

## Клиническая медицина

УДК 615.825

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРЕНИРОВКИ С БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ПО ОПОРНОЙ РЕАКЦИИ ПРИ ДЕФЕКТАХ ОСАНКИ У ДЕТЕЙ

Н. Р. Нигамадьянов<sup>1\*</sup>,  
М. Б. Цыкунов<sup>2</sup>, доктор медицинских наук,  
Г. Е. Иванова<sup>2</sup>, доктор медицинских наук,  
В. И. Лукьянов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГБУЗ «Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии» департамента здравоохранения г. Москвы, 119180, Россия, г. Москва, ул. Большая Полянка, д. 22

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Минздрава России, 117997, Россия, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1

#### РЕЗЮМЕ

**Цель** – оценить эффективность разработанных программ реабилитации детей с патологией позвоночника с применением биологической обратной связи (БОС) по опорной реакции.

**Материал и методы.** Обследовано 40 детей с круглой спиной в возрасте от 15 до 18 лет (21 мальчик и 19 девочек), которые были разделены на 2 группы. В контрольной группе для коррекции постуральных нарушений использована только ЛФК, в основной группе – ЛФК и БОС по опорной реакции.

**Результаты.** По завершении курса реабилитации в обеих группах по сравнению с исходными данными статистически значимо увеличилась выносливость мышц спины, максимальная сила мышц, что можно расценивать как положительный результат воздействия ЛФК. Группы не различались по показателям подвижности позвоночника, максимальной мышечной силы и выносливости мышц спины. При этом во 2-й группе, по данным стабилومتрии, улучшение постурального баланса оказалось более выраженным, о чем свидетельствовало статистически значимое увеличение показателей среднеквадратического отклонения в сагиттальной плоскости и уменьшение среднего направления плоскости колебаний центра давления по сравнению со значениями контрольной группы.

**Выводы.** Разработанный комплекс реабилитационных мероприятий, включающий ЛФК и тренировку с БОС по опорной реакции, более эффективен, чем изолированное применение ЛФК у детей с дефектами осанки.

**Ключевые слова:** реабилитация, биологическая обратная связь, постуральные нарушения, дети, патология позвоночника.

\* Ответственный за переписку (corresponding author): [motokniga@mail.ru](mailto:motokniga@mail.ru)

Среди заболеваний опорно-двигательного аппарата у детей одно из первых мест по частоте занимают различные виды нарушения осанки. Сложность патологических изменений при нарушениях осанки также обуславливает актуальность этой медицинской проблемы. Осанка рассматривается не только как один из факторов, характеризующих определенное положение тела человека в пространстве, но и как наиболее существенный показатель состояния здоровья. В трудах отечественных и зарубежных авторов достаточно полно изучены процессы формирования осанки, причины, приводящие к различным нарушениям, а также методы ее коррекции, в том числе с помощью биологической обратной связи (БОС) по опорной реакции [1–6]. Несмотря на достаточно глубокую теоретическую проработку данной про-

блемы, она остается нерешенной в настоящее время, судя по частоте патологий осанки среди детей школьного возраста.

Цель – оценить эффективность разработанных программ реабилитации детей с патологиями позвоночника с применением биологической обратной связи по опорной реакции.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

На базе отдела реабилитации ГБУЗ «НИИ неотложной детской хирургии и травматологии» Департамента здравоохранения г. Москвы и ГБУЗ «Детская городская поликлиника № 133» Департамента здравоохранения г. Москвы обследовано 40 детей с нарушением осанки по типу круглой спины. В основную группу вошли 20 детей, у ко-

торых проводился курс лечебной физкультуры (ЛФК) и тренировка с применением БОС по опорной реакции; в контрольную группу – 20 детей, у которых проводился только курс ЛФК (табл. 1).

Критериями включения пациентов в основную группу были:

- патологии осанки, относящиеся по МКБ-10 к классам: М40.0 (кифоз позиционный), М40.1 (другие вторичные кифозы), М40.2 (другие неуточненные кифозы);
- отсутствие сопутствующих заболеваний центральной и периферической нервной системы, сопровождающихся когнитивными нарушениями;
- старший школьный возраст (15–18 лет),

Результаты функциональных тестов кодировали с помощью доменов Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ):

- подвижность позвоночника (на сколько сантиметров не дотягивается до пола при наклоне вперед), b7101 (подвижность нескольких суставов): 5 баллов (b7101.4) – более 15 см (значительное ограничение), 4 балла (b7101.3) – 10–15 см (умеренное ограничение), 3 балла (b7101.2) – 5–10 см (незначительное ограничение), 2 балла (b7101.1) – до 5 см (слабое ограничение), 1 балл (b7101.0) – 0 см (нет ограничений);
- выносливость мышц к статическим нагрузкам (уменьшение (%) времени удержания туловища на весу относительно нормы, которая составляет 2–4 мин у детей старше 12 лет), b7401 (выносливость мышечных групп): 5 баллов (b7401.4) – снижена на 21% и более, 4 балла (b7401.3) – на 16–25%, 3 балла (b7401.2) – на 11–15%; 2 балла (b7401.1) – до 10%, 1 балл (b7401.0) – норма или повышена на 10% и более;
- максимальная сила мышц спины (снижение показателя становой динамометрии (%) относительно возрастных норм), b7305 (сила мышц туловища): 5 баллов (b7305.4) – снижена на 26% и более; 4 балла (b7305.3) – на 16–20%; 3 балла (b7305.2) – на 11–15%; 2 балла (b7305.1) – до 10%; 1 балл (b7305.0) – норма или повышена на 10% и более.

Всем детям проводилось полное клиническое обследование, включающее стабилметрическое исследование на аппаратном комплексе «Стабилан-01-2» (ЗАО ОКБ «Ритм», г. Таганрог, Россия): стабилографический тест и тест «мишень».

Анализировались следующие параметры: среднее направление плоскости колебаний центра давления (ЦД) ( $\angle$ , °) – отражает среднеарифме-

тическую плоскость, в которой преимущественно происходят колебания ЦД в стабилографическом тесте; стандартное квадратическое отклонение ЦД во фронтальной (X, мм) и сагиттальной плоскостях (Y, мм) в тесте «мишень», отражающие средний суммарный разброс колебаний ЦД во фронтальной и сагиттальной плоскостях. Выбранные параметры ранее определены как статистически значимо отличающиеся от аналогичных у здоровых детей.

При проведении ЛФК решались следующие задачи: коррекция нарушений осанки, воспитание навыков правильной осанки, укрепление мышц-стабилизаторов позвоночника, совершенствование координаторных способностей. Продолжительность занятия корригирующей гимнастикой составляла 45 мин. Оно включало построение, приветствие, ходьбу, во время которой выполнялись круговые движения руками – махи, затем ходьбу с подниманием прямых ног, подниманием колен к груди; передвижение в приседе, «прыжок лягушки», «ход слона», «шаги медведя», ходьбу на пятках, на носках и на наружном крае стопы, покачивание в голеностопных суставах. Далее выполнялось ношение груза на голове (мешочек с песком), организовывались простые подвижные игры. В следующей части занятия требовалось принять положение правильной осанки. Затем выполнялся короткий бег для стимулирования дыхания, упражнения средней интенсивности для укрепления различных мышечных групп и дыхательной, сердечно-сосудистой систем. После активного расслабления мышц осуществлялись упражнения у гимнастической стенки и на гимнастической скамейке. Основная часть занятия была направлена на развитие мышечного чувства, закрепление правильной осанки, развитие координации движений и дыхания. Она включала специальные корригирующие упражнения.

Индивидуальная тренировка с БОС по опорной реакции проводилась на реабилитационном тренажере «Охота» при измененном положении ребенка на платформе. В процессе тренировки курсор, отображающий положение ЦД на плоскости стабилплатформы, ребенок должен удерживать на мишени – птице (рис.). При правильном выполнении задания курсор, удерживаемый на мишени, сохраняет зеленый цвет. При смещении курсора с мишени его цвет становится красным и увеличивается число ошибок. Цель игры – набрать максимальное количество очков, допустив при этом минимум ошибок. Если счет достигает 100 очков или -50 ошибок, сеанс завершается независимо от времени записи.

Индивидуальные программы тренировки с БОС по опорной реакции заключались в том, что цен-

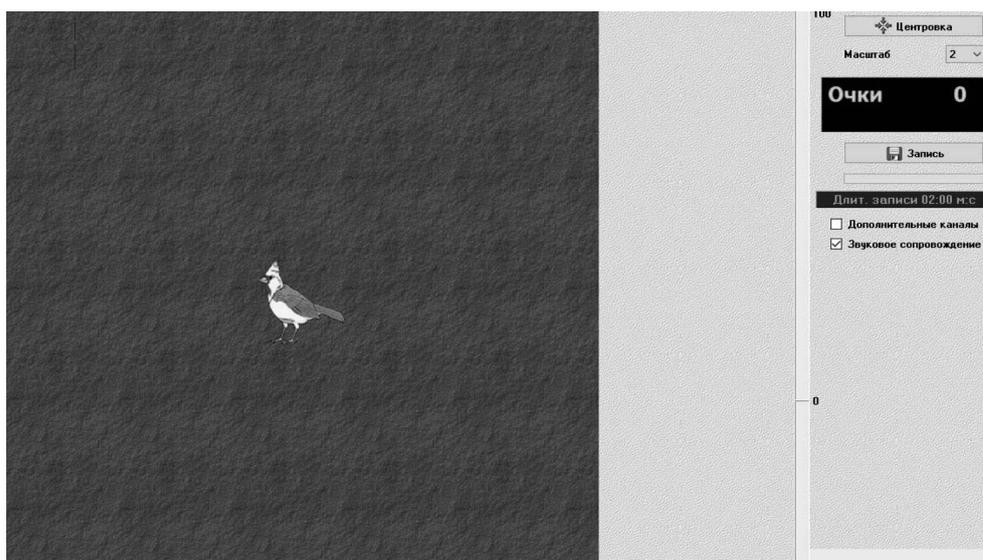


Рис. Рабочее окно тренажера «Охота»

Таблица 1. Половой состав детей основной и контрольной групп

Пол	Основная группа (n = 20)		Контрольная группа (n = 20)	
	абс.	%	абс.	%
Мальчики	12	60,0	9	45,0
Девочки	8	40,0	11	55,0

Таблица 2. Результаты лечения в основной и контрольной группах, M ± m

Показатели	Контрольная группа (n = 20)		Основная группа (n = 20)	
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
Подвижность позвоночника, баллы	2,5 ± 1,1	2,2 ± 1,2	2,5 ± 1,1	2,5 ± 1,1
Выносливость мышц спины к статическим нагрузкам, баллы	2,3 ± 1,5	1,5 ± 0,7*	2,3 ± 1,5	1,6 ± 0,7*
Максимальная сила мышц спины, баллы	2,6 ± 1,2	1,5 ± 0,7*	2,6 ± 1,2	1,2 ± 0,5*
∠, °	-10,8 ± 3,8	4,1 ± 0,7*	-8,7 ± 3,5	1,6 ± 0,6*
X, мм	4,1 ± 0,54	4,0 ± 1,1	4,7 ± 0,6	2,1 ± 0,6*
Y, мм	30,9 ± 1,9	23,0 ± 0,85*	27,8 ± 1,1	2,5 ± 0,4*

Примечание: \* – различия между результатами до и после лечения внутри группы статистически значимы (p < 0,05).

трирование на платформе выполняли с учетом значений среднего направления плоскости колебаний ЦД (∠) ребенка, выявленных при стабиллографическом тесте. Ребенка устанавливали на платформе таким образом, чтобы ЦД находился в противоположном направлении от значений среднего направления колебаний плоскости ЦД, в данном измененном положении устанавливался центр координат стабиллоплатформы. При значении среднего направления плоскости колебаний ЦД в диапазоне 0...+90°, что соответствует направлению вперед и вправо, ребенок устанавливался в измененном положении для удержания курсора назад и влево; при +90...+180° (соответ-

ствует направлению назад и вправо) измененное положение для удержания курсора вперед и влево; при 0...-90° (соответствует направлению вперед и влево) измененное положение для удержания курсора назад и вправо; при -90°...-180° (соответствует направлению кзади и влево) измененное положение для удержания курсора вперед и вправо. Таким образом, выделено 4 варианта измененного положения пациента на стабиллоплатформе. Общая продолжительность занятия составляла 30 минут (в несколько подходов), курс включал 10 занятий. По окончании курса реабилитации проводился повторный осмотр, функциональное тестирование на подвижность,

выносливость и силу и стабилметрическое исследование.

Статистическую обработку данных проводили с помощью компьютерной программы Statistica v. 6.0. Данные проверялись на соответствие нормальному закону распределения с помощью тестов Лиллиефорса и Шапиро – Уилка. Применяли дисперсионный анализ с LSD-тестом, t-критерий Стьюдента. При всех видах статистического анализа различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В контрольной группе после проведенного курса ЛФК не выявлено статистически значимых изменений результатов теста на подвижность позвоночника и стандартного отклонения ЦД во фронтальной плоскости, однако статистически значимо улучшилась выносливость мышц спины к статическим нагрузкам (на 12%), максимальная сила мышц (на 42,3%), изменилось среднее направление колебаний ЦД (на 72,2%) и стандартное отклонение в сагиттальной плоскости (на 64,4%), что можно расценивать как положительное влияние ЛФК (табл. 2).

По функциональному профилю МКФ все дети контрольной группы относились к классу пациентов с нарушениями, не приводящими к ограничениям способности и к проблемам реализации. Круглая спина не влияла на способность к обучению и применению знаний, общению, мобильности, самообслуживанию, бытовую жизнь, межличностные взаимодействия, главные сферы жизни, жизнь в сообществах.

В основной группе статистически значимо улучшилась выносливость мышц спины к статическим нагрузкам (на 69,5%), максимальная сила мышц (на 46,1%), а также постуральный баланс: среднее направление колебаний изменилось на 15,5%, стандартное отклонение во фронтальной плоскости уменьшилось на 44,6%, в сагиттальной плоскости – на 91,3%.

Сравнительный анализ эффективности лечения основной и контрольной групп не выявил статистически значимых различий подвижности позво-

ночника, мышечной выносливости к статическим нагрузкам, максимальной силы мышц спины и среднеквадратического отклонения во фронтальной плоскости, однако в основной группе по сравнению с контрольной статистически значимо большим было изменение среднеквадратического отклонения в сагиттальной плоскости и среднего направления плоскости колебаний ЦД. Стандартное отклонение в сагиттальной плоскости в основной группе меньше на 89,1%, чем в группе контроля, что свидетельствует о большей устойчивости в вертикальной стойке детей, получающих комплексную коррекцию (ЛФК + тренировка с БОС).

По функциональному профилю МКФ 19 детей (95%) в основной группе до реабилитации относились к классу пациентов с нарушениями, не приводящими к ограничениям способности и к проблемам реализации. У одного ребенка (5%) нарушение структуры (круглая спина) являлось причиной болевого синдрома и влияло на способность к мобильности (боли усиливались при беге), в связи с чем ребенок не мог посещать спортивную секцию; остальные способности не были нарушены, и пациент был отнесен к функциональному классу пациентов с нарушениями, не приводящими к снижению способности, но вызывающими проблемы реализации. По окончании курса реабилитации у данного ребенка проблем, связанных с мобильностью, не выявлено.

Статистически значимых различий в показателях функциональных тестов двух групп после реабилитации не выявлено, однако по данным компьютерной стабилметрии постуральный баланс в группе комплексного лечения в наибольшей степени приблизился к значениям, свойственным здоровым детям.

## ВЫВОДЫ

У детей с дефектами осанки разработанный комплекс реабилитационных мероприятий, включающий ЛФК и тренировку с БОС по опорной реакции, более эффективен, чем изолированное применение ЛФК, поскольку в большей степени улучшает устойчивость в вертикальной стойке.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Гайдук, А. А. Физическая реабилитация детей младшего школьного возраста со статическими нарушениями опорно-двигательного аппарата / А. А. Гайдук, А. А. Потапчук // Гений ортопедии. – 2011. – № 4. – С. 58–62.
2. Зеленская, Н. А. Комплексный подход к созданию комплекса упражнений у студентов с нарушением осанки / Н. А. Зеленская, И. А. Князева // Вестник РГМУ. – 2006. – № 2 (55). – С. 25.
3. Сквознова, Т. М. Комплексная коррекция статических деформаций у подростков с дефектами осанки и сколиозами 1 и 2 степени : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.51 / Сквознова Татьяна Михайловна. – М., 2008. – С. 39.
4. Функциональные нарушения при деформациях позвоночника и методы их коррекции / Г. С. Лупандина-Болотова [и др.] // Вопросы современной педиатрии. – 2015. – Т. 14, № 2. – С. 201–206. – doi: 10.15690.
5. Comparison of postural responses to gal-vanic vestibular stimulation between pilots and the general populace / Y. Yang [et al.] // BioMed Research International. – 2015. – Vol. 163, № 5. – P. 383–386.
6. Winter, D. A. Biomechanics and Motor Control of Human Movement / D. A. Winter. – Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2009. – С. 142–148.

**THE EFFECTIVENESS OF TRAINING WITH BIOLOGICAL FEED BACK BY SUPPORTING REACTION IN POSTURE DEFECTS IN CHILDREN**

N. R. Nigamadianov, M. B. Tsykunov, G. E. Ivanova, V. I. Lukianov

**ABSTRACT**

**Objective** – to estimate the effectiveness of the developed programs for rehabilitation in children with spinal column pathology by using of biological feed back by supporting reaction.

**Material and methods.** 40 children with sway back aged 15–18 years (21 boys and 19 girls) were examined. They were divided into two groups. In the control group remedial gymnastics only was administered; in the basic group remedial gymnastics and biological feed back by supporting reaction was used.

**Results.** After rehabilitation course in the both groups in the comparison with baseline data the endurance of back bone muscles and maximal muscle force were increased significantly; it might be assessed as positive result of remedial gymnastics influence. The groups were not differed in back bone mobility indices, maximal muscle force and back bone muscles endurance. But in the second group according to stabilometry data the improvement of postural balance was proved to be more expressed and the statistically significant increase of the parameters of medium quadratic deviation in sagittal plane and the decrease of medium direction of vibration plane of pressure centre in comparison with the parameters of the first group testified to this fact.

**Conclusions.** The developed complex of the rehabilitative measures which included remedial gymnastics and training with biological feed back by supporting reaction was proved to be more effective than the isolated usage of remedial gymnastics in children with posture defects.

**Key words:** rehabilitation, biological feed back, postural disorders, children, spinal column pathology.