

# Физическая активность и риск сахарного диабета 2 типа: обзор популяционных исследований

© Богатырев С.Н.

ФГБУ Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины, Новосибирск

Физическая активность (ФА) является одним из важных компонентов образа жизни человека. Регулярная ФА способствует поддержанию нормального уровня глюкозы в крови и снижает риск возникновения СД, при этом положительно влияя на показатели липидов, АД, сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ), смертность и качество жизни. Обзор представляет анализ популяционных исследований, посвященных изучению ФА как фактора риска возникновения СД 2 типа (СД2). Поиск литературных источников проведен по ключевым словам «физическая активность», «сахарный диабет 2 типа», «риск». В обзоре представлены результаты более 40 актуальных оригинальных исследований и метаанализов. Показано положительное протективное влияние различных видов ФА на риск возникновения СД2, а также на снижение риска преждевременной смерти у больных СД2.

**Ключевые слова:** физическая активность; сахарный диабет 2 типа; риск

## Physical activity and type 2 diabetes mellitus risk: population studies review

Sergey N. Bogatyrev

Institute of Internal and Preventive Medicine, Novosibirsk, Russia

Physical activity is one of the most important components of a healthy lifestyle. Regular physical activity helps to maintain normal blood glucose levels and reduce the risk of type 2 diabetes mellitus. This review presents population studies investigating physical activity as a factor for type 2 diabetes mellitus risk. A search using the keywords 'physical activity', 'type 2 diabetes mellitus' and 'risk' identified more than 40 relevant original studies and meta-analyses, which are presented in this review. Different types of physical activity have positive protective effects on type 2 diabetes mellitus risk and reduce the risk of death in patients with type 2 diabetes mellitus.

**Keywords:** physical activity; type 2 diabetes mellitus; risk

По данным первого национального эпидемиологического кросс-секционного исследования, проведенного на территории Российской Федерации по выявлению распространенности сахарного диабета 2 типа (СД2) среди взрослого населения России 20–79 лет, у 19,3% выявлен предиабет, у 5,4% – СД2 [1]. Новосибирские авторы выявили высокий риск СД2 среди лиц 45–69 лет по финской шкале FINDRISC – у 31,7% обследованных и недостаточную физическую активность (ФА) – у 81,5% обследованных в популяционной выборке (n=7625). СД2 в современном мире приобрел характер широкомасштабной эпидемии. Это говорит о необходимости дальнейших исследований в области первичной и вторичной профилактики СД в сибирской популяции [2]. Полученные результаты призваны стать основой для разработки новой национальной программы профилактики и лечения СД2 в России.

## Физическая активность и риск возникновения СД

ФА является одним из важных компонентов образа жизни человека. Низкая ФА или ее отсутствие могут быть

связаны с риском возникновения СД2. ФА, по определению Caspersen С.Л. – это любое движение тела, производимое скелетными мышцами и приводящее к расходу энергии [3]. Регулярная ФА способствует поддержанию нормального уровня глюкозы в крови и снижает риск возникновения СД2, при этом положительно влияя на показатели липидов, АД, сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), смертность и качество жизни [4, 5]. В настоящем обзоре представлены данные исследований о роли ФА в первичной профилактике СД2, а также работы, в которых изучалась связь ФА с риском преждевременной смерти пациентов с СД2. Поиск проводился с использованием баз PUBMED, MEDLINE, SCOPUS, eLibrary за период с 1995 по 2015 гг.

Исследовательской группой Knowler W.C. и соавт. было проведено большое рандомизированное клиническое исследование DPP (Diabetes Prevention Program) в Соединенных Штатах Америки с участием 3234 взрослых с высоким риском развития СД2 – лиц без СД2, имевших повышенный уровень глюкозы плазмы крови натощак и после нагрузки. Целью было изучить сравнительный эффект в группе «плацебо», в группе «метфор-

мин» и в группе с изменением образа жизни с целевым снижением массы тела на 7% и 150 мин ФА в неделю. Средний возраст обследованных – 51 год. Средний ИМТ – 34 кг/м<sup>2</sup>, 68% – женщины. Средняя продолжительность наблюдения составила 2,8 года. Заболеваемость СД2 была 11,0, 7,8 и 4,8 случаев на 100 человеко-лет наблюдения соответственно в этих группах. Программа вмешательства с увеличением ФА привела к снижению риска СД2 на 58% больше, а программа с метформином – на 31% больше по сравнению с группой плацебо. Таким образом, программа вмешательства с увеличением ФА оказалась более эффективной, чем программа с применением метформина. Чтобы предотвратить один случай развития СД2 в течение трех лет, 6,9 человек должны были участвовать в программе с ФА и 13,9 должны были получать метформин [6].

Hamman R.F. и соавт. в рамках программы DPP в течение более 3 лет наблюдали 1079 участников в возрасте 25–84 лет и изучили вклад изменений массы тела, диеты и ФА в риск развития СД2. Было установлено, что каждый 1 кг снижения массы тела соответствовал 16% снижению риска СД2 (скорректированному по диете и ФА). В свою очередь, снижение массы тела было обусловлено уменьшением в рационе жиров и увеличением ФА. Существенно, что ФА умеренной интенсивности (ходьба, велосипед) не менее 150 мин/нед способствовала сохранению сниженной массы тела. Кроме того, среди 495 участников DPP, не достигших целевого уровня снижения массы тела в течение 1 года, те, кто достиг целевого уровня ФА, имели риск возникновения СД2 на 44% ниже [7].

Laaksonen D.E. и соавт. изучили роль ФА в свободное время (ФАСВ) в возникновении новых случаев СД2 у 487 мужчин и женщин с нарушенной толерантностью к глюкозе в рамках рандомизированного контролируемого исследования влияния диеты, снижения массы тела (МТ) и ФАСВ. Было выявлено 197 новых случаев СД2 в течение 4,1 года наблюдения. Участники, увеличившие уровень ФАСВ до умеренно-интенсивного и напряженного структурированного, имели риск развития диабета на 63–65% меньше. Стандартизация по показателям изменения диеты и МТ в ходе исследования несколько скорректировала величину риска. Относительный риск для умеренно-интенсивного уровня ФА составил 0,51 (95% ДИ 0,26–0,97), а для напряженной структурированной ФА – 0,63 (0,35–1,13). ФАСВ низкой интенсивности и ходьба также снижали относительный риск СД2. В результате общая ФА (в сумме всех уровней интенсивности) была значимо связана со снижением риска СД2 – верхний терциль по сравнению с нижним – 0,34 (0,19–0,62) [8].

Китайские исследователи Li G. и соавт. провели 20-летнее проспективное исследование 577 взрослых лиц с нарушенной толерантностью к глюкозе, которые были случайным образом распределены в контрольную группу и три группы в зависимости от вида вмешательства (диета, физические тренировки, диета плюс физические тренировки). В качестве конечных точек учитывались

возникновение СД2, сердечно-сосудистая заболеваемость и смертность, общая смертность. По сравнению с контрольной группой участников, в комбинированной группе вмешательства риск развития СД2 был на 51% ниже в период активного вмешательства и на 43% ниже по истечении 20-летнего периода наблюдения. Среднегодовое число новых случаев диабета было 7% в группе вмешательства и 11% в контрольной группе. 20-летнее кумулятивное число новых случаев составило 80% в группе вмешательства и 93% в контрольной группе. При этом не было обнаружено значимых различий между группой вмешательства и контрольной группой в показателях ССЗ, сердечно-сосудистой и общей смертности, хотя авторы отмечают недостаточную статистическую мощность их исследования для последних показателей [9].

Helmrich S.P. и соавт. обследовали 5990 мужчин – выпускников университета Пенсильвании. В течение 98 524 человеко-лет наблюдения СД2 развился у 202 мужчин (1962–1976 гг.). ФА в свободное время оценивалась в энергозатратах (ккал/нед) во время ходьбы, занятий спортом и т.п. и была отрицательно связана с риском развития СД2. Заболеваемость снижалась по мере увеличения энергозатрат во время ФА с 500 ккал до 3500 ккал/нед. На каждый отрезок увеличения ФА в 500 ккал стандартизованный по возрасту риск СД2 снижался на 6% (относительный риск 0,94, 95% ДИ 0,90–0,98). Эта связь оставалась неизменной и после корректировки по ожирению, гипертензии и наследственной предрасположенности к СД2. Протективный эффект ФА был более выражен у лиц с высоким риском СД2, который подразумевал наличие высокого ИМТ, гипертензию или наличие СД2 у родителей. Эти факторы, в дополнение к фактору увеличения массы тела в период после окончания университета, были независимыми предикторами СД2 [10].

Manson J.E. и соавт. изучили связь между регулярными интенсивными физическими упражнениями и последующим развитием СД2 в проспективном когортном исследовании 87 253 женщин в возрасте 34–59 лет без диагностированных СД2, ССЗ и рака в начале исследования. В течение 8-летнего периода наблюдения зарегистрировано 1303 случая СД2. Женщины, имевшие хотя бы одну интенсивную физическую тренировку в неделю, имели стандартизованный по возрасту показатель относительного риска (ОР) СД2 0,67 (P < 0,0001) по сравнению с женщинами, не имевшими еженедельных тренировок. После коррекции по ИМТ ОР изменился, но оставался статистически значимым (0,84, P = 0,0005). Когда анализ был ограничен двумя первыми годами после оценки ФА, и симптомный СД2 брался как конечная точка, скорректированный по возрасту показатель ОР среди тренировавшихся женщин был равен 0,5, а скорректированный по возрасту и ИМТ – 0,69. Среди женщин, которые тренировались хотя бы раз в неделю, не было четкой дозозависимой связи СД2 с частотой тренировок. Семейная история СД2 не сказывалась на влиянии тренировок, и снижение риска было заметным как среди женщин с ожирением, так и без ожирения.

Авторы делают вывод о важной роли ФА в первичной профилактике СД2 [11].

Hu F.B. и соавт. изучили связь общей ФА с риском СД2 у женщин и сравнили протективное влияние ходьбы с эффектом интенсивных видов ФА. Обследовано 70 102 женщины-медсестры в возрасте от 40 до 65 лет, не имевших СД2 в начале обследования. Риск СД2 оценивался в квинтилях показателя суммарных энергозатрат в неделю, рассчитанного с учетом 8 видов ФА, включая ходьбу. В течение 8-летнего периода наблюдения (534 928 человеко-лет) было зафиксировано 1419 новых случаев СД2. После коррекции по возрасту, курению, употреблению алкоголя, гипертензии, высокому уровню холестерина в анамнезе и других ковариат относительный риск развития СД2 в квинтилях ФА (от 1 к 5) составил 1,0; 0,77; 0,75; 0,62; и 0,54 (Р тренд <0,001); после коррекции по ИМТ соответственно 1,0; 0,84; 0,87; 0,77 и 0,74 (Р тренд = 0,002). Среди женщин, которые не имели интенсивной ФА, ОР СД2 составил 1,0, 0,91, 0,73, 0,69 и 0,58 (Р тренд <0,001). После коррекции по ИМТ тренд оставался статистически значимым. Быстрая ходьба была независимо связана со снижением риска СД2. При этом сопоставимые по величине уровни энергозатрат при ходьбе и при интенсивных видах ФА приводили к сопоставимым показателям снижения риска СД2 [12].

Sui X. и соавт. провели когортное исследование 6249 женщин в возрасте 20–79 лет, не имевших СД2, СС3 и рака в начале исследования. Изучены связи кардиореспираторной выносливости и ИМТ с риском развития СД2. В течение 17-летнего периода наблюдения произошло 143 случая СД2. По сравнению с первым терцилем показателя кардиореспираторной выносливости, риск СД2 в среднем терциле составил 0,86 (0,59–1,25) и в верхнем терциле – 0,61 (0,38–0,96). Для показателя ИМТ риск СД2 составил (с учетом коррекции по кардиореспираторной выносливости) 2,34 (1,55–3,54) для женщин с избыточной массой тела и 3,70 (2,12–6,44) для женщин с ожирением по сравнению с группой женщин с нормальной массой тела. При комбинированном анализе женщины с низкой кардиореспираторной выносливостью и наличием избыточной массы тела/ожирения имели значительно более высокий риск СД2 по сравнению с группой женщин с нормальной массой тела и высокой кардиореспираторной выносливостью [13].

Ran X.R. и соавт. изучили влияние диеты и физических тренировок на риск развития СД2 у лиц с нарушенной толерантностью к глюкозе (НТГ). Обследовали в скрининге 110 660 мужчин и женщин для выявления НТГ и СД2. Лица с выявленной НТГ были случайным образом распределены на группы – контрольную и три группы вмешательства (только диета, только тренировки, диета плюс тренировки). Повторные исследования в ходе наблюдения проводились с двухлетним интервалом в течение 6 лет для выявления лиц с развившимся СД2. Общее число новых случаев СД2 составило 67,7% (95 ДИ 59,8–75,2) в контрольной группе по сравнению с 43,8% (35,5–52,3) в группе «диета», 41,1% (33,4–49,4) в группе «тренировки» и 46,0% (37,3–54,7)

в группе «диета+тренировки» (P<0,05). Относительное снижение риска развития СД2 было одинаковым как у лиц с нормальным ИМТ, так и у лиц с избыточной массой тела. При коррекции по исходному ИМТ и уровню глюкозы натощак снижение риска развития СД2 в группах «диета», «тренировки» и «диета+тренировки» составило соответственно 31% (P<0,03), 46% (P<0,0005) и 42% (P<0,0005) [14].

Целью исследования финских авторов Eriksson J. и соавт. было оценить эффективность интенсивной программы с помощью диеты и тренировок для профилактики СД2 у лиц с НТГ, а также оценить детерминанты прогрессирования СД2 у лиц с НТГ. В проекте DPS (the Diabetes Prevention Study) обследовано 523 пациента с избыточной массой тела и НТГ, которые случайным образом были разделены на контрольную группу и группу вмешательства. Пациенты контрольной группы в начале исследования получили общую информацию об изменениях в образе жизни, необходимых для профилактики СД2. Пациенты группы вмешательства посетили 7 занятий с нутриционистом в течение первого года и затем каждые 3 месяца. Кроме того, пациенты группы вмешательства инструктировались индивидуально по вопросам повышения ФА. В течение первого года потеря массы тела в группе вмешательства составила 4,7 кг по сравнению с 0,9 кг в контрольной группе (P<0,001). Концентрация глюкозы в плазме также была значимо ниже в группе вмешательства после первого года исследования [15].

Lindstrom J. и соавт. оценили, в какой степени положительные изменения, достигнутые в группе вмешательства по профилактике СД2, могут сохраняться после окончания программы. Установили, что в течение периода наблюдения число новых случаев СД2 было в группе вмешательства 4,3, а в контрольной группе – 7,4 на 100 человеко-лет наблюдения (снижение риска на 43%). Такое уменьшение было достигнуто за счет снижения массы тел и увеличения ФА. Положительные изменения в образе жизни пациентов группы вмешательства поддерживались и после завершения программы, и в период наблюдения после программы показатель новых случаев сохранялся на уровне 4,6 и 7,2 в группе вмешательства и в группе риска соответственно, что означало снижение риска СД2 на 36% [16].

Японские исследователи Kosaka K. и соавт. оценили возможность профилактики СД2 у лиц с НТГ путем коррекции образа жизни (включая диету и физические упражнения). Мужчины с НТГ, выявленной на скрининговом обследовании, были случайным образом распределены в соотношении 4:1 в группу стандартного вмешательства (контрольную группу) и группу интенсивного вмешательства (группа вмешательства) соответственно 356 и 102. Пациентам обеих групп было рекомендовано поддерживать ИМТ<24 кг/м<sup>2</sup> и ИМТ<22 кг/м<sup>2</sup> соответственно с помощью диеты и физических упражнений. Отличием группы вмешательства было то, что этим пациентам давали детальные инструкции по диете и физическим упражнениям, которые повторялись каждые 3–4 месяца. Кумулятивная 4-лет-

ная заболеваемость в контрольной группе была 9,3%, в группе вмешательства — 3,0%, что соответствовало снижению риска на 67,4% ( $P < 0,001$ ). Масса тела снизилась на 0,39 кг в контрольной группе и на 2,18 кг в группе вмешательства ( $P < 0,001$ ) [17].

Tuomilehto J. и соавт. установили, что накопленная частота новых случаев СД2 после 4 лет исследования составила в группе вмешательства 11%, а в контрольной группе — 23%. В течение всего периода исследования риск СД2 снизился в группе исследования на 58% ( $P < 0,001$ ) [18].

Lee D. и соавт. изучили связь кардиореспираторной выносливости и ожирения с риском возникновения нарушенной гликемии натощак и СД2 в проспективном когортном исследовании 14 006 мужчин, не имевших СД2, изменений на ЭКГ, инсульта, рака. За период наблюдения (39 610 человеко-лет) зарегистрировано 3162 случая нарушенной гликемии натощак и 477 случаев (101 419 человеко-лет) СД2. В мультивариантном анализе, при сравнении показателей кардиореспираторной выносливости пациентов из нижнего и верхнего квинтилей значений, риск нарушенной глюкозы натощак и СД2 у пациентов составил 52% и 14% соответственно ( $P < 0,001$ ). Мужчины с ожирением имели риск СД2 в 3 раза выше, чем мужчины без ожирения. В комбинированном анализе мужчины с ожирением из нижнего квинтиля работоспособности имели риск СД2 в 5,7 выше, чем в группе мужчин с нормальной массой тела из высшего квинтиля работоспособности [19].

Sieverdes J. и соавт. изучили независимые и объединенные ассоциации уровней ФА и объективно измеренной кардиореспираторной выносливости с риском развития СД2 в когорте 23 444 мужчин в возрасте 20–85 лет, не имевших в начале исследования СД2, ССЗ и рака. В течение 18-летнего периода наблюдения зафиксировано 589 случаев СД2. После коррекции с учетом других факторов риска, группа мужчин, занимавшихся ходьбой и бегом, и группа мужчин, занимавшихся фитнесом, имели показатель риска развития СД2 на 40% и на 28% ниже по сравнению с группой мужчин с сидячим образом жизни. После коррекции с учетом других факторов показатель риска развития СД2 в группах со средней и высокой кардиореспираторной выносливостью был на 38% и на 63% ниже, чем в группе с низкой выносливостью ( $P < 0,0001$ ) [20].

В исследовании CARDYA (the Coronary Artery Risk Development in Young Adults) Carnethon M.R. и соавт. на протяжении периода от 7 до 20 лет изучили связь изменений уровня кардиореспираторной выносливости, определявшегося по продолжительности максимального тредмил-теста со ступенчатой нагрузкой, на развитие СД2 в среднем возрасте. Обследовали 3989 мужчин и женщин из когорты CARDYA. Относительное изменение уровня кардиореспираторной выносливости в процентах рассчитывалось как разность между уровнем выносливости в начале исследования и в последующих трех исследованиях. СД2 возник с частотой 4 на 1000 человеко-лет наблюдения у женщин ( $n=149$ ) и мужчин ( $n=122$ ), при этом

низкая выносливость в начале исследования ассоциировалась с более высоким риском возникновения новых случаев СД2 (ОР от 1,8 до 2,3). В среднем на протяжении 7 лет кардиореспираторная выносливость снизилась на 7,6% у женщин и на 9,2% у мужчин. Лица, у которых развился СД2 в течение 20-летнего периода наблюдения, имели более выраженное снижение показателей кардиореспираторной выносливости за 20-летний период, чем те обследованные, у которых СД2 не возник. Авторы подчеркивают, что низкая кардиореспираторная выносливость значимо ассоциирована с риском возникновения СД2 и объясняется в значительной степени взаимосвязью между выносливостью и показателями ИМТ [21].

Gray B. и соавт. у 81 мужчины изучили связи показателей ФА, полученных с помощью вопросника по ФА, с кардиореспираторной выносливостью с целью того, чтобы установить, какой из этих показателей в большей мере может служить индикатором кардиометаболического риска, в том числе и риска развития СД2. Авторы установили, что использование категорий уровня кардиореспираторной выносливости («отличное и хорошее» по сравнению со «средним и ниже среднего») способно идентифицировать больше различий в уровне кардиометаболических факторов риска (а именно — ИМТ, окружность талии, общий холестерин, триглицериды и др.), чем показатель ФА, который в отдельности позволял идентифицировать только различия в окружности талии. Кроме того, уровень кардиореспираторной работоспособности демонстрировал значимые различия во всех моделях предсказания риска СД2. Авторы делают вывод, что кардиореспираторная выносливость обнаруживает большее число ассоциаций с маркерами кардиометаболического риска и СД2, чем показатель уровня ФА, определенной с помощью вопросника [22].

В исследовании The FIT (Henry Ford Exercise Testing) Stephen P. и соавт. изучили ассоциацию кардиореспираторной выносливости с возникновением СД2 у 46 979 пациентов (средний возраст 53 года, 48% женщин), не имевших СД2 в начале исследования. Медиана наблюдения составила 5,2 года (межквартильный ранг 2,6–8,3 года), зарегистрировано 6861 случаев СД2. После коррекции с учетом вмешивающихся факторов (confounder) пациенты с уровнем выносливости свыше 12 MET (метаболический эквивалент, под одним MET понимают потребление кислорода 3,5 мл/кг\*мин, что соответствует состоянию покоя) имели риск развития СД2 на 54% ниже по сравнению с пациентами с уровнем кардиореспираторной выносливости ниже 6 MET. Эта связь сохранялась независимо от возраста, пола, ожирения, гипертензии и гиперлипидемии. Авторы подчеркивают, что высокая кардиореспираторная выносливость связана с более низким риском развития новых случаев СД2 независимо от демографических характеристик и уровня факторов риска в начале исследования [23].

Qin L. и соавт. показали, что низкая ФА и ожирение являются независимыми факторами риска СД2. Учитывая тесную взаимосвязь этих факторов, логично пред-

положить, что они могут взаимодействовать. ФА может опосредовать снижение вклада ожирения в развитие СД2 путем снижения жировой массы [24].

Lee D. и соавт. изучили независимые и комбинированные ассоциации ФА и ожирения на возникновение СД2 среди 675 496 корейских мужчин. За период наблюдения 7,5 лет у 52 995 мужчин развился СД2. Мужчины с избыточной массой тела, ожирением 1-й и 2-й степени имели показатель риска в 1,47, 2,05 и 3,69 раза соответственно выше, чем мужчины с нормальной массой тела, а мужчины с низким, средним и высоким уровнем ФА имели показатели риска СД2 на 5%, 10% и 9% ниже, по сравнению с неактивными мужчинами после коррекции с учетом вмешивающихся факторов. По мнению авторов, высокая ФА может ослаблять некоторые негативные эффекты избыточной МТ и ожирения. В то же время повышенный риск СД2 вследствие отсутствия ФА был ниже у мужчин с нормальной МТ [25].

Wei M. и соавт. в популяционном проспективном исследовании 8633 мужчин без СД2 в течение в среднем 6 лет наблюдения отметили 149 случаев развития СД2 и 593 случая НТГ. После коррекции с учетом других факторов риска (возраст, курение, алкоголь, наличие СД2 у родителей) было установлено, что мужчины с самой низкой кардиореспираторной выносливостью (нижние 20%) имели риск развития НТГ 1,9 (ДИ 1,5–2,4) и риск развития СД2 3,7 (ДИ 2,4–5,8) по сравнению с мужчинами с наибольшей кардиореспираторной выносливостью (верхние 40%) [26].

Метаанализ 10 когортных исследований, оценивавших превентивный эффект ФА умеренной интенсивности, показал, что риск СД2 при регулярной быстрой ходьбе более 2,5 ч в неделю снижается до 0,70 (ДИ 0,58–0,84). Превентивного эффекта силовых упражнений не было обнаружено [27].

Датские исследователи Petersen С.В. и соавт. проверили гипотезу о том, что время, проводимое человеком в положении сидя, может быть связано с частотой новых случаев СД2. Обследовано 72 608 жителей Дании из когорты DANHES, у которых с их слов было определено время, проводимое сидя, и которых затем наблюдали в течение 5 лет. Скорректированный по полу и возрасту риск развития СД2 среди тех, кто сидел более 10 ч в день, по сравнению с теми, кто сидел менее 6 ч в день, был 1,35 (1,17–1,57). Относительный риск был одинаков у лиц обоего пола, но существенно изменялся при коррекции по потенциальным вмешивающимся факторам, включая ФА, и при этом не имел статистически значимых различий во всех категориях ИМТ, за исключением ожирения. По мнению авторов, ассоциация между общим временем сидя и частотой новых случаев СД2 существенно опосредуется ФА и ожирением. Общее время сидения остается фактором риска СД2 только в неактивных популяциях и при ожирении [28].

Williams P.T., Thompson P.D. изучили, насколько эквивалентны могут быть энерготраты при ФА умеренной интенсивности (ходьба) и большой интенсивности (бег) в плане достижения эквивалентного положительного оз-

доровительного эффекта, в частности на факторы риска ССЗ и риск СД2. Энергозатраты при соответствующих видах ФА (в МЕТ\*ч/день) сравнивались с частотой новых случаев гипертонии, СД2 и ИБС в течение 6,2 лет наблюдения. Бег значимо снижал риск новых случаев гипертонии на 4,2%, гиперхолестеринемии на 4,3%, СД2 на 12,1% и ИБС на 4,5%. Для ходьбы снижение риска было на 7,2%, 7,0%, 12,3% и 9,3% для соответствующих показателей. Снижение риска новых случаев гиперхолестеринемии по отношению к энерготратам <1,8 МЕТ\*ч/день, в диапазоне энерготрат от 1,8 до 3,6; от 3,6 до 5,4; от 5,4 до 7,2 и свыше 7,2 МЕТ\*ч/день были следующими: (1) 10,1%; 17,7%; 25,1% и 34,9% для бега и 14,0%; 23,8%; 21,8% и 38,3% для ходьбы; (2) для гипертонии 19,7%; 19,4%; 26,8% и 39,8% для бега и 14,7%; 19,1%; 23,6% и 13,3% для ходьбы; (3) и для СД2 43,5%; 44,1%; 47,7% и 68,2% для бега и 34,1%; 44,2%; 41,3 и 23,6% для ходьбы. Снижение риска для развития СД2 и гипертонии не отличалось значимо между бегом и ходьбой, но было значимо больше у ходьбы, чем у бега для гиперхолестеринемии. По мнению авторов, эквивалентные энерготраты при умеренной ФА (ходьба) и при интенсивной ФА (бег) ведут к сопоставимым снижениям риска гипертонии, гиперхолестеринемии и СД2 [29].

Таким образом, анализ современных популяционных исследований показывает, что разные виды ФА (преимущественно связанные с развитием кардиореспираторной выносливости) являются фактором, способствующим снижению риска возникновения СД2.

## Физическая активность и риск смерти больных СД2

Отдельный интерес представляют когортные исследования, в которых была изучена связь между регулярной ФА и низким риском смертности от всех причин и смертности от ССЗ у пациентов с СД2. Wei M. и соавт. обследовали 1263 мужчины с СД2. В течение 12 лет было 180 случаев смерти. После коррекции с учетом вмешивающихся факторов, физически неактивные мужчины имели риск смерти в 1,7 раза выше, чем физически активные [30].

Batty G.D. и соавт. изучили связь ходьбы и ФАСВ с общей смертностью и смертностью от ССЗ в течение 25-летнего наблюдения у 352 мужчин с СД2 или НТГ (215 случаев смерти) и у 6056 мужчин без нарушений углеводного обмена (НУО) (2550 случаев смерти). Показатели ФА были отрицательно связаны с общей смертностью и смертностью от ССЗ как у лиц с СД2 и НТГ, так и у лиц без НУО [31].

Gregg E.W. и соавт. изучили связь между ходьбой и риском смерти от всех причин и смерти от ССЗ среди лиц с СД2. В когортном исследовании в течение 8 лет наблюдали 2896 взрослых с СД2 в возрасте 18 лет и старше. По сравнению с неактивными индивидуумами, те, кто ходил не менее 2 ч/нед, имели риск общей смертности на 39% ниже (0,61) и риск смерти от ССЗ на 34% ниже. По сравнению с неактивными индивидуумами,

те, кто ходил не менее 3–4 ч/нед, имели риск общей смертности 0,46 и риск смерти от ССЗ 0,47. Кроме того, по сравнению с неактивными индивидуумами, те, у кого во время ходьбы происходило умеренное повышение частоты сердечных сокращений и частоты дыхания, имели риск общей смертности 0,57 и риск смерти от ССЗ 0,69. Протективный эффект наблюдался у лиц разного пола, возраста, ИМТ, продолжительности СД2. Авторы отмечают, что ежегодно может быть предотвращена одна смерть на каждого 61 индивидуума, кто ходит минимум 2 ч в неделю [32].

Tanasescu M. и соавт. обследовали 3803 мужчин с СД2 в течение 14 лет. Зарегистрировано 335 случаев смерти от всех причин. Относительный риск смерти от всех причин в квинтилях общей ФА был 1,0, 0,80, 0,57, 0,58 и 0,58 (Ртренд = 0,005). Ходьба была ассоциирована с риском смерти от всех причин – относительный риск в квинтилях ходьбы составил 1,0, 0,97, 0,87, 0,97 и 0,57 (Ртренд=0,002). Скорость ходьбы была отрицательно ассоциирована с риском смерти независимо от продолжительности ходьбы в часах [33].

Hu G. и соавт. в проспективном исследовании наблюдали 3316 пациентов в возрасте 25–74 лет с СД2 на протяжении в среднем 18,4 лет. Зарегистрировано 1410 случаев смерти. Изучили связь между разными видами ФА – ФА на работе, ФА по дороге на работу и ФАСВ. В мультивариантной модели Кокса с учетом многих факторов риска относительный риск для легкой, умеренной и активной работы был равен 1,00; 0,86 и 0,60 (Ртренд<0,001) для общей смертности и 1,00; 0,91 и 0,60 (P<0,001) для смертности от ССЗ соответственно. Относительный риск, ассоциированный с низкой, умеренной и высокой ФАСВ был равен 1,00, 0,82 и 0,71 (P<0,001) для общей смертности и 1,00, 0,83 и 0,67 (Ртренд=0,005) для смертности от ССЗ соответственно. ФА по пути на работу была отрицательно ассоциирована с риском общей смертности и смертности от ССЗ, однако после коррекции с учетом вмешивающихся факторов эта связь не сохранялась. По мнению авторов, не только ФАСВ, но и ФА на работе и ФА по дороге на работу являются важными компонентами здорового образа жизни пациентов с СД2. Что касается интенсивности ФАСВ, то показатель риска СД2 у лиц с низкой, умеренной и интенсивной ФАСВ был равен соответственно 1,00; 0,82 и 0,71 (P<0,001) для общей смертности и 1,00; 0,83 и 0,67 (P=0,005) для смертности от ССЗ [34].

Hu G. и соавт. изучили ассоциации ФА и конвенционных факторов риска как в отдельности, так и в сочетании друг с другом, с общей смертностью и смертностью от ССЗ среди пациентов с СД2. В проспективном исследовании 3708 пациентов с СД2 в возрасте 25–74 лет в начале определялись ФА, АД, статус курения, длина и масса тела и холестерин. Средний период наблюдения составил 18,7 лет. Зарегистрировано 1423 случая смерти, из них 906 случаев от ССЗ. Средний или высокий уровень ФА ассоциировался со снижением общей и сердечно-сосудистой смертности, тогда как высокие показатели ИМТ и АД, а также курение ассоциировались с повышением

общей и сердечно-сосудистой смертности. Высокий уровень холестерина также увеличивал сердечно-сосудистую смертность. Протективный эффект ФА в этом исследовании у пациентов с СД2 был значимым независимо от показателей ИМТ, АД, общего холестерина и курения [35].

Интересный дизайн использовали в своем исследовании Jonker J.T. и соавт. Они исходили из того, что ФА ассоциируется со сниженным риском развития СД2 и со снижением смертности среди лиц с СД2. Однако неясно, влияет ли ФА на число лет, прожитых с и без СД2. Авторы рассчитали различия в ожидаемой продолжительности жизни у лиц с и без СД2 в связи с различными уровнями ФА у мужчин и женщин в возрасте от 50 лет. При этом они рассматривали 3 категории по времени наступления конечной точки: 1) лица без СД2 до наступления смерти; 2) лица без СД2 до возникновения СД2; 3) лица с СД2 до наступления смерти. У мужчин и женщин в возрасте 50 лет с умеренной ФА ожидаемая продолжительность жизни без СД2 была на 2,3 года больше, чем для лиц с низкой ФА. Для мужчин и женщин с высокой ФА это различие составило 4,2 и 4,0 года соответственно. Продолжительность жизни без СД2 была на 0,5 и 0,6 лет больше у мужчин и женщин с умеренной ФА, чем у лиц с низкой ФА. Для лиц с высокой ФА эти различия составили 0,1 и 0,2 года соответственно. Таким образом, авторам удалось показать, что лица с умеренной и высокой ФА имеют большую продолжительность жизни и большее количество лет живут без СД2, чем лица с низкой ФА [36].

Nelson K.M. и соавт. изучили связь между модифицируемыми факторами риска, в том числе ФА, и риском смерти от всех причин в репрезентативной выборке пациентов с СД2. У лиц, не имевших никакой ФА, риск смерти составил 1,58 (1,24–2,02) по сравнению с теми, кто имел какую-либо ФА в свободное от работы время [37].

Sluik D. и соавт. в проспективном исследовании и сопутствующем метаанализе изучили связь между ФА и смертностью у лиц с СД2. Когорта в начале исследования состояла из 5859 участников с СД2. Ассоциации ФАСВ и общей ФА, а также ходьбы с общей смертностью были изучены с применением мультивариантной модели Кокса. В проспективном исследовании ФА была ассоциирована с низким риском смертности от ССЗ и общей смертности. По сравнению с физически неактивными лицами, наименьший риск смерти наблюдался у лиц с умеренной ФА – 0,62 (ДИ 0,49–0,78) для общей смертности и 0,51 (ДИ 0,32–0,81) для смертности от ССЗ. ФАСВ была ассоциирована с низким риском общей смертности, а ходьба была ассоциирована с низким риском смертности от ССЗ. В результате метаанализа 5 исследований риск смерти при высокой ФА по сравнению с низкой ФА составил 0,60 (ДИ 0,49–0,73). Полученные результаты свидетельствуют о несомненном положительном влиянии ФА на снижение риска преждевременной смерти у лиц с СД2 [38].

Интересное кросс-секционное исследование было проведено Cassidy S. и соавт. Обследовано 502 664 взрос-

ных лиц в возрасте 37–63 лет (54% женщин). 4 группы были сформированы на основании исходного статуса: «нет заболевания» (n=103 993), «есть ССЗ» (n=113 469), «есть СД2 без ССЗ» (n=4074) и «есть СД2 + ССЗ» (n=11 574). Были изучены питание, ФА, просмотр ТВ и продолжительность сна в этих 4 группах. В группе лиц с ССЗ, по сравнению с группой лиц «без заболеваний», обнаружены низкий уровень ФА (<918 МЕТ мин/нед, ОР 1,23 (ДИ 1,20–1,25)), высокая продолжительность просмотра ТВ (>3 ч/день; 1,42 (ДИ 1,39–1,45)) и неоптимальная продолжительность сна (<7, >8 час/ночь; 1,37 (ДИ 1,34–1,39)). В группе лиц с «СД2 + ССЗ», по сравнению с группой лиц «без заболеваний», обнаружены низкий уровень ФА (1,71 (ДИ 1,64–1,78)), высокая продолжительность просмотра ТВ (1,92 (ДИ 1,85–1,99)) и неоптимальная продолжительность сна (1,52 (ДИ 1,46–1,58)). Что касается ФА, лица в группах «ССЗ» и «СД2 + ССЗ», по сравнению с группой лиц «без заболевания», чаще имели низкую ФА, высокую продолжительность просмотра ТВ и неоптимальную продолжительность сна (2,15 (ДИ 2,03–2,28) и 3,29 (ДИ 3,02–3,58)) соответственно. Хотя, как подчеркивают авторы, кросс-секционный дизайн данного исследования не позволяет уверенно судить о причинно-следственных связях изученных показателей, имеется все же значимое ухудшение профиля кардиометаболического риска, ассоциированное с низкой ФА, высокой продолжительностью просмотра ТВ и неоптимальной продолжительностью сна [39].

Представляет большой интерес работа Kabir P. и соавт., в которой изучены ассоциации между специфическими типами ФА и смертностью от всех причин, а также смертностью от ССЗ в большой репрезентативной выборке взрослых с СД2 в Великобритании. Обследовано 3038 лиц с СД2 (675 случаев смерти). Обследованные лица в возрасте 50 лет и старше на момент начала исследования наблюдались в среднем 75,2 месяца для изучения смертности. ФА оценивалась со слов обследованных по частоте, продолжительности и интенсивности занятий физическими упражнениями и спортом, ходьбой и домашней ФА с расчетом показателя энерготрат в МЕТ\*ч/нед. Рассчитывался риск смерти в зависимости от типа и уровня ФА. Были выявлены обратные ассоциации общей ФА с риском общей и сердечно-сосудистой смертности при наличии дозозависимого характера после коррекции с учетом ковариат. По сравнению с неактив-

ными индивидуумами, лица, имевшие некоторую ФА (но не достигавшую рекомендованного уровня), а также лица с ФА, достигавшей рекомендованного уровня, имели риск смерти от всех причин соответственно на 26% и 35% ниже. Занятия спортом и физическими упражнениями были отрицательно ассоциированы со смертностью от всех причин, но не со смертностью от ССЗ. Аналогичная связь выявлена и для ходьбы выше среднего уровня. Домашняя ФА не имела ассоциаций со смертностью у лиц с СД2 [40].

В недавнем метаанализе подтверждено существование дозозависимой связи между ФА и риском СД2. Авторы проанализировали около 80 исследований. Суммарный относительный риск для высокой ФА, по сравнению с низкой ФА, был 0,65 (ДИ 0,59–0,71) для общей ФА, 0,74 для ФАСВ, 0,61 для интенсивной ФА, 0,68 для ФА умеренной интенсивности, 0,85 для ходьбы. Кроме того, обнаружены обратные ассоциации между риском СД2 и ФА на работе и кардиореспираторной выносливостью. В целом метаанализ подтвердил сильную обратную связь между ФА и риском развития СД2. Авторы считают, что все виды ФА полезны с точки зрения снижения риска СД2. При этом снижение риска наблюдалось при продолжительности ФАСВ до 5–7 ч в неделю [41].

## Заключение

Таким образом, анализ современных популяционных исследований показывает, что ФА и снижение МТ полезны не только для профилактики диабета, но и для снижения риска сердечно-сосудистых событий, преждевременной смерти больных СД2. Регулярная ФА является одним из важнейших компонентов здорового образа жизни. Организаторы здравоохранения и политики должны более активно способствовать повышению уровня ФА населения и контролю МТ.

## Дополнительная информация

### Финансирование работы

Поисково-аналитическая работа проведена при поддержке научно-исследовательского института терапии и профилактической медицины.

### Конфликт интересов

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с рукописью.

## Список литературы | References

1. Дедов И.И., Шестакова М.В., Галстян Г.Р. Распространенность сахарного диабета 2 типа у взрослого населения России (исследование NATION) // Сахарный диабет. – 2016. – Т. 19. – №2 – С. 104-112. [Dedov II, Shestakova MV, Galstyan GR. The prevalence of type 2 diabetes mellitus in the adult population of Russia (NATION study). *Diabetes mellitus*. 2016;19(2):104-112.] doi: 10.14341/DM2004116-17
2. Мустафина С.В., Рымар О.Д., Сазонова О.В., и др. Валидизация финской шкалы риска «FINDRISC» на европеоидной популяции Сибири // Сахарный диабет. – 2016. – Т. 19. – №2 – С. 113-118. [Mustafina SV, Rymar OD, Sazonova OV, Shcherbakova LV, Voevoda
3. MI. Validation of the Finnish diabetes risk score (FINDRISC) for the Caucasian population of Siberia. *Diabetes mellitus*. 2016;19(2):113-118.] doi: 10.14341/DM200418-10
3. Caspersen CJ. Physical Activity Epidemiology. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 1989;16:423-474. doi: 10.1249/00003677-198900170-00015
4. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, et al. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement executive summary. *Diabetes Care*. 2010;33(12):2692-2696. doi: 10.2337/dc10-1548
5. Duncan GE, Perri MG, Theraque DW, et al. Exercise Training, Without Weight Loss, Increases Insulin Sensitivity and Postheparin Plasma Lipase Activity

- in Previously Sedentary Adults. *Diabetes Care*. 2003;26(3):557-562. doi: 10.2337/diacare.26.3.557
6. Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med*. 2002;346(6):393-403. doi: 10.1056/NEJMoa012512
7. Hamman RF, Wing RR, Edelstein SL, et al. Effect of weight loss with lifestyle intervention on risk of diabetes. *Diabetes Care*. 2006;29(9):2102-2107. doi: 10.2337/dc06-0560
8. Laaksonen DE, Lindstrom J, Lakka TA, et al. Physical Activity in the Prevention of Type 2 Diabetes: The Finnish Diabetes Prevention Study. *Diabetes*. 2004;54(1):158-165. doi: 10.2337/diabetes.54.1.158
9. Li G, Zhang P, Wang J, et al. The long-term effect of lifestyle interventions to prevent diabetes in the China Da Qing Diabetes Prevention Study: a 20-year follow-up study. *The Lancet*. 2008;371(9626):1783-1789. doi: 10.1016/s0140-6736(08)60766-7
10. Helmrich SP, Ragland DR, Leung RW, Paffenbarger RS, Jr. Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med*. 1991;325(3):147-152. doi: 10.1056/NEJM199107183250302
11. Manson JE, Stampfer MJ, Colditz GA, et al. Physical activity and incidence of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *The Lancet*. 1991;338(8770):774-778. doi: 10.1016/0140-6736(91)90664-b
12. Hu FB, Sigal RJ, Rich-Edwards JW, et al. Walking Compared With Vigorous Physical Activity and Risk of Type 2 Diabetes in Women. *Jama*. 1999;282(15):1433. doi: 10.1001/jama.282.15.1433
13. Sui X, Hooker SP, Lee IM, et al. A prospective study of cardiorespiratory fitness and risk of type 2 diabetes in women. *Diabetes Care*. 2008;31(3):550-555. doi: 10.2337/dc07-1870
14. Pan XR, Li GW, Hu YH, et al. Effects of Diet and Exercise in Preventing NIDDM in People With Impaired Glucose Tolerance: The Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care*. 1997;20(4):537-544. doi: 10.2337/diacare.20.4.537
15. Eriksson J, Lindström J, Valle T, et al. Prevention of Type II diabetes in subjects with impaired glucose tolerance: the Diabetes Prevention Study (DPS) in Finland. *Diabetologia*. 1999;42(7):793-801. doi: 10.1007/s001250051229
16. Lindström J, Ilanne-Parikka P, Peltonen M, et al. Sustained reduction in the incidence of type 2 diabetes by lifestyle intervention: follow-up of the Finnish Diabetes Prevention Study. *The Lancet*. 2006;368(9548):1673-1679. doi: 10.1016/s0140-6736(06)9701-8
17. Kosaka K, Noda M, Kuzuya T. Prevention of type 2 diabetes by lifestyle intervention: a Japanese trial in IGT males. *Diabetes Res Clin Pract*. 2005;67(2):152-162. doi: 10.1016/j.diabres.2004.06.010
18. Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med*. 2001;344(18):1343-1350. doi: 10.1056/NEJM200105033441801
19. Lee DC, Sui X, Church TS, et al. Associations of cardiorespiratory fitness and obesity with risks of impaired fasting glucose and type 2 diabetes in men. *Diabetes Care*. 2009;32(2):257-262. doi: 10.2337/dc08-1377
20. Sieverdes JC, Sui X, Lee DC, et al. Physical activity, cardiorespiratory fitness and the incidence of type 2 diabetes in a prospective study of men. *Br J Sports Med*. 2010;44(4):238-244. doi: 10.1136/bjism.2009.062117
21. Carnethon MR, Sternfeld B, Schreiner PJ, et al. Association of 20-year changes in cardiorespiratory fitness with incident type 2 diabetes: the coronary artery risk development in young adults (CARDIA) fitness study. *Diabetes Care*. 2009;32(7):1284-1288. doi: 10.2337/dc08-1971
22. Gray BJ, Stephens JW, Williams SP, et al. Cardiorespiratory fitness is a stronger indicator of cardiometabolic risk factors and risk prediction than self-reported physical activity levels. *Diab Vasc Dis Res*. 2015;12(6):428-435. doi: 10.1177/1479164115599907
23. Juraschek SP, Blaha MJ, Blumenthal RS, et al. Cardiorespiratory fitness and incident diabetes: the FIT (Henry Ford Exercise Testing) project. *Diabetes Care*. 2015;38(6):1075-1081. doi: 10.2337/dc14-2714
24. Qin L, Knol MJ, Corpeleijn E, Stolk RP. Does physical activity modify the risk of obesity for type 2 diabetes: a review of epidemiological data. *Eur J Epidemiol*. 2010;25(1):5-12. doi: 10.1007/s10654-009-9395-y
25. Lee DC, Park I, Jun TW, et al. Physical activity and body mass index and their associations with the development of type 2 diabetes in Korean men. *Am J Epidemiol*. 2012;176(1):43-51. doi: 10.1093/aje/kwr471
26. Wei M. The Association between Cardiorespiratory Fitness and Impaired Fasting Glucose and Type 2 Diabetes Mellitus in Men. *Annals of Internal Medicine*. 1999;130(2):89. doi: 10.7326/0003-4819-130-2-199901190-00002
27. Jeon CY, Lokken RP, Hu FB, van Dam RM. Physical activity of moderate intensity and risk of type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Care*. 2007;30(3):744-752. doi: 10.2337/dc06-1842
28. Petersen CB, Bauman A, Tolstrup JS. Total sitting time and the risk of incident diabetes in Danish adults (the DANHES cohort) over 5 years: a prospective study. *Br J Sports Med*. 2016;50(22):1382-1387. doi: 10.1136/bjsports-2015-095648
29. Williams PT, Thompson PD. Effects of Statin Therapy on Exercise Levels in Participants in the National Runners' and Walkers' Health Study. *Mayo Clin Proc*. 2015;90(10):1338-1347. doi: 10.1016/j.mayocp.2015.06.019
30. Wei M. The Association between Cardiorespiratory Fitness and Impaired Fasting Glucose and Type 2 Diabetes Mellitus in Men. *Annals of Internal Medicine*. 1999;130(2):89. doi: 10.7326/0003-4819-130-2-199901190-00002
31. Batty GD, Shipley MJ, Marmot M, Davey Smith G. Physical activity and cause-specific mortality in men with Type 2 diabetes/impaired glucose tolerance: evidence from the Whitehall study. *Diabetic Medicine*. 2002;19(7):580-588. doi: 10.1046/j.1464-5491.2002.00748.x
32. Gregg EW, Gerzoff RB, Caspersen CJ, et al. Relationship of walking to mortality among US adults with diabetes. *Arch Intern Med*. 2003;163(12):1440-1447. doi: 10.1001/archinte.163.12.1440
33. Tanasescu M, Leitzmann MF, Rimm EB, Hu FB. Physical activity in relation to cardiovascular disease and total mortality among men with type 2 diabetes. *Circulation*. 2003;107(19):2435-2439. doi: 10.1161/01.CIR.0000066906.11109.1F
34. Hu G, Eriksson J, Barengo NC, et al. Occupational, commuting, and leisure-time physical activity in relation to total and cardiovascular mortality among Finnish subjects with type 2 diabetes. *Circulation*. 2004;110(6):666-673. doi: 10.1161/01.CIR.0000138102.23783.94
35. Hu G, Jousilahti P, Barengo NC, et al. Physical Activity, Cardiovascular Risk Factors, and Mortality Among Finnish Adults With Diabetes. *Diabetes Care*. 2005;28(4):799-805. doi: 10.2337/diacare.28.4.799
36. Jonker JT, De Laet C, Franco OH, et al. Physical Activity and Life Expectancy With and Without Diabetes: Life table analysis of the Framingham Heart Study. *Diabetes Care*. 2005;29(1):38-43. doi: 10.2337/diacare.29.01.06.dc05-0985
37. Nelson KM, Boyko EJ, Koepsell T. All-cause mortality risk among a national sample of individuals with diabetes. *Diabetes Care*. 2010;33(11):2360-2364. doi: 10.2337/dc10-0846
38. Sluik D, Buijsse B, Muckelbauer R, et al. Physical Activity and Mortality in Individuals With Diabetes Mellitus: A Prospective Study and Meta-analysis. *Arch Intern Med*. 2012;172(17):1285-1295. doi: 10.1001/archinternmed.2012.3130
39. Cassidy S, Chau JY, Catt M, et al. Cross-sectional study of diet, physical activity, television viewing and sleep duration in 233,110 adults from the UK Biobank; the behavioural phenotype of cardiovascular disease and type 2 diabetes. *BMJ Open*. 2016;6(3):e010038. doi: 10.1136/bmjopen-2015-010038
40. Sadarangani KP, Hamer M, Mindell JS, et al. Physical activity and risk of all-cause and cardiovascular disease mortality in diabetic adults from Great Britain: pooled analysis of 10 population-based cohorts. *Diabetes Care*. 2014;37(4):1016-1023. doi: 10.2337/dc13-1816
41. Aune D, Norat T, Leitzmann M, et al. Physical activity and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis. *Eur J Epidemiol*. 2015;30(7):529-542. doi: 10.1007/s10654-015-0056-z

## Информация об авторах [Authors Info]

Богатырев Сергей Николаевич, старший научный сотрудник [Sergey N. Bogatyrev, MD, senior research fellow]; адрес: 630089, г. Новосибирск, ул. Б. Богаткова, д. 175/1 [address: 175/1, B. Bogatkov street, Novosibirsk, 630089 Russian Federation]; eLibrary SPIN: 1533-8443; e-mail: sellbor@ngs.ru.

## Цитировать:

Богатырев С.Н. Физическая активность и риск сахарного диабета 2 типа: обзор популяционных исследований // Сахарный диабет. — 2016. — Т. 19. — №6. — С. 486-493. doi: 10.14341/DM8030

## To cite this article:

Bogatyrev SN. Physical activity and type 2 diabetes mellitus risk: population studies review. *Diabetes mellitus*. 2016;19(6):486-493. doi: 10.14341/DM8030