

ВЛИЯНИЕ АЭРОБНЫХ НАГРУЗОК НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДРОСТКОВ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ

В.В. Костяева

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия

Аннотация. Упражнения аэробной направленности все чаще включают в реабилитационный процесс для улучшения функционального состояния основных систем организма. Цель: оценить влияние аэробных тренировок на функциональные возможности подростков с идиопатическим сколиозом. Методы: тест 6-минутной ходьбой с оценкой физической нагрузки по шкале исходного индекса одышки; спирометрия; частота сердечных сокращений; определение устойчивости к гипоксии. Результаты: улучшились показатели внешнего дыхания (9,1%), общей выносливости (16,6%) и адаптационных резервов организма (3,2%) подростков. Улучшение функциональных возможностей было достигнуто при средних физических нагрузках и более низкой частоте дыхания (16,4 дв/мин). Заключение: аэробные нагрузки способствуют увеличению адаптационных возможностей организма и улучшают функциональную работоспособность детей, страдающих патологиями опорно-двигательного аппарата.

Ключевые слова: идиопатический сколиоз, коррекция, функциональные нарушения, аэробные нагрузки, стабилизация позвоночника.

THE AEROBIC EXERCISE EFFECT ON THE FUNCTIONAL STATE OF ADOLESCENTS WITH IDIOPATHIC SCOLIOSIS

V.V. Kostyaeva

Russian University of Sport "GTSOLIFK", Moscow, Russia

Abstract. Aerobic exercises are increasingly being included in the rehabilitation process to improve the functional state of the main body systems. Objective: to evaluate the effect of aerobic training on the functional capabilities of adolescents with idiopathic scoliosis. Methods: 6-minute walking test with an assessment of physical activity on the Baseline Dyspnea Index scale; spirometry; heart rate; determination of hypoxia tolerance. The indices of external respiration (9.1%), general endurance (16.1%) and adaptive reserves of the body (3.2%) of adolescents improved. The improvement of functional capabilities was achieved with moderate physical activity and a lower respiratory rate (16.4 breaths/min). Aerobic exercise increases the adaptive capabilities of the body and improves the functional performance of children suffering from musculoskeletal system pathologies.

Keywords: idiopathic scoliosis, correction, functional disorders, aerobic exercise, spinal stabilization.

Введение. Идиопатический сколиоз – это трехмерная деформация позвоночника, определяемая наличием дуги искривления с ротацией позвонков, где величина угла ротации выявляет степень сколиоза [1, 2]. Сколиоз – это общий термин, включающий гетерогенную группу состояний, состоящих в изменениях формы и положения позвоночника, грудной клетки и туловища. Несмотря на комплекс предпринимаемых лечебно-профилактических мероприятий сколиотическая деформация остается наиболее устойчивой к воздействию применяемых методик терапевтической коррекции.

Основная цель терапевтического лечения сколиозов – уменьшение дуги деформации и

предотвращение ее прогрессирования. Задачами коррекционной направленности лечения сколиозов считают применение специальных упражнений на мобилизацию и гибкость позвоночника, а также средств лечебной физической культуры, направленных на укрепление мышц стабилизаторов, паравертебральных, брюшных, мышц нижних конечностей и мышц плечевого пояса посредством изометрических сокращений для стабилизации сколиотического позвоночника [1, 3, 4]. При наличии идиопатического сколиоза отмечаются изменения не только структур позвоночного столба, но и основных систем организма. Изменения состояний дыхательной и сердечно-сосудистой систем

организма подростков часто связаны с увеличением степени искривления позвоночника [5, 6]. Основными проявлениями данных состояний отмечают наличие одышки, как физиологической реакции на стандартную физическую нагрузку, а также быструю утомляемость и невозможность длительно выполнять стандартную повседневную работу [2, 7]. Указанные признаки проявляются у подростков с III и редко со II степенью сколиоза, при дуге искривления от 20 до 45 градусов. Причинами проявления данных состояний могут быть ограничение вентиляции легких и слабость дыхательной мускулатуры. Данные ограничения возможно скорректировать путем использования аэробных физических упражнений. Специальные упражнения, включенные в протокол реабилитации способны повлиять на физическую работоспособность и дыхательную функцию подростков с идиопатическим сколиозом, значительно улучшить адаптационные резервы кардиореспираторной системы и состояние опорно-двигательного аппарата [2, 4].

Целью нашего исследования было оценить влияние аэробных тренировок на функциональные возможности подростков с идиопатическим сколиозом.

Методы и организация исследования. Исследование проводилось в Лечебно-реабилитационном клиническом центре «Юдино» г. Москвы. Период исследования составил 12 недель. В группу наблюдения были отобраны семь детей обоих полов, младшего подросткового возраста согласно классификации ВОЗ, средний возраст составил $13,1 \pm 1,0$ лет. Основываясь на данных рентгенологического исследования, пяти подросткам диагностирована II степень и двум III степень сколиоза. По заключению врача ортопеда всем подросткам рекомендованы физические нагрузки аэробной направленности. Критериями включения в исследование стали: наличие идиопатического сколиоза II–III степени (угол Кобба – 21–34 градуса), согласие родителей на включение подростков в группу наблюдения, отсутствие в анамнезе когнитивных и физических нарушений, которые препятствовали бы проведению тестов для оценки результатов.

Методами исследования оценки функционального состояния подростков с идиопатическим сколиозом стали: тест 6-минутной

ходьбой (метры) с оценкой физической нагрузки по модифицированной шкале BDI (Baseline Dyspnea Index, исходный индекс одышки) (балл); спирометрия (ЖЕЛ) (л); частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин); частота дыхательных движений (ЧДД, дв/мин); определение устойчивости к гипоксии (Проба Штанге и проба Генчи) (с) [3, 5, 6].

На начальном этапе аэробные нагрузки включали в себя три 45-минутных занятия физическими упражнениями в неделю в течение 4 недель. Каждая тренировка подростков начиналась с 10-минутной разминки, включающей ходьбу низкой интенсивности и упражнения на растяжку. В основной части занятия 20–25 минут дети выполняли аэробные упражнения на беговой дорожке (шагающий режим) и упражнения коррекционной направленности. Интенсивность нагрузки поддерживалась в пределах 60–70% от максимальной ЧСС, согласно показаниям персонального пульсометра. Данный показатель оперативного контроля фиксировался в дни занятий до и после нагрузки. По завершении этапа исследования вычислялось среднее значение ЧСС для каждого подростка и средний показатель по группе. В конце занятия всем подросткам предлагался 10-минутный период отдыха и релаксации, включающий аэробные упражнения с низкими энергозатратами, такие как медленная ходьба и техника расслабления, выполняемая в положении лежа на спине при разгрузочном положении позвоночника. Методом этапного контроля – спирометрии, проводилось исследование функции внешнего дыхания. Спирометрия проводилась в положении сидя с использованием коммерческого спирометра и зажима для носа. Рассчитанным показателем спирометрии стала форсированная ЖЕЛ. Фиксировались показатели ЖЕЛ в начале и по завершении исследования. Тестирование устойчивости к гипоксии проводилось методом измерения показателей акта вдоха и выдоха. Тест 6-минутной ходьбой с оценкой физической нагрузки по шкале BDI (от 0 до 12), где общее число баллов может составить от 0 (максимальная выраженность одышки) до 12 (нет одышки), проводился для выявления функциональных нарушений со стороны органов дыхания в процессе нагрузок. Отмечалось: общее пройденное расстояние за 6 минут; ЧСС; ЧДД; наличие одышки.

В заключительные 4 недели время занятия увеличилось до 60 минут, при реализации три раза в неделю. Увеличилось время основной части занятия за счет включения специальных упражнений корригирующей направленности. На завершающем этапе проведено повторное тестирование исследуемых показателей для сравнения полученных результатов.

Анализ полученных результатов проводился с помощью вычисления средних значений ($\bar{X}$) показателей и величины стандартного отклонения (σ). Достоверность результатов исследования обрабатывалась посредством Т-критерия Вилкоксона и t-критерия Стьюдента, при условии достоверности ($p \leq 0,05$).

Результаты исследования и их обсуждение. Динамика показателей кардиореспираторной системы подростков в результате исследования представлены в таблице 1.

На начальном этапе тесты, определяющие дыхательную функцию, помогли выявить нарушения, выразившиеся в снижении ЖЕЛ. К концу занятий отмечены улучшения во многих аспектах дыхательной функции. Достоверно улучшился (9,1%) показатель ЖЕЛ (табл. 1), а также показатели дыхательных проб, оценивающие устойчивость к гипоксии (табл. 2). Показатель пробы Штанге увеличился на 10,5%, пробы Генчи на 19,9%.

В результате аэробных нагрузок отмечена гемодинамика ЧСС. Средний показатель по группе улучшился на 2,2%, что говорит об адаптации сердечно-сосудистой системы к нагрузкам. Улучшение функциональных возможностей при выполнении аэробных упражнений было достигнуто при меньших физических нагрузках и более низкой частоте дыхания (16,4 дв/мин). К концу реабилитационных мероприятий зафиксировано снижение ЧДД на 5,3%, определяющее положительное влияние аэробных нагрузок на функциональное состояние сердечно-сосудистой и центральной нервной систем.

Изменение аспектов дыхательной функции в процессе физических нагрузок представлены в таблице 2.

Значения определения функционального статуса подростков с патологией органов дыхания и эффективности проводимой терапии приведены в таблице 3.

Показатели теста 6-минутной ходьбой выявили достоверные улучшения на 3,2%. Расстояние преодоленной дистанции было достигнуто при более низкой частоте дыхания, что указывает на повышение толерантности к физической нагрузке, а также улучшении работоспособности участников исследования.

Изучение функциональных нарушений со стороны органов дыхания, в процессе нагрузок представлены в таблице 4.

Таблица 1

Оценка функционального состояния кардиореспираторной системы детей в процессе аэробных тренировок, $M \pm \sigma$, $n=7$

Показатели	До исследования	После исследования	Разница в абс. ед.	Изменение в %	P по Стьуденту
ЧСС, уд/мин	78,6 $\pm$ 2,6	76,9 $\pm$ 2,0	1,7	2,2	$\geq 0,05$
ЧДД, дв/мин	17,3 $\pm$ 0,9	16,4 $\pm$ 0,9	0,9	5,3	$\geq 0,05$
ЖЕЛ, л	2,0 $\pm$ 0,2	2,2 $\pm$ 0,2	0,2	9,1	$\leq 0,05$

Примечание: ЧСС – частота сердечных сокращений; ЧДД – частота дыхательных движений; ЖЕЛ – жизненная емкость легких.

Таблица 2

Исследование устойчивости к гипоксии, $M \pm \sigma$, $n=7$

Показатели	До исследования	После исследования	Разница в абс. ед.	Изменение в %	P по Стьуденту
Проба Штанге, с	38,6 $\pm$ 5,9	43,1 $\pm$ 5,1	4,5	10,5	$\leq 0,05$
Проба Генчи, с	11,3 $\pm$ 1,8	14,1 $\pm$ 1,6	2,8	19,9	$\leq 0,05$

Таблица 3

Исследование толерантности к физической нагрузке, $M \pm \sigma$, $n=7$

Показатели	До исследования	После исследования	Разница абс. ед.	Изменение в %	P по Стьюденту
Тест 6-ти минутной ходьбы, м	496,1 $\pm$ 12,0	512,0 $\pm$ 11,1	15,9	3,2	$\leq 0,05$

Таблица 4

Исследование выраженности одышки по модифицированной шкале исходного индекса одышки после физической нагрузки, $M \pm \sigma$, $n=7$

Показатели	До исследования	После исследования	абс. ед.	Изменение в %	P по Вилкоксоу
Одышка, баллы	9,1 $\pm$ 1,2	10,9 $\pm$ 1,0	1,8	16,6	$\leq 0,05$

Нормализация акта дыхания физиологически обосновано более интенсивной вентилирующей легких, достигаемой при увеличении объема аэробных нагрузок. В результате проведенного исследования отмечены положительные (16,6%) изменения выраженности одышки, объясняющие улучшение общей выносливости.

Заключение. Комбинированные аэробные тренировки способны улучшить показатели внешнего дыхания (ЖЕЛ на 9,1%) и гемодинамики (ЧСС на 2,2% и ЧДД на 5,3%) подростков с идиопатическим сколиозом. Улучшение функциональных возможностей было достигнуто при средних физических

нагрузках и более низкой частоте дыхания (16,4 дв/мин). Оценка качества нагрузки и адекватность реакции сердечно-сосудистой системы в процессе физических нагрузок отразилась в увеличении показателей функции внешнего дыхания (на 10,5% – задержка дыхания на вдохе, на 19,9% – на выдохе). Применение аэробных упражнений в комплексной реабилитации способно улучшить показатели общей выносливости (на 16,6%), определяющие адаптацию к физическим нагрузкам и функциональную работоспособность (на 3,2%) детей с патологиями опорно-двигательного аппарата.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гребова, Л.П. Лечебная физическая культура при нарушениях опорно-двигательного аппарата у детей и подростков / Л.П. Гребова. – Москва: Академия, 2016. – 176 с.
- Каптелин, А.Ф. Восстановительное лечение (лечебная физкультура, массаж и трудотерапия) при травмах и деформациях опорно-двигательного аппарата / Каптелин А.Ф. – Москва: Медицина, 2014. – 404 с.
- Фишер, П. Тесты и упражнения при функциональных нарушениях позвоночника: перевод с английского / П. Шифер. – Москва: МЕДпресс-информ, 2017. – 274 с.
- Шеколова, Н.Б. Эффективность лечебно-диагностических технологий при консервативном лечении ортопедической патологии у детей / Н.Б. Шеколова, Л.В. Лихачева, В.И. Печерский // Уральский медицинский журнал. – 2012. – № 7(99). – С. 96–100.
- Буйкова, О.М. Функциональные пробы в лечебной и массовой физической культуре: учеб. пособ. / О.М. Буйкова, Г.И. Булнаева. – Иркутск: ИГМУ, 2017. – 24 с.
- Каленчиц, Т.И. Функциональные нагрузочные пробы: учебно-методическое пособие / Т.И. Каленчиц, Е.В. Рысеев, Ж.В. Антонович. – Минск, 2018. – 36 с.
- Мирская, Н.Б. Факторы риска, негативно влияющие на формирование костно-мышечной системы детей и подростков в современных условиях / Н.Б. Мирская // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. – С. 65–71.

REFERENCES

1. Grebova L.P. Therapeutic physical culture for treating disorders of the musculoskeletal system in children and adolescents. Moscow: Akademia, 2016. 176 p. (in Russ.)
2. Kaptelin A.F. Restorative treatment (physical therapy, massage and occupational therapy) for injuries and deformations of the musculoskeletal system. Moscow: Meditsina, 2014. 404 p. (in Russ.)
3. Fisher P. Tests and Exercises for the Spine. Translated from English. Moscow: MEDpress-inform, 2017. 274 p. (in Russ.)
4. Shchekolova N.B., Likhacheva L.V., Pecherskij V.I. Major efficacy endpoints in the conservative treatment of orthopedic pathology in children. *Ural Medical Journal*, 2012, no. 07(99), pp. 96-100. (in Russ.)
5. Bujkova, O.M. Bulnaeva G.I. Functional tests in physical therapy and mass physical culture: a textbook. Irkutsk: ISMU, 2017. 24 p. (in Russ.)
6. Kalenchits T.I., Rysevets E.V., Antonovich J.V. Functional stress tests: an educational and methodological guide. Minsk, 2018. 36 p. (in Russ.)
7. Mirskaya, N.B. Risk factors negatively affecting on the formation of musculoskeletal system in children and adolescents in the present conditions. *Hygiene and sanitation*, 2013, no. 1, pp. 65-71. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Виктория Васильевна Костяева – старший преподаватель кафедры Физической реабилитации, массажа и оздоровительной физической культуры им. И.М. Саркизова-Серазини, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, e-mail: borisova-viktoria@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Viktoria V. Kostyaeva – Senior Lecturer of the Department of Physical Rehabilitation, Massage and Health-Improving Physical Culture named after I.M. Sarkizov-Serazini, Russian University of Sport “GTSOLIFK”, Moscow, e-mail: borisova-viktoria@yandex.ru.

Для цитирования: Костяева, В.В. Влияние аэробных нагрузок на функциональное состояние подростков с идиопатическим сколиозом / В.В. Костяева // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2025. – Т. 4. – № 1(13). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_01_4

For citation: Kostyaeva V.V. The aerobic exercise effect on the functional state of adolescents with idiopathic scoliosis. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2025, vol. 4, no. 1(13). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_01_4