

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2020

Новикова И.И.¹, Ерофеев Ю.В.¹, Флянку И.П.¹, Усачева Е.В.², Куликова О.М.¹

Двигательная активность и индивидуальные накопительные риски нарушения составляющих здоровья школьников

¹ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск;²ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, 644009, Омск

Введение. Оптимальная двигательная активность школьников обеспечивает адекватное физическое развитие, под которым понимается совокупность морфологических и функциональных свойств организма, характеризующих процесс его роста и созревания на каждом возрастном отрезке времени.

Цель исследования – определить значения индивидуальных накопительных рисков нарушения составляющих здоровья школьников в зависимости от уровня двигательной активности и разработать рекомендации по их снижению.

Материал и методы. В исследовании приняли участие 709 школьников в возрасте 12–14 лет. Для решения поставленных задач использовали гигиенические методы с оценкой двигательного режима, режима обучения, показателей функциональных возможностей школьников; антропометрические методы; информационно-аналитические методы и статистические методы, в том числе ассоциативный анализ. Уровень двигательной активности школьников классифицировали в соответствии с суточными энергозатратами, которые определяли путём суммирования энергозатрат по всем категориям двигательной активности.

Результаты исследования. Показано, что индивидуальные накопительные риски нарушения здоровья школьников растут по всем составляющим здоровья при увеличении отклонения уровня двигательной активности от оптимального, при этом значимое влияние на рост индивидуальных накопительных рисков нарушения здоровья школьников оказывает временной фактор. Установлено, что с целью снижения вероятности формирования нарушений здоровья школьников выявление нарушений двигательной активности и применение корректирующих мероприятий должно быть осуществлено как можно раньше – в период до 6 мес от момента выявления нарушений. При составлении плана корректирующих мероприятий по формированию оптимального уровня среднесуточной нагрузки для детей школьного возраста категории двигательной активности вне диапазона нормы требуют приведения к рекомендуемым по интенсивности и продолжительности согласно полу и возрасту школьника. Получены ассоциативные правила, позволяющие выявлять причины нарушения структуры двигательной активности и вносить коррективы с учётом взаимосвязи между категориями двигательной активности. Оптимизация достигается путём приведения продолжительности времени, затраченного на различные категории двигательной активности, к рекомендуемой.

Заключение. Применение результатов данного исследования позволит снизить индивидуальные накопительные риски нарушения здоровья школьников, сохранить здоровье подрастающего поколения, обеспечить оптимальное личностное и физическое развитие.

Ключевые слова: индивидуальные накопительные риски нарушения составляющих здоровья школьников; двигательная активность; физическое развитие школьников.

Для цитирования: Новикова И.И., Ерофеев Ю.В., Флянку И.П., Усачева Е.В., Куликова О.М. Двигательная активность и индивидуальные накопительные риски нарушения составляющих здоровья школьников. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(3): 279–285. DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-3-279-285>

Для корреспонденции: Флянку Ирина Петровна, кандидат мед. наук, вед. науч. сотр. отдела гигиенических исследований с лаб. физических факторов ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск. E-mail: flyanku@rambler.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования – Новикова И.И., Ерофеев Ю.В.; сбор и обработка материала – Флянку И.П.; статистическая обработка – Куликова О.М.; написание текста – Усачева Е.В.; редактирование – Новикова И.И.; утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи – Новикова И.И., Ерофеев Ю.В., Флянку И.П., Усачева Е.В., Куликова О.М.

Поступила: 11.02.2019

Принята к печати: 12.12.2019

Опубликована: 20.04.2020

Novikova I.I.¹, Yerofeev Yu.V.¹, Flyanku I.P.¹, Usacheva E.V.², Kulikova O.M.¹

Physical activity and individual accidental risk of infringement of the health of schoolchildren

¹Novosibirsk Scientific Research Institute of the Hygiene of the Federal Service for Supervision on Consumer Rights Protection and Human Welfare, Novosibirsk, 630108, Russian Federation;²Omsk State Medical University, Omsk, 644009, Russian Federation

Introduction. The optimal physical activity of schoolchildren ensures adequate physical development, considered as the totality of the morphological and functional properties of the body that characterize the process of its growth and maturation at each age interval.

Main objective of research. To determine the values of individual accumulative risks of impairment of schoolchildren's health components depending on the level of the physical activity and develop recommendations for their reduction.

Material and methods. The study involved 709 schoolchildren aged 12–14 years. To solve the tasks there were used hygienic methods with an assessment of the physical mode, training mode, indicators of the functional capabilities of schoolchildren; anthropometric methods; information and analytical methods and statistical methods, including associative analysis. The level of physical activity of schoolchildren was classified according to daily energy expenditure, determined by summing energy expenditure across all categories of physical activity.

Result and discussion. Individual accumulative risks of schoolchildren's health problems were shown to be elevated in all components of health with an increase in the deviation of the level of physical activity from the optimum, and the time factor has a significant effect on the

growth of individual accumulative risks of schoolchildren's health problems. In order to reduce the likelihood of the formation of health disorders in schoolchildren, it has been established that the identification of physical activity impairments and the application of corrective measures should be carried out as early as possible - in the period up to 6 months from the moment when violations were detected. In drawing up a plan of corrective measures for the formation of an optimal level of average daily workload for school-age children, the categories of physical activity outside the normal range require a reduction to the recommended intensity and duration according to the gender and age. Associative rules have been obtained that allow identifying the causes of the disturbance of the structure of physical activity and make adjustments taking into account the relationship between categories of physical activity. The optimization was achieved by reducing the duration of time spent on various categories of physical activity to the recommended one.

Conclusion. Application of the results of this study will reduce individual accumulative risks of violations of schoolchildren's health, preserve the health of the younger generation, and provide optimal personal and physical development.

К е у о р д с : individual accumulative risks of violations of the health components of schoolchildren; physical activity; physical development of schoolchildren.

For citation: Novikova I.I., Erofeev Yu.V., Flyanku I.P., Usacheva E.V., Kulikova O.M. Physical activity and individual accidental risk of infringement of the health of schoolchildren. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(3): 279-285. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-3-279-28>

For correspondence: Irina P. Flyanku, MD, Ph.D., leading researcher of the department of hygienic studies with the laboratory of physical factors of Novosibirsk Scientific Research Institute of the Hygiene of the Federal Service for Supervision on Consumer Rights Protection and Human Welfare, Novosibirsk, 630108, Russian Federation. E-mail: iflanku@rambler.ru

Information about the authors:

Novikova I.I., <https://orcid.org/0000-0003-0557-2764>; Erofeev Yu.V., <https://orcid.org/0000-0002-7051-1020>

Flyanku I.P., <https://orcid.org/0000-0003-0212-5627>; Usacheva E.V., <https://orcid.org/0000-0002-6134-1533>, Scopus Author ID: 56380398700

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

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Contribution: concept and design of the study – Novikova I.I., Erofeev Yu.V.; collection and processing of material – Flyanku I.P.; statistical processing – Kulikova O.M.; writing a text – Usacheva E.V.; Editing – Novikova I.I.; approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article – all authors.

Received: September 10, 2019

Accepted: December 12, 2019

Published: April 20, 2020

Введение

В последние годы в числе основных приоритетов национальной политики Российской Федерации обозначено формирование здоровьесберегающего мировоззрения [1], в том числе сохранение, укрепление и формирование здоровья подрастающего поколения. Одним из обязательных факторов здоровья школьника является двигательная активность [2–4]. Двигательная активность представляет собой систематическое, соответствующее полу, возрасту и состоянию здоровья сочетание разнообразных двигательных действий, выполняемых в повседневной жизни и в организованных занятиях физическими упражнениями и спортом [5, 6].

Оптимальная двигательная активность школьников обеспечивает адекватное физическое развитие, под которым понимается совокупность морфологических и функциональных свойств организма, характеризующих процесс его роста и созревания на каждом возрастном отрезке времени [7–9]. Подчиняясь общебиологическим закономерностям, физическое развитие изменяется под воздействием большого числа факторов различной природы (социально-экономических, медико-биологических и экологических), но в значительной степени зависит от состояния здоровья [10–12].

В настоящее время проведён ряд исследований, посвящённых разработке стандартов физического развития детей школьного возраста [8, 13–17], но остаётся недостаточно изученной проблема определения рисков нарушения здоровья школьников [1, 18, 19] и формирования рекомендаций по сохранению их здоровья путём оптимизации структуры двигательной активности [8, 14, 20], что обусловило необходимость проведения настоящего исследования.

Цель исследования – определить значения индивидуальных накопительных рисков нарушения составляющих здоровья школьников в зависимости от уровня двигательной активности и разработать рекомендации по их снижению.

Материал и методы

Проведено когортное исследование с участием 709 школьников в возрасте от 12 до 14 лет, среди них 369 мальчиков и 340 девочек. Группы мальчиков и девочек были сопоставимы по возрасту ($p < 0,05$). Исследование проведено в общеобразовательных учреждениях города Омска в 2013–2016 гг. Критерии включения: 1) школьники в возрасте от 12 до 14 лет; 2) школьники, отнесённые для занятия физической культурой к основной группе; 3) школьники, имеющие 1–2-ю группу здоровья; 4) выполнение образовательной организацией, в которой обучаются школьники, взятые в исследование, требований СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях». Критерии исключения: 1) школьники старше 14 лет; 2) школьники младше 12 лет; 3) школьники, отнесённые для занятия физической культурой к подготовительной и специальной группам; 4) школьники, имеющие 3–5-ю группу здоровья.

Для решения поставленных задач использовали:

1. Гигиенические методы:
 - 1.1. Оценка двигательного режима и режима обучения.
 - 1.1.1. Методика оценки двигательной активности, адаптированная авторами для школ РФ [21].
 - 1.1.2. СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях».
 - 1.1.3. Анкета «Изучение медико-социальных причин формирования отклонений в здоровье и заболеваний у детей [22].
 - 1.2. Оценка показателей функциональных возможностей школьников (индекс Робинсона, индекс Скибински, индекс Шаповаловой, индекс Руфье) [23].
 2. Антропометрические методы (измерение роста и массы тела, расчёт индекса массы тела по Кетле).
 3. Информационно-аналитические методы: анализ первичной медицинской документации, отражающий состояние здоровья школьников (форма № 026/у) с определением наличия хронических заболеваний, частоты их обострений

Таблица 1

Значения индивидуальных накопительных рисков нарушения составляющих здоровья школьников в зависимости от уровня двигательной активности и временного фактора

Уровень двигательной активности	Двигательная активность у мальчиков/девочек, ккал/сут/кг	Временной период	Значения индивидуальных накопительных рисков нарушения составляющих здоровья, %							
			нарушения физического и психического развития		снижение функциональных возможностей организма, умственной и физической работоспособности		снижение резистентности организма		формирование новых хронических заболеваний и обострения имеющихся	
			мальчики	девочки	мальчики	девочки	мальчики	девочки	мальчики	девочки
Низкий	менее 30,3/30,5	до 6 мес	37,5	34,5	39,2	31,6	33,1	33,1	28,4	28,4
		6–12 мес	68,9	52,4	51,8	41,9	71,1	55,4	46,4	51,9
		более 1 года	70,6	65,6	67,2	67,2	78,9	77,9	63,9	62,2
Ниже оптимального	30,3–39,9/30,5–37,7	до 6 мес	22,4	21,1	21,6	31,6	32,1	30,1	15,4	21,4
		6–12 мес	32,6	37,3	31,8	41,2	41,9	46,9	28,4	38,4
		более 1 года	36,8	47,8	39,8	50,8	55,8	61,8	30,0	45,6
	39,9–46,3/37,7–42,7	до 6 мес	2,3	2,3	4,8	4,8	18,3	18,3	0,0	1,0
		6–12 мес	5,7	9,4	7,2	5,8	19,2	19,9	1,2	3,4
		более 1 года	7,4	12,4	7,5	13,5	23,8	29,8	3,3	7,3
Оптимальный	46,4–58,5/42,7–52,8	–	3,2	3,2	2,6	2,6	7,6	11,6	0,0	0,0
Выше оптимального	58,6–66,3/52,8–58,4	до 6 мес	3,2	3,8	2,6	3,6	15,2	15,2	0,0	0,0
		6–12 мес	4,8	4,8	5,2	5,2	17,8	20,5	1,1	0
	66,3–78,2/58,4–66,8	более 1 года	6,7	5,3	7,5	6,6	22,4	20,5	2,3	1,8
		до 6 мес	23,6	21,4	31,4	32,4	41,4	31,1	12,6	12,2
		6–12 мес	31,8	31,8	38,2	32,4	55,1	55,1	23,6	23,6
более 1 года	42,3	36,4	49,0	39,5	61,8	56,1	37,3	30,3		
Высокий	более 78,2/66,8	до 6 мес	44,8	38,2	61,1	61,1	68,1	68,1	38,2	38,2
		6–12 мес	50,1	41,1	64,0	64,0	70,1	68,1	41,4	52,8
		более 1 года	57,8	59,3	64,0	64,0	73,2	72,2	54,3	52,8

и длительности их ремиссии. По данным первичной медицинской документации, у всех школьников, включённых в исследование, нарушений психического развития выявлено не было.

Уровень двигательной активности школьников классифицировали в соответствие с суточными энерготратами следующим образом [23]:

Уровень двигательной активности школьников	Суточные энерготраты, ккал/кг/сутки	
	мальчики	девочки
Низкий	менее 30,3	менее 30,5
Ниже оптимального	30,3–46,3	30,5–42,7
Оптимальный	46,4–58,5	42,7–52,8
Выше оптимального	58,6–78,2	52,8–66,8
Высокий	более 78,2	более 66,8

Показатель суточных энерготрат, то есть уровень двигательной активности (в ккал/кг), определяли посредством суммирования энерготрат по всем категориям двигательной активности. Для оценки двигательной активности школьники заполняли карты самоотчёта, где характеризовали свой вчерашний день, затем полученные данные самоотчёта заносились в сводный протокол для суммирования видов двигательной активности по категориям двигательной активности, и подсчитывалось суммарное время, затраченное на каждую из категорий двигательной активности,

так, что суммарно на все виды двигательной активности должно приходиться 24 ч. Диапазон оптимальных и неоптимальных значений двигательной активности определяется с помощью анкетирования с применением наивного байесовского классификатора. Для определения суточных энерготрат показатели продолжительности времени, затраченного на каждую из категорий двигательной активности, умножаются на соответствующий ей метаболический коэффициент. Все виды двигательной активности в метаболических эквивалентах подразделяются на пять категорий: «фоновая» – 1 МЕТ, «очень лёгкая» – 1,5 МЕТа, «лёгкая» – 2,5 МЕТа, «средняя» – 4 МЕТа, «тяжёлая» – 6 МЕТ и «очень тяжёлая» – 10 МЕТ [21]. Рекомендуемые значения продолжительности выполнения той или иной категории двигательной активности должны находиться для «фоновой двигательной активности» в интервале 8–9 ч, «очень лёгкой категории двигательной активности» – от 7 до 8 ч, «лёгкой двигательной активности» – от 1 до 2 ч, «средней двигательной активности» – от 6 до 7 ч [23, 24].

Статистические методы исследования. Для достижения поставленной цели использованы следующие статистические методы исследования:

Ассоциативный анализ: ассоциативный анализ применён для выявления связей между переменными. При этом для выбора значимых ассоциативных правил авторами установлен минимальный уровень поддержки (Support, Confidence, Correlation) – выше 50%.

OLAP-куб: с помощью OLAP-куба из большого массива данных формировалась выборка по заданным критериям.

Ассоциативные правила, определяющие взаимосвязь категорий двигательной активности, и их характеристика у мальчиков

Ассоциативные правила и их характеристика (Min. support = 50%, Min. confidence = 50%, Min. correlation = 50% Max. size of body = 10 Max. size of head = 10)							
Правило	Условие (Body)	→	Следствие (Head)	Поддержка			Характеристика
				Support, %	Confidence, %	Correlation, %	
1	КП_ФДА	→	КП_СДА	59,1	97,9	77,1	Короткая продолжительность фоновой двигательной активности ассоциирована с короткой продолжительностью средней двигательной активности: поскольку восстановление организма школьника происходит во время полноценного сна [25, 26], то приведение времени средней двигательной активности к оптимальной продолжительности необходимо осуществлять путём нормализации продолжительности сна
2	КП_СДА	→	КП_ФДА	59,1	60,6	77,1	
3	Н_ТДА	→	КП_СДА	50,6	98,8	71,6	Наличие тяжёлой двигательной активности ассоциировано с короткой продолжительностью средней двигательной активности: тяжёлая двигательная активность за счёт наличия компонента гипердинамии является фактором утомления [27], не позволяющим выделить достаточное количество времени на другие более рациональные виды двигательной активности, в том числе достаточное по продолжительности время на выполнение средней двигательной активности. Зависимость между величиной нагрузки и степенью утомления всегда линейная, то есть чем больше нагрузка, тем более выраженным и ранним является утомление. Кроме того, тяжёлая двигательная активность является причиной повышения индивидуальных накопительных рисков нарушения здоровья школьников
4	КП_СДА	→	Н_ТДА	50,6	51,9	71,6	
5	О_ОТДА	→	КП_СДА	54,3	96,7	73,4	Сокращение продолжительности средней двигательной активности ассоциировано с отсутствием очень тяжёлой двигательной активности и с увеличением продолжительности очень лёгкой двигательной активности: реализация данных правил характерна для детей с низким и ниже оптимального уровнями двигательной активности, что приводит к гиподинамии, увеличению индекса массы тела [2, 12, 24, 28] и соответственно росту индивидуальных накопительных рисков нарушения здоровья школьников
6	КП_СДА	→	О_ОТДА	54,3	55,6	73,5	
7	УП_ОЛДА	→	КП_СДА	56,1	98,9	75,4	
8	КП_СДА	→	УП_ОЛДА	56,1	57,5	75,4	

Примечание. Здесь и в табл. 3: Н_ТДА – наличие тяжёлой двигательной активности; КП_СДА – короткая продолжительность средней двигательной активности; О_ОТДА – отсутствие очень тяжёлой двигательной активности; УП_ОЛДА – увеличенная продолжительность очень лёгкой двигательной активности; КП_ФДА – короткая продолжительность фоновой двигательной активности.

Формула полной вероятности: формула полной вероятности, используемая для вычисления вероятности интересующего события через условные вероятности этого события в предположении неких гипотез, а также вероятностей этих гипотез, в настоящем исследовании применена для расчёта индивидуальных накопительных рисков нарушения здоровья.

Все расчёты проведены в пакете Microsoft Excel и Statistica 6.0 (лицензия № ВХХR904E306823FAN10). Характер распределения данных оценивался по критерию Шапиро–Уилка. В силу наличия распределения, отличного от нормального, для сравнения двух независимых групп применён критерий Манна–Уитни. Результаты считались значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Согласно литературным данным [21], двигательную активность школьника необходимо оценивать с учётом структуры режима дня, видов выполняемой двигательной активности, их продолжительности и интенсивности. В предыдущей работе [23] авторами для каждого уровня двигательной активности мальчиков и девочек была рассчитана соответствующая ему вероятность формирования нарушений здоровья, где расчёты проводились по формуле вероятности Байеса. Однако авторами не было учтено время, в течение которого у

школьника сохраняется тот или иной уровень двигательной активности. Для учёта временного фактора в расчётах были использованы OLAP-кубы и методы теории вероятности.

В табл. 1 представлены данные, позволяющие определить значения индивидуальных накопительных рисков нарушения составляющих здоровья школьников в зависимости от длительности временного периода сохранения того или иного уровня двигательной активности.

Как видно из табл. 1, индивидуальные накопительные риски нарушения здоровья школьников растут по всем составляющим здоровья при увеличении отклонения уровня двигательной активности от оптимального. Кроме того, значимое влияние на рост индивидуальных накопительных рисков нарушения здоровья школьников оказывает временной фактор: чем дольше школьник имеет неоптимальный уровень двигательной активности, тем выше значение индивидуального накопительного риска нарушения здоровья.

Применяя метод ассоциативных правил, установлены ассоциации между различными категориями двигательной активности, позволяющие разработать мероприятия по достижению оптимального уровня двигательной активности, что будет способствовать минимизации индивидуальных накопительных рисков нарушения здоровья школьников.

На рисунке (см. на 3-й стр. обложки) приведены ассоциативные правила в графической форме, показывающие ча-

Таблица 3

Ассоциативные правила, определяющие взаимосвязь категорий двигательной активности, и их характеристика у девочек

Ассоциативные правила и их характеристика (Min. support = 55%, Min. confidence = 70%, Min. correlation = 70%, Max. size of body = 10 Max. size of head = 10)							
Правило	Условие (Body)	→	Следствие (Head)	Поддержка			Характеристика
				Support, %	Confidence, %	Correlation, %	
1	О_ОТДА	→	КП_СДА	78,9	87,3	88,2	Данная совокупность правил частично аналогична таковой совокупности 5–8-го правил у мальчиков с дополнительными элементами, характерными для девочек. Сокращение продолжительности средней двигательной активности ассоциировано с отсутствием очень тяжелой двигательной активности и с увеличением продолжительности очень легкой двигательной активности: реализация данных правил характерна для детей с низким и ниже оптимального уровнями двигательной активности, что приводит к гиподинамии, увеличению индекса массы тела [2, 12, 24, 28] и соответственно росту индивидуальных накопительных рисков нарушения здоровья школьников. В силу увеличения продолжительности очень легкой двигательной активности и сокращения времени, затрачиваемого на среднюю двигательную активность, возникает гиподинамия. То есть как отсутствие очень тяжелой, так и увеличение очень легкой как по отдельности, так и в совокупности приводят к укорочению времени, выделяемого на выполнение средней двигательной активности, формируя неоптимальный уровень двигательной активности школьника
2	КП_СДА	→	О_ОТДА	78,9	89,1	88,2	
3	КП_СДА	→	УП_ОЛДА	63,8	72,1	82,9	
4	УП_ОЛДА	→	КП_СДА	63,8	95,5	82,9	
5	КП_СДА, О_ОТДА	→	УП_ОЛДА	59,0	74,8	81,3	
6	КП_СДА, УП_ОЛДА	→	О_ОТДА	59,0	92,5	77,7	
7	О_ОТДА, УП_ОЛДА	→	КП_СДА	59,0	95,1	79,6	
8	УП_ОЛДА	→	О_ОТДА	62,0	92,8	79,8	
9	УП_ОЛДА	→	КП_СДА, О_ОТДА	59,0	88,3	81,3	
10	О_ТДА	→	КП_СДА	60,2	89,3	77,9	Отсутствие тяжелой двигательной активности ассоциировано с укорочением времени, затрачиваемого на среднюю двигательную активность: это приводит к преобладанию в структуре двигательной активности легкой и очень легкой двигательной активности. Данная структура двигательной активности приводит к гиподинамии и увеличению ИМТ и росту индивидуальных накопительных рисков нарушения здоровья школьников
11	О_ТДА	→	О_ОТДА	61,4	91,1	78,7	Отсутствие тяжелой двигательной активности ассоциировано с отсутствием очень тяжелой двигательной активности, что характерно для школьников с низким уровнем активности в целом

Примечание. О_ТДА – отсутствие тяжелой двигательной активности.

стоту встречаемости тех категорий двигательной активности в популяции, которые формируют ассоциативные связи и силу их взаимосвязи.

В табл. 2 и 3 приведены и сгруппированы по логическому признаку ассоциативные правила для мальчиков (см. табл. 2) и девочек (см. табл. 3), показатели их встречаемости (поддержка, Support, Confidence, Correlation) и характеристика ассоциативных правил.

Обсуждение

Известно, что применительно к состоянию здоровья риск – это совокупность условий, которые допускают вероятность утраты здоровья, формирования хронической патологии, прогрессирования болезни, инвалидизации и преждевременной смерти человека. В классическом варианте риск рассматривается как вероятность наступления негативного события без учёта временного фактора пребывания в неблагоприятных условиях. Индивидуальные накопительные риски в отличие от «рисков здоровья» учитывают временной лаг (временной фактор), поскольку нарушения в показателях здоровья накапливаются постепенно, то есть чем дольше индивид находится в неблагоприятных условиях, тем больше будут отклонения в показателях здоровья. Как показано выше, каждому уровню двигательной активности

соответствует определённая вероятность снижения функциональных возможностей организма, умственной и физической работоспособности, резистентности организма, формирования нарушений физического и психического развития, хронических заболеваний школьника в зависимости от временного периода существования того или иного уровня двигательной активности. Наиболее высокие значения индивидуальных накопительных рисков нарушения составляющих здоровья для школьников получены при сохранении любого неоптимального уровня двигательной активности более 6 мес. Исходя из представленных данных, следует, что с целью снижения вероятности формирования нарушений здоровья школьников выявление нарушений двигательной активности школьников и применение корректирующих мероприятий двигательной активности школьников должно быть осуществлено как можно раньше – в период до 6 мес с момента выявления нарушений.

Рост индивидуальных накопительных рисков нарушения здоровья школьников по всем составляющим здоровья школьников происходит при отклонении уровня двигательной активности от оптимального. Кроме того, значимое влияние на формирование индивидуальных накопительных рисков нарушения здоровья оказывает временной фактор: чем дольше школьник имеет неоптимальный уровень двигательной активности, тем выше значение индивидуальных

накопительных рисков нарушения здоровья. Таким образом, при составлении плана корректирующих мероприятий по формированию рекомендуемого диапазона среднесуточной нагрузки по категориям двигательной активности для детей школьного возраста значения величин категорий двигательной активности вне диапазона нормы в структуре суточной двигательной активности школьника требуют приведения к рекомендуемым значениям величин.

Для достижения поставленной цели предлагаем использование полученных ассоциативных правил, позволяющих выявлять причины нарушения в структуре двигательной активности и вносить коррективы с учётом взаимосвязи между категориями двигательной активности. Так, оптимизация достигается путём приведения продолжительности времени, затраченного на различные категории двигательной активности, к рекомендуемым величинам [23]. Значения величин этих категорий вне диапазона нормы в структуре суточной двигательной активности школьника с учётом периода времени нахождения в данном режиме деятельности ведут к увеличению риска нарушения здоровья. Согласно рекомендуемому диапазону среднесуточной нагрузки по категориям двигательной активности школьников, для формирования оптимального уровня двигательной активности в её структуре такие категории, как «тяжёлая» и «очень тяжёлая», должны отсутствовать [23], поэтому встаёт вопрос о замене этих привычных для школьника видов двигательной активности на виды средней двигательной активности и такие, к которым ребёнок имеет склонности и будет с удовольствием их выполнять.

Авторами статьи разработан инструментарий оценки индивидуальных накопительных рисков нарушения составляющих здоровья школьников в зависимости от уровня двигательной активности, позволяющий осуществлять профилактику потерь здоровья детей и подростков на уровне реализации государственных программ (в том числе Государственной программы Российской Федерации «Развитие здравоохранения», направление (подпрограмма) «Совершенствование оказания медицинской помощи, включая профилактику заболеваний и формирование здорового образа жизни» на 2017–2025 годы). Данный подход отличается от традиционных подходов к оценке и оптимизации двигательной активности (Сухарев А.Г., Абросимова Л.И.) комплексностью, возможностью расчёта индивидуальных накопительных рисков, наличием ассоциативного анализа компонентов двигательной активности с выявлением при-

чин нарушения структуры двигательной активности, предложением корректив с учётом взаимосвязи между категориями двигательной активности путём приведения продолжительности времени, затраченного на различные категории двигательной активности, к норме.

Заключение

Каждому уровню двигательной активности школьников соответствует определённое значение индивидуальных накопительных рисков нарушения составляющих здоровья.

Наиболее высокие значения индивидуальных накопительных рисков нарушения составляющих здоровья школьников формируются при сохранении любого неоптимального уровня двигательной активности более 6 мес. С целью снижения вероятности формирования нарушений здоровья школьников при выявлении нарушений двигательной активности необходимо своевременное применение корректирующих мероприятий.

В случае если фактическая двигательная активность школьника не соответствует оптимальному уровню, определяются значения индивидуальных накопительных рисков нарушения составляющих здоровья и разрабатываются мероприятия по коррекции двигательного режима, согласно сути и характеристике полученных ассоциативных правил.

Обязательным мероприятием является исключение у школьников тяжёлой и очень тяжёлой двигательной активности, поскольку их наличие является причиной гипердинамии и переутомления, отрицательно влияющего на способность к умственной деятельности и способствующего усугублению нарушений структуры двигательной активности за счёт укорочения времени, выделяемого на среднюю, наиболее рациональную, двигательную активность.

При разработке мероприятий по приведению структуры двигательной активности к оптимальной необходимо учитывать ассоциативные связи между категориями двигательной активности, поскольку изменение продолжительности одной категории двигательной активности по принципу синергетического эффекта ведёт к изменению продолжительности другой. Применение результатов данного исследования в планировании режима двигательной активности школьников позволит снизить индивидуальные накопительные риски нарушения здоровья школьников, сохранить здоровье подрастающего поколения, обеспечить оптимальное личностное и физическое развитие.

Литература (пп. 2, 3, 8, 12–15, 21, 28 см. References)

1. Кучма В.Р., Соколова С.Б. *Поведенческие риски, опасные для здоровья школьников XXI века. Монография.* М.: ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России; 2017. 170 с.
4. Ветков Н.Е. Физическая культура и спорт как социальные феномены общества. *Наука-2020.* 2016; 2 (8): 30–43.
5. Доровских И.Г. Двигательная активность как фактор оздоровления подрастающего поколения. *Вестник Югорского государственного университета.* 2016; 1 (40): 167–9.
6. Алфимов С.Д., Комаров М.Н., Климова Л.Ю. Двигательная активность и её влияние на здоровье человека. В кн.: *Сборник статей Международной научно-практической конференции «Педагогика и психология в информационном обществе».* М.; 2017: 4–7.
7. Кучма В.Р., Сафонкина С.Г., Молдованов В.В., Кучма Н.Ю. Гигиена детей и подростков в современной школьной медицине. *Гигиена и санитария.* 2017; 96 (11): 1024–8.
9. Ветков Н.Е. Здоровье человека как ценность и его определяющие факторы. *Наука-2020.* 2016; 5 (11): 126–42.
10. Лучанинова В.Н., Цветкова М.М., Веремчук Л.В., Крукович Е.В., Мостовая И.Д. Состояние здоровья детей и подростков и факторы, влияющие на его формирование. *Гигиена и санитария.* 2017; 96 (6): 561–8.
11. Зайцева Н.В., Устинова О.Ю., Лужецкий К.П., Маклакова О.А., Землянова М.А., Долгих О.В. и соавт. Риск-ассоциированные нарушения здоровья учащихся начальных классов школьных образовательных организаций с повышенным уровнем интенсивности и напряжённости учебно-воспитательного процесса. *Анализ риска здоровью.* 2017; 1: 66–83.
16. Ерофеев Ю.В., Флянку И.П., Белова Л.Е., Павлов Г.К., Фоменко А.А. *Методические рекомендации МР № 2.4.4.03.-09 по оценке физического развития детей и подростков Омской области: учебное пособие.* Омск: Издательство СибГУФК; 2010.
17. Белова Л.Е., Флянку И.П., Ляпин В.А. Физическое развитие детей и подростков в возрасте 7–18 лет г. Омска (субъект РФ – Омская область). Этническая принадлежность – русские. В кн.: *Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации.* М.; 2013: 123–5.
18. Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Рапопорт И.К., Шубочкина Е.И., Скоблина Н.А., Милушкина О.Ю. Популяционное здоровье детского населения, риски здоровью и санитарно-эпидемиологическое благополучие обучающихся: проблемы, пути решения, технологии деятельности. *Гигиена и санитария.* 2017; 96 (10): 990–5.
19. Зайцева Н.В., Устинова О.Ю. Риск-ассоциированные нарушения здоровья детей и подростков: оценка, профилактика, коррекция. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья.* 2016; 1: 20–31.
20. Криволапчук И.А., Мышьяков В.В. Особенности факторной структуры физической работоспособности мальчиков и девочек 9–10 лет. *Гигиена и санитария.* 2017; 96 (8): 759–65.
22. Флянку И.П., Пришкина А.Н., Поух И.М. Характеристика условий воспитания и обучения школьников 12–14 лет в семье. *Международный научно-исследовательский журнал.* 2014; 1–4 (20): 61–4.

23. Флянку И.П., Новикова И.И., Ерофеев Ю.В., Истомин А.В., Булацева М.Б. Гигиеническая оценка фактической двигательной активности школьников. *Вестн МАНЭБ в Омской области*. 2015; 2 (7): 22–7.
24. Флянку И.П., Новикова И.И., Ерофеев Ю.В., Истомин А.В., Булацева М.Б. Проблема гиподинамии у школьников и организация работы по восполнению дефицита двигательной активности. В кн.: *Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы гигиены, профпатологии и медицинской реабилитации»*. Омск; 2016: 152–9.
25. Чернышёва А.А. Сон как фактор успешной учёбы школьника. *Бюллетень медицинских интернет-конференций*. 2015; 5 (6): 980.
26. Киндзера А.Б. Физическая активность и сон как составляющее здорового образа жизни школьников. *Актуальные научные исследования в современном мире*. 2017; 7–3 (27): 48–52.
27. Погадаев Г.И. Формирование нагрузок при подготовке к выполнению норм ВФСК ГТО. В кн.: *Материалы международной научно-практической конференции «Профессионализм педагога: сущность, содержание, перспективы развития»*. Международная академия наук педагогического образования. М.; 2017: 391–4.

References

1. Kuchma V., Sokolova S. *The risk behaviors of school-aged children of the XXI century. Monograph [Povedencheskiye riski, opasnyye dlya zdorov'ya shkol'nikov XXI veka. Monografiya]*. Moscow: FGAU "NIMITS zdorov'ya detey" Minzdrava Rossii; 2017. 170 p. (in Russian)
2. Riso E.M., Kull M., Mooses K., Hannus A., Jürimäe J. Objectively measured physical activity levels and sedentary time in 7–9-year-old Estonian schoolchildren: independent associations with body composition parameters. *BMC Public Health*. 2016; 16: 346.
3. Gallotta M.C., Iazzoni S., Emerenziani G.P., Meucci M., Migliaccio S., Guidetti L. et al. Effects of combined physical education and nutritional programs on schoolchildren's healthy habits. *PeerJ*. 2016; 4: e1880.
4. Vetkov N.E. Physical culture and sport as social phenomena of society. *Nauka-2020 [Science-2020]*. 2016; 2 (8): 30–43. (in Russian)
5. Dorovskikh I.G. Motor activity as a factor in the recovery of the younger generation. *Vestnik Yugorskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Ugra State University]*. 2016; 1 (40): 167–9. (in Russian)
6. Alfimov S.D., Komarov M.N., Klimova L.Yu. Motor activity and its effect on human health. In: *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Pedagogy and Psychology in the Information Society" [V sbornike statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii "Pedagogika i psihologiya v informacionnom obshchestve"]*. Moscow; 2017: 4–7. (in Russian)
7. Kuchma V.R., Safonkina S.G., Moldovanov V.V., Kuchma N.Yu. Hygiene of children and adolescents in modern school medicine. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2017; 96 (11): 1024–8. (in Russian)
8. Ishihara T., Morita N., Nakajima T., Okita K., Sagawa M., Yamatsu K. Modeling relationships of achievement motivation and physical fitness with academic performance in Japanese schoolchildren: Moderation by gender. *Physiol Behav*. 2018; 194: 66–72.
9. Vetkov N.E. Human health as a value and its determining factors. *Nauka-2020 [Science-2020]*. 2016; 5 (11): 126–42. (in Russian)
10. Luchaninova V.N., Tsvetkova M.M., Veremchuk L.V., Krukovich E.V., Mostovaya I.D. Health state of children and teenagers and factors affecting on its formation. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2017; 96 (6): 561–8. (in Russian)
11. Zaitseva N.V., Ustinova O.Yu., Luzhetskii K.P., Maklakova O.A., Zemlyanova M.A., Dolgikh O.V. et al. Risk-associated health disorders occurring in junior schoolchildren who attend schools with higher stress and intensity of educational process. *Analiz riska zdorov'yu [Health Risk Analysis]*. 2017; 1: 66–83. (in Russian)
12. Riso E.M., Kull M., Mooses K., Jürimäe J. Physical activity, sedentary time and sleep duration: associations with body composition in 10–12-year-old Estonian schoolchildren. *BMC Public Health*. 2018; 18 (1): 496.
13. Medina C., Jáuregui A., Campos-Nonato I., Barquera S. Prevalence and trends of physical activity in children and adolescents: results of the Ensanut 2012 and Ensanut MC 2016. *Salud Publica Mex*. 2018; 60 (3): 263–71.
14. Ferreira R.W., Varela A.R., Monteiro L.Z., Häfele C.A., Santos S.J.D., Wendt A. et al. Sociodemographic inequalities in leisure-time physical activity and active commuting to school in Brazilian adolescents: National School Health Survey (PeNSE 2009, 2012, and 2015). *Cad Saude Publica*. 2018; 34 (4): e00037917.
15. Dyrstad S.M., Kvaløe S.E., Alstveit M., Skage I. Physically active academic lessons: acceptance, barriers and facilitators for implementation. *BMC Public Health*. 2018; 18 (1): 322.
16. Erofeev Yu.V., Flyanku I.P., Belova L.E., Pavlov G.K., Fomenko A.A. *Methodical recommendations MP N 2.4.4.03.-09 On an estimation of physical development of children and teenagers of Omsk area. Tutorial [Metodicheskiye rekomendatsii MR № 2.4.4.03.-09 po otsenke fizicheskogo razvitiya detey i podrostkov Omskoy oblasti: uchebnoye posobiye]*. Omsk: Izdatel'stvo SibGUFGK; 2010. (in Russian)
17. Belova L.E., Flyanku I.P., Lyapin V.A. Physical development of children and adolescents aged 7–18 years in Omsk (subject of the Russian Federation — Omsk Region). In: *Physical development of children and adolescents of the Russian Federation [Fizicheskoye razvitiye detey i podrostkov Rossiyskoy federatsii]*. Moscow; 2013: 123–5. (in Russian)
18. Kuchma V.R., Sukhareva L.M., Rapoport I.K., Shubochkina E.I., Skoblina N.A., Milushkina O.Yu. Population health of children, risks to health and sanitary and epidemiological wellbeing of students: problems, ways of solution and technology of the activity. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2017; 96 (10): 990–5. (in Russian)
19. Zaitseva N.V., Ustinova O.Yu. Risk-associated health problems of children and adolescents: assessment, prevention, correction. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya [Questions of School and University Medicine and Health]*. 2016; 1: 20–31. (in Russian)
20. Krivolapchuk I.A., Myshyakov V.V. Peculiarities of the factor structure of physical working capacity in boys and girls aged of 9–10 years. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2017; 96 (8): 759–65. (in Russian)
21. Cale L. Self-report measures of children's physical activity: recommendations for the future and a new alternative measure. *Health Educ J*. 1994; 53: 439–53.
22. Flyanku I.P., Prieshkina A.N., Pouh I.M. Characteristics of the conditions of education and training of schoolchildren 12–14 years old in a family. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal [International Research Journal]*. 2014; 1–4 (20): 61–4. (in Russian)
23. Flyanku I.P., Novikova I.I., Yerofeev Yu.V., Istomin A.V., Bulatseva M.B. Hygienic assessment of actual motor activity of schoolchildren. *Vesti MANEB v Omskoy oblasti*. 2015; 2 (7): 22–7. (in Russian)
24. Flyanku I.P., Novikova I.I., Yerofeev Yu.V., Istomin A.V., Bulatseva M.B. The problem of hypodynamy in schoolchildren and the organization of work on the application of the deficit of engine activity. In: *Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation "Actual issues of hygiene, occupational pathology and medical rehabilitation" [Sbornik statej Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem «Aktual'nyye voprosy gigiyeny, profpatologii i meditsinskoy reabilitatsii»]*. Omsk; 2016: 152–9. (in Russian)
25. Chernyshyova A.A. Sleep as a factor in successful schooling. *Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsiy [Bulletin of Medical Internet Conferences]*. 2015; 5 (6): 980. (in Russian)
26. Kindzera A.B. Physical activity and sleep as a component of a healthy lifestyle of schoolchildren. *Aktual'nyye nauchnyye issledovaniya v sovremennom mire [Actual Scientific Research in the Modern World]*. 2017; 7–3 (27): 48–52. (in Russian)
27. Pogadaev G.I. Formation of loads in preparation for the implementation of the WFSK TRP standards. In: *Proceedings of the international scientific-practical conference "Teacher's Professionalism: Essence, Content, Development Prospects"*. International Academy of Pedagogical Education [Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Professionalizm pedagoga: sushchnost', soderzhanie, perspektivy razvitiya»]. Mezhdunarodnaya akademiya nauk pedagogicheskogo obrazovaniya. Moscow; 2017: 391–4. (in Russian)
28. Winkvist A., Hultén B., Kim J.L., Johansson I., Torén K., Brisman J. et al. Dietary intake, leisure time activities and obesity among adolescents in Western Sweden: a cross-sectional study. *Nutr J*. 2016; 15: 41.