

УДК 613.955

## ДИНАМИКА АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА И ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ РАЗНЫХ РЕЖИМАХ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

© 2021 Ш.М. Балаева

Азербайджанский Медицинский Университет, г. Баку, Азербайджанская Республика

*Контактная информация:* Балаева Шахла Мурад кызы. E-mail: sh.balayeva@gmail.com

В статье приведены результаты исследования влияния физической активности (ФА) на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы организма младших школьников в рамках реализуемого в Азербайджане инновационного образовательного проекта «Здоровое образование — здоровая нация» и их сверстников, обучающихся по традиционной системе обучения. Проведен хронометраж ФА в течение учебного дня в классах здорового образования и традиционного обучения, оценены показатели физической работоспособности и адаптационного потенциала организма детей в сравнительном аспекте в начале и конце 1-го и 3-го годов обучения. Установлено, что включение активной динамической нагрузки в учебный процесс, равномерное распределение ФА в течение учебного дня, повышение ФА за счет чередования работы стоя и сидя увеличивает функциональные ресурсы организма, способствует совершенствованию деятельности основных физиологических систем организма (сердечно-сосудистой, дыхательной), повышает адаптационный потенциал и физическую работоспособность младших школьников. Повышение ФА снижает риски негативного влияния учебной нагрузки, способствует нормальному развитию детей, поддержанию функциональных возможностей организма и содействует укреплению их здоровья.

*Ключевые слова:* инновационный образовательный проект; физическая активность; физическая работоспособность; адаптационный потенциал; младшие школьники.

## THE DYNAMICS OF THE ADAPTIVE POTENTIAL AND PHYSICAL PERFORMANCE IN PRIMARY SCHOOLCHILDREN AT DIFFERENT MODES OF PHYSICAL ACTIVITY

© 2021 Sh.M. Balayeva

Azerbaijan Medical University, Baku, Republic of Azerbaijan

*Contact:* Shahla M. Balayeva. E-mail: sh.balayeva@gmail.com

The article presents the research results on the influence of physical activity (PA) on the functional state of the cardiovascular system in primary schoolchildren in the framework of the innovative educational project «Healthy Education — Healthy Nation». The project was implemented in Azerbaijan and compared effects of project program with traditional education system. The study tracked the physical activity schedule during a school day, assessed the indicators of physical working capacity and the adaptive potential in children at the beginning and at the end of the first and third school years. We found that the inclusion of an active dynamic load in the educational process, the balance of PA during a school day, an increase in PA due to the alternation of standing and sitting work improves the activity of the key body physiological systems (cardiovascular, respiratory) and increases the body functional resources, adaptive potential, and physical efficacy in primary schoolchildren. An increase in PA reduces the risks of the negative impact of the academic load, contributes to the normal child development, maintenance of the body functional capabilities, and health strengthening.

*Keywords:* innovative educational project; physical activity; physical efficacy; adaptive potential; junior schoolchildren.

Во всем мире низкая физическая активность (ФА) считается четвертым по значимости фактором риска смерти. На современном этапе во многих странах увеличивается число людей с низкой физической активностью, что ведет к широкому распространению неинфекционных заболеваний (таких как сердечно-сосудистые заболевания, диабет и рак) и их факторов риска (высокое артериальное давление, избыточная масса тела, ожирение, высокий уровень сахара в крови) и в целом способствует ухудшению здоровья населения Земли [1, 2].

В настоящее время на неинфекционные заболевания приходится половина всех болезней в мире, около 6 из 10 смертей вызваны неинфекционными заболеваниями [3]. Так, в западных странах каждый третий-пятый ребенок страдает избыточной массой тела или ожирением [4]. Высокая частота их распространения затрагивает все социально-экономические и этнические группы населения [5]. Избыточная масса тела связана с повышенным риском сердечно-сосудистых заболеваний у подростков [6], а также с ортопедическими проблемами и психосоциальными ограничениями [7]. В то же время низкая ФА у детей связана с преобладанием факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний независимо от массы тела [8].

Научные исследования ряда авторов подтверждают важность ФА для сохранения и укрепления здоровья детей, подростков и молодежи. Результаты наблюдений показывают, что более высокие уровни ФА связаны с более благоприятными параметрами здоровья. Повышение ФА способствует росту физической работоспособности, снижению влияния факторов риска на развитие сердечно-сосудистых и метаболических заболеваний, укреплению костной ткани и уменьшению распространенности депрессивных состояний [9—11]. Многокомпонентные комплексные мероприятия по повышению ФА, проводимые в течение одного учебного года, оказали положительное влияние на состав тела, показатели аэробной подготовки и снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний [12].

Метаанализ четырех интервенционных исследований показал, что повышенная ФА в школе положительно влияет на академическую успеваемость ( $M = 0,67$ ; 95 % CI: 0,26—1,09) [13]. Сходные результаты представлены в метаанализе 24 интервенционных исследований, из-

учающих взаимосвязь между различными видами ФА (например, активные перерывы во время урока, физически активные уроки и др.) и школьной деятельностью (поведение, эмоции и др.) [14]. Общие результаты метаанализа показывают, что ФА оказывает значительное положительное влияние на школьную активность ( $d = 0,28$ ; 95 % CI: 0,12—0,46) [15].

К сожалению, из-за увеличения учебной нагрузки, сложности учебного материала, интенсификации учебного процесса, гипокинезия и статическая нагрузка стали характерными чертами современных образовательных организаций [16, 17]. Эксперты ВОЗ указывают, что ФА не защищает человека от рисков длительного сидения. Согласно их рекомендациям, физические нагрузки следует равномерно распределять в течение дня и это более полезно, чем тренироваться один раз в день в течение длительного времени.

Наряду с указанным вызывает беспокойство сформировавшееся у современных школьников негативное отношение к физическому воспитанию и активным формам отдыха. Дети взамен подвижным играм предпочитают компьютерные, что приводит к увеличению статической нагрузки. Следовательно, проблема гипокинезии и длительной статической нагрузки в положении сидя особенно актуальна сегодня, и решение этой проблемы требует поиска новых форм организации ФА детей в школьной среде. У детей и подростков необходимо развивать сознательные привычки к ФА и создавать соответствующую среду, отвечающую их потребностям в ФА. Разработка и реализация проектов, оптимизирующих ФА школьников с целью увеличения ресурсов здоровья детей и подростков в образовательных организациях, остается одной из наиболее актуальных проблем школьной медицины [18, 19].

В настоящее время в Азербайджане разрабатываются и реализуются инновационные проекты, поддержанные министерствами образования и здравоохранения, другими государственными структурами, общественными объединениями и образовательными организациями по повышению ФА детей и подростков в школах. Одним из них является проект «Здоровое образование — здоровая нация», реализуемый Министерством образования с 2014 учебного года. Он стартовал в 15 первых классах 5 школ г. Баку и 1 шко-

лы г. Сумгаита. В настоящее время в 39 школах г. Баку и г. Сумгаита организовано 170 классов здорового образования (ЗО).

**Цель:** оценить влияние различных уровней физической активности во время занятий на функциональные показатели сердечно-сосудистой системы организма обучающихся.

**Материалы и методы исследования.** Исследование проводилось с участием 200 младших школьников (100 мальчиков и 100 девочек), обучающихся в классах «Здоровое образование» (ЗО) и 250 младших школьников (135 мальчиков и 115 девочек), обучающихся в параллельных классах традиционного обучения (ТО) средних школ г. Баку, в которых реализуется проект «Здоровое образование — здоровая нация».

Для изучения времени, затрачиваемого учениками на ФА в школе, проведено хронометрирование занятий во время уроков и перерывов. Для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы использовались функциональный тест  $PWC_{170}$  и показатель адаптационного потенциала (АП) [20, 21], который является интегральным показателем функциональных способностей, рассчитываемым по артериальному давлению, частоте сердечных сокращений, длине и массе тела, возрасту, и позволяет количественно оценить уровень здоровья [19].

Проведенные многочисленные исследования подтверждают, что АП является чувствительным индикатором адаптационного механизма организма человека, а длительное пребывание организма в состоянии мышечного покоя приводит к преждевременному истощению механизмов адаптации и возникновению предболезненного состояния.

Для оценки уровня активности сердечно-сосудистой системы использована предложенная А.П. Берсеновой (1991) терминология теории адаптации [22]:

а) удовлетворительная адаптация — характеризуется достаточными функциональными возможностями системы кровообращения — здоров;

б) функциональное напряжение адаптационного механизма — практически здоров;

в) неудовлетворительная адаптация — снижение функциональных возможностей системы кровообращения с недостаточной адаптационной реакцией при физических нагрузках — по-

казание к дополнительным медицинским обследованиям;

г) срыв адаптации — резкое снижение функциональных возможностей системы кровообращения — следует проводить лечебную физкультуру.

Преимущество этого диагностического подхода состоит в том, что можно быстро и без лишних затрат выявить людей с напряженным адаптационным механизмом и при необходимости рекомендовать оздоровительные мероприятия. При анализе результатов показателя АП было учтено, что существует обратная зависимость между адаптационным потенциалом и показателем АП: чем меньше показатель, тем выше адаптационный потенциал организма. Удовлетворительной адаптации соответствует показатель АП  $< 1,9$  ед., функциональному напряжению адаптационных механизмов — АП от 1,9 до 2,1 ед., неудовлетворительной адаптации — АП от 2,1 ед. до 3,1 ед., срыву адаптации — АП более 3,1 ед. [23].

Тест  $PWC_{170}$ , рекомендованный Международной биологической программой ВОЗ для изучения адаптации к физическим нагрузкам и оценки функциональных резервов организма, является индикатором физических возможностей организма и адаптируемости сердечно-сосудистой системы. Тест  $PWC_{170}$  определяет физическую работу, которую может выполнять человек при частоте пульса 170 ударов в минуту, что, в свою очередь, является показателем физической работоспособности. Высокий показатель  $PWC_{170}$  показывает высокую эффективность системы кровообращения и высокую функциональную способность вегетативных систем организма обеспечивать мышечную деятельность. Относительный показатель  $PWC_{170}$  на 1 кг массы тела считается более информативным.

При статистическом анализе результатов исследования для каждой исследуемой группы рассчитывались среднее арифметическое и стандартная ошибка. Результаты сравнивались между классами, между мальчиками и девочками, а также в начале и конце учебного года. Достоверность различий между группами оценивали по t-критерию Стьюдента. Было принято статистически значимое различие  $p < 0,05$ .

Статистическая обработка полученных результатов проводилась в программе Microsoft Excel 2010.

Принципы установления режима физической активности, лежащие в основе проекта, включают:

- обеспечение гигиенически обоснованного уровня ФА обучающихся с целью предотвращения негативных последствий гипокинезии;
- для предотвращения негативного воздействия статической нагрузки в длительном сидячем положении равномерное распределение ФА со статическим и динамическим компонентами;
- интеграция активных форм обучения в учебный процесс;
- формирование у школьников устойчивой мотивации к интегрированным формам активного обучения;
- использование методов и инструментов креативной педагогики для создания позитивной эмоциональной среды.

Для обеспечения вышеуказанного классы ЗО оснащены регулируемыми по высоте столами с углом наклона 16° рабочей поверхности для работы стоя и сидя. Во время урока в течение 15 минут половина учащихся работает сидя, половина стоя. Затем по сигналу пульта ЗО в течение 2 минут они выполняют упражнения для верхней части глаз, туловища и рук с помощью тренажера для глаз, установленного на потолке. После микропаузы они меняются местами

и продолжают урок. На 30-й минуте урока после следующего сигнала они выполняют физические упражнения с помощью мигалок, установленных в классе, и снова меняются местами. Таким образом, половину времени уроков учащиеся проводят стоя. В перерывах мальчики выполняют упражнения на растяжку на спортивной лестнице, установленной в классе, а девочки — другие физические упражнения.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Сравнительный анализ результатов исследования показал, что условия, созданные в классах ЗО, позволяют увеличить ФА обучающихся в 2—2,5 раза по сравнению с детьми классов ТО. Происходит равномерное распределение физической нагрузки как во время учебных занятий, так и в течение учебного дня. Чередование работы сидя и стоя сокращает время пребывания в сидячем положении, формирует и поддерживает положительное отношение к процессу обучения у детей.

Хронометраж ФА обучающихся показал, что в классах ЗО во время учебных занятий продолжительность ФА (включая индивидуальную и групповую работу стоя, физкультминутки, движения при использовании методических подвесов и т. д.) составляла 65 % от общего времени урока (рис. 1).

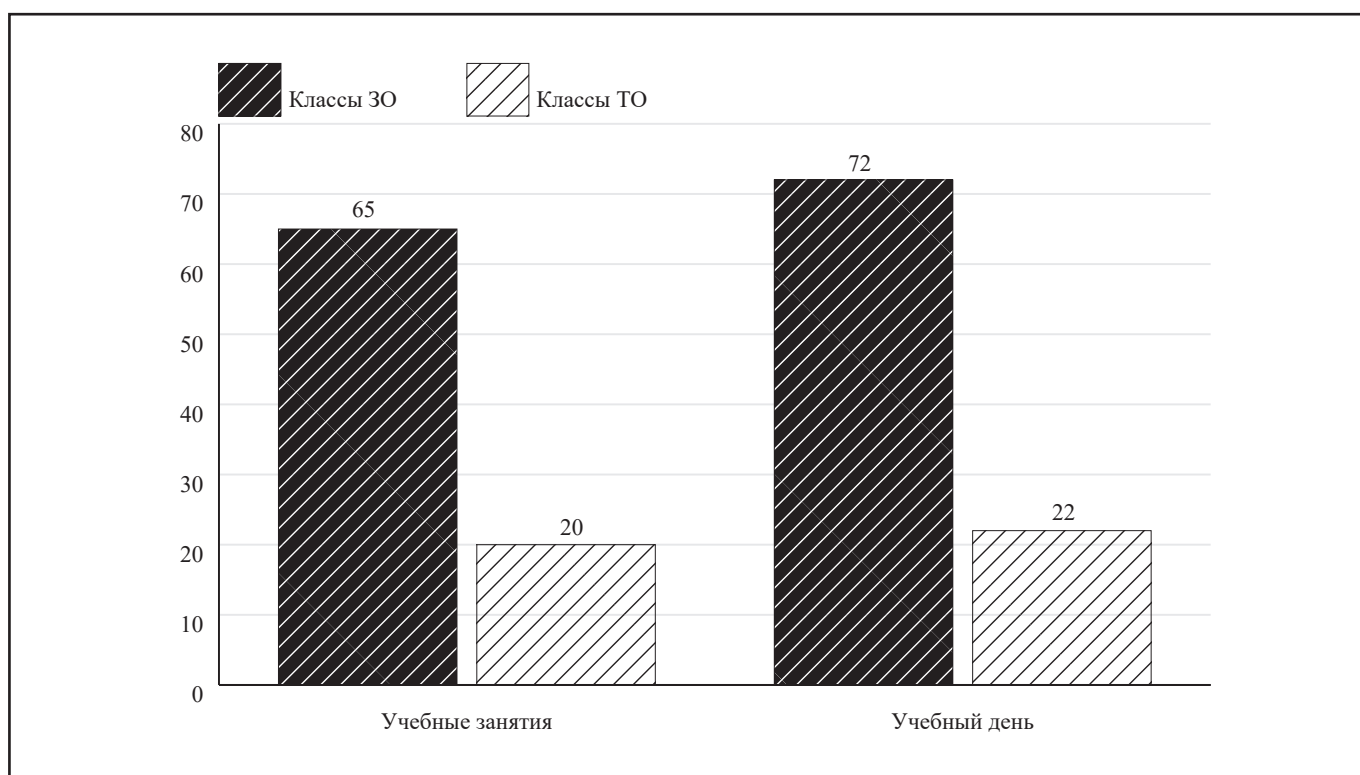


Рис. 1. Продолжительность физической активности обучающихся в течение урока и учебного дня в классах здорового образования (ЗО) и традиционного обучения (ТО), %

Для проведения сравнительного анализа в начале и конце 1-го и 3-го года обучения у школьников классов ЗО и ТО рассчитывали адаптационный потенциал системы кровообращения и показатель физической работоспособности с помощью функционального теста PWC<sub>170</sub>. Анализ результатов исследования показал, что в начале учебного года количество детей с удовлетворительной адаптацией в классах ЗО составило 62,3 %; а в классах ТО — 60,3 % (рис. 2).

Частота встречаемости обучающихся с функциональным напряжением адаптационных механизмов составила соответственно 29,3 и 32,0 %. Дети с неудовлетворительной адаптацией составили 8,4 % в классах ЗО и 7,7 % — в классах ТО. В конце учебного года количество детей с удовлетворительной адаптацией уменьшилось

как в классах ЗО, так и в ТО. Однако, в отличие от классов ЗО, количество детей с удовлетворительной адаптацией не изменилось в динамике учебного года (62,3 % в начале и 59,5 % в конце учебного года;  $p > 0,05$ ), в классах же ТО таких детей стало меньше (60,3 и 48,9 % соответственно;  $p < 0,05$ ).

К концу учебного года количество обучающихся с неудовлетворительной адаптацией в классах ЗО незначительно уменьшилось.

Уменьшение количества детей с удовлетворительной адаптацией и увеличение количества детей с функциональным напряжением адаптационных механизмов в конце учебного года в классах ТО подтверждают, что в результате воздействия учебного процесса на организм детей развивается утомление.

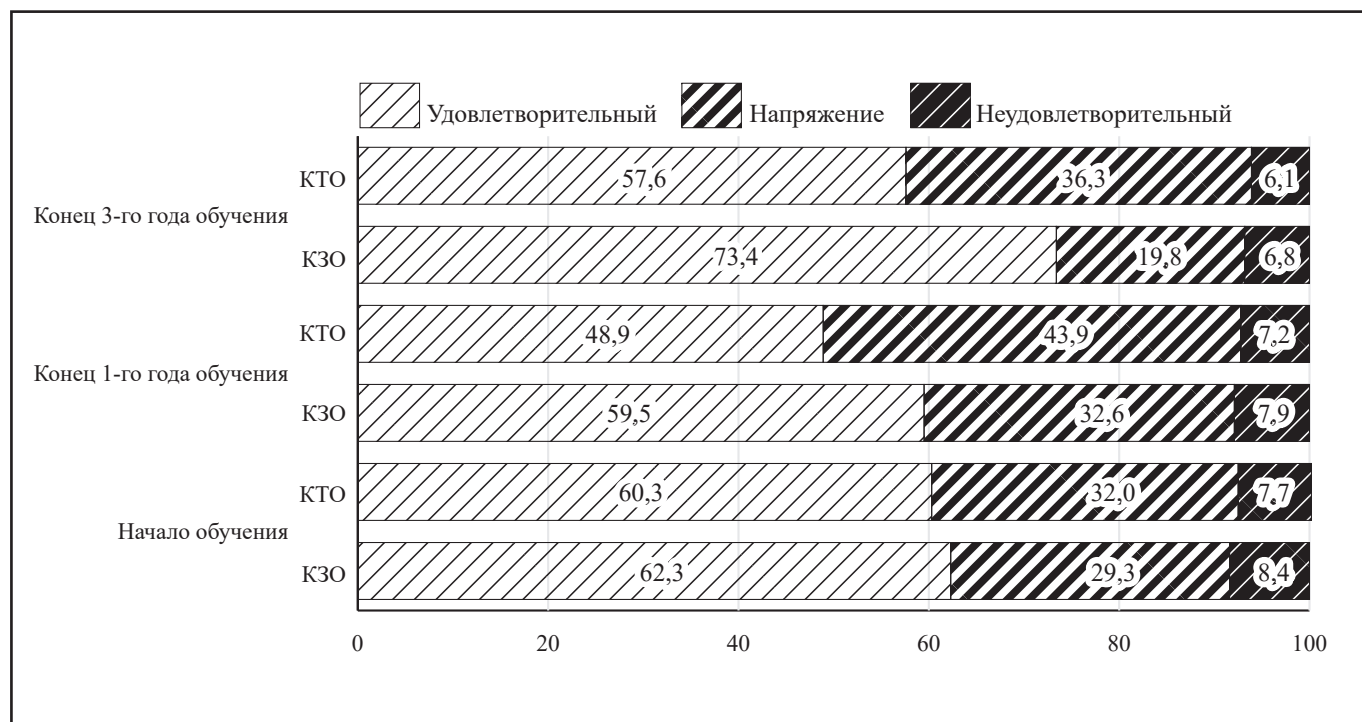


Рис. 2. Распределение обучающихся классов здорового образования (КЗО) и традиционного обучения (КТО) по показателю адаптационного потенциала в динамике обучения

Отсутствие изменений значений показателя АП у обучающихся в классах ЗО показывает, что режим ФА положительно влияет на их работоспособность. Анализ результатов исследований, проведенных в конце 3-го учебного года, показал, что количество детей с удовлетворительной адаптацией в классах ТО увеличилось по сравнению с концом 1-го учебного года, но оно было меньше, чем в начале обучения (соответственно 60,3 % в начале и 48,9 % в конце первого учебного года; конец 3-го учебного года — 57,6 %).

Количество таких детей в классах ЗО увеличилось с 62,3 до 73,4 % ( $p < 0,05$ ).

При сравнении количества детей с разными адаптационными потенциалами в исследуемых группах было обнаружено, что, хотя разница в классах ЗО и ТО не была значимой в начале обучения, количество обучающихся в классах ЗО с удовлетворительной адаптацией к концу 3-го учебного года было достоверно выше, чем в классах ТО (73,4 и 57,6 % соответственно;  $p < 0,01$ ), а количество обучающихся с функ-

циональным напряжением адаптационных механизмов было меньше, чем в классах ТО (19,8 и 36,3 % соответственно;  $p < 0,01$ ).

Сравнительный анализ динамики АП по полу показал, что условия обучения в классах ТО более негативно влияют на организм мальчиков, чем на организм девочек (рис. 3, 4).

К концу 3-го учебного года количество мальчиков с удовлетворительной адаптацией в классах ЗО было достоверно выше, чем количество мальчиков с таким же состоянием в классах ТО (73,8 и 52,5 % соответственно;  $p < 0,01$ ). У девочек различие не выявлено (72,9 и 60,8 % соответственно;  $p > 0,05$ ).

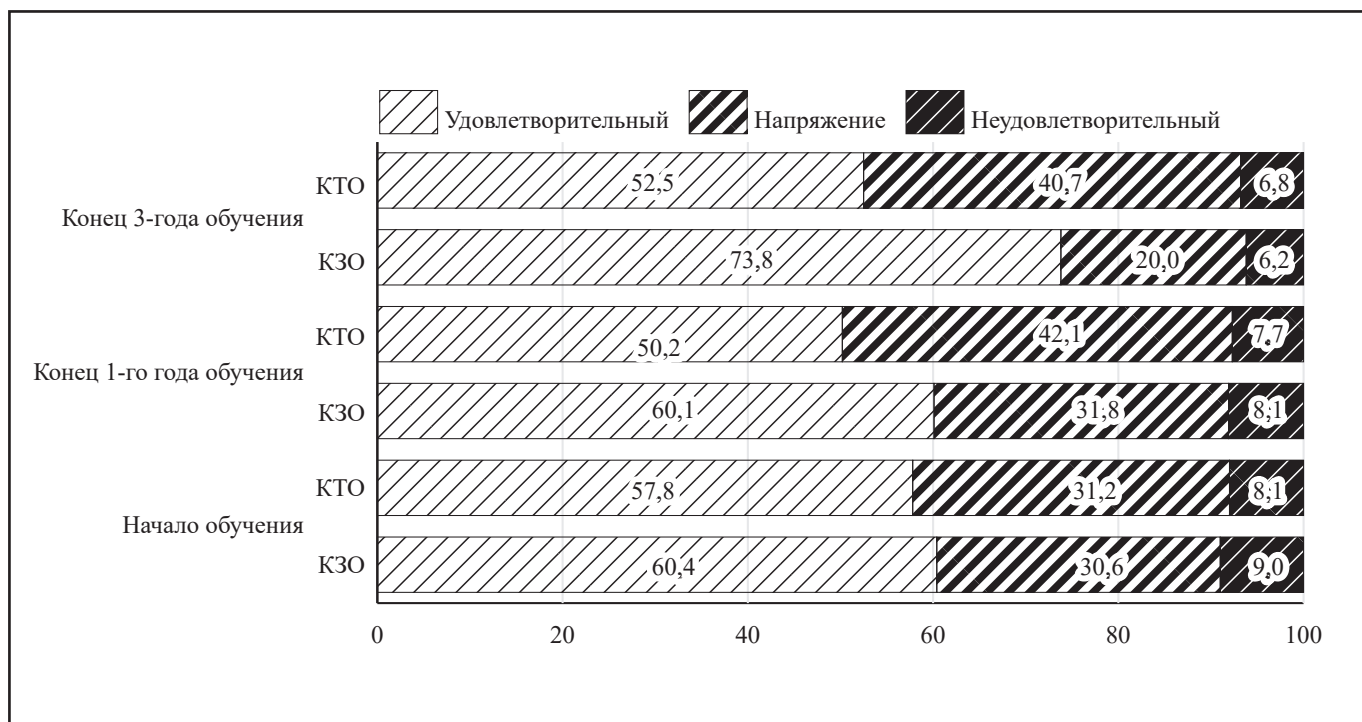


Рис. 3. Распределение мальчиков классов здорового образования (КЗО) и традиционного обучения (КТО) по показателю адаптационного потенциала в динамике обучения

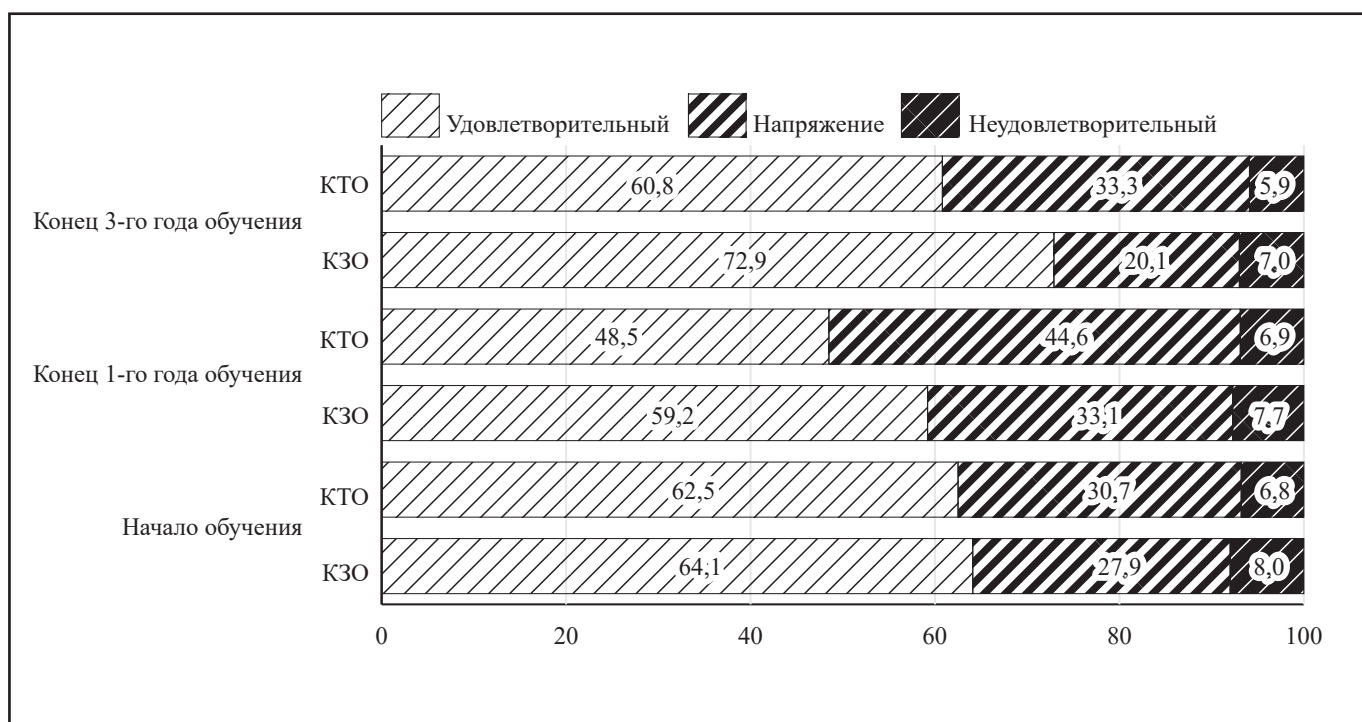


Рис. 4. Распределение девочек классов здорового образования (КЗО) и традиционного обучения (КТО) по показателю адаптационного потенциала в динамике обучения

Известно, что для нормального физического развития и сохранения здоровья потребность в физических нагрузках у мальчиков в 1,5—2 раза выше, чем у девочек. Снижение ФА в одинаковых условиях влияет на организм мальчиков в большей степени, чем на организм девочек. В результате мальчики, ведущие малоподвижный образ жизни, отстают от своих физически активных сверстников не только по физическому развитию [24], но и по уровню функционального состояния органов и систем организма.

$PWC_{170}$  был определен с помощью степ-теста (высота ступеньки — 0,3 м). Интенсивность 1-й и 2-й нагрузок определялась в зависимости от пола и массы тела младших школьников.

Каждая нагрузка длилась 4 мин. с интервалом 5 мин. Пульс измерялся пальпаторно за последние 30 с 4-й мин.

Для каждого ученика отдельно определялась мощность нагрузки, затем рассчитывали  $PWC_{170}$  и определяли  $PWC_{170}$  на кг для каждого ребенка (табл. 1).

Таблица 1

Динамика значений  $PWC_{170}$  (кгм/мин/кг) у младших школьников классов здорового образования и традиционного обучения в течение трех лет обучения

Классы	Пол	Время исследования	M	±m	p	Прирост, %
ЗО	Мальчики	Конец 1-го года обучения	10,8	0,13	< 0,05	20,0
		Конец 3-го года обучения	13,5	0,13		
	Девочки	Конец 1-го года обучения	8,2	0,07	< 0,05	16,3
		Конец 3-го года обучения	9,8	0,08		
ТО	Мальчики	Конец 1-го года обучения	11,0	0,07	< 0,05	6,0
		Конец 3-го года обучения	11,7	0,15		
	Девочки	Конец 1-го года обучения	8,2	0,05	< 0,05	5,7
		Конец 3-го года обучения	8,7	0,1		

Анализ результатов исследований показал, что к концу 1-го учебного года у мальчиков, обучающихся в классах ЗО, показатель  $PWC_{170}$  составил  $10,8 \pm 0,13$  кгм/мин/кг; к концу 3-го учебного года увеличился до  $13,5 \pm 0,13$  кгм/мин/кг ( $p < 0,005$ ). Относительный прирост показателя составил 25,0 %. У девочек, обучающихся в классах ЗО, показатель  $PWC_{170}$  составил  $8,2 \pm 0,07$  кгм/мин/кг в конце 1-го года обучения и  $9,8 \pm 0,08$  кгм/мин/кг ( $p < 0,05$ ) в конце 3-го года обучения. Относительный прирост показателя составил 19,5 %.

У мальчиков традиционных классов прирост показателя  $PWC_{170}$  составил 6,4 %, ( $11,0 \pm 0,21$

и  $11,7 \pm 0,25$  кгм/мин/кг соответственно;  $p > 0,05$ ), а у девочек — 6,1 % ( $8,2 \pm 0,18$  и  $8,7 \pm 0,22$  кгм/мин/кг соответственно;  $p > 0,05$ ).

Выявлено, что с возрастом увеличивается значение показателя  $PWC_{170}$  у детей, что установлено исследованиями других авторов [16, 17, 23]. Однако снижение физических нагрузок, малоподвижный образ жизни не создает условий для полноценного развития потенциала организма современных детей.

Низкие темпы роста физической работоспособности в традиционных условиях обучения подтверждают, что процесс обучения в классах ТО представляет собой высокую образова-

тельную нагрузку для детей. Повышение ФА в классах ЗО способствует снижению негативных влияний учебной нагрузки, что обеспечивает условия нормального развития детского организма, повышает его функциональные возможности.

**Заключение.** Показатели физической работоспособности и адаптационного потенциала организма можно рассматривать в качестве информативных индикаторов для оценки влияния ФА на функциональное состояние организма младших школьников.

Показатели физической работоспособности и адаптационного потенциала организма подтверждают, что включение активной динамической нагрузки в учебный процесс, равномерное распределение ФА в течение учебного дня, повышение ФА за счет чередования работы стоя и сидя увеличивает функциональные ресурсы организма младших школьников.

Отсутствие положительных изменений физической работоспособности и адаптационных возможностей у младших школьников в классах традиционного обучения свидетельствует о том, что 2 урока физкультуры в неделю недостаточно. Необходимо использовать различные виды

ФА для увеличения ее объема. Это утренние занятия спортом перед началом уроков, подвижные и спортивные игры во время перемен, физкультминутки во время занятий и т. д.

Для повышения физической работоспособности обучающихся и профилактики раннего их утомления и переутомления в процессе учебной деятельности необходимо использовать дополнительные формы и средства физического воспитания, способствующие повышению ФА в процессе учебной деятельности.

Повышение ФА предотвращает утомляемость при обучении и поддерживает высокий уровень работоспособности в течение длительного времени, восстанавливает работоспособность путем смены видов деятельности, снижает психоэмоциональное напряжение. Кроме того, при повышении ФА наблюдаются следующие положительные эффекты: увеличение опоры на суставы ног, повышение активности мышц, связок и сухожилий нижних конечностей, предотвращение статического напряжения шеи, спины, верхних конечностей и мышц рук, развитие мелкой и общей моторики, стимуляция вестибулярной функции, развитие координационных навыков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva, World Health Organization, 2009.
2. Global recommendations on physical activity for health. World Health Organization. (2010). 58 p.
3. The global burden of disease: 2004 update. World Health Organization, Geneva, 2008.
4. Kipping R.R., Jago R., Lawlor D.A. Obesity in children. Part 1: epidemiology, measurement, risk factors, and screening. *BMJ* 2008;337: a1824.
5. Ogden C.L., Carroll M.D., Curtin L.R., et al. Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1999—2004. *JAMA* 2006; 295:1549—55. [PubMed] [Google Scholar]
6. Weiss R., Dziura J., Burgert T.S., et al. Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *N Engl J Med* 2004; 350:2362—74. [PubMed] [Google Scholar]
7. Daniels S.R., Arnett D.K., Eckel R.H., et al. Overweight in children and adolescents: pathophysiology, consequences, prevention, and treatment. *Circulation* 2005;111:1999—2012. [PubMed] [Google Scholar]
8. Brage S., Wedderkopp N., Ekelund U., et al. Features of the metabolic syndrome are associated with objectively measured physical activity and fitness in Danish children: the European Youth Heart Study (EYHS). *Diabetes Care* 2004; 27:2141—8. [PubMed] [Google Scholar]
9. Janssen I. Physical activity guidelines for children and youth. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 2007, 32: S109—S121.
10. Janssen I., Leblanc A. Systematic Review of the Health Benefits of Physical Activity in School-Aged Children and Youth. *International Journal of Behavioural Nutrition and Physical Activity*, 2009 [under review for publication].
11. Physical Activity Guidelines Advisory Committee (PAGAC). Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report.
12. Kriemler S., Zahner L., Schindler C., et al. Effect of school based physical activity programme (KISS) on fitness and adiposity in primary schoolchildren: cluster randomised controlled trial. *BMJ (Clinical research ed.)*, 2010. 340, c.785. p.1—8.
13. Erwin H., Fedewa A., Beighle A., Ahn S. A quantitative review of physical activity, health, and learning outcomes associated with classroom-based physical activity interventions. *J Appl Sch Psychol*. 2012; 28 (1):14—36.
14. Owen K.B., Parker P.D., Van Zanden B., et al. Physical activity and school engagement in youth: a systematic review and meta-analysis. *Educ Psychol*. 2016;51(2):129—45.
15. Watson A., Timperio A., Brown H., Best K., Hesketh K.D. Effect of classroom-based physical activity interventions on academic and physical activity outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act*.



2017 Aug 25;14(1):114. doi: 10.1186/s12966—017—0569—9. PMID: 28841890; PMCID: PMC5574081.

16. Храмов П.И., Баканов И.М. Влияние разных режимов двигательной активности на физическую работоспособность младших школьников. Здоровье населения и среда обитания. 2007; 4: 7—8.

17. Храмов П.И., Баканов И.М. Динамика физической работоспособности учащихся 1—2-х классов школ полного дня в зависимости от режима двигательной активности. Российский педиатрический журнал. 2007; 3: 30—32.

18. Кучма В.Р., Храмов П.И., Сотникова Е.Н. Новые подходы к интеграции профилактических и оздоровительных технологий в образовательном процессе. Гигиена и санитария. 2006; 3: 61—64.

19. Баевский Р.М., Берсенева А.Р. Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний. М.: Медицина; 1997. 236 с.

20. Абросимова Л.И., Карасик В.Е. Определение физической работоспособности подростков. Новые исследо-

вания по возрастной физиологии. М.: Педагогика; 1977. Т. 2. С. 85—86.

21. Ямпольская Ю.А. Скрининг-оценка адаптационного потенциала растущего организма: «уровни здоровья». Проблемы современной антропологии: сборник научных трудов, посвященный 70-летию со дня рождения проф. Б.А. Никитюка. М.: Флинта, 2004: 170—183.

22. Берсенева А.П. Принципы и методы массовых до-нозологических обследований с использованием автоматизированных систем. Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. Киев, 1991. 27 с.

23. Корзан Е.С., Соловьев В.С., Соловьева С.В. Качество жизни и адаптационный потенциал сельских школьников и школьников русских и ханты. Вестник ЮУрГУ. 2012; 8: 44—47.

24. Балаева Ш.М., Сулейман-заде Н.Г. Влияние новых форм обучения на уровень физического развития детей. Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2017; 4: 51—54.

## REFERENCES

1. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva, World Health Organization, 2009 (in English).

2. Global recommendations on physical activity for health. / World Health Organization. (2010). 58 p (in English).

3. The global burden of disease: 2004 update. World Health Organization, Geneva, 2008 (in English).

4. Kipping R.R., Jago R., Lawlor D.A. Obesity in children. Part 1: pidemiology, measurement, risk factors, and screening. BMJ 2008; 337: a1824 (in English).

5. Ogden C.L., Carroll M.D., Curtin L.R., et al. Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1999—2004. JAMA 2006; 295:1549—55. [PubMed] [Google Scholar] (in English).

6. Weiss R., Dziura J., Burgert T.S., et al. Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. N Engl J Med 2004;350: 2362—74. [PubMed] [Google Scholar] (in English).

7. Daniels S.R., Arnett D.K., Eckel R.H., et al. Overweight in children and adolescents: pathophysiology, consequences, prevention, and treatment. Circulation 2005;111: 1999—2012. [PubMed] [Google Scholar] (in English).

8. Brage S., Wedderkopp N., Ekelund U., et al. Features of the metabolic syndrome are associated with objectively measured physical activity and fitness in Danish children: the European Youth Heart Study (EYHS). Diabetes Care 2004; 27:2141—8. [PubMed] [Google Scholar] (in English).

9. Janssen I. Physical activity guidelines for children and youth. Applied Physiology Nutrition and Metabolism, 2007, 32: S109—S121 (in English).

10. Janssen I., Leblanc A. Systematic Review of the Health Benefits of Physical Activity in School-Aged Children and Youth. International Journal of Behavioural Nutrition and Physical Activity, 2009 [under review for publication] (in English).

11. Physical Activity Guidelines Advisory Committee (PAGAC). Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report (in English).

12. Kriemler S., Zahner L., Schindler C., et al. Effect of school based physical activity programme (KISS) on fitness and adiposity in primary schoolchildren: cluster randomised controlled trial. BMJ (Clinical research ed.), 2010: 340, p.1—8 (in English).

13. Erwin H., Fedewa A., Beighle A., Ahn S. A quantitative review of physical activity, health, and learning outcomes associated with classroom-based physical activity interventions. J Appl Sch Psychol. 2012;28 (1):14—36 (in English).

14. Owen K.B., Parker P.D., Van Zanden B., et al. Physical activity and school engagement in youth: a systematic review and meta-analysis. Educ Psychol. 2016;51(2):129—45 (in English).

15. Watson A., Timperio A., Brown H., Best K., Hesketh K.D. Effect of classroom-based physical activity interventions on academic and physical activity outcomes: a systematic review and meta-analysis. Int J Behav Nutr Phys Act. 2017 Aug 25;14(1):114 (in English).

16. Khramtsov P.I., Bakanov I.M. Influence of different modes of physical activity on the physical working capacity of younger schoolchildren. Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya. 2007; 4: 7—8. (in Russian).

17. Khramtsov P.I., Bakanov I.M. Dynamics of physical performance of pupils in grades 1 and 2 of full-day schools, depending on the mode of physical activity. Rossijskij pedi-atricheskij zhurnal. 2007; 3: 30—32. (in Russian).

18. Kuchma V.R., Khramtsov P.I., Sotnikova E.N. New approaches to the integration of preventive and health-improving technologies in the educational process. Gigiena i sanitariya. 2006; 3: 61—64 (in Russian).

19. Bayevsky R.M., Berseneva A.R. Assessment of the body's adaptive capabilities and the risk of developing diseases [Otsenka adaptatsionnykh vozmozhnoyey organizma i riska razvitiya zabolevaniy]. Moscow: Meditsina, 1997. 236 p. (in Russian).

20. Abrosimova L.I., Karasik V.E. Determination of the physical working capacity of adolescents. In: New research

on age physiology [Novyye issledovaniya po vozrastnoy fiziologii]. Moscow: Pedagogika, 1977 (2): 85—86 (in Russian).

21. *Yampolskaya Yu.A.* Screening assessment of the adaptive potential of a growing organism: «levels of health». In: Problems of modern anthropology: a collection of scientific papers dedicated to the 70th anniversary of the birth of prof. B.A. Nikityuk. [Problemy sovremennoj antropologii: sbornik nauchnyh trudov, posvyashchennyj 70-letiyu so dnya rozhdeniya prof. B.A. Nikityuka.]. Moscow: 2004: 170—183. (in Russian).

22. *Berseneva A.P.* Principe and methods of mass pre-nological examinations using automated systems [Prinsipy

i metodi massovikh donozologicheskikh obsledovaniy s ispolzovaniem avtomatizirovannikh sistem]; Author. diss. ... Dr. of Medical Sciences. Kiev, 1991. 27 p. (in Russian).

23. *Korzan E.S., Solovev V.S., Soloveva S.V.* Quality of life and adaptable potential of rural school students and schoolgirls of russian and hanta. *Vestnik Yuzhno-Uralskogo Gosudarstvennogo Universiteta*. 2012; 8: 44—47 (in Russian).

24. *Balaeva Sh.M., Suleyman-zadeh N.G.* Influence of new forms of learning on the physical development of junior children. *Voprosy Shkol'noy i universitetskoy medisini i zdorov'ya*. 2017; 4: 51—54 (in Russian).

УДК 613.955:613.956

## ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У СОВРЕМЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ

© 2021 Е.В. Булычева, Н.П. Сетко, М.М. Мокеева, Е.Б. Бейлина

**ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Оренбург**

**Контактная информация:** Булычева Екатерина Владимировна. E-mail: e-sosnina@mail.ru

За последнее десятилетие существенно трансформировалось общее образование, изменились технологии обучения, увеличились образовательные нагрузки, что, несомненно, отразилось на функциональном состоянии центральной нервной системы современных школьников. У 2331 обучающегося общеобразовательных организаций, которые были обследованы в 2019 году (1-я группа), и у 2230 обучающихся общеобразовательных учреждений, которые были обследованы в 2008 году (2-я группа), трех возрастных групп (7—11, 12—14 и 15—17 лет) проведена оценка функционального состояния центральной нервной системы методом вариационной хронорефлексографии по показателям функционального уровня нервной системы (ФУС), устойчивости нервной реакции (УР), уровня функциональной возможности сформированной функциональной системы и методом корректурной пробы по методу Э. Ландольфа с определением коэффициента точности выполняемой умственной работы (К), скорости переработки информации (У) и коэффициента умственной работоспособности (С). Установлено, что у современных школьников в возрасте 7—11 и 12—14 лет относительно данных их сверстников, обследованных в 2008 году, снижались показатели функционального состояния центральной нервной системы, такие как ФУС, УР и УФВ, тогда как в возрасте 15—17 лет отмечена стабилизация показателя УФВ у современных школьников относительно данных учащихся 2-й группы. В то же время у современных школьников относительно данных учащихся 2-й группы отмечено значительное увеличение скорости переработки информации в 2,5 раза и коэффициента умственной работоспособности — в 1,8 раза. Показано, что во все периоды наблюдения показатели функционального состояния центральной нервной системы были одинаковыми как у городских, так и у сельских школьников в возрасте 7—14 лет, тогда как в возрасте 15—17 лет регистрируемые показатели были выше у городских школьников, чем у сельских. Установленные особенности изменения показателей функционального состояния центральной нервной системы у современных школьников, характеризующиеся снижением ФУС, УР и УФВ, вероятно, связаны с сочетанным воздействием высокой напряженности и интенсификации современного обучения при дефиците времени в бюджете режима дня на компоненты, способствующие восстановлению работоспособности. Выявленное увеличение скорости переработки информации и коэффициента работоспособности, вероятно, связано с адаптацией обучающихся к высоким учебным нагрузкам на фоне цифровизации современного образования и необходимостью переработки большого массива информации в условиях дефицита времени.

**Ключевые слова:** функциональное состояние центральной нервной системы; обучающиеся; устойчивость нервной реакции; умственная работоспособность.