Дата публикации: 01.03.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_01_19
УДК 796.41:37.037.1

Publication date: 01.03.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_01_19
UDC 796.41:37.037.1

АДАПТАЦИОННЫЕ КРАТКОСРОЧНЫЕ РЕАКЦИИ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ДЕТЕЙ 5-6 ЛЕТ НА ЗАНЯТИЯХ СИНХРОННЫМ ПЛАВАНИЕМ

С.Н. Филиппова[1], А.Н. Корольков[2], В.А. Космачева[2]
[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный социальный университет», г. Москва, Россия
[2]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет просвещения», г. Москва, Россия

Аннотация. Проведено обследование состояния кардиореспираторной системы у девочек 5-6 лет, в процессе занятий синхронным плаванием с целью оценить реакции краткосрочной адаптации организма к тренировочным двигательным нагрузкам. Выявлена динамика возрастания показателей сердечно-сосудистой системы при противоположно направленной динамике понижения функций дыхательной системы, что можно трактовать как влияние нарастающего утомления и гипоксического состояния организма, а также несформированность волевых процессов у детей 5-6 лет, необходимых для выполнения теста задержки дыхания. Установлено, что для юных синхронисток 5-6 лет определяющим фактором состояния дыхательной системы является возраст, а не антропометрические параметры.
Ключевые слова: дыхательные пробы, жизненная емкость легких, пульсоксиметрия, спирометрия, утомление.

ADAPTIVE SHORT-TERM RESPONSES OF THE CARDIORESPIRATORY SYSTEM OF CHILDREN AGED 5-6 YEARS IN SYNCHRONIZED SWIMMING CLASSES

S.N. Filippova[1], A.N. Korol'kov[2], V.A. Kosmacheva[2]
[1]Russian State Social University, Moscow, Russia
[2]State University of Education, Moscow, Russia

Abstract. The authors have examined the state of the cardiorespiratory system in 5-6-year-old girls during synchronized swimming classes in order to estimate responses of short-term adaptation of a body to training activity. The researchers have discovered the dynamics of increasing indicators of the cardiovascular system with the opposite dynamics of reducing functions of the respiratory system, which may be interpreted as influence of increasing fatigue and hypoxia, as well as underdeveloped volitional processes required for breath holding test in 5-6-year-old children. It has been also found that the identifying factor of the state of the respiratory system for 5-6-year-old synchronized swimmers is age, not anthropometric parameters.
Keywords: respiratory tests, vital capacity of the lungs, pulse oximetry, spirometry, fatigue.

Введение. Реализация спортивной деятельности сопровождается процессом адаптации организма к тренировочным воздействиям и комплексу факторов среды. По временным показателям проявления приспособительных изменений выделяют срочные, долговременные и кумулятивные реакции. Эффективность и своевременность адаптационных изменений определяется функциональными возможностями регуляторных систем организма и влияет на результаты тренировочной и соревновательной деятельности юных спортсменов. Поэтому изучение адаптационных процессов как неотъемлемых составляющих спортивной деятельности, имеющих возрастные особенности у молодых спортсменов, в различных видах спорта остается важной научной проблемой.

Влияние синхронного плавания (СП) на состояние организма и, прежде всего, на кардиореспираторную систему спортсменов является актуальным направлением исследований. Особенности подготовки в этом популярном виде спорта рассматриваются в трудах Е.А. Золотовой, М.Н. Максимовой, В.Л. Ростовцева, Ю.А. Постольник и др. [1-4]. Большинство проведенных исследований посвящено изучению долгосрочных влияний СП на организм спортсменов.

Всеми исследователями отмечается, что регулярные адекватные тренировочные нагрузки в СП приводят к увеличению жизненной емкости легких (ЖЕЛ), экономизации сердечной деятельности, повышению кислородного обмена и уровня гемоглобина, возрастанию тонуса периферических кровеносных сосудов и другим адаптационным реакциям организма спортсменов [3, 5].

При исследовании краткосрочных адаптационных реакций установлено, что нагрузки, связанные с задержкой дыхания, нырятельными рефлексами и совершением движений в условиях гипоксии проявляются в падении парциального давления кислорода и накоплении углекислого газа в крови и тканях, перераспределении кровотока от органов, устойчивых к недостатку кислорода, к сердцу и мозгу [2], рефлекторном снижении ЧСС [3, 4]. Ранее в нашей работе на спортсменах 18-19 лет было установлено, что достижение минимума концентрации кислорода в гемоглобине крови, как и величины ЧСС, зависят от времени задержки дыхания [6].

Вместе с тем необходимо отметить, что подобные исследования влияния занятий СП на функциональное состояние организма, как правило, проводятся на группах спортсменов старше семи лет (в соответствии с требованиями федерального стандарта спортивной подготовки по этому виду спорта). Хотя во многих детских учреждениях и в спортивно-оздоровительных группах ДЮСШ физкультурные занятия с элементами СП регулярно проводятся с детьми более младшего возраста [7, 8]. Это отражает тенденции ранней спортивной специализации и снижение возрастного ценза для дебюта занятий различными видами спорта.

Цель работы: исследовать срочные адаптационные реакции детей 5-6 лет на занятиях синхронным плаванием для определения допустимого объема тренировочных нагрузок в СП для этого возраста.

Методы и организация исследования. Для достижения поставленной цели было осуществлено пилотное исследование на группе из 13-ти девочек 5-6 лет, занимающихся в секции синхронного плавания в фитнес-центре «X-FIT». Занятия проводились 3 раза в неделю, длительность одного занятия – 2 часа. Цели занятий: развитие основных навыков СП, укрепление дыхательной системы, улучшение координации движений, обучение элементам хореографии.

Структура занятия:

1. Разминка на суше (45 минут): бег, прыжки, упражнения на растяжку, суставная гимнастика;

2. Разминка в воде (15 минут): плавание различными стилями (кроль на груди, кроль на спине, брасс);

3. Освоение новых и повторение пройденных элементов, гребков в синхронном плавании (25 минут): «экбите», «группировка», «обратная группировка», «стандартный гребок», «опорный гребок», «обратный гребок», «парус»;

4. Повторение программы и исправление текущих ошибок (30 минут);

5. Заключительная часть в воде (5 минут): расслабление мышц, спокойное плавание брассом;

Суммарное время пребывания в воде составило 1 час 15 минут. Моторная плотность занятия составляла 60-70%, что является примерным значением, зависящим от структуры и интенсивности занятия. Суммарное время нахождения под водой в отдельном занятии составляло 10-15 минут, а суммарное время задержки дыхания – примерно до 12 минут. Средняя продолжительность одного акта задержки дыхания была равна 10-15 секундам, а количество задержек дыхания за занятие – 35-40 повторений, т.е. задержка дыхания осуществлялась с частотой 1 акт в 1,8-1,9 минуты.

Диагностические обследования занимающихся детей проводились в начале и в конце занятия с использованием:

1. Спирометрия – проводилось измерение показателя ЖЕЛ (спирометр ССП ТУ64-1-2267-77);

2. Пульсоксиметрии – измерение частоты сердечных сокращений (ЧСС) и уровня концентрации кислорода в гемоглобине крови (SpO_2) (пульсоксиметр «Little Doctor MD300C23»);

3. Антропометрии – измерение роста и веса, установление возрастных показателей детей, занимающихся СП;

4. Расчетного метода определения индекса массы тела (ИМТ). Показатель определяли, как объемную плотность тела, рассчитывая индекс массы тела:

$$\textbf{ИМТ=1,5 m/L}^3\textbf{,} \quad (1)$$

где m – масса тела (кг);

L – рост испытуемого (м).

5. Экспериментального метода – пробы с задержкой дыхания под водой на вдохе и выдохе, подобные классическим пробам Штанге и Генчи, которые широко используются для качественной оценки уровня адаптационных возможностей организма человека, пропорционально (линейно) повышаясь при возрастании адаптационного потенциала и понижаясь при его уменьшении;

6. Методов математической статистики. Результаты измерений заносились в таблицы Excel и обрабатывались с помощью стандартных пакетов комплексной обработки данных Stadia 8.0/prof и Statistica 10.0.

Для всех измеренных переменных проверялась справедливость гипотезы: «Распределение не отличается от нормального» (критерий Колмогорова). Устанавливались различия выборочных медиан измеренных переменных в начале и в конце проведения занятия, вычислялись коэффициенты корреляции Спирмена, определялись коэффициенты уравнения регрессии (формула Болдуина, Курнана и Ричардсона), связывающего измеренные показатели спирометрии (ЖЕЛ) и антропометрии (рост, вес) испытуемых. Уровень статистической значимости справедливости нулевых гипотез был принят равным 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение. На рисунках 1, 2 и 3 приведены сравнения измеренных физиологических показателей в начале и в конце тренировочного занятия. С использованием критерия знаков установлена справедливость гипотезы: «есть различия в медианах выборок». При этом после тренировочного занятия наблюдается возрастание показателей, характеризующих функциональное состояние кардиореспираторной системы организма юных спортсменок: ЧСС, SpO_2 и ЖЕЛ (рис. 1 и 2), а результаты дыхательных проб уменьшаются (рис. 3).

На рисунке 3 приведены результаты произвольных дыхательных тестов в воде проб, значения которых уменьшаются в конце занятия, в отличие от показателей сердечной деятельности (рис. 1, 2).

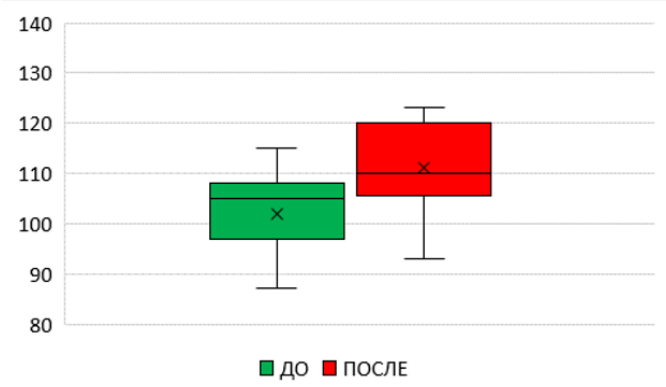


Рис. 1. Величины частоты сердечных сокращений до и после тренировочного занятия

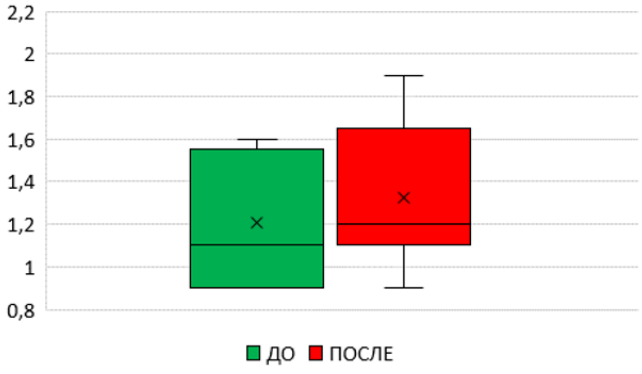


Рис. 2. Величины жизненной емкости легких до и после тренировочного занятия

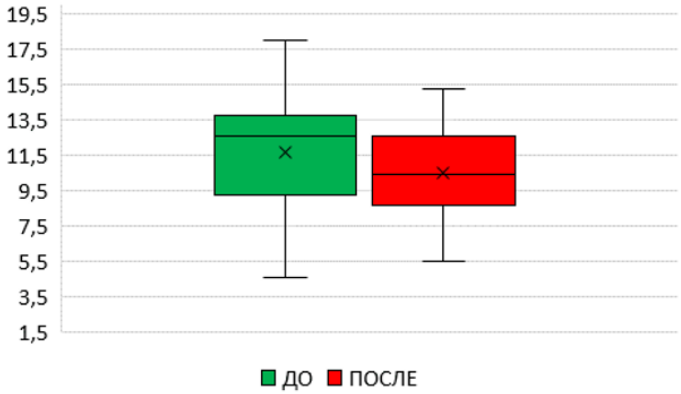


Рис. 3. Время задержки дыхания на вдохе до и после тренировочного занятия

Понижение показателей произвольной задержки дыхания в воде при завершении занятия можно объяснить нарастающим, по мере его проведения, утомлением занимающихся СП детей 5-6 лет. Необходимо отметить значительные нагрузки для начинающих спортсменов на занятии СП, составляющих 75 минут пребывания в воде и интенсивного выполнения упражнений, требующих задержки дыхания с высокой частотой – каждые 1,8-1,9 минуты при общем числе эпизодов задержки 35-40. Поэтому реакция организма на условно «41 задержку дыхания в воде» является закономерной и характеризует дезадаптационные проявления истощения функциональных ресурсов организма на фоне гипоксии в виде понижения временной продолжительности задержки дыхания детьми 5-6 лет. Кроме того, проба Штанге, в данном исследовании – произвольная тестовая задержка дыхания в воде в конце занятия – является психофизиологической, поскольку включает вклад в итоговый временной показатель волевого психологического компонента, а именно умения переносить ощущения дискомфорта при нарастающей гипоксии организма. В отношении контингентов 5-6 лет волевые процессы личности полностью не сформированы, поэтому могут не проявляться при тестировании в состоянии утомления.

Таким образом, большинство измеренных показателей могут служить критериями оперативного контроля величин тренировочных нагрузок при занятиях синхронным плаванием с детьми этого возраста.

В таблице представлены величины коэффициентов корреляции Спирмена между измеренными и вычисленными показателями. Критическое значение коэффициента с поправкой Бонферрони было равно 0,34 (в таблице эти значения выделены).

Таблица

Коэффициенты корреляции (по критерию Спирмена) функциональных показателей девочек 5-6 лет, занимающихся в секции синхронного плавания

	Рост	Вес	Возраст	ЧСС	SpO_2	ЖЕЛ	Проба Генчи	Проба Штанге	ИМТ
Рост	1,00	**0,82**	**0,80**	-0,17	-0,06	0,18	**0,33**	0,26	**-0,34**
Вес		1,00	**0,84**	0,10	0,06	0,06	**0,40**	**0,37**	0,19
Возраст			1,00	0,13	0,11	**0,33**	**0,45**	**0,47**	0,12
ЧСС				1,00	0,03	0,01	-0,26	0,05	**0,46**
SpO_2					1,00	-0,03	0,16	0,02	0,28
ЖЕЛ						1,00	**0,52**	**0,66**	0,12
Проба Генчи							1,00	**0,84**	0,19
Проба Штанге								1,00	0,30
ИМТ									1,00

Примечание: ЧСС – частота сердечных сокращений; SpO_2 – уровень насыщения крови кислородом; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ИМТ – индекс массы тела

Согласно полученным результатам, для этой возрастной группы показатель ЖЕЛ не связан с ростом и весом, а имеет зависимость от возраста и результатов дыхательных тестов. Возраст, в свою очередь, определяет значения параметров роста и веса. Таким образом, для этой возрастной группы определяющим фактором состояния дыхательной системы является возраст юных спортсменок, а не антропометрические параметры. Объемная плотность тела (ИМТ) является весомым фактором, детерминирующим величины ЧСС: чем выше плотность тела девочек в этом возрасте, тем выше ЧСС. А чем выше рост ребенка, тем меньше ИМТ.

По аналогии с формулами Болдуина, Курнана и Ричардсона [9] были определены коэффициенты уравнения нелинейной регрессии для ЖЕЛ в зависимости от веса и роста ребенка:

ДЖЕЛ (мл) = (13,3 – 0,144•m) L, (2)

где m – вес ребенка (кг);

L – рост ребенка (см).

Поскольку ЖЕЛ не имеет тесной зависимости с весом и ростом детей, а имеет лишь обратную зависимость от ИМТ, то точность полученного выражения не очень высокая и составляет ±340 мл, что составляет ≈30% средней ЖЕЛ для этого возраста, в нашем случае равной 1208±293 мл. Таким образом, для построения адекватной модели ЖЕЛ для детей этого возраста в зависимости от их антропометрических параметров при уровне статистической значимости 0,05 необходимо увеличить объем выборки до 65-66 детей.

Заключение:

1. Проведено обследование состояния кардиореспираторной системы у девочек 5-6 лет в процессе занятий СП с целью оценить реакции срочной адаптации организма к тренировочным двигательным нагрузкам;

2. При анализе срочной адаптации на занятиях СП выявлено возрастание показателей сердечно-сосудистой системы при противоположно направленной динамике понижения функций дыхательной системы, что можно трактовать как влияние нарастающего утомления и гипоксического состояния организма, а также несформированность волевых процессов у детей 5-6 лет, необходимых для выполнения теста задержки дыхания.

3. Методами математической статистики доказано, что для юных синхронисток 5-6 лет определяющим фактором состояния дыхательной системы является возраст, а не антропометрические параметры.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Золотова, Е.А. Построение учебно-тренировочного процесса синхронисток младшей возрастной группы с учетом функциональных показателей / Е.А. Золотова // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2013. – Т. 8. – № 2. – С. 216–221.

2. Максимова, М.Н. Теория и методика синхронного плавания: учебник / М. Н. Максимова. – М.: Издательство «Спорт», 2017. – 304 с.

3. Ростовцев, В.Л. Изменение физиологических показателей организма элитных спортсменок под воздействием многолетнего специфического метаболизма физических нагрузок / В.Л. Ростовцев // Теория и практика физической культуры. – 2008. – № 1. – С. 24–28.

4. Формирование выносливости у юных синхронисток на начальном этапе спортивной подготовки / Ю.А. Постольник, Д.В. Мальцев, И.В. Казанова, Т.С. Корженевская // Культура физическая и здоровье. – 2023. – № 2(86). – С. 214–218. DOI: 10.47438/1999-3455_2023_2_214.

5. Реакция сердечно-сосудистой системы на гипоксию у адаптированных к воде спортсменов / Д.Н. Берлов, Л.Б. Заварина, Т.В. Рыбьякова, Т.И. Баранова // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2015. – Т. 10. – № 1. – С. 258–262.

6. Корольков, А.Н. Особенности адаптации и толерантности к гипоксии у студентов-спортсменов различных специализаций по данным гипоксической пробы Генчи и сатурации гемоглобина крови кислородом / А.Н. Корольков, С.Н. Филиппова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 5(195). – С. 178–184. DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2021.5.p178-184.

7. Золотов, В.Н. Эффективность внедрения инновационной программы по синхронному

плаванию «Фламинго» в процесс физического воспитания детей старшего дошкольного возраста / В.Н. Золотов, З.М. Кузнецова // Теория и практика физической культуры. – 2009. – № 4. – С. 91–92.
8. Стафеева, А.В. Особенности плавательной подготовки детей 6-7 лет, занимающихся синхронным плаванием / А.В. Стафеева, Р.В. Дагнер // Физическая культура, спорт и здоровье. – 2018. – № 32-2. – С. 98–100.
9. Корольков, А. Физическая работоспособность в спорте: учебное пособие для вузов / А. Корольков. – М.: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Юрайт», 2022. – 113 с.

REFERENCES

1. Zolotova E.A. Building of synchronized swimmers' training process in younger age groups taking into account functional parameters. *Russian Journal of Physical Education and Sport*, 2013, vol. 8, no. 2, pp. 216-221. (in Russ.)
2. Maksimova M.N. Theory and methodology of synchronized swimming: a textbook. Moscow: Sport, 2017. 304 p. (in Russ.)
3. Rostovtsev V.L. Change of physiological parameters of elite female athletes' organism influenced by long-term specific metabolism of physical loadings. *Theory and Practice of Physical Culture.* 2008. no 1, pp. 24-28. (in Russ.)
4. Postol'nik Yu.A., Mal'tsev D.V., Kazanova I.V., Korzhenevskaya T.S. Formation of endurance in young synchronized female athletes at the initial stage of sports training. *Physical Culture and Health*, 2023, vol. 86, no. 2, pp. 214-218. DOI: 10.47438/1999-3455_2023_2_214. (in Russ.)
5. Berlov D.N., Zavarin L.B., Rybyakova T.V., Baranova T.I. Reaction of cardiovascular systems on hypoxia in sportsmen adapted to water conditions. *HUMANPOTENTIAL-2024: materials of the Congress.* 2015. vol. 10, no. 1. pp. 258-262. (in Russ.)
6. Korol'kov A.N., Filippova S.N. Specificities of adaptation and tolerance for hypoxia of sportsmen-students with different specializations, by the data of Henchy's hypoxic test and of saturation of blood hemoglobin with oxygen. *Scientific notes of the P.F. Lesgaft University*, 2021, vol. 195, no 5, pp. 178-184. DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2021.5. p178-184. (in Russ.)
7. Zolotov V.N., Kuznetsova Z.M. The effectiveness of introducing an innovative synchronized swimming program "Flamingo" in the process of physical education of older preschool children. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2009, no. 4, pp. 91-92. (in Russ.)
8. Stafeeva A.V., Dagner R.V. Features of swimming training for 6-7 years old children engaged in synchronized swimming. *Physical Culture, Sports and Health*, 2018, no. 32-2, pp. 98-100. (in Russ.)
9. Korol'kov A.N. Physical performance in sports: a textbook for universities. Moscow: URAIT, 2022. 113 p. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Светлана Николаевна Филиппова – профессор, Российский государственный социальный университет, Москва, e-mail: svetjar@mail.ru.
Алексей Николаевич Корольков – доцент, Государственный университет просвещения, Москва, e-mail: korolkov07@list.ru.
Вероника Александровна Космачева – соискатель, Государственный университет просвещения, Москва, e-mail: akverona0902@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Svetlana N. Filippova – Professor, Russian State Social University, Moscow, e-mail: svetjar@mail.ru.
Aleksej N. Korol'kov – Associate Professor, State University of Education, Moscow, e-mail: korolkov07@list.ru.
Veronika A. Kosmacheva – Candidate of Science, State University of Education, Moscow, e-mail: akverona0902@mail.ru.

Для цитирования: Филиппова, С.Н. Адаптационные краткосрочные реакции кардиореспираторной системы детей 5-6 лет на занятиях синхронным плаванием / С.Н. Филиппова, А.Н. Корольков, В.А. Космачева // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 1(31). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_01_19

For citation: Filippova S.N., Korol'kov A.N., Kosmacheva V.A. Adaptive short-term responses of the cardiorespiratory system of children aged 5-6 years in synchronized swimming classes. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 1(31). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_01_19