 52 женщины), среди них преобладали лица среднего возраста (табл. 2).

Средняя продолжительность интенсивной и умеренной активности, представленная в табл. 3, была несколько выше у мужчин, чем у женщин. Обращает внимание высокая продолжительность интенсивной нагрузки у обследованных. Хотя с возрастом, за исключением самой молодой группы, отмечалось некоторое увеличение продолжительности интенсивной активности у лиц обоего пола, небольшое количество обследованных в старшей возрастной группе не позволило обнаружить статистическую достоверность. Продолжительность умеренной активности не имела связи с возрастом.

Как показано в табл. 4, ходьба вносила существенный вклад в общую ФА обследованных. Мужчины делали больше шагов в день и соответственно проходили большее расстояние, чем женщины. В среднем, мужчины делали 10 925 шагов в день и проходили 5,4 км, а женщины — 10 095 шагов проходили 4,7 км. У женщин среднее количество шагов в день увеличивалось с возрастом, у мужчин такая зависимость не наблюдалась.

При сравнении двух методов оценки ФА — опросника и акселерометрии для определения средних энергозатрат за день, оказалось, что энергозатраты женщин, измеренные с помощью акселерометра, были в 2 раза выше, чем измеренные опросником. У мужчин, наоборот, показатели опросника были гораздо выше в группе 25—34 лет и в группе 45—54 лет, чем по акселерометру. Наибольшее расхождение отмечено у молодых людей (у мужчин — в 2,5 раза в сторону завышения, а у женщин в 2,4 раза в сторону занижения) и у лиц в старшей возрастной группе (у муж-

чин — в 2,8 раза, а у женщин — в 6,2 раза в сторону занижения данных опросника) (табл. 5).

Однако при этом оба метода показали, что одинаково высокая доля обследованных (95% мужчин и около 90% женщин) имеют ежедневную ФА, которая соответствует требованиям достаточной активности (табл. 6).

Обсуждение

Применение акселерометра в популяционном исследовании позволяет получить объективные измерения ФА населения. Эти объективные данные качественно согласуются с результатами опроса. Мужчины были более активны в группе 35—44 лет, женщины — в 55—64 лет. Однако абсолютные величины энергозатрат, полученные в результате акселерометрии, дают отличную картину по сравнению с опросником о ФА обследуемых.

Эти различия могут быть связаны с несколькими факторами. Одна из возможностей заключается в том, что акселерометр обеспечивает оценку, близкую к истине, а респонденты необъективны в оценке своей ФА [16]. Неточность оценки уровня активности при опросе может быть результатом неправильной классификации легкой и умеренной активности, сидячего образа жизни или неточным расчетом продолжительности активности. Ошибки в классификации интенсивности могут быть связаны с применением MET как для объективного, так и для субъективного измерения активности. В то время как исследователи определяют отрезные точки для достаточной активности в MET, очевидно, что респонденты, отвечающие на вопросы, не знакомы с метрикой MET. Они могут использовать относительные определения интенсивности при ответе на вопросы, несмотря на попытки исследователей откалибровать ответы путем предоставления примеров активности различной интенсивности.

С другой стороны, данные опросника могут быть более точными в той части активности, которая связана с видами деятельности, которые не фиксируются акселеро-

Таблица 5. Средняя величина и стандартная ошибка энергозатрат на ФА за день (МЕТ/мин) по данным акселерометра Fitbit Flex 2 и опросника GPAQ

Возраст, годы	Мужчины		Женщины	
	Fitbit Flex 2	GPAQ	Fitbit Flex 2	GPAQ
25—34	920,2±259,3	2312,8±1504,8	938,7±68,8	397,3±177,3
35—44	1146,8±83,2	612,5±169,4	1019,5±54,4	588,5±171,9
45—54	1070,8±135,3	1842,8±1042,1	1018,5±61,1	513,0±170,6
55—64	931,0±44,8	322,8±100,9	1475,0±151,5	235,7±124,2
Всего	1050,1±62,3	1216,7±406,0	1014,9±36,5	494,4±95,7

Таблица 6. Доля лиц, имеющих достаточный уровень физической активности, по данным акселерометрии и опросника

Возраст, годы	Fitbit Flex 2*		GPAQ*		Fitbit Flex 2**		GPAQ**	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Мужчины								
25—34	4	100	3	75	4	100	3	75
35—44	8	100	8	100	8	100	8	100
45—54	4	80	5	100	4	80	5	100
55—64	3	100	3	100	3	100	3	100
Всего	19	95	19	95	19	95	19	95
Женщины								
25—34	14	100	13	93	14	100	13	93
35—44	13	81	15	94	13	81	15	94
45—54	18	90	16	80	19	95	16	80
55—64	2	100	2	100	2	100	2	100
Всего	47	90	46	88	48	92	46	88

Примечание. * — по интенсивности активности: 150 мин ФА умеренной интенсивности или 75 мин интенсивной ФА за неделю, или эквивалентная комбинация умеренной и интенсивной ФА; ** — по затратам энергии: 600 МЕТ/мин и более в неделю [13].

метром, такими как езда на велосипеде, плавание или перенос тяжестей [17]. В то же время использование акселерометра для измерения ФА сталкивается с такими проблемами, как низкий отклик, возможность неисправности при ношении, разряд батареи, случайное перепрограммирование и т.д.

Отрезные точки, выбранные для умеренной и интенсивной активности, основаны на ограниченном числе данных, полученных главным образом из опросов. Использование одинаковых критериев для лиц всех возрастов может привести к недооценке активности средней интенсивности у пожилых людей, так как не учитывается снижение физической работоспособности с возрастом [18].

В нашем исследовании доля лиц, чья ФА соответствует рекомендованной, по данным акселерометрии практически не отличается от оценки, основанной на результатах опроса. По данным обоих методов, 95% обследованных мужчин и около 90% женщин имели достаточный уровень активности.

Важно учитывать, что действующие рекомендации по достаточной ФА [15,18] основаны на эпидемиологических связях между опросом о ФА и данными о состоянии здоровья. Более широкое использование акселерометров или других объективных мер позволит уточнить эти рекомендации.

Как упоминалось ранее, акселерометры неоднократно использовались в масштабных популяционных исследова-

ниях в разных странах, из-за различий в сборе данных, их обработке, фильтрации, в подходах к выбору «отрезных точек» уровней активности полученные результаты не могут быть напрямую сопоставлены [19].

Результаты нашего исследования показали ограниченную возможность использования акселерометра для проведения популяционных исследований, прежде всего, в связи с низким процентом лиц (51%), согласившихся на участие в обследовании, и возможными техническими проблемами, возникающими при ношении браслета, а также с более высокой стоимостью и продолжительностью проведения исследования. В настоящий момент при проведении массовых исследований по оценке уровня ФА в популяции, по нашему мнению, опросник остается методом выбора в силу простоты, доступности, дешевизны и относительной надежности. Однако необходимо признать, что в будущем, по мере их усовершенствования, роль методов объективной оценки ФА, как практической и приемлемой альтернативы, будет возрастать.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов:

Концепция и дизайн — Е.З., М.П., И.Г.
Сбор и обработка материала — В.З., Е.Д., А.М., Е.У.
Статистическая обработка данных — М.С.
Написание текста — Е.З., В.З., М.П.
Редактирование — М.П., Е.З., В.З.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Lee I-M, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*. 2012;380:219-229.
2. Troiano RP, Macera CA, Ballard-Barbash R. Be physically active each day. How can we know? *J Nutr*. 2001;131:451S-460S.
3. Sallis JF, Saelens BE. Assessment of physical activity by self-report: status, limitations, and future directions. *Res Q Exerc Sport*. 2000;71:S1-S14.
4. deLeeuw E, Borgers N, Smits A. Pretesting questionnaires for children and adolescents. In: Presser S, Rothgeb J, Couper M, et al editors. *Methods for Testing and Evaluating Survey Questionnaires*. New York (NY): John Wiley and Sons; 2004;409-429.
5. Steene-Johannessen J, Anderssen SA, van Der Ploeg HP, Hendriksen IJM, Donnelly AE, Brage S, et al. Are self-report measures able to define individuals as physically active or inactive? *Med Sci Sport Exerc*. 2016;48.
6. Bassett DR, Strath SJ. Use of pedometers to assess physical activity. In: Welk J, ed. *Physical Activity Assessments for Health-Related Research*. Champaign (IL): Human Kinetic; 2002;163-177.
7. Troiano RP. Translating accelerometer counts into energy expenditure: advancing the quest. *J Appl Physiol*. 2006;100:1107-1108.
8. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Masse LC, Tilert T, McDowell M. Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*: 2008;40:1:181-188.
9. Tremblay MS, Connor Corber S. Canadian health measures survey: brief overview. *Canadian Journal of Public Health*. 2007;98:453-456.
10. Doherty A, Jackson D, Hammerla N, Plotz T, Olivier P, Granat MH, et al. Large scale population assessment of PA using wrist worn accelerometers: The UK Biobank Survey. *PLoS ONE*. 2017;12(2):e0169649. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169649>
11. <http://medgadgets.ru/obzory/rukovodstvo-polzovatelya-fitbit-flex.html>
12. Bull FC, Maslin TS, Armstrong T. Global physical activity questionnaire (GPAQ): nine country reliability and validity study. *J Phys Act Health*. 2009; 6:790-804.
13. The WHO STEPwise approach to noncommunicable disease risk factor surveillance (STEPS). World Health Organization. <http://www.who.int/chp/steps/en/>
14. World Health Organization. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. WHA57.17. In Proceedings of the 57th World Health Assembly. Geneva, Switzerland: World Health Organization. 2004;2-18.
15. Global Physical Activity Surveillance. <http://www.who.int/chp/steps/en/>
16. Duncan GE, Sydemann SJ, Perri MG, Limacher MC, Martin AD. Can sedentary adults accurately recall the intensity of their physical activity? *Prev Med*. 2001;33:18-26.
17. Welk GJ. Use of accelerometry-based activity monitors to assess physical activity. In: Welk GJ, editor. *Physical Activity Assessments for Health-Related Research*. Champaign (IL): Human Kinetics. 2002;125-140.
18. Pate RR, Pratt M, Blair SN, et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for disease control and prevention and the American College of sports medicine. *JAMA*. 1995;273:402-407.
19. Chen KY, Bassett DR Jr The technology of accelerometry based activity monitors: current and future. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37:S490-S500.

Поступила 22.09.17