

**Ефимова Н.В., Мыльникова И.В.**

## Проблема формирования новой индикаторной патологии у детей в период внедрения цифровой школы

ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665827, Ангарск, Россия

**РЕЗЮМЕ**

**Введение.** Инновационная цифровая образовательная среда, особенно в формате дистанционного обучения, является одним из значимых факторов школьной среды.

**Цель работы** – изучить динамику впервые выявленной заболеваемости по отдельным классам болезней и нозологическим формам при тотальном внедрении дистанционного обучения школьников.

**Материалы и методы.** Рассчитаны показатели первичной заболеваемости индикаторных школьных болезней у детей 5–9, 10–14 и 15–17 лет на 1000 человек соответствующего возраста по документам статистической отчетности за 2016–2022 гг. Динамика заболеваемости исследована с применением линейного регрессионного анализа. Сравнение проведено методом точного критерия Фишера, критерий значимости  $p < 0,017$ . Рассчитаны показатели относительного риска заболеваемости ( $RR$  с 95%-м доверительным интервалом ( $CI$ ) и ошибкой показателя  $S$ ) по индикаторным нозологическим формам в период внедрения дистанционного обучения.

**Результаты.** Наиболее высокие показатели заболеваемости отмечены по классу болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани в 5–9 лет – 164,5%, 10–14 лет – 212% и 15–17 лет – 108,3%. Выраженные тенденции к росту первичной заболеваемости установлены у детей 5–9 и 10–14 лет по расстройствам вегетативной нервной системы ( $R^2 = 0,79$  и 0,95) и поражениям синовиальных оболочек, сухожилий ( $R^2 = 0,73$  и 0,75). Для детей всех возрастных групп в 2021–2022 гг.  $RR$  ожирения находился в пределах 1,077–1,772; поражения синовиальных оболочек и сухожилий – 1,352–1,845.  $RR$  миопии зарегистрирован для детей 15–17 лет (2021–2022 гг.) и в 5–9 лет только в 2022 г.

**Ограничения исследования** связаны с отсутствием информации о применении электронных устройств в образовательном процессе 2016–2017 гг., до внедрения ЦОС, и об интенсивности их использования в досуговой деятельности детей.

**Заключение.** При широком внедрении в образовательную деятельность цифровых технологий и дистанционного обучения наблюдается патоморфоз школьных индикаторных болезней, что определяет необходимость разработки новых медико-педагогических подходов к предупреждению нарушений здоровья детей.

**Ключевые слова:** дети; цифровая образовательная среда; заболеваемость; относительный риск

**Соблюдение этических стандартов.** Исследование не требует заключения комитета по биомедицинской этике.

**Для цитирования:** Ефимова Н.В., Мыльникова И.В. Проблема формирования новой индикаторной патологии у детей в период внедрения цифровой школы. *Гигиена и санитария*. 2024; 103(11): 1344–1349. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-11-1344-1349> <https://elibrary.ru/xmcfoa>

**Для корреспонденции:** Ефимова Наталья Васильевна, e-mail: medecolab@inbox.ru

**Участие авторов:** Ефимова Н.В. – концепция и дизайн исследования, организация исследования, статистическая обработка данных, написание текста; Мыльникова И.В. – обзор литературы, написание текста. **Все соавторы** – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках средств, выделяемых для выполнения государственного задания ФГБНУ ВСИМЭИ.

Поступила: 25.06.2024 / Поступила после доработки: 24.07.2024 / Принята к печати: 19.11.2024 / Опубликована: 17.12.2024

**Natalia V. Efimova, Inna V. Mylnikova**

## The problem of the formation of a new indicator pathology in children during the implementation of the “digital school”

East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation

**ABSTRACT**

**Introduction.** An innovative digital educational environment is one of the significant factors in the school.

**The purpose is to study** the trend in newly identified morbidity in certain classes of diseases and nosological forms during the total implementation of distance learning in schoolchildren.

**Materials and methods.** The incidence rates of indicator diseases in 5–9, 10–14 and 15–17 years children per 1000 people for 2016–2022 were calculated. Linear regression and comparative (Fisher's exact test) analyzes were used. Relative risk of incidence ( $RR$  with 95% confidence interval ( $CI$ ) and  $S$  score error) was calculated for the distance learning period.

**Results.** The maximum incidence was noted for the musculoskeletal system (5–9 – 164.5%, 10–14 – 212.0% and 15–17 – 108.3%). Trends in increasing incidence were established in 5–9 and 10–14 years children for disorders of the autonomic nervous system and lesions of the synovial membranes and tendons ( $R^2 > 0.7$ ). The  $RR$  of obesity ranged from 1.077 to 1.772; lesions of synovial membranes – 1.352–1.845 for children in all age groups in 2021–2022.  $RR$  myopia is registered in 15–17 and 5–9 years children.

**Limitations are related to the lack of information on the use of electronic devices during education over 2016–2017 and the intensity of their use of electronic devices in the process of leisure activities.**

**Conclusion.** With the widespread introduction of digital technologies and distance learning into educational activities, pathomorphism of school indicator diseases is observed, which determines the need to develop new medical and pedagogical approaches to the prevention of children's health disorders.

**Keywords:** children; digital education; incidence; relative risk

**Compliance with ethical standards.** No ethical committee decision was required.

**For citation:** Efimova N.V., Mylnikova I.V. The problem of the formation of a new indicator pathology in children during the implementation of the “digital school”. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2024; 103(11): 1344–1349. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-11-1344-1349> <https://elibrary.ru/xmcfoa> (In Russ.)

**For correspondence:** Natalia V. Efimova, e-mail: medecolab@inbox.ru

**Contribution:** Efimova N.V. – study concept and design, study organization, statistical data processing, text writing; Mylnikova I.V. – literature review, text writing. **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 25, 2024 / Revised: July 24, 2024 / Accepted: November 19, 2024 / Published: December 17, 2024

## Введение

Несмотря на постоянное внимание к здоровью подрастающего поколения, на протяжении нескольких десятилетий у детей во многих странах мира, в том числе и в России, отмечают рост заболеваемости, инвалидности, нарушений физического и нервно-психического развития [1]. Интенсификация школьного обучения на фоне влияния других факторов способствует напряжению и срыву адаптивных возможностей развивающегося организма. В Федеральном законе № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (ст. 28) указано, что использование педагогических инноваций в учебно-воспитательном процессе возможно лишь при отсутствии их негативного влияния на детский организм. Однако реформирование и оптимизация системы общего, профессионального и высшего образования зачастую происходят без учёта морфофункциональных, физиологических и психологических особенностей детей на различных этапах онтогенеза.

Внедрение проекта «Цифровая школа» несёт в себе не только положительные моменты, но и серьёзные риски как для будущего развития общества, социализации школьников [2], так и для их здоровья. Несмотря на отдельные теоретические разработки в области виртуальных школ и педагогического процесса [3, 4], в экстремальных условиях пандемии новой коронавирусной инфекции возможности научного обоснования режимов реализации цифровой школы с анализом не только педагогических, но и гигиенических аспектов пилотных проектов не было, потребовался тотальный переход всей системы образования на дистанционные технологии. В настоящее время влияние цифровой образовательной среды на состояние здоровье детей изучается достаточно широко [5–8].

В условиях экспериментальных целевых исследований выявлены нозологические формы, которые можно считать индикаторами в условиях дистанционного обучения: миопия, сколиоз, ожирение, нервно-психические расстройства [9–14]. Однако анализ больших массивов статистических данных первичной заболеваемости с позиций оценки эпидемиологических рисков в условиях широкой реализации цифровой образовательной среды практически не проводится.

Цель исследования – изучить динамику впервые выявленной заболеваемости по отдельным классам болезней и нозологическим формам при тотальном внедрении дистанционного обучения школьников.

## Материалы и методы

Исследование проведено по показателям первичной заболеваемости детского населения крупного города Восточной Сибири за 2016–2022 гг., представленным в формах федерального статистического наблюдения № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации», ежегодных статистических бюллетеней «Численность населения по полу и возрасту» Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области. Среднегодовая численность населения в возрасте 0–17 лет в указанный период составила 159 182,8 человека, в данном исследовании рассмотрены показатели по группам 5–9, 10–14 и 15–17 лет (29,4; 24,1; 14,8% от общего числа детей соответственно).

Период исследования (2016–2022 гг.) выбран в связи с широким внедрением в учебно-образовательный процесс общеобразовательных учреждений структурных компонентов цифровой образовательной среды, соответствующих требованиям федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Постановление Правительства РФ от 26.12.2017 г. № 1642 (ред. от 07.07.2021 г.) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования». Собрание законодательства РФ, 01.01.2018 г., № 1 (Часть II), ст. 375.

На основе собственных исследований и литературных данных [15, 16] в качестве индикаторной патологии, формирование и прогрессирование которой ассоциировано с воздействием школьной среды, рассмотрены следующие классы болезней: эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (коды по МКБ-10 – E00–E90), нервной системы (G00–G99), глаза и его придаточного аппарата (H00–H59), костно-мышечной системы и соединительной ткани (M00–M99). Также рассмотрены нозологические формы «ожирение» (E66), «расстройства вегетативной (автономной) нервной системы» (G90), «болезни мышц глаза», «нарушения содружественного движения глаз, аккомодации и рефракции» (H49–H52), «миопия» (H52.1), «поражения синовиальных оболочек и сухожилий» (M65–M68).

В таблицах приведены показатели, рассчитанные на 1000 человек соответствующего возраста, с указанием 95%-го доверительного интервала. Динамика изучена методом линейного регрессионного анализа с оценкой коэффициента аппроксимации ( $R^2$ ). Сравнение проведено методом точного критерия Фишера, критерий значимости при сравнении трёх групп  $p < 0,017$ . Рассчитаны показатели относительного риска (RR) с 95%-м доверительным интервалом (CI) и его ошибка (S) первичной заболеваемости по индикаторным нозологическим формам, рассматриваемым как проявление возможного воздействия изучаемого фактора в 2021 и 2022 гг. Расчёт RR провели относительно заболеваемости в период от широкого внедрения ЦОС (среднего показателя за 2016–2019 гг.). Данные за 2020 г. малоинформативны в связи с внедрёнными в стране ограничительными мерами и при расчёте риска не учитывались. Величина RR при воздействии изучаемого фактора считалась статистически значимой, если нижняя граница CI превышала 1.

## Результаты

Данные по изучаемым классам болезней за период 2016–2022 гг. представлены в табл. 1.

Наибольший уровень заболеваемости характерен для детей в возрасте 10–14 лет, в указанной группе показатель статистически значимо выше, чем у детей 5–9 лет, по болезням эндокринной системы в два раза, по болезням нервной системы, как и по болезням глаза, – в 1,7 раза, по болезням костно-мышечной системы – в 1,3 раза; по сравнению с подростками 15–17 лет – в 1,9; 1,9; 2,9 и 2 раза соответственно (во всех случаях  $p < 0,001$ ). Так как в большинство классов болезней МКБ-10 объединяют нарушения здоровья по принципу анатомической локализации без учёта этиологии, для выявления ассоциированности заболеваемости с изменением факторов среды особый интерес представляется анализ по нозологическим формам. Максимальные показатели заболеваемости по ожирению, болезням глаз с нарушением аккомодации и рефракции, миопии, поражению синовиальных оболочек и сухожилий выявлены в группе детей 10–14 лет, различия статистически значимы по сравнению с группами 5–9 и 15–17 лет. Динамика заболеваемости ожирения и миопии за 2016–2022 гг. стабильна, значительное снижение характерно для 2020 г., однако затем тренды возвращаются к уровням 2016–2019 гг. Показатели по группе поражений синовиальных оболочек и сухожилий (M65–M68) характеризуются выраженным ростом заболеваемости в два раза у детей младшего и среднего возраста и в 1,2 раза у подростков 15–17 лет, коэффициенты аппроксимации отражают статистическую значимость трендов  $R^2 = 0,577–0,852$  (табл. 2).

Исключение составляет динамика расстройств вегетативной (автономной) нервной системы, где во всех возрастных группах отмечено снижение показателя, имеющее в группах 5–9 и 10–14 лет сильную тенденцию ( $R^2 = 0,788–0,952$ ).

Относительный риск заболеваемости по индикаторным нозологическим формам во всех возрастных группах выявлен для таких болезней, как ожирение и поражение синовиальных оболочек и сухожилий, и в 2021, и в 2022 г. (табл. 3).

Таблица 1 / Table 1

**Динамика первичной заболеваемости детского населения Иркутска по отдельным возрастным группам за 2016–2022 гг.  
(на 1000 человек)**

Trend in incidence in age groups of children in Irkutsk for 2016–2022 (per 1,000 people)

Классы болезней по МКБ-10 Classes of diseases according to ICD-10	Годы / Years							Среднее Average 2016–2022 гг. M (95% CI)
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
<b>5–9 лет / years</b>								
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ Endocrine, nutritional and metabolic diseases	68.1	64.3	69.0	62.3	44.4	61.6	71.4	63.0 (62.3–63.7)
Болезни нервной системы / Diseases of the nervous system	76.5	72.7	74.1	70.0	53.3	63.8	60.1	67.2 (66.5–68.0)
Болезни глаза и его придаточного аппарата Diseases of the eye and its adnexa	134.0	130.1	138.1	132.9	101.0	136.6	158.0	132.9 (131.9–134.0)
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue	190.8	189.6	204.7	171.0	102.4	134.3	158.5	164.5 (163.3–165.6)
<b>10–14 лет / years</b>								
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ Endocrine, nutritional and metabolic diseases	140.9	141.7	131.8	124.7	89.8	121.6	143.9	127.8 (126.7–128.8)
Болезни нервной системы / Diseases of the nervous system	149.5	135.2	125.2	116.0	78.6	87.4	93.1	112.1 (111.1–113.2)
Болезни глаза и его придаточного аппарата Diseases of the eye and its adnexa	228.5	234.0	245.5	250.3	143.0	227.2	245.7	224.9 (223.4–226.3)
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue	239.0	224.4	208.6	243.4	120.0	203.2	245.2	212.0 (210.5–213.4)
<b>15–17 лет / years</b>								
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ Endocrine, nutritional and metabolic diseases	80.1	64.8	60.6	68.0	43.2	71.4	66.7	65.0 (64.0–66.0)
Болезни нервной системы / Diseases of the nervous system	60.4	62.6	56.4	64.3	48.3	58.9	54.7	57.9 (57.0–58.9)
Болезни глаза и его придаточного аппарата Diseases of the eye and its adnexa	82.5	83.1	76.6	73.8	54.8	80.0	88.4	77.0 (75.9–78.1)
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue	104.2	119.5	110.5	95.7	88.3	102.3	137.6	108.3 (107.0–109.6)

Таблица 2 / Table 2

**Динамика заболеваемости детского населения Иркутска по индикаторным нозологическим формам за 2016–2022 гг.  
(на 1000 человек)**

Trend in incidence rate in children in Irkutsk according to indicator nosological forms for 2016–2022 (per 1,000 people)

Нозология Nosology	Возрастные группы, лет Age groups, years	Годы / Years							Уравнение линейной регрессии linear regression equation	R <sup>2</sup>
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022		
Ожирение Obesity	5–9	15.9	14.8	14.5	14.1	11.4	20	19.2	$y = 13.243 + 0.614x$	0.195
	10–14	35.4	35.5	38.1	37.3	27.8	39.4	37.7	$y = 35.257 + 0.157x$	0.008
	15–17	7.0	7.4	8.0	11.7	6.5	11.1	9.0	$y = 6.971 + 0.425x$	0.204
Расстройства вегетативной (автономной) нервной системы Disorders of the autonomic nervous system	5–9	22.9	22.5	23.8	22.5	17	9	7.1	$y = 29.429 - 2.9x$	0.788
	10–14	99.3	92.4	83.7	67.9	41.2	28.9	29	$y = 117.54 - 13.586x$	0.952
	15–17	38.8	42.1	29.6	41.2	29.8	27.2	22.5	$y = 44.243 - 2.804x$	0.630
Миопия Myopia	5–9	24.8	30.1	30.6	31.3	26.4	28.6	31.8	$y = 27.114 + 0.493x$	0.164
	10–14	137.3	135.3	127.7	130.6	89.4	121.4	125.1	$y = 138.5 - 3.668x$	0.240
	15–17	35.4	37.5	27.1	30.4	23.9	38.5	41.3	$y = 31.086 + 0.589x$	0.039
Поражение синовиальных оболочек, сухожилий Disorders of synovium and tendon	5–9	1.1	1	1.6	1.4	1.4	1.7	2.3	$y = 0.814 + 0.171x$	0.735
	10–14	1.5	1.8	2.0	2.2	2.0	3.0	3.2	$y = 1.171 + 0.268x$	0.852
	15–17	1.4	0.9	1.2	1.5	1.7	1.7	1.7	$y = 1.014 + 0.107x$	0.577

Таблица 3 / Table 3

## Относительный риск заболеваемости детского населения Иркутска при внедрении цифровой образовательной среды (фон, 2016–2019 гг.)

Relative risk of incidence in children in Irkutsk with the implementation of digital technology in education (background 2016–2019)

Классы болезней, нозологические формы Classes of diseases, nosological forms	Показатель Indicator	Возрастные группы, лет / Age groups, years					
		5–9		10–14		15–17	
		2021	2022	2021	2022	2021	2022
Ожирение Obesity	RR (CI)	1.325 (1.229–1.487)	1.301 (1.183–1.432)	1.077 (1.007–1.153)	1.031 (0.963–1.103)	1.772 (1.46–2.151)	1.44 (1.177–1.761)
	S	0.049	0.049	0.035	0.035	0.099	0.103
Расстройства вегетативной (автономной) нервной системы Disorders of the autonomic nervous system	RR (CI)	0.391 (0.352–0.436)	0.309 (0.27–0.34)	0.39 (0.319–0.661)	0.341 (0.32–0.361)	0.783 (0.712–0.861)	0.649 (0.585–0.719)
	S	0.050	0.059	0.031	0.031	0.005	0.053
Болезни мышц глаза, нарушения содружественного движения глаз, аккомодации и рефракции Disorders of ocular muscles, binocular movement, accommodation and refraction	RR (CI)	0.887 (0.853–0.924)	1.176 (1.134–1.221)	0.972 (0.945–0.999)	0.968 (0.91–0.999)	1.44 (1.341–1.546)	1.53 (1.426–1.642)
	S	0.02	0.019	0.014	0.014	0.036	0.036
Миопия Myopia	RR (CI)	0.977 (0.909–1.05)	1.087 (1.013–1.166)	0.916 (0.884–0.946)	0.944 (0.911–0.977)	1.673 (1.513–1.851)	1.796 (1.626–1.984)
	S	0.037	0.036	0.018	0.018	0.051	0.051
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue	RR (CI)	0.711 (0.691–0.731)	0.839 (0.817–0.862)	0.888 (0.866–0.911)	1.072 (1.046–1.098)	1.0 (1.012–1.197)	1.458 (1.347–1.577)
	S	0.015	0.014	0.013	0.012	0.043	0.40
из них: поражения синовиальных оболочек и сухожилий of which: lesions of synovial sheaths and tendons	RR (CI)	1.352 (0.973–1.878)	1.848 (1.357–2.519)	1.597 (1.206–2.116)	1.696 (1.281–2.230)	1.481 (0.932–2.351)	1.475 (0.928–2.34)
	S	0.168	0.158	0.144	0.141	0.237	0.237

Риск миопии статистически значим для детей 5–9 лет только в 2022 г. (RR = 1,087; CI 1,013–1,166), а для подростков 15–17 лет и в 2021-м, и в 2022 г.: RR = 1,673; CI (1,513–1,851) и RR = 1,796; CI (1,626–1,984) соответственно.

## Обсуждение

Постоянное увеличение объёма и трудности изучаемых программ создавали условия для переутомления школьников, пребывания их в состоянии хронического стресса, а успешность обучения учащихся достигалась ценой интенсификации их умственной деятельности в условиях дефицита учебного времени [17]. Активное использование цифровых технологий подтверждается данными о структурных элементах информационной базы общеобразовательных учреждений Российской Федерации. Так, обеспеченность стационарными персональными компьютерами (ПК) составляет 31,9%, ноутбуками и планшетами – 68,1%. Интенсивное использование контента осуществляется через подключение к проводному интернету в 94,8% школ, к беспроводному и мобильному – в 48,4 и 29,9% соответственно [18]. По данным Министерства просвещения Российской Федерации, в Иркутской области в 2018–2023 гг. обеспеченность ПК увеличилась на  $80,1 \pm 0,2\%$ . Число посадочных мест в библиотеках, оснащённых ПК, возросло на  $67,4 \pm 1,7\%$ , в том числе с доступом к сети Интернет – на  $70,2 \pm 1,7\%$ <sup>2</sup>.

Следует отметить, что уровни и динамика заболеваемости «школьными болезнями» неоднородна как при пространственно-временном анализе данных, так и при сравнении в различных половозрастных когортах [9, 15, 19]. Вместе с тем

<sup>2</sup> Банк документов Министерства просвещения Российской Федерации. <https://docs.edu.gov.ru/document/dd4cf021660425786495d74405367f0/>

вызывает серьёзную озабоченность высокий относительный риск заболеваемости именно в период вынужденного внедрения ЦОС. Проведённые нами исследования показали патоморфоз первичной заболеваемости: в 2016–2022 гг. зарегистрированы стабильные тренды роста по большинству из рассматриваемых нозологических форм. К характерному увеличению среди школьников ожирения добавился рост миопии и нарушений соединительной ткани. Так, RR ожирения в группах 5–9 и 15–17 лет находился на уровнях 1,3–1,77. В группе 10–14 лет RR составил 1,03–1,07, возможно, причина кроется в том, что дети препубертатного возраста являлись группой риска по данной патологии и до активной реализации программ ЦОС [20, 21]. Широко обсуждаемый различными исследователями риск частоты болезней глаз в период пандемии COVID-19 [22–24] в наших группах отмечен лишь у старшеклассников (рост составил 16,6%), что может быть следствием большей напряжённости учебного труда, дополнительных дистанционных занятий. На наш взгляд, недостаточно внимания уделяется формированию поражений синовиальных оболочек и сухожилий у детей. Увеличение частоты таких нарушений также может быть следствием работы с электронными устройствами и отсутствия безопасного режима труда. Медико-социальная значимость данной проблемы обусловлена тем, что начиная с детского возраста создаются предпосылки для развития болезней костно-мышечной системы (синовит, тендовагинит), дающих высокий риск ранней инвалидизации [25]. Следует отметить, что не только школьная образовательная среда является источником опасности, связанный с применением электронных устройств. Более половины свободного времени школьники и студенты используют компьютеры, планшеты, телефоны для поиска источников информации и развлечения [12, 18, 24]. При этом отсутствует внешний контроль не только

времени контакта с видеотерминалом, но и эргономичности рабочей позы ребёнка. Изучить влияние не только внешкольного использования гаджетов, но и других факторов риска на формирование нарушений здоровья у детей возможно лишь в когортных исследованиях, когда время и интенсивность воздействия фактора и возникновение негативного эффекта идентифицированы на персональном уровне. Когортные исследования в меньшей степени подвержены ошибкам и позволяют выявить влияние множества факторов риска и их эффекты. Ранее авторами была выполнена оценка риска для здоровья подростков в зависимости от комплекса факторов школьной и окружающей среды [26]. Проведённое нами исследование определяет задачи дальнейшего физиолого-гигиенического мониторинга здоровья обучающихся.

**Ограничения** представленных исследований связаны с отсутствием информации по годам об активности использования электронного обучения, дистанционных образовательных технологий обучения в 2016–2017 гг., до внедрения ЦОС. Кроме того, в данном исследовании не учтена дополнительная нагрузка на функциональные системы детского организма, связанная с интенсивным использованием электронных устройств в досуговой деятельности.

## Заключение

Динамика первичной заболеваемости по рассматриваемым классам болезней и нозологическим формам у детей 5–17 лет в 2016–2022 гг. характеризуется выраженным ростом. В период активного внедрения дистанционного обучения во время пандемии новой коронавирусной инфекции зарегистрировано увеличение частоты не только миопии в старшей возрастной группе (RR = 1,673–1,796), но и поражения синовиальных оболочек и сухожилий у детей 10–14 лет (RR = 1,597–1,848), ожирения во всех возрастных группах (RR = 1,077–1,772). Полученные данные определяют необходимость включения в программу медицинских исследований функциональных тестов, позволяющих выявить нарушения на ранних стадиях, и проведения целевых исследований. Внедрение ЦОС, особенно в дистанционном, слабо контролируемом педагогами и родителями режиме, представляет для растущего детского организма дополнительные угрозы. Всё вышеуказанное свидетельствует о необходимости разработки новых медико-педагогических подходов к предупреждению нарушений здоровья детей.

## Литература (п.п. 2, 13, 14, 19–25 см. References)

1. Загоруйченко А.А., Карпова О.Б. Современные тенденции здоровья детского населения в России. *Главврач*. 2022; (6): 14–9. <https://doi.org/10.33920/med-03-2206-02>
3. Булычев В.А. «1С: Математический конструктор» и виртуальные лаборатории по математике в Московской электронной школе. В кн.: «Новые информационные технологии в образовании: Сборник научных трудов 20-й международной научно-практической конференции. М.; 2020: 212–6. <https://elibrary.ru/tldotz>
4. Артеменко М.В., Головко И.Н. Методологические тренды образования в современных школах России: инновационное проектирование и цифровые технологии. *Образование и проблемы развития общества*. 2022; (4): 12–21. <https://elibrary.ru/hfalvq>
5. Богомолова Е.С., Бадеева Т.В., Котова Н.В., Максименко Е.О., Олюшина Е.А., Лангуев К.А. Гигиенические аспекты дистанционного образования обучающихся. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2020; (3): 35–9. <https://elibrary.ru/rlhadg>
6. Кучма В.Р., Янушанец О.И., Петрова Н.А. Научно-методические основы гигиенической оценки и экспертизы цифровых образовательных контентов. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(10): 1035–42. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-10-1035-1042>
7. Кучма В.Р., Поленова М.А., Чуйко Е.В. Цифровая среда современной школы: состояние, тренды развития, проблемы и риски здоровью обучающихся. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2022; (4): 5–20. <https://elibrary.ru/dfnqdg>
8. Александрова И.Э., Айзярова М.В., Соколова С.Б., Рапопорт И.К., Мирская Н.Б. О необходимости совершенствования школьного здравоохранения в условиях цифровизации образования. *Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н.А. Семашко*. 2023; (1): 132–7. <https://doi.org/10.25742/NRIPH.2023.01.022>
9. Скоблина Н.А., Милушкина О.Ю., Попов В.И., Маркелова С.В., Бокарева Н.А., Татаринчук А.А. и др. От традиционного к дистанционному обучению: гигиенические проблемы охраны зрения обучающихся. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(4): 373–9. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-4-373-379>
10. Шубочкина Е.И., Иванов В.Ю., Чепрасов В.В., Айзярова М.В. Гигиеническая оценка влияния факторов цифровой среды на организм подростков в процессе образовательной и досуговой деятельности. *Здоровье населения и среда обитания*. 2021; (6): 71–7. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-339-6-71-77>
11. Федосеева И.Ф., Урбан Е.Н., Бедарева Т.Ю. Влияние цифрового дистанционного обучения на развитие неврологических нарушений у детей и подростков. *Мать и Дитя в Кузбассе*. 2022; (1): 41–4. <https://doi.org/10.24412/2686-7338-2022-1-41-44>
12. Владимирова Ю.В., Мазур Л.И., Жирнов В.А., Дурасова Т.Н. COVID-19 и ожирение у детей, или к чему приводит дистанционное обучение. *Медико-фармацевтический журнал «Пульс»*. 2023; 25(6): 43–7. <https://doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2023-25-6-43-47>
13. Рапопорт И.К., Сухарева Л.М. Одннадцатилетнее лонгитудинальное наблюдение: распространённость и течение функциональных отклонений и хронических болезней у московских школьников. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2019; (1): 19–27. <https://elibrary.ru/otmyknf>
14. Ефимова Н.В., Мыльникова И.В. О влиянии факторов окружающей среды и образа жизни на формирование синдрома вегетативной дисфункции у школьников. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(1): 76–81. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-1-76-81>
15. Суторова А.В., Якубова И.Ш., Мельцер А.В., Хурцилова О.Г. Факторы образовательного процесса и их влияние на формирование здоровья школьников в условиях реформирования системы общего образования (научный обзор). *Профилактическая и клиническая медицина*. 2023; (2): 4–12. [https://doi.org/10.47843/2074-9120\\_2023\\_2\\_4](https://doi.org/10.47843/2074-9120_2023_2_4)
16. Кучма В.Р., Седова А.С., Поленова М.А., Степанова М.И., Болдырева М.Г. Гигиенические проблемы использования современных информационно-коммуникационных технологий и средств их обеспечения в цифровой образовательной среде. *Гигиена и санитария*. 2024; 103(4): 349–57. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-4-349-357>
17. Ефимова Н.В., Мыльникова И.В. Оценка риска для здоровья подростков в зависимости от факторов окружающей среды и образа жизни. *Казанский медицинский журнал*. 2016; 97(5): 771–7. <https://doi.org/10.17750/KMJ2016-771>

## References

1. Zagoruichenko A.A., Karpova O.B. Modern trends in the health of the child population in Russia. *Glavvraч (Chief Medical Officer)*. 2022; (6): 14–9. <https://doi.org/10.33920/med-03-2206-02> (in Russian)
2. Maas M.J., Hughes J.M. Virtual, augmented and mixed reality in K-12 education: a review of the literature. *Technology, Pedagogy and Education*. 2020; 29(6): 231–49. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1737210>
3. Bulychev V.A. «1С: Mathematical Constructor» and virtual laboratories in mathematics at the Moscow Electronic School. In: «New Information Technologies in Education». Collection of Scientific Papers of the 20th International Scientific and Practical Conference /«Novye informatsionnye tekhnologii v obrazovanii»: Sbornik nauchnykh trudov 20-i mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii». Moscow; 2020: 212–6. <https://elibrary.ru/tldotz> (in Russian)
4. Artemenko M., Golovko I.N. Methodological trends of education in modern schools of Russia: innovative design and digital technologies. *Obrazovanie i problemy razvitiya obshchestva (Education and Problems of Social Development)*. 2022; (4): 12–21. <https://elibrary.ru/hfalvq> (in Russian)
5. Bogomolova E.S., Badeeva T.V., Kotova N.V., Maksimenko E.O., Olyushina E.A., Languev K.A. Hygienic aspects of distance education. *Voprosy shkol'noi i universitetskoi meditsiny i zdorov'ya (Issues of School and University Medicine and Health)*. 2020; (3): 35–9. <https://elibrary.ru/rlhadg> (in Russian)
6. Kuchma V.R., Yanushanets O.I., Petrova N.A. Scientific and methodological foundations of hygienic assessment and examination of digital educational content. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(10): 1035–42. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-10-1035-1042> (in Russian)

7. Kuchma V.R., Polenova M.A., Chuiko E.V. The digital environment of a modern school: the state, development trends, problems and risks to the health of students. *Voprosy shkol'noi i universitetskoi meditsiny i zdror'ya (Issues of School and University Medicine and Health)*. 2022; (4): 5–20. <https://elibrary.ru/dfnqqg> (in Russian)
8. Aleksandrova I.E., Azyatova M.V., Sokolova S.B., Rapoport I.K., Mirskaya N.B. On the need to improve school healthcare in the context of digitalization of education. *Byulleten' Natsional'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta obshchestvennogo zdror'ya imeni N.A. Semashko (Bulletin of the N.A. Semashko National Research Institute of Public Health)*. 2023; (1): 132–7. <https://doi.org/10.25742/NRIPH.2023.01.022> <https://elibrary.ru/dojrys> (in Russian)
9. Skobliina N.A., Milushkina O.Yu., Popov V.I., Markelova S.V., Bokareva N.A., Tatarinichik A.A., et al. From traditional to distance learning: hygienic problems of vision protection of students. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(4): 373–9. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-4-373-379> <https://elibrary.ru/fzrtrm> (in Russian)
10. Shubochkina E.I., Ivanov V.Yu., Cheprakov V.V., Azyatova M.V. Hygienic assessment of the influence of factors of digital environment on adolescents in the process of educational and leisure activities. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya (Public Health and Life Environment – PH&LE)*. 2021; (6): 71–7. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-339-6-71-77> <https://elibrary.ru/ukfkwb> (in Russian)
11. Fedoseeva I.F., Urban E.N., Bedareva T.Yu. Impact of digital distance learning on the development of neurological disorders in children and adolescents. *Mat' i Ditya v Kuzbasse (Mother and Baby in Kuzbass)*. 2022; (1): 41–4. <https://doi.org/10.24412/2686-7338-2022-1-41-44> <https://elibrary.ru/aqvofi> (in Russian)
12. Vladimirova Yu.V., Mazur L.I., Zhirnov V.A., Durasova T.N. COVID-19 and obesity in children, or what distance learning leads to. *Mediko-farmatsevticheskii zhurnal "Pul's" (Medical & Pharmaceutical Journal Pulse)*. 2023; 25(6): 43–7. <https://doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2023-25-6-43-47> <https://elibrary.ru/feczuo> (in Russian)
13. Dong H., Yang F., Lu X., Hao W. Internet addiction and related psychological factors among children and adolescents in China during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) Epidemic. *Front. Psychiatry*. 2020; 11: 00751. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00751>
14. Lauer S.A., Grantz K.H., Bi Q., Jones F.K., Zheng Q., Meredith H.R., et al. The incubation period of coronavirus disease 2019 (COVID-19) from publicly reported confirmed cases: estimation and application. *Ann. Intern. Med.* 2020; 172(9): 577–82. <https://doi.org/10.7326/m20-0504>
15. Rapoport I.K., Sukhareva L.M. Eleven-year longitudinal observation: the prevalence and course of functional disorders and chronic disease among Moscow schoolchildren. *Voprosy shkol'noi i universitetskoi meditsiny i zdror'ya (Issues of School and University Medicine and Health)*. 2019; (1): 19–27. <https://elibrary.ru/omyknf> (in Russian)
16. Efimova N.V., Mylnikova I.V. On the question of the impact of environmental factors and lifestyle on the formation of the syndrome of autonomic dysfunction in school children. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(1): 76–81. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-1-76-81> <https://elibrary.ru/ywahff> (in Russian)
17. Suvorova A.V., Iakubova I.Sh., Meltser A.V., Khurtsilava O.G. Factors of the educational process and their influence on the formation of the health of schoolchildren within the reforming the system of general education (review). *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina (Preventive and Clinical Medicine)*. 2023; (2): 4–12. [https://doi.org/10.47843/2074-9120\\_2023\\_2\\_4](https://doi.org/10.47843/2074-9120_2023_2_4) <https://elibrary.ru/mkrjhd> (in Russian)
18. Kuchma V.R., Sedova A.S., Polenova M.A., Stepanova M.I., Boldyreva M.G. Hygienic problems of using modern information and communication technologies and means of providing them in the digital educational environment. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2024; 103(4): 349–57. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-4-349-357> <https://elibrary.ru/wvazl> (in Russian)
19. Karasel S., Karasel N., Cebecli D. Evaluation of musculoskeletal pain and related factors in school-age children (8–12 years). *Agri*. 2022; 34(4): 254–63. <https://doi.org/10.14744/agri.2021.04378>
20. Simmonds M., Llewellyn A., Owen C.G., Woolacott N. Predicting adult obesity from childhood obesity: a systematic review and meta-analysis. *Obes. Rev.* 2016; 17(2): 95–107. <https://doi.org/10.1111/obr.12334>
21. Dou X., Kim Y., Chu H. Prevalence of metabolic syndrome according to physical activity, dietary habits, mental status, social status, health behavior, and obesity phenotypes in Korean adolescents: 2016–2021. *Foods*. 2023; 12(17): 3304. <https://doi.org/10.3390/foods12173304>
22. Wong C.W., Tsai A., Jonas J.B., Ohno-Matsui K., Chen J., Ang M., et al. Digital screen time during the COVID-19 pandemic: risk for a further myopia boom? *Am. J. Ophthalmol.* 2021; 223: 333–7. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2020.07.034>
23. Kaya P., Uzel M.M. Development and progression of myopia in children during the COVID-19 pandemic in urban area in Turkey. *Int. Ophthalmol.* 2023; 43(10): 3823–9. <https://doi.org/10.1007/s10792-023-02824-w>
24. Yang Z., Wang X., Zhang S., Ye H., Chen Y., Xia Y. Pediatric myopia progression during the COVID-19 pandemic home quarantine and the risk factors: a systematic review and meta-analysis. *Front. Public Health*. 2022; 10: 835449. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.835449>
25. Cieza A., Causey K., Kamenov K., Hanson S.W., Chatterji S., Vos T. Global estimates of the need for rehabilitation based on the Global Burden of Disease study 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2021; 396(10267): 2006–17. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)32340-0](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)32340-0)
26. Efimova N.V., Mylnikova I.V. Health risk assessment for adolescents depending on environmental factors and lifestyle. *Kazanskii meditsinskii zhurnal (Kazan Medical Journal)*. 2016; 97(5): 771–7. <https://doi.org/10.17750/KMJ2016-771> <https://elibrary.ru/wluwh> (in Russian)

## Сведения об авторах

**Ефимова Наталья Васильевна**, доктор мед. наук, профессор, вед. науч. сотр., ФГБНУ ВСИМЭИ, 665827, Ангарск, Россия. E-mail: medecolab@inbox.ru

**Мыльникова Инна Владимировна**, доктор мед. наук, доцент, ст. науч. сотр., ФГБНУ ВСИМЭИ, 665827, Ангарск, Россия. E-mail: inna.mylnikova.phd.ms@gmail.com

## Information about authors

**Natalia V. Efimova**, DSc (Medicine), Professor, leading researcher of the Laboratory of environmental and health studies, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-7218-2147> E-mail: medecolab@inbox.ru

**Inna V. Mylnikova**, DSc (Medicine), associate professor, senior researcher of the Laboratory of Ecological and Hygienic Research laboratory of ecological-hygienic studies, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-0169-4513> E-mail: inna.mylnikova.phd.ms@gmail.com