



© Ж. М. Мукатаева, А. С. Динмухамедова, Р. И. Айзман

DOI: [10.15293/2658-6762.1905.08](https://doi.org/10.15293/2658-6762.1905.08)

УДК 612.6+378

Сравнительный анализ морфофункционального развития учащихся северного и южного регионов Казахстана как основа для мониторинга их здоровья в динамике обучения

Ж. М. Мукатаева, А. С. Динмухамедова (Астана, Республика Казахстан),
Р. И. Айзман (Новосибирск, Челябинск, Россия)

Проблема и цель. Ухудшение здоровья школьников, регистрируемое в современных условиях в Республике Казахстан, диктует необходимость внедрения постоянного мониторинга здоровья подрастающего поколения, проживающего в разных климато-географических и экологических условиях. Однако показатели морфофункционального развития учащихся из северных и южных областей Казахстана, которые необходимы для составления актуальных нормативных таблиц, в настоящее время отсутствуют. В этой связи была поставлена цель – сравнительное исследование морфофункционального развития организма обучающихся, проживающих в северном и южном регионах Казахстана как основы для последующего мониторинга здоровья школьников в динамике обучения.

Методология. Было обследовано 480 школьников казахской национальности 12–17-летнего возраста обоего пола (240 девочек и 240 мальчиков) северного региона (на примере средней школы № 22 г. Павлодара) и южного региона (на примере средней школы № 7 г. Кызылорда). Использованы стандартные общепринятые методы определения морфологических показателей физического развития и функциональных показателей кардиореспираторной системы в

Исследование выполнено в рамках государственного научного гранта Министерства образования и науки Республики Казахстан по приоритету «Науки о жизни и здоровье», по теме: «Многоцентровое исследование здоровья участников образовательного процесса с использованием инновационных технологий»

Мукатаева Жанат Макановна – доктор биологических наук, профессор кафедры общей биологии и геномики, факультет естественных наук, Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева.

E-mail: mukataevazh@mail.ru

Динмухамедова Айгуль Салимжановна – кандидат биологических наук, профессор кафедры общей биологии и геномики, факультет естественных наук, Евразийский национальный университета им. Л. Н. Гумилева.

E-mail: dinmukhamedova@mail.ru

Айзман Роман Иделевич – доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, Новосибирский государственный педагогический университет; научный сотрудник научно-исследовательского центра спортивной науки Института спорта, туризма и сервиса, Южно-Уральский государственный университет (Национальный исследовательский университет).

E-mail: aizman.roman@yandex.ru

покое и после стандартной физической нагрузки. Полученный материал обработан методами вариационной и разностной статистики.

Результаты. Показано, что все показатели физического развития обучающихся находились в пределах возрастнo-половой и региональной нормы. Однако сравнительная оценка морфофункциональных показателей учащихся в зависимости от региона проживания показала достоверные отличия. Основные показатели физического развития обучающихся, за исключением длины тела, были выше во всех возрастнo-половых группах у школьников северного региона. Однако функциональные возможности сердечно-сосудистой системы были лучше у представителей южного региона, что свидетельствует об их большей выносливости к выполнению физических нагрузок.

Заклyчение. Полученные данные свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения региональных особенностей физического здоровья школьников и разработки региональных нормативов их морфофункционального развития.

Ключевые слова: морфофункциональные особенности; физическое развитие; кардиореспираторная система; физическая работоспособность; здоровье школьников; этнонациональные особенности.

Постановка проблемы

Одной из приоритетных задач системы здравоохранения и образования Республики Казахстан является сохранение и укрепление здоровья обучающихся в образовательных учреждениях страны. Однако в последние годы отмечается тенденция ухудшения морфологического и функционального статуса школьников, что связывают с влиянием социально-экономических, климато-географических, этнонациональных, экологических и других факторов¹ [1–5].

Особая роль в решении этой задачи принадлежит школе, где происходит формирование личности. Однако по официальным данным², школа является средой, в которой инициируются и усугубляются проблемы со здо-

ровьем детей и подростков. Так, за время обучения в казахстанской школе увеличивается количество детей со сколиозом, нарушениями зрения и осанки. Если в 6–7-летнем возрасте 8,2 % детей имеют заболевания глаз и его придатков, то в 14–17 лет – 70,3 %, количество учащихся со сколиозом с 5,7 % увеличивается до 34 %. Поэтому организация системы профилактики в учреждениях образования имеет большое значение для сохранения и развития здоровья обучающихся³ [6–9].

Существенную роль в решении этих вопросов может сыграть мониторинг здоровья всех участников образовательного пространства⁴.

В настоящее время имеется ряд подходов к проведению мониторинга и перечню морфофункциональных показателей орга-

¹ Анализ текущей ситуации. Заболеваемость детей в Республике Казахстан (по данным профосмотров). – URL: <http://balaombudsman.kz/wp-content/uploads/2018/04> (дата обращения: 12.06.2019)

² Дети Казахстана: статистический сборник. – Астана, 2017. – 122 с. URL: <https://www.unicef.org>

³ Шибков А. А., Шибкова О. В. Технология оценки морфофункциональных показателей здоровья обучающихся и ее реализация в условиях информатизации образовательного процесса // Адаптация биологических

систем к естественным и экстремальным факторам среды: материалы VI международной научно-практической конференции. – Челябинск, 2016. – С. 433–437. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27492980>

⁴ Айзман Р. И., Айзман Н. И., Захаренков В. В., Иашвили М. В., Левина И. Л. и др. Комплексная оценка состояния здоровья и развития детей. – М.: Компания АСТШ, 2006. – 166 с.

низма, которые используют для оценки физического и психического здоровья обучающихся. Так, Всемирной организацией здравоохранения разработаны различные программы HEAT (Health Equity Assessment Toolkit), HEAT Plus, позволяющие отображать полученные данные и сводные показатели в интерактивном и настраиваемом виде, которые облегчают интерпретацию и отчетность в отношении различных показателей здоровья [10–12].

Предлагается также множество автоматизированных систем мониторинга здоровья школьников, таких как, например, «АКДО», «ДИСПАН», «АКДО–ДИСПАН» [13–14]. Однако они обеспечивают главным образом решение задач системы здравоохранения и не могут быть использованы в образовании. Большинство зарубежных информационных систем мониторинга направлено на получение статистических данных, прежде всего, социально-экономических показателей развития общества в целом [15–20]. Наиболее приемлемой для задач образования сегодня можно считать компьютерную программу⁵ [21].

Однако использовать ее в полной мере в Казахстане невозможно, поскольку в ней для расчета заложены нормативные показатели, характеризующие морфофункциональное развитие учащихся Сибирского региона, что требует соответствующей коррекции для других территорий. Ряд авторов отмечает необходимость физиолого-гигиенической оценки состояния здоровья школьников с учетом территориальных, климатогеографических особенностей, этнического состава, социально-экономических

условий проживания, вида образовательного учреждения, режима обучения для разработки дифференцированных профилактических программ [22–26]. Системный учет морфофункциональных показателей, отражающих состояние здоровья, можно будет использовать для разработки программы мониторинга обучающихся в каждом образовательном учреждении и регионе в целом и оценки эффективности превентивной и коррекционной работы.

Периодическое комплексное исследование морфофункциональных показателей школьников проводилось преимущественно только в северном регионе Казахстана⁶, однако имеющиеся данные свидетельствуют об этнонациональных особенностях развития детей и подростков в различных регионах не только Казахстана [27], но и других стран⁷ [28].

В этой связи была поставлена цель – сравнить морфофункциональные показатели обучающихся разного возраста, проживающих в северном и южном регионах Казахстана (на примере Павлодарской и Кызылординской областей), отличающихся климатогеографическими и социально-экономическими условиями проживания, которые использовать в дальнейшем для разработки электронной карты здоровья обучающихся разных территорий данной республики.

Методология исследования

Для достижения поставленной цели было обследовано по 240 мальчиков и девочек в возрасте 12–17 лет (по 20 детей в каждой воз-

⁵ Айзман Р. И., Айзман Н. И., Рубанович В. Б., Лебедев А. В. Методика комплексной оценки здоровья учащихся общеобразовательных школ: (методическое пособие). – Новосибирск: Новосибирск, 2008. – 124 с.

⁶ Куц А. С. Оценочные таблицы физического развития и двигательной подготовленности школьников Северного Казахстана. – Павлодар, 1975. – 113 с.

⁷ Чанчаева В. А. Возрастно-половые и этнонациональные особенности коренного и пришлого населения Горного Алтая: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Новосибирск, 2013. – 35 с.

растно-половой группе), обучающихся в средней школе № 22 г. Павлодара (П) и в средней школе № 7 г. Кызылорда (К). Все обследованные дети по состоянию здоровья относились к основной медицинской группе и не занимались в спортивных секциях.

Общепринятыми методами [29] определяли основные антропометрические показатели физического развития: длину тела (ДТ), массу тела (МТ), окружность грудной клетки (ОГК), кистевую мышечную силу (КС). Для оценки гармоничности физического развития рассчитывали индексы Кетле (ИК = МТ, кг/ДТ, м²), стении (ИС = ДТ, см / (2*МТ, кг + ОГК, см), силовые индексы – кистевой (КИ). Содержание резервного жира определяли непосредственным методом калиперометрии.

Функцию внешнего дыхания оценивали по показателю жизненной емкости легких (ЖЕЛ) с помощью суховоздушного спирометра, а также рассчитывали жизненный индекс (ЖИ = ЖЕЛ/МТ).

Состояние сердечно-сосудистой системы характеризовали по частоте сердечных сокращений (ЧСС) в условиях относительного покоя и при стандартной физической нагрузке (PWC₁₇₀). Частоту сердечных сокращений определяли с помощью электрокардиографа «Аксион ЭК 1Т-07», артериальное давление (АД) измеряли аускультативным методом по Короткову. Систолический объем крови (СОК) рассчитывали по формуле Старра в модификации Н. С. Пугиной и Я. Ф. Бомаш⁸ для детей 7–15 лет (СОК = 40 + 0,5ПД – 0,6ДД +

3,2А), где ПД – пульсовое давление, ДД – диастолическое давление, А – возраст. Минутный объем крови определяли по формуле: МОК = СОК * ЧСС.

Определение функциональных резервов организма проводили степэргометрическим тестированием⁹ с оценкой абсолютных и относительных показателей физической работоспособности (ФР) и аэробной производительности (МПК):

$$\text{ФР}_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) * (170 - f_1) / (f_2 - f_1),$$

где N₁ – мощность первой нагрузки, N₂ – мощность второй нагрузки, f₁ – частота сердечных сокращений в конце первой нагрузки, f₂ – частота сердечных сокращений в конце второй нагрузки;

МПК = A + √N / (f – h) * k, где А – поправочный коэффициент с учетом возраста и пола, N – мощность нагрузки, f – пульс в конце нагрузки, h – возрастно-половая поправка к пульсу, k – возрастной коэффициент.

Экономичность деятельности сердечно-сосудистой системы при выполнении стандартной нагрузки оценивали по величине минутного объема крови на единицу физической работоспособности (МОК, л/ФР₁₇₀/ кг)¹⁰ и двойному произведению (ДП = ЧСС * АД систолическое / 100).

Весь полученный материал обработан с использованием методов статистического анализа. Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента и по ANOVA для непараметрических независимых выборок. Различия считались достоверными при p < 0,05¹¹.

⁸ Пугина Н. С., Бомаш Я. Ф. Об использовании метода Старра у детей // Сборник научных работ аспирантов Ленинградского института усовершенствования врачей. – Л.; 1963. Вып. 40. – С. 64.

⁹ Карпман В. Л., Белоцерковский З. Б., Гудков И. А. Тестирование в спортивной медицине. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 207 с.

¹⁰ Рубанович В. Б. Морфофункциональное развитие детей и подростков разных конституциональных типов в зависимости от двигательной активности: дис. ... д-ра мед. наук. – Новосибирск, 2004. – 406 с.

¹¹ Лакин Г. Ф. Биометрия: учеб. пособие для биологич. спец. вузов. – 3-е изд; перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1980. – 293 с.

Результаты исследования, обсуждение
 Анализ полученных данных, характеризующих физическое развитие обучающихся, выявил, что школьники 12–17 лет, проживаю-

щие в северном и южном регионах, отличались по большинству морфофункциональных показателей (табл. 1).

Таблица 1

Показатели физического развития подростков 12–17 лет, проживающих в северных и южных областях Казахстана

Table 1

Parameters of physical development of boys and girls aged 12-17 living in the northern and southern regions of Kazakhstan

Показатели	Р-н проживания	Пол	Возраст, лет					
			12	13	14	15	16	17
ДТ, см	П	М	155,3±1,3*	157,8±1,2	166,6±0,6*	171,3±1,1*	173,0±1,3	175,5±1,1
		Д	150,8±1,1	157,7±1,1 *	161,0±1,0 *	162,1±1,2	163,2±0,8	164,0±0,7
	К	М	157,0±1,0*	159,2±1,0	168,6±0,7*#	172,5±0,6*#	173,9±0,8	176,4±0,8*
		Д	151,0±0,9	160,5±1,1 *	164,0±0,8 *#	166,7±0,8 *#	169,6±0,6 *#	169,9±0,5 #
МТ, кг	П	М	43,4±0,7*	45,3±0,6*	55,1±0,7*	57,2±0,6*	61,1±1,0*	65,1±1,5*
		Д	43,3±0,8	50,7±0,8 *	54,1±0,9 *	56,4±0,7 *	57,7±1,0	59,1±1,1
	К	М	42,3±0,3*	44,4±0,9*	53,2±0,6*#	55,4±0,5*#	59,5±0,7*	64,9±1,3*
		Д	40,4±0,8 #	47,7±0,8 *#	51,7±0,6 *#	54,5±0,4 *#	57,5±0,6 *	58,8±0,6
ОГК, см	П	М	71,7±0,7*	73,0±0,5	77,0±0,4*	78,3±0,4*	81,8±0,6*	83,6±1,5
		Д	70,3±0,8	74,5±0,7 *	80,0±0,8 *	81,1±0,9	82,7±1,1	84,1±1,2
	К	М	69,3±0,5*#	71,4±0,4*#	75,9±0,4*#	77,0±0,4*#	78,8±1,0#	81,5±0,8*
		Д	67,0±0,8 #	72,5±0,7 *#	76,9±0,6 *#	78,0±0,8 #	78,3±0,7 #	80,0±0,5 *#
Индекс Кетле у.е.	П	М	18,0±0,3	18,2±0,3	19,9±0,2*	20,0±0,2	20,4±0,3	21,1±0,4
		Д	19,0±0,3	20,4±0,2 *	20,9±0,3	21,5±0,2	21,7±0,4	22,0±0,3
	К	М	17,2±0,2*#	17,6±0,4	18,7±0,2*#	18,8±0,2#	19,7±0,2*#	20,8±0,3*
		Д	17,7±0,4 #	18,5±0,3 #	19,2±0,3 #	19,6±0,2 #	20,0±0,3 #	20,4±0,2 #
Индекс стени у.е.	П	М	0,98±0,01	0,97±0,01	0,89±0,01*	0,88±0,01	0,85±0,01*	0,83±0,01
		Д	0,96±0,01	0,90±0,01 *	0,86±0,01 *	0,84±0,01	0,83±0,01	0,81±0,01
	К	М	1,02±0,01*#	1,0±0,01#	0,93±0,01*#	0,92±0,01#	0,88±0,01*#	0,84±0,01*
		Д	1,03±0,02 #	0,96±0,01 *#	0,91±0,01 *#	0,89±0,01 #	0,88±0,01 #	0,86±0,01 #
% рез. Жира	П	М	21,1±0,9	19,12±1,6	19,07±1,3	17,6±1,1	19,5±1,4	18,1±1,5
		Д	23,7±0,6	21,7±1,0	24,1±1,0	22,9±0,9	24,7±0,8	24,2±0,8
	К	М	21,2±1,0	18,2±0,8*	20,1±0,7	18,49±0,9	18,54±1,0	19,0±1,0
		Д	24,3±0,5	19,1±0,7 *#	20,6±0,8 #	18,4±1,0 #	19,3±0,8 #	20,1±0,8 #
Резервн. жир, кг	П	М	9,2±0,5	8,7±0,8	10,6±0,8	10,3±0,7	12,0±1,0	12,02±1,2
		Д	10,3±0,4	11,1±0,6	13,1±0,7 *	13,0±0,6	14,3±0,7	14,4±0,7
	К	М	9,0±0,4*	8,1±0,4	10,7±0,4*	10,4±0,6	11,1±0,7	12,4±0,7
		Д	9,9±0,4	9,2±0,4 #	10,7±0,5 *#	10,1±0,6 #	11,2±0,5 #	11,9±0,5 #

Окончание таблицы 1

АМТ, кг	П	М	34,1±0,5*	36,6±0,8*	44,5±0,7*	48,0±0,6*	49,1±0,9	53,1±1,0*
		Д	33,0±0,6	39,6±0,5 *	40,9±0,5	43,4±0,5 *	43,4±0,5	44,7±0,6
	К	М	33,3±0,3*	36,3±0,7*	42,4±0,6*#	45,5±0,5*#	48,4±0,6*	52,5±1,0*
		Д	30,5±0,5 #	38,5±0,6 *	41,0±0,5 *	44,4±0,5 *	46,3±0,4 *#	46,9±0,5 #
Кисте- вая сила (пр+л), кг	П	М	33,9±0,3*	38,0±0,2*	47,7±0,4*	55,7±0,4*	65,3±0,8*	72,2±0,6*
		Д	32,0±0,5	39,3±0,78*	43,7±1,4 *	45,2±0,7	49,0±1,2 *	50,8±0,8
	К	М	31,2±0,3*#	35,0±0,4*#	44,7±0,5*#	51,7±0,5*#	63,1±0,7*#	70,0±1,3*
		Д	28,7±0,7 #	34,1±0,4 *#	37,5±0,8 *#	40,9±0,8 *#	46,4±1,2 *	47,9±0,5 #
КИ, кг/кг	П	М	0,79±0,02	0,84±0,01*	0,87±0,01*	0,96±0,01*	1,07±0,02*	1,12±0,03
		Д	0,74±0,02	0,78±0,02	0,81±0,02	0,82±0,03	0,85±0,02	0,86±0,02
	К	М	0,74±0,01*#	0,79±0,02*#	0,84±0,01*#	0,93±0,01*#	1,06±0,01*	1,08±0,02
		Д	0,71±0,01	0,72±0,02 #	0,73±0,02 #	0,75±0,01 #	0,81±0,02 *	0,82±0,01

Примечание. Здесь и во всех последующих таблицах: в каждой возрастно-половой группе было по 20 обучающихся. Достоверность различий средних величин для непараметрических независимых выборок: * – по отношению к предыдущей возрастной группе ($P<0,05$); # – при сравнении школьников, проживающих в северных и южных областях ($P<0,05$)

Note. Here and in all subsequent tables: there were 20 students in each age-sex group. Significance of differences between mean values for nonparametric independent samples: * – in relation to the previous age group ($P<0,05$); # – comparing schoolchildren living in the Northern and Southern regions ($P<0,05$)

Как у северных, так и у южных школьников, все абсолютные значения показателей физического развития в онтогенезе увеличивались: длина и масса тела, окружность грудной клетки, активная масса тела, резервный жир, кистевая сила (табл. 1). У северных и южных школьников абсолютное содержание резервного жира с возрастом увеличивалось к 17-летнему возрасту на 2,8 и 3,4 кг (30,4 % и 37,7 % соответственно), у школьниц на 4,1 и 2,0 кг (39,8 % и 20,2 %, соответственно) по сравнению с исходными значениями. С возрастом наблюдалось также увеличение индекса Кетле, характеризующего плотность телосложения, но уменьшение индекса стени.

Показатели длины тела во всех возрастных группах школьников, проживающих в южном регионе, были выше по сравнению со сверстниками из северного региона, достоверные различия отмечались у мальчиков в 14–15

лет, у девочек – в 14–17 лет. Наиболее выраженная прибавка в росте наблюдалась у мальчиков обоих регионов в 14–15 лет, у девочек в 12–14 лет, что, по-видимому, связано с пубертатным скачком роста, который происходит у девочек на 1–2 года раньше, чем у мальчиков¹².

Масса тела у учащихся обоего пола в северном регионе превышала массу тела учащихся из южной области с достоверными различиями у мальчиков в 14–15 лет, у сверстниц – в 12–15 лет. В целом, масса тела от 12 до 17 лет у северных школьников увеличилась на 50 %, а у южных – на 53,4 %, а у девочек, соответственно, на 36,4 % и 45,5 %.

Снижение прироста резервного жира у северных и южных мальчиков наблюдалось в 13 лет, у девочек – в 15 лет, в то время как увеличение АМТ происходило в 13 лет у девочек и 14 лет у мальчиков (табл. 1).

¹² Физиология подростков / под ред. М. М. Безруких. – М.: Педагогика, 1988. – 208 с.

Сопоставление мышечной силы в онтогенезе у северных и южных школьников показало, что кистевая сила у павлодарских школьников обоего пола выше, чем у кызылординских сверстников во всех возрастных группах (табл. 1). Индексы кистевой силы у северных

и южных школьников обоего пола в онтогенезе также увеличивались, однако у павлодарских мальчиков и девочек он был выше, нежели у кызылординских школьников. Достоверность отмечалась у мальчиков в 12–15 лет, а у девочек – в 13–15 лет.

Таблица 2

Показатели кардио-респираторной системы мальчиков и девочек 12–17 лет, проживающих в северных и южных областях Казахстана, в условиях покоя

Table 2

Indicators of the cardio-respiratory system of boys and girls aged 12–17 years living in the northern and southern regions of Kazakhstan in conditions of rest

Показатели	Р-н проживания	Пол	Возраст, лет					
			12	13	14	15	16	17
<i>Показатели системы внешнего дыхания</i>								
ЖЕЛ, л	П	м	2,28±0,04*	2,34±0,04	2,84±0,07*	3,4±0,04*	3,6±0,1	3,8±0,06
		д	2,16±0,03	2,36±0,03 *	2,61±0,05 *	2,82±0,1	2,98±0,04	3,11±0,1
	К	м	2,13±0,05*#	2,20±0,02#	2,71±0,07*	3,2±0,04*#	3,5±0,05*	3,6±0,06*#
		д	1,98±0,04 #	2,19±0,04 *#	2,33±0,05 *#	2,66±0,03 *	2,85±0,03 *#	3,02±0,1
ЖИ, мл/кг	П	м	52,8±1,3	51,8±1,2	51,7±1,3	59,0±0,7*	59,5±1,8	59,3±1,7
		д	50,1±1,1	46,7±1,0 *	48,3±0,9	50,1±1,2	51,9±0,9	52,8±1,3
	К	м	50,4±1,2	49,7±0,9	51,0±1,4	56,4±0,6*#	58,0±0,8	56,5±1,5
		д	49,4±1,3	46,3±1,3	45,1±0,7 #	48,8±0,6 *	49,5±0,6 #	51,3±1,1
<i>Показатели сердечно-сосудистой системы</i>								
ЧСС, уд/мин	П	м	84,8±0,4	82,9±0,3*	81,0±0,4*	80,0±0,1*	79,7±0,2	79,0±0,2*
		д	87,3±0,6	84,0±0,6 *	83,4±0,6	82,0±0,5	80,1±0,2 *	77,7±0,3 *
	К	м	83,9±0,6#	82,0±0,3*#	79,9±0,2*#	79,5±0,2#	78,5±0,3*#	77,6±0,9
		д	86,3±0,7	82,0±0,5 *#	81,5±0,5 #	80,5±0,5 #	77,2±0,4 *#	74,9±0,4 *#
САД, мм. рт. ст.	П	м	109,0±1,0*	112,0±0,9*	115,0±1,1*	117,5±1,0	118,5±0,8	120,0±1,5
		д	105,5±1,1	110,0±1,0 *	111,0±1,6	113,5±1,1	116,5±1,1	120,5±0,9 *
	К	м	105,5±1,1#	108,0±1,7#	112,5±1,4*	113,5±1,3#	115,5±1,3#	119,0±1,0*
		д	101,0±1,4 #	106,5±1,1 *#	107,5±1,2	109,5±0,9 #	114,5±1,1 *	117,0±1,1 #
ДАД, мм. рт. ст.	П	м	65,0±1,4	67,0±1,5	67,5±1,0	69,5±0,9	70,0±1,1	71,0±1,2
		д	65,0±1,4	68,5±1,3	69,0±1,6	69,5±0,9	71,5±1,5	74,0±1,3
	К	м	59,5±1,7#	60,0±1,8#	64,0±1,5	64,5±1,4#	66,0±1,2#	68,5±0,8
		д	59,0±1,4 #	62,0±1,6 #	62,5±1,6 #	64,0±1,3 #	68,0±1,7	70,0±1,8
ДП, у.е.	П	м	92,4±1,0	92,8±0,9	93,1±1,1	94,0±0,8	94,4±0,7	94,8±1,2
		д	92,1±1,2	92,4±1,1	92,6±1,6	93,0±1,0	93,3±1,0	93,6±0,8
	К	м	88,5±1,0#	88,5±1,4#	89,9±1,3	90,2±1,1#	90,6±1,1#	92,4±1,4
		д	87,1±1,3 #	87,3±1,1 #	87,7±1,3 #	88,2±1,0 #	88,4±1,1 #	88,8±0,8 #

Таким образом, проведенный сравнительный анализ физического развития школьников 12–17 лет, проживающих в северном и

южном регионах Казахстана, показал, что павлодарские школьники по всем изучаемым показателям, кроме длины тела, практически во

всех возрастных группах имели более высокие показатели.

Функциональное состояние кардио-респираторной системы является наиболее информативным показателем адаптивных возможностей организма и доступно для массового исследования¹³.

Из представленных данных в таблице 2 видно, что в онтогенезе наблюдалось достоверное увеличение жизненной емкости легких (ЖЕЛ) у сравниваемых детей обоих регионов. Сравнение ЖЕЛ в зависимости от района проживания выявило тенденцию к превышению этого показателя у павлодарских мальчиков, однако достоверные различия были обнаружены только у 12, 13, 15-летних ребят и у

школьниц 12–14 и 16 лет. При исследовании сердечно-сосудистой системы в условиях относительного покоя у представителей г. Павлодара, по сравнению с детьми Кызылорды, были выявлены более высокие значения показателей ЧСС, САД, ДАД (табл. 2). Это свидетельствовало о менее экономичном функционировании их сердечно-сосудистой системы уже в состоянии относительного покоя.

У обследуемых северного региона оказалась и более выраженная ответная реакция на стандартную степэргометрическую нагрузку мощностью 12 кг/мин*кг, на что указывали более высокие значения показателей ЧСС, САД, ДАД, ДП (табл. 3) по сравнению с южными сверстниками.

Таблица 3

Показатели кардио-респираторной системы мальчиков и девочек 12–17 лет, проживающих в северных и южных областях Казахстана, в условиях физической нагрузки

Table 3

Indicators of the cardio-respiratory system of boys and girls aged 12–17 living in the northern and southern regions of Kazakhstan following exercise loading

Показатели	Р-н проживания	Пол	Возраст, лет					
			12	13	14	15	16	17
ЧСС, уд/мин	П	М	157,5±0,4	155,0±0,4*	153,2±0,7*	150,0±0,2*	147,3±0,4*	145,3±0,5*
		Д	164,5±0,7	163,2±0,7	161,5±0,7	160,6±0,6	157,9±1,8	156,0±0,6
	К	М	147,1±0,6#	146,3±0,4#	145,1±0,5#	141,6±0,6*#	140,1±0,8#	139,8±0,6#
		Д	151,7±0,6 #	150,9±0,5 #	150,3±0,6 #	149,7±1,0 #	148,6±0,8 #	148,1±0,7 #
САД, мм. рт. ст.	П	М	137,0±1,6	141,5±0,8*	146,0±1,1*	152,0±0,9*	155,5±1,7	158,5±0,8
		Д	141,0±1,8	146,5±1,3 *	149,5±1,1	151,5±1,3	157,0±1,1*	160,0±1,5
	К	М	136,0±1,1*	137,5±1,6#	145,5±1,8*	149,5±0,5*#	155,0±1,4*	158,0±0,9
		Д	139,5±1,4	142,5±1,2 #	146,0±1,1 *#	150,0±1,6 *	155,5±1,1 *	158,0±1,6
ДАД, мм. рт. ст.	П	М	65,5±1,4	67,5±1,6	68,5±1,1	70,0±1,0	71,5±1,1	72,0±0,9
		Д	65,5±1,4	69,0±1,2	69,5±2,0	70,0±0,7	72,5±1,2	75,0±1,1
	К	М	60,0±1,8#	60,5±2,0#	64,5±1,4#	65,0±1,4#	66,5±1,3#	69,0±0,7#
		Д	60,0±1,3 #	62,5±1,6 #	63,0±1,5 #	65,0±1,1 #	69,0±1,6 *	71,0±1,6 #
ДП, у.е.	П	М	215,7±2,6	219,3±1,4	223,7±2,0	227,9±1,3	228,9±2,4	230,3±1,7
		Д	232,0±3,4	239,0±2,2	241,4±2,2	243,2±2,2	247,7±2,7	249,6±2,5
	К	М	200,1±1,8*#	201,1±2,3#	211,2±3,0*#	211,6±1,3#	217,2±2,6#	220,9±1,8#
		Д	211,7±2,4 #	214,9±1,8 #	219,4±1,9 #	226,1±2,8 #	231,0±1,9 #	233,9±2,6 #

¹³ Дембо А. Г. Врачебный контроль в спорте. – М.: Медицина, 1988. – 283 с.

Исследование физической работоспособности ($ФР_{170}$) и максимального потребления кислорода (МПК) у школьников обоего

пола показало, что представители южного региона превосходили северных сверстников по абсолютным величинам во все возрастные периоды (табл. 4).

Таблица 4

Показатели абсолютной и относительной физической работоспособности мальчиков и девочек 12–17 лет, проживающих в северных и южных областях Казахстана

Table 4

Indicators of absolute and relative physical working capacity of boys and girls aged 12–17 living in the northern and southern regions of Kazakhstan

Показатели	Р-н проживания	Пол	Возраст, лет					
			12	13	14	15	16	17
$РWC_{170}$, кгм/мин	П	М	587,8±10,5*	628,9±8,8*	777,2±11,0*	855,0±8,5*	920,6±14,0*	991,1±24,3*
		Д	551,3±10,7	653,6±8,5*	708,3±11,2*	744,9±9,5*	791,6±22,3	807,8±16,1
	К	М	659,7±5,4*#	692,0±10,1*#	833,0±10,7*#	910,8±12,0*#	981,5±14,9*#	1074,4±23,3*#
		Д	590,1±11,8#	694,3±11,9*#	753,9±10,9*#	802,7±12,6*#	843,7±10,3*#	867,5±13,4#
$РWC_{170}$, кгм/мин кг	П	М	13,56±0,1	13,9±0,1*	14,1±0,1	14,7±0,04*	15,1±0,1*	15,2±0,1
		Д	12,76±0,1	12,92±0,1	13,12±0,1	13,21±0,1	13,72±0,3	13,67±0,1
	К	М	15,59±0,1#	15,61±0,1#	15,7±0,1#	16,3±0,1*#	16,5±0,1#	16,6±0,2#
		Д	14,63±0,1#	14,58±0,1#	14,59±0,1#	14,73±0,2#	14,68±0,1#	14,75±0,2#
<i>Показатели абсолютной и относительной максимальной аэробной производительности мальчиков 7–17 лет, проживающих в северных и южных областях Казахстана</i>								
МПК, л/мин	П	М	2,37±0,02*	2,43±0,02	2,9±0,02*	3,1±0,02*	3,2±0,02*	3,4±0,04*
		Д	1,80±0,02	1,94±0,01*	2,13±0,02*	2,16±0,01	2,30±0,03*	2,34±0,02
	К	М	2,47±0,01*#	2,51±0,02#	3,0±0,02*#	3,2±0,02*#	3,4±0,03*#	3,5±0,03*#
		Д	1,84±0,02	1,98±0,02*	2,19±0,01*#	2,26±0,01*#	2,41±0,01*#	2,42±0,02#
МПК, мл/мин/кг	П	М	54,9±0,5*	53,7±0,4	53,3±0,4	52,9±0,2	52,8±0,5	51,8±0,6
		Д	41,8±0,4	38,3±0,4*	39,6±0,4*	38,4±0,3*	39,9±0,5*	39,7±0,4
	К	М	58,4±0,3*#	56,75±0,7*#	56,73±0,4#	57,4±0,3#	56,4±0,4*#	53,6±0,6*#
		Д	45,7±0,5#	41,7±0,4*#	42,5±0,3*#	41,4±0,2*#	42,0±0,3#	41,2±0,2*#

Однако больший интерес представляли результаты относительной физической работоспособности ($ФР_{170/кг}$) и аэробной производительности (МПК/кг), поскольку именно они отражают способность к выполнению нагрузок на выносливость. Как показали исследования, у северных школьников обоего пола во всех возрастных периодах относительные показатели $ФР_{170/кг}$ и МПК/кг были значительно ниже ($p < 0,05$), чем у их южных сверстников.

В некоторой степени это связано с большей массой тела северных школьников (табл. 1), однако не исключается и вклад более высоких абсолютных значений функциональных показателей.

В настоящее время общепризнанно, что показатель физического развития должен быть одним из ведущих параметров, включенных в систему мониторинга здоровья. При

этом особый интерес представляют популяционные исследования, проводимые по единой программе в одном и том же регионе через определенное время. К примеру, можно привести результаты исследования детей в различных регионах РФ в 2000–2010 гг. (В. В. Юрьев с соавт.¹⁴, В. Б. Рубанович¹⁵, Э. М. Казин с соавт. [30] и др.), которые показали, что среднегрупповые значения показателей физического развития обучающихся обоего пола Казахстана в динамике развития в целом соответствовали возрастнo-половым стандартам российских обучающихся.

Понятно, что результаты физического развития школьников периодически нуждаются в обновлении в связи с изменениями условий среды жизни и обучения, питания, физической активности и т. д., на основании чего формируются нормативы и стандарты морфофункционального развития. Представленные в настоящей работе данные могут быть положены в основу нормативных показателей для разработки программы «Электронная карта здоровья школьника», которая позволит проводить динамический мониторинг физического здоровья учащихся различных регионов Казахстана.

Заключение

В результате исследования особенностей морфофункционального развития школьников, проживающих в северном и южном регионах Казахстана, выявлены различия в физическом развитии и функциональном состоянии кардио-респираторной системы.

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Обучающиеся обоего пола 12–17 лет, проживающие в северном регионе (на примере г. Павлодар), опережают южных сверстников (на примере г. Кызылорда) по показателям физического развития, за исключением длины тела и дыхательной системы в подростковом возрасте.

2. Обучающиеся г. Кызылорда характеризуются более высокими функциональными возможностями сердечно-сосудистой системы и физической работоспособности по сравнению со сверстниками г. Павлодара.

Морфофункциональные показатели обучающихся на данном этапе могут быть использованы как нормативные для разработки программы мониторинга здоровья в динамике обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Facchini F., Fiori G., Bedogni G., Galletti L., Ismagulov O., Ismagulova A., Sharmanov T., Tsoy I., Belcastro M. G., Rizzoli S., Goldoni M.** Puberty in modernizing Kazakhstan: a comparison of rural and urban children // *Annals of Human Biology*. – 2008. – Vol. 35, Issue 1. – P. 50–64. DOI: <https://doi.org/10.1080/03014460701784567>
2. **Dyer S. M., Gomersall J. S., Smithers L. G., Davy C., Coleman D. T., Street J. M.** Prevalence and characteristics of overweight and obesity in indigenous Australian children: A systematic review // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2017. – Vol. 57, Issue 7. – P. 1365–1376. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.991816>

¹⁴ Юрьев В. В., Симаходский А. С., Воронович Н. Н., Хомич М. М. Рост и развитие ребенка. – СПб.: СПбГПМА, 2000. – 197 с.

¹⁵ Рубанович В. Б. Морфофункциональное развитие детей и подростков разных конституциональных типов в зависимости от двигательной активности: дис. ... д-ра мед. наук. – Новосибирск, 2004. – 406 с.



3. **Wheaton A. G., Chapman D. P., Croft J. B.** School Start Times, Sleep, Behavioral, Health, and Academic Outcomes: A Review of the Literature // *Journal of School Health*. – 2016. – Vol. 86, Issue 5. – P. 363–381. DOI: <https://doi.org/10.1111/josh.12388>
4. **MacArthur G., Caldwell D. M., Redmore J., Watkins S. H., Kipping R., White J., Chittleborough C., Langford R., Er V., Lingam R., Pasch K., Gunnell D., Hickman M., Campbell R.** Individual-, family-, and school-level interventions targeting multiple risk behaviours in young people // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2018. – Issue 10. – Art. no. CD009927. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009927.pub2>
5. **Hafner M., Stepanek M., Troxel W. M.** The economic implications of later school start times in the United States // *Sleep Health*. – 2017. – Vol. 3, Issue 6. – P. 451–457. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2017.08.007>
6. **Rouse H., Goudie A., Rettiganti M., Leath K., Riser Q., Thompson J.** Prevalence, Patterns, and Predictors: A Statewide Longitudinal Study of Childhood Obesity // *Journal of School Health*. – 2019. – Vol. 89, Issue 4. – P. 237–245. DOI: <https://doi.org/10.1111/josh.12741>
7. **Lee S. M., Miller G. F., Brener N., Michael S., Jones S. E., Leroy Z., Merlo C., Robin L., Barrios L.** Practices That Support and Sustain Health in Schools: An Analysis of SHPPS Data // *Journal of School Health*. – 2019. – Vol. 89, Issue 4. – P. 279–299. DOI: <https://doi.org/10.1111/josh.12742>
8. **Orton E., Whitehead J., Mhizha-Murira J., Clarkson M., Watson M. C., Mulvaney C. A., Staniforth J. U. L., Bhuchar M., Kendrick D.** School-based education programmes for the prevention of unintentional injuries in children and young people // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2016. – Issue 12. – Art. no. CD010246. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010246.pub2>
9. **Магомедова М. А., Гусейнов Т. С.** Региональные особенности физического развития детей и подростков Дагестана в период школьного обучения в зависимости от природно-климатических условий проживания // *Медицинский Вестник Башкортостана*. – 2018. – Т. 13, № 6 (78). – С. 20–22. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37001664>
10. **Hosseinpour A. R., Nambiar D., Schlotheuber A., Reidpath D., Ross Z.** Health Equity Assessment Toolkit (HEAT): software for exploring and comparing healthinequalities in countries // *BMC Medical Research Methodology*. – 2016. – Vol. 16. – P. 141. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12874-016-0229-9>
11. **Hosseinpour A. R., Schlotheuber A., Nambiar D., Ross Z.** Health Equity Assessment Toolkit Plus (HEAT Plus): software for exploring and comparing healthinequalities using uploaded datasets // *Global Health Action*. – 2018. – Vol. 11, Issue sup1. – P. 20–30. DOI: <https://doi.org/10.1080/16549716.2018.1440783>
12. **Hosseinpour A. R., Bergen N., Schlotheuber A., Grove J.** Measuring health inequalities in the context of sustainable development goals // *Bulletin of the World Health Organization*. – 2018. – Vol. 96. – P. 654–659. DOI: <http://dx.doi.org/10.2471/BLT.18.210401>
13. **Кобринский Б. А.** Мониторинг состояния здоровья детей с использованием современных компьютерных технологий: состояние и перспективы // *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. – 2009. – Т. 54, № 1. – С. 6–11. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12609882>
14. **Фролов С. В., Лядов М. А., Козлова А. Ю.** Результаты регионального мониторинга состояния здоровья школьников // *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. – 2013. – Т. 58, № 2. – С. 80–84. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18956033>



15. **Kim H. H., Chun J.** Examining the Effects of Parental Influence on Adolescent Smoking Behaviors: A Multilevel Analysis of the Global School-Based Student Health Survey (2003–2011) // *Nicotine and Tobacco Research*. – 2016. – Vol. 18, Issue 5. – P. 934–942. DOI: <https://doi.org/10.1093/ntr/ntv172>
16. **Pozza F. S., Nucci L. B., Enes C. C.** Identifying Overweight and Obesity in Brazilian Schoolchildren, 2014 // *Journal of public health management and practice: JPHMP*. – 2018. – Vol. 24, Issue 3. – P. 204–210. DOI: <https://doi.org/10.1097/PHH.0000000000000650>
17. **Guhn M., Janus M., Enns J., Brownell M., Forer B., Duku E., Muhajarine N., Raos R.** Examining the social determinants of children's developmental health: protocol for building a pan-Canadian population-based monitoring system for early childhood development // *BMJ Open*. – 2016. – Vol. 6, Issue 4. – P. e012020. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-012020>
18. **Pega F., Valentine N. B., Rasanathan K., Hosseinpoor A. R., Torgersen T. P., Ramanathan V., Posayanonda T., Röbbel N., Kalboussi Y., Rehkopf D. H., Dora C., Montesinos E. R. V., Neira M. P.** The need to monitor actions on the social determinants of health // *Bulletin of the World Health Organization*. – 2017. – Vol. 95. – P. 784–787. DOI: <http://dx.doi.org/10.2471/BLT.16.184622>
19. **Penman-Aguilar A., Talih M., Huang D., Moonesinghe R., Bouye K., Beckles G. J.** Measurement of Health Disparities, Health Inequities, and Social Determinants of Health to Support the Advancement of Health Equity // *Journal of Public Health Management and Practice*. – 2016. – Vol. 22. – P. S33–S42. DOI: <https://doi.org/10.1097/PHH.0000000000000373>
20. **Pedrana L., Pamponet M., Walker R., Costa F., Rasella D.** Scoping review: national monitoring frameworks for social determinants of health and health equity // *Global Health Action*. – 2016. – Vol. 9, Issue 1. – Article: 28831. DOI: <https://doi.org/10.3402/gha.v9.28831>
21. **Айзман Р. И., Айзман Н. И., Лебедев А. В., Плетнёва Е. Ю., Рубанович В. Б.** Мониторинг здоровья учащихся и педагогов с применением компьютера и программных средств // *Народное образование*. – 2010. – № 6 (1399). – С. 147–155. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15587715>
22. **Лигута В. Ф.** Многолетняя динамика физической подготовленности выпускниц средних школ Хабаровского края по результатам мониторинга // *Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта*. – 2018. – № 11 (165). – С. 167–171. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36540868>
23. **Ефимова Н. В., Мыльникова И. В., Иванов А. Г.** Оценка физической подготовленности учащихся Иркутской области (по данным мониторинга) // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 7-4. – С. 675–678. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24038051>
24. **Гузик Е. О., Чижевская И. Д., Зятиков Е. С., Башун Т. В., Протьюко Н. Н., Мельникова Е. И.** Мониторинг здоровья школьников г. Минска // *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. – 2013. – № 1. – С. 10–17. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20225263>
25. **Johnson R. K., Lamb M., Anderson N., Pieters-Arroyo M., Anderson B. T., Bolaños G. A., Asturias E. J.** The global school-based student health survey as a tool to guide adolescent health interventions in rural Guatemala // *BMC Public Health*. – 2019. – Vol. 19. – Article number: 226. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6539-1>
26. **Макарова Л. В., Лукьянец Г. Н., Параничева Т. М., Лезжова Г. Н., Тюрина Е. В., Орлов К. В.** Особенности физического развития детей 13–14 лет // *Новые исследования*. – 2016. – № 2 (47). – С. 9–23. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27536327>



27. **Dangour A. D., Farmer A., Hill H. L., Ismail S. J.** Anthropometric status of Kazakh children in the 1990s // *Economics and Human Biology*. – 2003. – Vol. 1, Issue 1. – P. 43–53. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1570-677X\(02\)00004-7](https://doi.org/10.1016/S1570-677X(02)00004-7)
28. **Li H., Li X., Tao J., Ma Y., Yang Y., Liu F., Chen B., Xie X., Yang H.** Detection rates of overweight and obesity in children and adolescents with different ethnicities in Xinjiang Uigur area // *Chinese Journal of Epidemiology*. – 2014. – Vol. 35, Issue 01. – P. 9–12. DOI: <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2014.01.003>
29. **Айзман Р. И., Лебедев А. В., Айзман Н. И., Рубанович В. Б.** Методология и практика мониторинга здоровья учащейся молодежи // *Журнал научных статей здоровье и образование в XXI веке*. – 2017. – Т. 19, № 5. – С. 73–78. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28278749>
30. **Казин Э. М., Иванов В. И., Литвинова Н. А., Березина М. Г., Гольдшмидт Е. С., Прохорова А. М.** Влияние психофизиологического потенциала на адаптацию к учебной деятельности // *Физиология человека*. – 2002. – Т. 28, № 3. – С. 23–29. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29843234>



DOI: [10.15293/2658-6762.1905.08](https://doi.org/10.15293/2658-6762.1905.08)

Zhanat Makanovna Mukataeva,

Doctor of Biological Sciences, Professor,

Department of General Biology and Genomics, Faculty of Natural Sciences,

Gumilyov Eurasian National University, Astana, Republic of Kazakhstan.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3129-7463>

E-mail: mukataevazh@mail.ru

Aigul Salimzhanovna Dinmukhamedova,

Candidate of Biological Sciences, PhD, Associated professor,

Department of General Biology and Genomics, Faculty of Natural Sciences,

Gumilyov Eurasian National University, Astana, Republic of Kazakhstan.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8625-1323>

E-mail: dinmukhamedova@mail.ru

Roman Idelevich Aizman,

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head,

Department of Anatomy, Physiology and Life Safety,

Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation;

Researcher,

Sports Science Research Centre, Institute of Sports, Tourism and Service,

South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk,

Russian Federation.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7776-4768>

E-mail: aizman.roman@yandex.ru

Comparative analysis of schoolchildren's morpho-functional development as the basis for health monitoring (with the main focus on northern and southern Kazakhstan regions)

Abstract

Introduction. *The deterioration of schoolchildren's health which takes place in Kazakhstan has revealed the need for continuous children's health monitoring within different climatic, geographical and environmental conditions. However, there is a lack of indicators of schoolchildren's morpho-functional development for the Northern and Southern regions of Kazakhstan, which are relevant for making up-to-date health standard tables. In this regard, the aim of this research is to study children's morpho-functional development in the Northern and Southern regions of Kazakhstan, for subsequent monitoring their health within the dynamics of learning.*

Materials and Methods. *Participants of the study were 480 Kazakh schoolchildren from the Northern (No. 22 secondary school in Pavlodar) and Southern (No. 7 secondary school in Kyzylorda) regions aged between 12 and 17 years. 240 were female and 240 were male. The authors used standard generally accepted methods for determining the morphological indicators of physical development and functional indicators of the cardiorespiratory system at rest and after standard physical activities. The data were analyzed using the methods of variation and differential statistics.*

Results. *The study has shown that all indicators of students' physical development are within age, gender and regional standards. However, a comparative assessment of morphological and functional*



indicators showed significant differences between the regions. All parameters of schoolchildren's physical development, except height, were higher in all age groups in the Northern region. On the other hand, the representatives of the Southern region have shown better results concerning the functional parameters of the cardiovascular system, which indicated better physical endurance.

Conclusions. The obtained data indicate the need for further research on children's regional health characteristics and regional standards of morpho-functional development.

Keywords

Morpho-functional characteristics; Physical development; Cardiorespiratory system; Physical working capacity; Schoolchildren's health; Ethnic features.

Acknowledgments

The study was financial support of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (on the priority "Life and Health Sciences", on the topic: "Multicenter study of the health of participants in the educational process using innovative technologies")

REFERENCES

1. Facchini F., Fiori G., Bedogni G., Galletti L., Ismagulov O., Ismagulova A., Sharmanov T., Tsoy I., Belcastro M. G., Rizzoli S., Goldoni M. Puberty in modernizing Kazakhstan: A comparison of rural and urban children. *Annals of Human Biology*, 2008, vol. 35, issue 1, pp. 50–64. DOI: <https://doi.org/10.1080/03014460701784567>
2. Dyer S. M., Gomersall J. S., Smithers L. G., Davy C., Coleman D. T., Street J. M. Prevalence and characteristics of overweight and obesity in indigenous Australian children: A systematic review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2017, vol. 57, issue 7, pp. 1365–1376. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.991816>
3. Wheaton A. G., Chapman D. P., Croft J. B. School start times, sleep, behavioral, health, and academic outcomes: A review of the literature. *Journal of School Health*, 2016, vol. 86, issue 5, pp. 363–381. DOI: <https://doi.org/10.1111/josh.12388>
4. MacArthur G., Caldwell D. M., Redmore J., Watkins S. H., Kipping R., White J., Chittleborough C., Langford R., Er V., Lingam R., Pasch K., Gunnell D., Hickman M., Campbell R. Individual-, family-, and school-level interventions targeting multiple risk behaviours in young people. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2018, issue 10, art. no. CD009927. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009927.pub2>
5. Hafner M., Stepanek M., Troxel W. M. The economic implications of later school start times in the United States. *Sleep Health*, 2017, vol. 3, issue 6, pp. 451–457. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2017.08.007>
6. Rouse H., Goudie A., Rettiganti M., Leath K., Riser Q., Thompson J. Prevalence, patterns, and predictors: A statewide longitudinal study of childhood obesity. *Journal of School Health*, 2019, vol. 89, issue 4, pp. 237–245. DOI: <https://doi.org/10.1111/josh.12741>
7. Lee S. M., Miller G. F., Brener N., Michael S., Jones S. E., Leroy Z., Merlo C., Robin L., Barrios L. Practices That support and sustain health in schools: An analysis of SHPPS data. *Journal of School Health*, 2019, vol. 89, issue 4, pp. 279–299. DOI: <https://doi.org/10.1111/josh.12742>
8. Orton E., Whitehead J., Mhizha-Murira J., Clarkson M., Watson M. C., Mulvaney C. A., Staniforth J. U. L., Bhuchar M., Kendrick D. School-based education programmes for the prevention of unintentional injuries in children and young people. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2016, issue 12, art. no. CD010246. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010246.pub2>



9. Magomedova M. A., Guseynov T. S. Features of physical development of children and teenagers of dagestan during school education period depending on natural climatic conditions. *Bashkortostan Medical Journal*, 2018, vol. 13, no. 6, pp. 20–22. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37001664>
10. Hosseinpoor A. R., Nambiar D., Schlotheuber A., Reidpath D., Ross Z. Health equity assessment toolkit (HEAT): Software for exploring and comparing healthinequalities in countries. *BMC Medical Research Methodology*, 2016, vol. 16, pp. 141. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12874-016-0229-9>
11. Hosseinpoor A. R., Schlotheuber A., Nambiar D., Ross Z. Health equity assessment toolkit plus (HEAT Plus): Software for exploring and comparing healthinequalities using uploaded datasets. *Global Health Action*, 2018, vol. 11, issue sup1, pp. 20–30. DOI: <https://doi.org/10.1080/16549716.2018.1440783>
12. Kobrinsky B. A. Children's health monitoring using current computer technologies: State-of-the-art and prospects. *Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics*, 2009, vol. 54, no. 1, pp. 6–11. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12609882>
13. Frolov S. V., Lyadov M. A., Kozlova A. Yu. Results of regional schoolchildren's health monitoring. *Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics*, 2013, vol. 58, no. 2, pp. 80–84. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18956033>
14. Kim H. H., Chun J. Examining the effects of parental influence on adolescent smoking behaviors: A multilevel analysis of the global school-based student health survey (2003–2011). *Nicotine and Tobacco Research*, 2016, vol. 18, issue 5, pp. 934–942. DOI: <https://doi.org/10.1093/ntr/ntv172>
15. Pozza F. S., Nucci L. B., Enes C. C. Identifying overweight and obesity in Brazilian schoolchildren, 2014. *Journal of Public Health Management and Practice*, 2018, vol. 24, issue 3, pp. 204–210. DOI: <https://doi.org/10.1097/PHH.0000000000000650>
16. Guhn M., Janus M., Enns J., Brownell M., Forer B., Duku E., Muhajarine N., Raos R. Examining the social determinants of children's developmental health: Protocol for building a pan-Canadian population-based monitoring system for early childhood development. *BMJ Open*, 2016, vol. 6, issue 4, pp. e012020. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-012020>
17. Pega F., Valentine N. B., Rasanathan K., Hosseinpoor A. R., Torgersen T. P., Ramanathan V., Posayanonda T., Röbbel N., Kalboussi Y., Rehkopf D. H., Dora C., Montesinos E. R. V., Neira M. P. The need to monitor actions on the social determinants of health. *Bulletin of the World Health Organization*, 2017, vol. 95, pp. 784–787. DOI: <http://dx.doi.org/10.2471/BLT.16.184622>
18. Penman-Aguilar A., Talih M., Huang D., Moonesinghe R., Bouye K., Beckles G. J. Measurement of health disparities, health inequities, and social determinants of health to support the advancement of health equity. *Journal of Public Health Management and Practice*, 2016, vol. 22, pp. S33–S42. DOI: <https://doi.org/10.1097/PHH.0000000000000373>
19. Pedrana L., Pamponet M., Walker R., Costa F., Rasella D. Scoping review: National monitoring frameworks for social determinants of health and health equity. *Global Health Action*, 2016, vol. 9, issue 1, article: 28831. DOI: <https://doi.org/10.3402/gha.v9.28831>
20. Aizman R. I., Aizman N. I., Lebedev A. V., Pletneva E. Yu., Rubanovich V. B. Monitoring the health of students and teachers using a computer and software. *Public Education*, 2010, no. 6, pp. 147–155. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15587715>
21. Liguta V. F. Long-term dynamics of physical preparedness of secondary school graduates of the Khabarovsk territory according to monitoring results. *Uchenye Zapiski Universiteta imeni P.F. Lesgafta*, 2018, no. 11, pp. 167–171. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36540868>



22. Efimova N. V., Mylnikova I. V., Ivanov A. G. Evaluation of Physical Preparedness of Scholstudents of Irkutsk Region (According to The Monitoring). *Fundamental Research*, 2015, no. 7-4, pp. 675–678. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24038051>
23. Guzik E. O., Chizhevskaya I. D., Zyatikov E. S., Bashun T. V., Protko N. N., Melnikova E. I. Monitoring of the health of school children of Minsk. *School and University Medicine and Health Issues*, 2013, no. 1, pp. 10–17. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20225263>
24. Johnson R. K., Lamb M., Anderson H., Pieters-Arroyo M., Anderson B. T., Bolaños G. A., Asturias E. J. The global school-based student health survey as a tool to guide adolescent health interventions in rural Guatemala. *BMC Public Health*, 2019, vol. 19, article number: 226. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6539-1>
25. Makarova L. V., Lukyanets G. N., Paranicheva T. M., Lezhova G. N., Tyurina E. V., Orlov K. V. Features of the physical development of children 13-14 years old. *New Studies*, 2016, no. 2, pp. 9–23. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27536327>
26. Dangour A. D., Farmer A., Hill H. L., Ismail S. J. Anthropometric status of Kazakh children in the 1990s. *Economics and Human Biology*, 2003, vol. 1, issue 1, pp. 43–53. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1570-677X\(02\)00004-7](https://doi.org/10.1016/S1570-677X(02)00004-7)
27. Li H., Li X., Tao J., Ma Y., Yang Y., Liu F., Chen B., Xie X., Yang H. Detection rates of overweight and obesity in children and adolescents with different ethnicities in Xinjiang Uigur area. *Chinese Journal of Epidemiology*, 2014, vol. 35, issue 01, pp. 9–12. DOI: <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2014.01.003>
28. Aizman R. I., Lebedev A. V., Aizman N. I., Rubanovich V. B. Methodology and practice of health monitoring of the studying youth. *Health and Education in the XXI Century*, 2017, vol. 19, no. 5, pp. 73–78. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28278749>
29. Kazin E. M., Ivanov V. I., Litvinova N. A., Berezina M. G., Goldshmidt E. S., Prokhorova A. M. Influence of the psychophysiological potential on adaptation to educational activities. *Human Physiology*, 2002, vol. 28, no. 3, pp. 23–29. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29843234>

Submitted: 08 August 2019

Accepted: 09 September 2019

Published: 31 October 2019



This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. (CC BY 4.0).