

Читать  
онлайн  
Read  
onlineШироков В.А.<sup>1</sup>, Вараксин А.Н.<sup>2</sup>, Гаврильченко Д.С.<sup>1</sup>, Терехов Н.Л.<sup>3</sup>

## Влияние физической активности на распространённость болезней системы кровообращения у работников промышленных предприятий

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 141014, Мытищи, Россия;

<sup>2</sup>ФГБУН «Институт промышленной экологии» Уральского отделения Российской академии наук, 620219, Екатеринбург, Россия;

<sup>3</sup>ФБУН «Екатеринбургский медицинский—научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 620014, Екатеринбург, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Введение.** Кардиоваскулярная патология продолжает занимать ведущее место в структуре общей заболеваемости трудоспособного населения. Физическая активность занимает важное место в снижении сердечно-сосудистого риска. При этом имеются данные о неоднозначном влиянии физической нагрузки в рабочее и в свободное от работы время на распространённость болезней системы кровообращения: интенсивная физическая активность в рабочее время не приносит такой же пользы здоровью работников, как физическая активность в свободное время.

**Цель исследования** — оценка влияния различных уровней физической нагрузки в рабочее и свободное от работы время на распространённость болезней системы кровообращения, в частности артериальной гипертензии, у работников металлургического предприятия.

**Материалы и методы.** Для оценки уровней физической активности в рабочее и в свободное от работы время было выполнено анкетирование при проведении периодических медицинских осмотров 1288 работников металлургических предприятий с использованием Международного опросника физической активности (IPAQ). Физическая активность оценивалась по трём степеням: низкая, умеренная и интенсивная. Рассчитывали коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Для показателей с наибольшими коэффициентами корреляции построены рисунки *Interaction plots* и модели логистической регрессии.

**Результаты.** Установлено, что риск развития кардиоваскулярной патологии уменьшается при увеличении времени интенсивной физической активности. Наибольшее положительное влияние на распространённость болезней системы кровообращения оказывают физические нагрузки в свободное от работы время. Физические нагрузки на работе также оказывают положительное влияние, однако меньшее по сравнению с нагрузками в свободное время.

**Ограничения исследования.** Не проводился сравнительный анализ влияния различных уровней тяжести физических нагрузок на распространённость болезней системы кровообращения по данным специальной оценки условий труда и уровней физической активности по результатам анкетирования.

**Заключение.** Полученные результаты дают основание рекомендовать работникам металлургических предприятий с целью снижения кардиоваскулярного риска увеличивать пропорционально возрасту объём физической активности в свободное от работы время.

**Ключевые слова:** болезни системы кровообращения; профессиональная физическая активность; тяжесть труда; профилактика

**Соблюдение этических стандартов.** Исследование проведено согласно общепринятым научным принципам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (ред. 2013 г.). Все участники дали информированное добровольное письменное согласие на участие в исследовании.

**Для цитирования:** Широков В.А., Вараксин А.Н., Гаврильченко Д.С., Терехов Н.Л. Влияние физической активности на распространённость болезней системы кровообращения у работников промышленных предприятий. *Гигиена и санитария*. 2025; 104(2): 174–179. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-2-174-179> <https://elibrary.ru/bqpfbfj>

**Для корреспонденции:** Гаврильченко Дарья Сергеевна, e-mail: [gavrilchenko.ds@fncg.ru](mailto:gavrilchenko.ds@fncg.ru)

**Участие авторов:** Широков В.А. — концепция и дизайн исследования, написание текста, обсуждение результатов, редактирование; Вараксин А.Н. — обработка данных, статистический анализ, обсуждение результатов, редактирование; Гаврильченко Д.С. — обработка материала, сбор данных литературы, написание текста, обсуждение результатов; Терехов Н.Л. — сбор данных, статистический анализ, обсуждение результатов. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 10.06.2024 / Поступила после доработки: 04.09.2024 / Принята к печати: 03.12.2024 / Опубликовано: 07.03.2025

Vasily A. Shirokov<sup>1</sup>, Anatoly N. Varaksin<sup>2</sup>, Daria S. Gavrilchenko<sup>1</sup>, Nikita L. Terekhov<sup>3</sup>

## The influence of physical activity on the prevalence of circulatory diseases in industrial workers

<sup>1</sup>Federal Research Center for Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi, 141014, Russian Federation;

<sup>2</sup>Institute of Industrial Ecology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, 620219, Russian Federation;

<sup>3</sup>Ekaterinburg Medical-Scientific Center for the Prevention and Health of Industrial Workers, Ekaterinburg, 620014, Russian Federation

### ABSTRACT

**Introduction.** Cardiovascular pathology continues to occupy a leading place in the structure of the general morbidity among the working-age population. Physical activity is essential in reducing cardiovascular risk. At the same time, there is evidence of the ambiguous effect of the physical activity during occupational and leisure time on the prevalence of circulatory diseases: intense occupational physical activity does not bring the same benefits to the health of workers as physical activity over leisure time.

**The purpose.** Assessment of the influence of different levels of physical activity during occupational and leisure time on the prevalence of cardiovascular diseases, in particular, arterial hypertension, among manufacturing labourers.

**Materials and methods.** To assess the levels of occupational and leisure time physical activity during periodic medical examinations, a survey of one thousand two hundred eighty eight employees of metallurgical enterprises was conducted using the IPAQ — International Physical Activity Questionnaire. Physical activity was graded in three levels: low, moderate, and intense. The Spearman rank correlation coefficient was calculated. Interaction plots and logistic regression models were constructed for indicators with the highest correlation coefficients.

**Results.** The reduction of the risk of developing cardiovascular pathology, according to the results of this study, is observed by increasing the time devoted to intensive physical activity in the leisure time and during the work. The physical activity during the leisure time has the greatest favourable effect on the prevalence of cardiovascular diseases. Occupational physical activity also has a favourable effect, but less so compared to exercise over leisure time.

**Limitations.** This study did not conduct a comparative analysis of the influence of different physical activity levels on cardiovascular diseases according to a special assessment of working conditions with the results of the impact of different physical activity levels according to the results of a questionnaire.

**Conclusions.** The results obtained give grounds to recommend that employees of metallurgical enterprises to increase the amount of physical activity during the leisure time, especially with increasing age to reduce cardiovascular risk.

**Keywords:** cardiovascular diseases; occupational physical activity; severity of work; prevention of circulatory diseases

**Compliance with ethical standards.** The study was conducted according to the generally accepted scientific principles of the Helsinki Declaration of the World Medical Association (ed. 2013). All participants gave informed voluntary written consent to participate in the study.

**For citation:** Shirokov V.A., Varaksin A.N., Gavrilchenko D.S., Terekhov N.L. The influence of physical activity on the prevalence of circulatory diseases in industrial workers. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2025; 104(2): 174–179. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-2-174-179> <https://elibrary.ru/bqpfbj> (In Russ.)

**For correspondence:** Daria S. Gavrilchenko, e-mail: [gavrilchenko.ds@fncg.ru](mailto:gavrilchenko.ds@fncg.ru)

**Contribution:** Shirokov V.A. — concept and design of the study, text writing, discussion of the results, editing; Varaksin A.N. — data processing, statistical analysis, discussion of results, editing; Terekhov N.L. — data collection, statistical analysis, discussion of the results; Gavrilchenko D.S. — processing of material, collection of literature data, writing text, discussion of the results. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: June 6, 2024 / Revised: September 4, 2024 / Accepted: December 3, 2024 / Published: March 7, 2025

## Введение

Болезни системы кровообращения остаются одной из наиболее частых причин смертности и заболеваемости трудоспособного населения. Как по первичной, так и по общей заболеваемости ведущими нозологическими формами болезней системы кровообращения (БСК) являются: болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением (35 и 45% соответственно), ишемические болезни сердца (22 и 21,6%) и цереброваскулярные болезни (23 и 20%) [1–3]. При этом в разных областях профессиональной деятельности и на отдельных производствах заболеваемость артериальной гипертензией (АГ) достигала 39,8–66,7%, что в 1,3–2 и более раза выше популяционного уровня [4, 5]. По данным многочисленных исследований, физическая активность (ФА) обоснованно рассматривалась в качестве защитного фактора, способствующего уменьшению риска развития АГ в 1,5–3 раза. Признавая важную роль ФА в профилактике болезней системы кровообращения [6, 7], учёные обращают внимание на неоднозначное влияние физической нагрузки в рабочее и в свободное от работы время на состояние здоровья человека. Приводятся данные о том, что интенсивная физическая активность в рабочее время не приносит такой же пользы здоровью работников, как ФА в свободное время [8–11].

Так, в двенадцатилетнем исследовании (481 688 пациентов, из них 53,2% женщин, средний возраст респондентов 39,3 года), основанном на данных опросников, оценивалась физическая активность на рабочем месте и в свободное от работы время. Многофакторный анализ показал, что низкая физическая активность (сидячая работа) по сравнению с интенсивной ассоциируется с увеличением риска смерти от всех причин и, в частности, от БСК. У работников, имеющих низкую физическую активность в рабочее время и умеренную ФА в свободное от работы время, риск смерти сопоставим с работниками, имеющими умеренную ФА в рабочее время и при этом низкую ФА в свободное от работы время [12]. Достоверных различий между пациентами с умеренной и высокой физической активностью на работе по частоте смерти от всех причин не выявлено. Приводятся данные, свидетельствующие о том, что более высокие по сравнению с рекомендуемыми в настоящее время уровни ФА могут быть эффективны для профилактики болезней системы кровообращения [13–15]. Неоднозначные данные о влиянии различных уровней ФА в рабочее и в свободное от работы время обуславливают целесообразность дальнейших исследований в этом направлении для разработки про-

филактических мероприятий, направленных на снижение заболеваемости и смертности от БСК.

*Цель проведённого исследования* — оценка влияния различных уровней физической нагрузки в рабочее и в свободное от работы время на распространённость болезней системы кровообращения, в частности артериальной гипертензии, у работников металлургических предприятий.

## Материалы и методы

Для оценки уровней физической активности в рабочее и свободное от работы время было выполнено анкетирование при проведении ПМО 1288 работников металлургического предприятия с использованием Международного опросника физической активности IPAQ (International Physical Activity Questionnaire), который отражает регулярность и частоту физических нагрузок по пяти разделам: работа, передвижение, работа по дому (во дворе, на даче), активность на досуге и время, проведённое сидя [16, 17]. Физическая активность оценивалась по трём степеням: низкая, умеренная и интенсивная. Группа работников с низкой ФА была преимущественно представлена лаборантами, инженерами, медицинским персоналом, операторами. В группе с умеренной ФА — водители автомобиля, погрузчика, машинисты крана, электрогазосварщики, плавильщики, а в группе с выраженной ФА — горновые ферросплавных печей, шихтовщики, сталевары, проходчики, слесари-ремонтники, электролизники. Наряду с результатами анкетирования в программу Excel вносили индивидуальные данные пациентов (возраст, стаж, масса тела, рост), данные ПМО, амбулаторной истории болезни пациента. В изучаемую категорию «болезни системы кровообращения» были включены артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца и нарушения ритма сердца. Также вносили данные о неблагоприятных производственных факторах риска, указанных в направлениях работников на ПМО.

Рассчитывали коэффициент ранговой корреляции Спирмена, так как в опроснике для оценки силы связи используются не численные значения, а соответствующие им ранги. На основании коэффициента корреляции Спирмена и созданной модели логистической регрессии показано влияние возраста, стажа, индекса массы тела (ИМТ) на распространённость БСК. Для показателей с наибольшими коэффициентами корреляции (КК) построены рисунки Interaction plots и модели логистической регрессии, используемые для прогнозирования вероятности возникновения некоторого события путём сравнения его с логистической кривой.

## Результаты

Результаты анкетирования 1288 работников металлургических предприятий подтвердили, что возраст, стаж работы и индекс массы тела (ИМТ) увеличивают риск развития БСК, в первую очередь — артериальной гипертензии.

Увеличение возраста на один год увеличивает распространённость БСК в 1,07 раза (отношение шансов (ОШ) = 1,07;  $p < 0,000001$ ) (рис. 1). При этом средние по стране значения распространённости БСК нарастают при увеличении возраста от 20 до 30 лет, затем стабилизируются на уровне 20% в возрастном интервале 30–45 лет; после 45 лет распространённость БСК также прогрессировала с 20 до 70% при увеличении возраста до 65 лет.

При проведении анализа влияния стажа работников получены данные об увеличении распространённости БСК в 1,05 раза при увеличении стажа на один год (ОШ = 1,05;  $p < 0,000001$ ) (рис. 2).

Полученные данные об индексе массы тела работников металлургического предприятия показали, что при увеличении ИМТ на 1 кг/м<sup>2</sup> распространённость БСК увеличивается на 1,1 (ОШ = 1,1047;  $p < 0,000001$ ).

Анализ влияния ФА в свободное от работы время на распространённость БСК проводился по различным категориям вопросов, включённых в опросник IPAQ. При этом получены неоднозначные результаты.

Так, увеличение количества дней с ФА умеренной интенсивности в свободное от работы время снижает распространённость БСК (ОШ = 0,77;  $p = 0,0001$ ). Также увеличение длительности занятий ФА умеренной интенсивности в свободное от работы время на одну минуту снижает распространённость БСК (ОШ = 0,99;  $p < 0,000001$ ) (рис. 3).

Как видно на рис. 4, с увеличением возраста человека среднее количество минут в день ФА умеренной интенсивности в свободное от работы время уменьшается.

Получена зависимость распространённости БСК от числа дней с интенсивной ФА в свободное от работы время: ОШ = 0,7160;  $p < 0,000001$  (рис. 5). Отношение шансов значительно меньше единицы, что подтверждает статистически значимую тенденцию ( $p < 0,05$ ) к уменьшению распространённости БСК при увеличении количества дней с ФА высокой интенсивности.

С увеличением количества дней в течение недели с ФА высокой интенсивности распространённость БСК уменьшается, однако различия средних значений не являются статистически значимыми ( $p > 0,2$ ) из-за малого числа работников с максимальным количеством дней высокой ФА (6–7).

С увеличением возраста обследуемых количество дней с интенсивной физической активностью в свободное от работы время уменьшается, причём значительно: от 1,4 дня в среднем в неделю для младших возрастов до 0,2 дня в неделю для старших (рис. 6).

Таким образом, полученные данные подтверждают положительное влияние ФА высокой интенсивности в свободное от работы время, выраженное в уменьшении распространённости БСК. При этом отмечено снижение интенсивной ФА у работников в старших возрастных группах (55–60 лет), а увеличение возраста прямо увеличивает риск БСК.

Влияние интенсивной физической активности в рабочее время на распространённость БСК оценивалось по указанию респондентов на количество дней в неделю, связанных с подъёмом и перемещением тяжёлых предметов, копанием земли, тяжёлыми строительными работами или подъёмом вверх по лестнице в рабочее время (рис. 7). Наиболее часто интенсивная ФА в рабочее время (количество дней в неделю) отмечалась у работников в возрасте 40–44 лет. Распространённость БСК у респондентов, имеющих интенсивную ФА пять дней в неделю, составляет 30,3%, а с аналогичными нагрузками три дня в неделю — 14,15%. Полученные показатели имеют статистически значимые различия ( $p = 0,0397$ ).  $P$ -значения для связи БСК

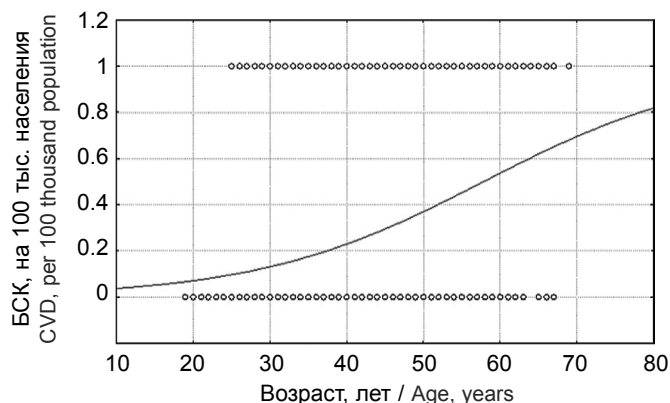


Рис. 1. Логистическая регрессия зависимости распространённости БСК от возраста.

Fig. 1. Logistic regression of the prevalence of cardiovascular diseases (CVD) as a function of age.

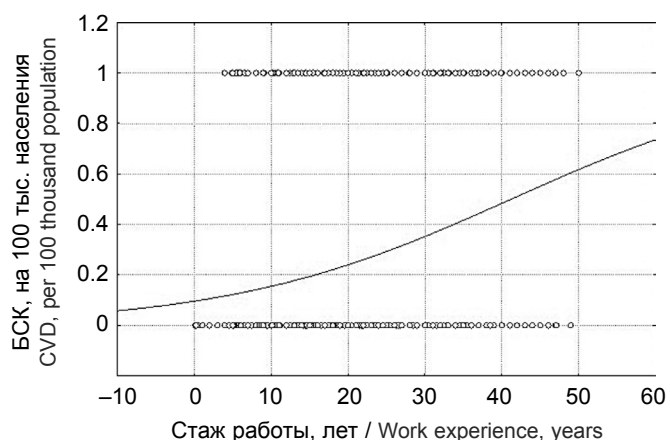


Рис. 2. Логистическая регрессия зависимости распространённости БСК от стажа.

Fig. 2. Logistic regression of the relationship between CVD prevalence and length of service.

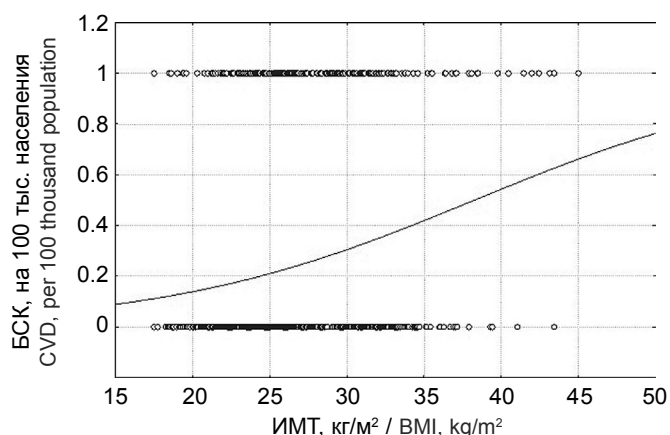
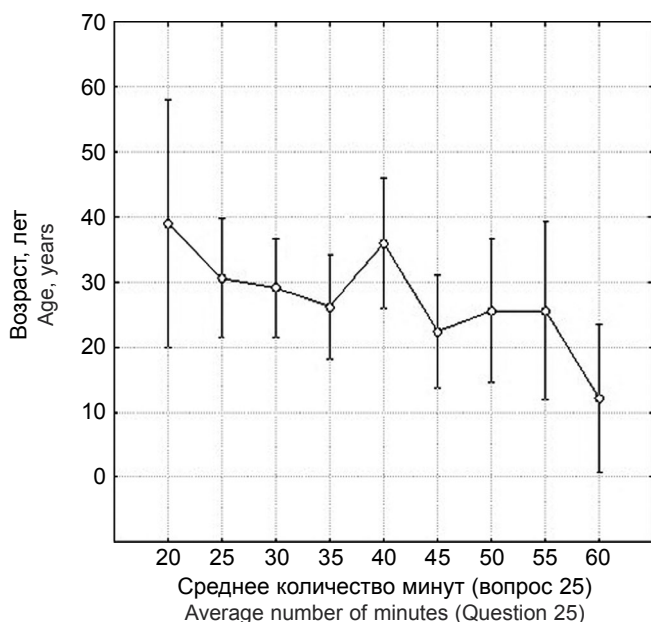


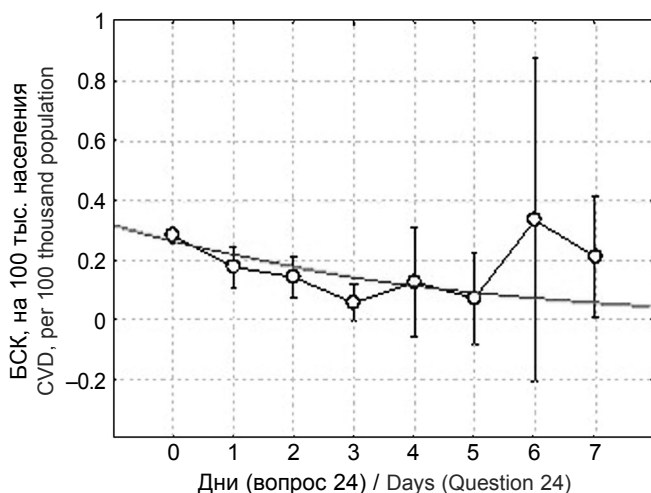
Рис. 3. Логистическая регрессия зависимости распространённости БСК от среднего количества минут в день умеренной ФА в свободное от работы время (вопрос 25 IPAQ).

Fig. 3. Logistic regression of CVD prevalence on the average number of minutes per day of the moderate physical activity (PA) during leisure-time (IPAQ Question 25).



**Рис. 4.** Зависимость от возраста среднего количества минут в день умеренной ФА в свободное от работы время (вопрос 25 IPAQ).

**Fig. 4.** Mean number of minutes of the moderate leisure-time PA as a function of age (IPAQ question 25).



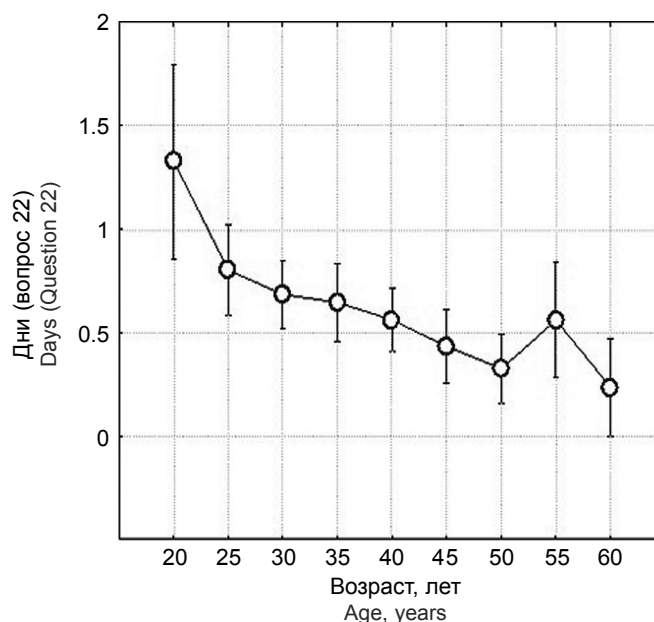
**Рис. 5.** Зависимость распространённости БСК от количества дней интенсивной ФА в свободное от работы время за последнюю неделю (вопрос 22 IPAQ).

**Fig. 5.** CVD prevalence as a function of the number of days of intensive PA during leisure-time over the last week (IPAQ Question 22).

с линейным и квадратичным членами числа дней значительно меньше 0,05. Следовательно, имеется очень значимая нелинейная связь распространённости БСК и числа дней интенсивной физической активности в рабочее время (вопрос 2 опросника IPAQ).

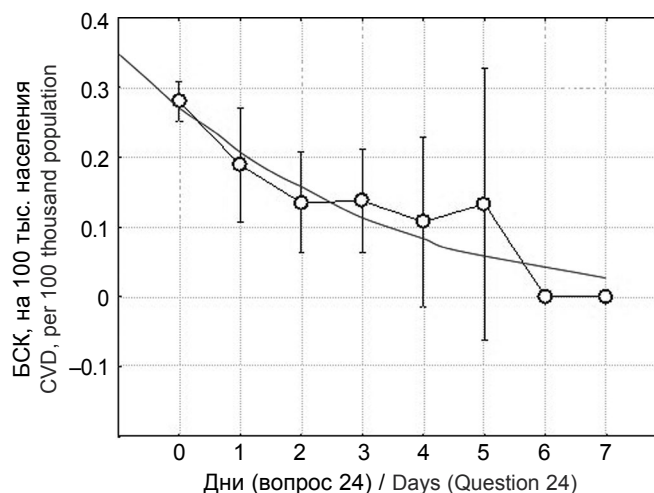
## Обсуждение

Распространённость БСК увеличивается с возрастом, стажем и при увеличении ИМТ, что подтверждает данные многочисленных исследований. Полученные нами результаты свидетельствуют о разнонаправленном влиянии различных уровней физической активности работников металлургических предприятий на работе и в свободное от работы время на распространённость БСК.



**Рис. 6.** Взаимосвязь возраста и среднего количества дней в неделю интенсивной ФА в свободное от работы время (вопрос 22 IPAQ).

**Fig. 6.** Relationship between age and average number of days per week of intensive PA during leisure-time (IPAQ Question 22).



**Рис. 7.** Зависимость распространённости БСК от среднего количества дней интенсивной ФА в рабочее время (вопрос 2 IPAQ).

**Fig. 7.** CVD prevalence as a function of the average number of days of intense physical activity during working hours (IPAQ Question 2).

Уменьшение риска данных патологий, по результатам настоящего исследования, отмечается при увеличении времени интенсивной ФА в свободное время и на работе, а также при уменьшении времени, проведённого в положении сидя в выходной день.

Следует отметить, что у работников, участвовавших в нашем исследовании, с возрастом нарастал уровень гиподинамии как на работе, так и в свободное от работы время, что способствовало увеличению распространённости БСК (см. таблицу).

**Ограничения исследования.** Не проводился сравнительный анализ влияния различных уровней тяжести физических нагрузок на БСК по данным специальной оценки условий труда и различных уровней физической активности по результатам анкетирования.



**Средние значения распространённости БСК в возрастных стратах (группах) в зависимости от числа дней в неделю с интенсивной ФА в рабочее время (вопрос 2 IPAQ), в свободное от работы время (вопрос 22 IPAQ), с умеренной ФА в свободное время (вопрос 24 IPAQ)**  
Average CVD prevalence values in age strata (groups) depending on the number of days per week with intense physical activity during working hours (IPAQ question 2), during leisure time (IPAQ question 22), with moderate physical activity during leisure time (question 24 IPAQ)

Возраст (ранги) Age (ranks)	Распространённость БСК CVD Prevalence	N	Количество дней интенсивной ФА за последнюю неделю Number of days of intensive PA in the last week		Количество дней умеренно интенсивной ФА в свободное от работы время за последнюю неделю (вопрос 24) Number of days of moderately intense leisure-time PA over the last week (question 24)
			в рабочее время (вопрос 2) during working hours (question 2)	в свободное от работы время (вопрос 22) during free time (question 22)	
20	0.000 – min	52	2.12	1.327 – max	0.673
25	0.13	161	2.39	0.801	0.720-max
30	0.192	266	2.67	0.684	0.617
35	0.185	211	2.56	0.645	0.635
40	0.22	205	2.76 – max	0.561	0.698
45	0.307	150	2.36	0.433	0.5
50	0.395	114	2.17	0.325	0.623
55	0.463	82	1.62	0.561	0.5
60	0.681 – max	47	1.47 – min	0.234 – min	0.191 – min
Все группы All groups	0.246	1288	2.42	0.613	0.612

Заклучение

Уменьшение риска развития кардиоваскулярной патологии, по результатам данного исследования, отмечалось при увеличении времени, посвящённого интенсивной физической активности в свободное время и на работе. Наибольшее влияние на снижение распространённости болезней системы кровообращения оказывали физические нагрузки

в свободное от работы время. Физические нагрузки на работе также оказывали положительное влияние, однако меньшее по сравнению с нагрузками в свободное время. Полученные результаты дают основание с целью снижения кардиоваскулярного риска рекомендовать работникам металлургических предприятий увеличивать физическую активность пропорционально возрасту в свободное от работы время.

Литература  
(п.п. 6–17 см. References)

1. Здравоохранение в России – 2023: Статистический сборник. М.: Росстат; 2023.

2. Савина А.А., Фейгинова С.И. Динамика заболеваемости болезнями системы кровообращения взрослого населения Российской Федерации в 2007–2019 гг. *Социальные аспекты здоровья населения*. 2021; 67(2): 1. <https://doi.org/10.21045/2071-5021-2021-67-2-1> <https://elibrary.ru/zrwfxx>

3. Газимова В.Г. Профессиональная заболеваемость металлургов Свердловской области. *Гигиена и санитария*. 2024; 103(3): 253–7. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-3-253-257> <https://elibrary.ru/lzgwsl>

4. Ефремова Ю.Е., Ощепкова Е.В., Жернакова Ю.В., Чазова И.Е., Яровая Е.Б., Шальнова С.А. и др. Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний у лиц с высоким нормальным артериальным давлением в Российской Федерации (по данным эпидемиологического исследования ЭССЕ-РФ). *Системные гипертензии*. 2017; 14(1): 6–11. <https://elibrary.ru/yrybzd>

5. Бойцов С.А., Проваторов С.И. Сердечно-сосудистые заболевания в Российской Федерации: Основные составляющие смертности и направления профилактики. *Вестник Росздравнадзора*. 2018; (5): 12–8. <https://elibrary.ru/ymhukd>

References

1. Healthcare in Russia – 2023: Statistical collection. Moscow: Rosstat; 2023. (in Russian)

2. Savina A., Feyginova S. Dynamics in incidence of diseases of the circulatory system among adults in the Russian Federation in 2007–2019. *Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya*. 2021; 67(2): 1. <https://doi.org/10.21045/2071-5021-2021-67-2-1> <https://elibrary.ru/zrwfxx> (in Russian)

3. Gazimova V.G. Occupational prevalence rates in metallurgists in the Sverdlovsk region. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2024; 103(3): 253–7. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-3-253-257> <https://elibrary.ru/lzgwsl> (in Russian)

4. Efremova Yu.E., Oshchepkova E.V., Zhernakova Yu.V., Chazova I.E., Iarovaia E.B., Shalnova S.A., et al. Cardiovascular risk factors in people with high normal blood pressure in Russian population (based on data obtained in ESSE-RF epidemiological study). *Sistemnye gipertenzii*. 2017; 14(1): 6–11. <https://elibrary.ru/yrybzd> (in Russian)

5. Boytsov S.A., Provatorov S.I. Cardiovascular diseases in the Russian Federation: the main components of mortality and directions of prevention. *Vestnik Roszdravnadzora*. 2018; (5): 12–8. <https://elibrary.ru/ymhukd> (in Russian)

6. Chau J.Y., Grunseit A.C., Chey T., Stamatakis E., Brown W.J., Matthews C.E., et al. Daily sitting time and all-cause mortality: a meta-analysis. *PLoS One*. 2013; 8(11): e80000. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080000>

7. Holtermann A., Schnohr P., Nordestgaard B.G., Marott J.L. The physical activity paradox in cardiovascular disease and all-cause mortality: the contemporary Copenhagen General Population Study with 104 046 adults. *Eur. Heart J.* 2021; 42(15): 1499–511. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab087>

8. Bennett D.A., Du H., Clarke R., Guo Y., Yang L., Bian Z., et al. Association of physical activity with risk of major cardiovascular diseases in Chinese men and women. *JAMA Cardiol.* 2017; 2(12): 1349–58. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2017.4069>

9. Cillekens B., Huysmans M.A., Holtermann A., van Mechelen W., Straker L., Krause N., et al. Physical activity at work may not be health enhancing. A systematic review with meta-analysis on the association between occupational physical activity and cardiovascular disease mortality covering 23 studies with 655 892 participants. *Scand. J. Work Environ. Health*. 2022; 48(2): 86–98.

10. Holtermann A., Krause N., van der Beek A.J., Straker L. The physical activity paradox: six reasons why occupational physical activity (OPA) does not confer the cardiovascular health benefits that leisure time physical activity does. *Br. J. Sports Med.* 2018; 52(3): 149–50. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097965>

11. Martinez Gomez D., Coenen P., Celis-Morales C., Mota J., Rodriguez-Artalejo F., Matthews C., et al. Lifetime high occupational physical activity and total and cause-specific mortality among 320 000 adults in the NIH-AARP study: a cohort study. *Occup. Environ. Med.* 2022; 79(3): 147–54. <https://doi.org/10.1136/oemed-2021-107393>

12. Gao W., Sanna M., Chen Y.H., Tsai M.K., Wen C.P. Occupational sitting time, leisure physical activity, and all-cause and cardiovascular disease mortality. *JAMA Netw. Open*. 2024; 7(1): e2350680. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.50680>

## Original article

13. Wen C.P., Wai J.P., Tsai M.K., Yang Y.C., Cheng T.Y., Lee M.C., et al. Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *Lancet*. 2011; 378(9798): 1244–53. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(11\)60749-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(11)60749-6)
14. Zhao M., Veeranki S.P., Li S., Steffen L.M., Xi B. Beneficial associations of low and large doses of leisure time physical activity with all-cause, cardiovascular disease and cancer mortality: a national cohort study of 88,140 US adults. *Br. J. Sports Med.* 2019; 53(22): 1405–11. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099254>
15. Del Pozo Cruz B., Ahmadi M., Inan-Eroglu E., Huang B.H., Stamatakis E. Prospective associations of accelerometer-assessed physical activity with mortality and incidence of cardiovascular disease among adults with hypertension: The UK Biobank Study. *J. Am. Heart Assoc.* 2022; 11(6): e023290. <https://doi.org/10.1161/jaha.121.023290>
16. Craig C.L., Marshall A.L., Sjöström M., Bauman A.E., Booth M.L., Ainsworth B.E., et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2003; 35(8): 1381–95. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000078924.61453.fb>
17. Atefatfar A., Babajafari S., Mohammadifard N., Nouri F., Boshtam M., Sadeghi M., et al. A healthy diet, physical activity, or either in relation to cardiovascular and all-cause mortality: A prospective cohort study. *Nutrition*. 2023; 116: 112186. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2023.112186>

## Сведения об авторах

**Широков Василий Афонасьевич**, доктор мед. наук, профессор, научный руководитель Института общей и профессиональной патологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия. E-mail: vashirokov@gmail.com

**Вараксин Анатолий Николаевич**, доктор физ.-мат. наук, гл. науч. сотр. лаб. математического моделирования в экологии и медицине, профессор ФГБУН ИПЭ УрО РАН, 620219, Екатеринбург, Россия

**Гаврильченко Дарья Сергеевна**, аспирант, врач-терапевт Института общей и профессиональной патологии им. акад. РАМН А.И. Потапова ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора. E-mail: gavrilchenko.ds@fncg.ru

**Терехов Никита Леопольдович**, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., врач-невролог НПО «Клиника неврологии» ФБУН «ЕМНЦ ПОЗРПП» Роспотребнадзора, 620014, Екатеринбург, Россия

## Information about the authors

**Vasily A. Shirokov**, DSc (Medicine), professor, scientific director of the Institute of General and Occupational Pathology named after Academician of the Russian Academy of Medical Sciences A.I. Potapov, Federal Research Center for Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi, 141014, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1461-1761> E-mail: vashirokov@gmail.com

**Anatoly N. Varaksin**, DSc (Physics and Mathematics), Chief Researcher of the Laboratory of Mathematical Modeling in Ecology and Medicine, Professor of the Institute of Industrial Ecology, Ural Branch of the RAS, Ekaterinburg, 620219, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-2689-3006>

**Daria S. Gavrilchenko**, postgraduate student, therapist, Institute of General and Occupational Pathology named after Academician of the Russian Academy of Medical Sciences A.I. Potapov, Federal Research Center for Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi, 141014, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-7168-4820> E-mail: gavrilchenko.ds@fncg.ru

**Nikita L. Terekhov**, Ph.D. of Medical Sciences, senior researcher, neurologist of the Clinic of Neurology, Ekaterinburg Medical-Scientific Center for the Prevention and Health of Industrial Workers, Ekaterinburg, 620014, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-7527-8099>