

Г.С. Лупандина-Болотова¹, Н.И. Тайбулатов¹, Д.А. Игнатов¹, Л.С. Намазова-Баранова^{1, 2, 3},
С.Д. Поляков¹, Е.П. Перевозчикова¹

¹ Научный центр здоровья детей, Москва, Российская Федерация

² Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Российская Федерация

³ Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

Функциональные нарушения при деформациях позвоночника и методы их коррекции

Контактная информация:

Лупандина-Болотова Галина Сергеевна, кандидат медицинских наук, заведующая отделением лечебной физкультуры Научного центра здоровья детей

Адрес: 119991, Москва, Ломоносовский проспект, д. 2, стр. 1, тел.: +7 (499) 134-09-20, e-mail: L.bolotova@nczd.ru

Статья поступила: 20.09.2014 г., принята к печати: 27.04.2015 г.

Нарушения осанки и сколиозы у детей подросткового возраста — одна из актуальных проблем современной педиатрии. В статье представлены существующие классификации нарушений осанки и сколиозов; освещаются современные возможности диагностики и способы коррекции функциональных нарушений при деформациях позвоночника у подростков; обсуждаются сложности реабилитационного процесса, связанные с низкой мотивацией подростков в процессе тренировок, и пути решения, в т. ч. с помощью прибора «Тергумед 3D», оснащенного биологической обратной связью.

Ключевые слова: подростки, нарушение осанки, диагностика и реабилитация, дифференцированный подход.

(Для цитирования): Лупандина-Болотова Г. С., Тайбулатов Н. И., Игнатов Д. А., Намазова-Баранова Л. С., Поляков С. Д., Перевозчикова Е. П. Функциональные нарушения при деформациях позвоночника и методы их коррекции. *Вопросы современной педиатрии*. 2015; 14 (2): 201–206. doi: 10.15690/vsp.v14i2.1287

ВВЕДЕНИЕ

Под нарушением осанки подразумевают нестойкие изменения опорно-двигательного аппарата в двух плоскостях: фронтальной и сагиттальной. Образование новых условно-рефлекторных связей влечет за собой закрепление неправильного положения тела (асимметрию).

Малоподвижный образ жизни в сочетании с длительной осевой нагрузкой в биомеханически невыгодном для позвоночника положении (положении сидя) не могут не отразиться на состоянии опорно-двигательного аппарата в целом и на центральном его звене — позвоноч-

нику — в частности. Развивающиеся деформации позвоночника приводят к существенным функциональным нарушениям [1, 2]. Частота встречаемости сколиозов среди детского населения — 1–6%. Физическая нагрузка, предлагаемая на уроках физкультуры, недостаточна и не имеет целевой направленности, самостоятельные занятия затруднительны для подростка в связи с низкой мотивацией и недостаточной самоорганизацией. Одной из основных причин отсутствия результатов на фоне лечения является незаинтересованность ребенка (подростка) в реабилитационном процессе. В настоящее время появилось большое число средств физической

G.S. Lupandina-Bolotova¹, N.I. Taybulatov¹, D.A. Ignatov¹, L.S. Namazova-Baranova^{1, 2, 3}, S.D. Polyakov¹,
Y.P. Perevozchikova¹

¹ Scientific Centre of Children's Health, Moscow, Russian Federation

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Russian Federation

³ N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

Functional Disorders in the Spine Deformations and Methods for their Correction

Postural disorders and scoliosis in adolescents are one of the most urgent problems of current pediatrics. The article presents the existing classification of postural disorders and scoliosis, describes modern diagnostics and methods for correction of functional disorders in the spine deformations of adolescents, and discusses the complexity of the rehabilitation process associated with low motivation of adolescents in the training process and solutions, including Tergumed 3D with biofeedback.

Key words: adolescents, postural disorder, diagnostics and rehabilitation, differentiated approach.

(For citation): Lupandina-Bolotova G. S., Taybulatov N. I., Ignatov D. A., Namazova-Baranova L. S., Polyakov S. D., Perevozchikova Y. P. Functional Disorders in the Spine Deformations and Methods for their Correction. *Voprosy sovremennoi pediatrii — Current Pediatrics*. 2015; 14 (2): 201–206. doi: 10.15690/vsp.v14i2.1287

реабилитации, позволяющих оптимизировать занятия и способных при этом заинтересовать подростка, включить его самого и его семью в реабилитационный процесс. Это в первую очередь относится к приборам, оснащенным биологической обратной связью.

КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ НАРУШЕНИЙ ОСАНКИ И ДЕФОРМАЦИЙ ПОЗВОНОЧНИКА

Критериями гармоничной осанки являются:

- отсутствие «скручивания» туловища в горизонтальной плоскости и боковых искривлений позвоночника;
- симметрия туловища относительно срединной линии; сбалансированность физиологических изгибов [3].

Выделяют следующие основные виды дефектов осанки, связанные с отклонением от нормы физиологической кривизны позвоночника:

- усиление грудного кифоза (круглая спина);
- увеличение поясничного лордоза (вогнутая спина);
- увеличение грудного кифоза при сглаживании поясничного лордоза (сутулость);
- увеличение грудного кифоза и поясничного лордоза (кругло-вогнутая спина);
- сглаживание всех физиологических изгибов (плоская спина);
- сглаживание грудного кифоза (плоско-вогнутая спина).

Наиболее сложной является трехплоскостная деформация позвоночника — сколиотическая. Классификаций таких деформаций несколько.

Причины развития искривления позвоночника могут быть врожденные, нейродиспластические, дистрофические и идиопатические (занимают до 80% случаев), когда причина сколиоза не установлена [4].

Идиопатический сколиоз можно классифицировать в соответствии с возрастом появления заболевания на инфантильный, ювенильный или подростковый [5]. В повседневной клинической практике — это возраст постановки диагноза, а не появления заболевания [6]. Таким образом, если диагностика проводится в возрасте до 4 лет, идиопатический сколиоз определяют как инфантильный; если диагноз ставится в возрасте от 4 до 9 лет, то это ювенальный идиопатический сколиоз; если же сколиоз диагностируют после 10 лет — это подростковый сколиоз [7–9]. Различают 4 степени выраженности сколиоза (измерения по Коббу): 1-я степень — до 10°, 2-я — 11–30°, 3-я — 31–60°, 4-я — 61–90°.

ЭТИОЛОГИЯ И ПАТОГЕНЕЗ НАРУШЕНИЙ ОСАНКИ И ДЕФОРМАЦИЙ ПОЗВОНОЧНИКА

Факторы, способствующие нарушению осанки и возникновению деформаций позвоночника, могут быть обусловлены органическим изменением структур позвоночно-двигательных сегментов и окружающих его тканей, либо носить функциональный характер. Однако главным звеном в формировании деформации позвоночного столба, приводящим к развитию практически всех типов сколиоза и кифоза, являются мышцы [2].

Роль миогенного фактора заметил еще Гиппократ в своей теории нарушения мышечного равновесия, приводящего к развитию сколиотической деформации. А. С. Янковская и Т. Zuk [10, 11] считают первичным нейромышечный фактор, объединяя тем самым и нейрогенную, и миогенную теории.

Диснейроэмбриологические расстройства влекут за собой недоразвитие вестибулярного аппарата и могут

стать причиной задержки развития установочных рефлексов на первом году жизни. Эти неврологические расстройства способны оказывать влияние на формирование физиологических изгибов позвоночника в детском возрасте и служат преморбидным фоном, который усугубляет ослабление постуральной мускулатуры в старшем возрасте [12].

А. Ю. Ратнер [13] в своей монографии «Неврология новорожденных» говорит о нейрогенном факторе развития мышечного дисбаланса, роли натальной патологии и, как следствие, развитию нарушений осанки, сколиоза в период быстрого темпа роста ребенка. На первом году жизни изменения статики еще не возникают, но постепенно развиваются так называемые нарушения осанки. В период медленного роста ребенка сколиоз может и не возникнуть, но при нарастании темпа роста эти незначительные нарушения обязательно сказываются на статике позвоночного столба, и сколиотическая деформация становится очевидной.

Комплексное обследование пациентов с идиопатическим сколиозом выявляет, как правило, набор соматических заболеваний, место которым в патогенезе деформирования позвоночного столба найти достаточно трудно. Известен ряд системных нарушений, при которых практически во всех случаях развивается патологическая сколиотическая деформация (синдромы Марфана, Элерса–Данлоса и др.). В основе этих заболеваний лежат мутации генов, которые приводят к изменению коллагеновых и эластических фибрилл, гликопротеидов, протеогликанов и фибробластов. Таким образом, речь идет о нарушении структуры и функции соединительной ткани (дисплазии), что в свою очередь реализуется разнообразными фенотипическими и органными проявлениями. Это могут быть астеническое телосложение, долихостеномелия, арахнодактилия, килевидная и воронкообразная грудная клетка, сколиозы, кифозы и лордозы позвоночника, синдром «прямой спины», плоскостопие и т. д. Сочетание дисплазии соединительной ткани с неблагоприятным перинатальным анамнезом ведет к более выраженным нарушениям осанки.

ДИАГНОСТИКА НАРУШЕНИЙ ОСАНКИ И ДЕФОРМАЦИЙ ПОЗВОНОЧНИКА

Субъективные методы. Широко используют метод визуальной диагностики. Очевидный его недостаток заключается в том, что метод не исключает ошибок, отсутствует возможность сопоставить данные повторных осмотров и осмотров разных врачей. Его обязательно применяют в сочетании с объективными методиками.

Основным объективным методом диагностики деформаций позвоночника является **рентгенодиагностика**. Степень сколиоза обычно оценивают при изучении обычных рентгеновских снимков в переднезадней и боковой проекции [14]. Угол Кобба является наиболее широко используемым методом в нашей стране [15–17]. Существует много методик, предложенных и применяемых для измерения ротации позвонков: рентгенография [18, 19], компьютерная томография [20–22], магнитно-резонансная томография [23, 24], ультразвуковое исследование [25]. Рентгенологические методы, такие как Nash и Moe [26], Perdriolle [27] и Raimondi [28], врачи до сих пор используют и для измерения вращения позвонков в грудном и поясничном отделе. Эти методы не являются достаточно точными по сравнению

с результатами измерений, полученных при использовании компьютерной или магнитно-резонансной томографии. Ротация позвонка видна на рентгеновском снимке с изменением позиционных деталей тела позвонка [28]. Методы Nash и Moe [26] и Perdriolle [27] по-прежнему часто используются в клинической практике, однако, несмотря на многие преимущества упомянутых выше технологий, рентгенологические методы остаются наиболее дешевыми, безопасными и распространенными. Они применяются для сравнения с вновь разработанными методиками [29]. Рентгенографические измерения получают обычно в положении стоя, тогда как компьютерные томограммы — лежа на спине. Примечательно, что с точки зрения кривизны и ротации сколиотические кривые выглядят менее информативными при положении лежа на спине [30].

К дополнительным методам диагностики относят электромиографическую диагностику и стабилотографию.

Электромиографическая диагностика. Проведенные электромиографические (ЭМГ) исследования нервно-мышечного аппарата в 60–80-х гг. XX в. продемонстрировали достоверные отличия биоэлектрической активности паравerteбральных мышц у больных со сколиозом и группы здоровых сверстников. М. Г. Дудин описывает результаты исследований следующим образом: «На выпуклой стороне сколиотической дуги (в сравнении с вогнутой) зафиксированы большая амплитуда и суммарная величина биоэлектрической активности, а показатели частоты ЭМГ несколько ниже. Также электровозбудимость исследуемых мышц на выпуклой стороне дуги достоверно не отличалась от таковой у здоровых детей, однако на вогнутой стороне отмечалось ее снижение. Достоверно и то, что изменения на ЭМГ коррелируют со степенью выраженности клинической картины. Однако для врожденных сколиозов различия в биоэлектрической активности паравerteбральных мышц не выявлены».

ЭМГ-диагностика позволяет получить доступную для врача информацию о течении заболевания (различия биоэлектрической активности значительно увеличиваются при активном прогрессировании сколиоза в сравнении с вялотекущим процессом; уменьшаются или исчезают совсем при остановке деформации позвоночного столба или же на фоне проведенного лечения). Также можно установить взаимосвязь между поражением спинного мозга и его корешков и развитием сколиотической болезни.

Таким образом, у пациентов с деформацией позвоночника ЭМГ-исследование позволяет дифференцировать причину и условия заболевания, оценить функциональное состояние нервно-мышечного аппарата, прогноз прогрессирования патологии и эффективность лечебных мероприятий [2].

Стабилотография. Этот вид исследования позволяет на основании полученных результатов (статокинезиограммы) уточнить представление о пациенте со сколиозом в целом. Происходит оценка вертикальной позы и функции равновесия в двумерной системе координат по траектории перемещения центра давления человека [31].

В настоящее время появилась возможность измерения силы мышц спины пациента в каждой из плоскостей (сагиттальной, горизонтальной, фронтальной) при изометрической нагрузке с помощью компьютеризированного устройства для тестирования и тренировки «Тергумед 3Д».

Этот тренажер позволяет выявить дефицит мышечной силы и ее асимметрию, отображая результаты в виде кривой. Достоверность показаний этого прибора доказана Н. Schaar, J. Simon и К. Mattes [32]. Диагностика на лечебно-диагностической системе «Тергумед 3Д» может использоваться как объективный метод обследования при проведении профилактических осмотров [33]. Прибор оснащен опцией биологической обратной связи, что позволяет контролировать правильность тестирования. После проведения тестирования предусмотрена тренировка в соответствии с полученными результатами, что выгодно отличает систему «Тергумед 3Д» от прочих диагностических приборов.

ЛЕЧЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА НАРУШЕНИЙ ОСАНКИ И ДЕФОРМАЦИЙ ПОЗВОНОЧНИКА

Для коррекции патологического двигательного стереотипа, приводящего к нарушению осанки, необходимо комплексное воздействие, способствующее повышению мотивации для занятий лечебной физкультурой, осознанному включению процедур в рутинный распорядок дня. Среди различных средств реабилитации детей с нарушениями осанки основополагающим средством коррекции остается гимнастика. Принципы реабилитации детей с нарушениями осанки и деформациями позвоночника следующие:

- разгрузка и вытяжение позвоночника;
- мобилизация и коррекция позвоночника;
- развитие способности балансировать;
- нормализация функции дыхания;
- воздействие на высшую нервную деятельность при сочетании лечебной, профилактической и воспитательной работы, создание положительных эмоций;
- формирование физиологичного двигательного стереотипа.

Различают коррекцию активную, предусматривающую использование физических упражнений с активным участием самого занимающегося, и пассивную — лежание на наклонной плоскости, движения с помощью постороннего лица, редрессации, массаж и др. Большинство упражнений должны проводиться в условиях разгрузки позвоночника, а процесс коррекции должен проходить систематически и продолжительно. При проведении корригирующей гимнастики необходимо применять общеразвивающие упражнения с равновесием и балансировкой, с грузом на голове, а также строевые и порядковые, дыхательные упражнения и подвижные игры. Лечение выработкой правильного положения тела используют на занятиях лечебной гимнастикой во время пауз, при выполнении упражнений и дома самостоятельно. К упражнениям на гибкость следует относиться с осторожностью. Гибкость является одним из показателей хорошей осанки, но она должна быть скоординирована с мышечной силой. Для поддержания правильной позы, правильной осанки важна координация движений, умение своевременно включать в работу определенные мышечные группы, а точнее, двигательные единицы мышц. Помимо симметричных корригирующих упражнений, при которых сохраняется срединное положение позвоночного столба, при трехплоскостных деформациях используют упражнения, действие которых направлено на исправление дуги искривления; могут быть использованы также асимметричные упражнения. Применение корсета является, в большинстве своем, необходимым условием консервативного лечения.

Рис. 1. Мотивационные тренировки на стабиллоплатформе



Ювенильная форма идиопатического сколиоза, как правило, более склонна к прогрессированию, менее поддается фиксации и чаще требует хирургического вмешательства, чем подростковая форма [34]. По мнению некоторых авторов, существенные различия между ювенильным и подростковым идиопатическим сколиозом включают эпидемиологические данные, естественное течение и ответ на лечение. Несколько лет назад результаты исследований U.M. Figueredo [35] показали, что ювенильные искривления требуют оперативного лечения в 27–80% случаев, в то время как при подростковом типе идиопатического сколиоза риск прогрессирования значительно ниже, и только 0,1% пациентов подвергается операциям [35–38]. Риск прогрессирования деформации можно считать одним из наиболее важных факторов, отличающих ювенильный сколиоз от подросткового: на самом деле, это имеет большое значение в выборе целей и методов терапевтического лечения. J.E. Lonstein и J.M. Carlson [39] обнаружили, что при подростковом идиопатическом сколиозе прогрессирование искривления связано с различными факторами: величиной дуги, возрастом пациента при поступлении, менструальным статусом пациента. Несколькоми годами ранее С.Л. Nash [40] показал, что основной риск прогрессирования ювенильного сколиоза приходится на препубертатный период роста.

Хорошие результаты лечения обеспечиваются при комплексном подходе [41] с использованием упражнений [42], ношением корсета [43] и, возможно, комплаентностью пациента [44]. Вполне вероятно, что высококачественное управление процессом лечения может компенсировать риски, коррелирующие с задержкой начала лечения [45].

Исправление нарушений осанки — длительный процесс. Коррекция двигательного стереотипа, ликвидация порочных условных рефлексов требуют четкой организации занятий по лечебной физкультуре, которые должны быть систематическими. Коррекция осанки, достигнутая с помощью упражнений, может дать стойкий эффект лишь при одновременной коррекции патологического двигательного стереотипа. Осознание своего тела в пространстве и способность управлять им позволяет создать навык правильной осанки.

В настоящее время появилась возможность контролировать правильность выполняемого движения наряду с визуальным контролем инструктора или самоконтро-

лем с помощью зеркала, используя средства, в основу которых заложен метод биологической обратной связи: например, электрокожный, электромиографический, оснащенный датчиками давления и высоты. В зависимости от точки приложения используют те или иные средства, основной принцип работы которых заключается в возможности получить информацию на экране о правильности выполняемого упражнения и скорректировать нагрузку. Прибор «Тергумед 3Д», оснащенный опцией биологической обратной связи, измеряет силу мышц с помощью встроенных датчиков, которые определяют параметры движения, силу, выполненную работу, благодаря чему можно скорректировать нагрузку на отдельные группы мышц по принципу биологической обратной связи. Компьютерное управление обеспечивает точность и дозированность физических нагрузок.

Применение биологической обратной связи способствует восстановлению утраченных оптимальных (физиологичных) двигательных стереотипов. В процессе тренировок происходит автоматизация наиболее совершенных механизмов управления движением, то есть осуществляется анализ и перестройка зрительной, проприоцептивной и статокинетической информации, тем самым формируется стереотип правильной осанки [46].

С помощью приборов биологической обратной связи можно восстановить мышечное чувство и активность ослабленных групп мышц, провести нервно-мышечную релаксацию, снизить патологическую активность мышца-антагонистов. Противопоказания к применению биологической обратной связи практически отсутствуют.

Одним из вариантов приборов для коррекции осанки и формирования правильного двигательного стереотипа, оснащенных биологической обратной связью, является стабиллоплатформа для проведения тренировки. Предварительно осуществляют диагностическое обследование на стабиллоплатформе; на основании полученных данных выбирают программу занятий, направленную на улучшение функции равновесия и способность управлять своим телом. Занятие проводится в игровой форме, основано на принципе биологической связи. Ребенок находится на платформе, оснащенной датчиками давления, и меняет положение центра давления, достигая конкретной цели в игре (рис. 1). Занятия на стабиллоплатформе позволяют ребенку осознать свое тело, но не оказывают локального воздействия на мышцы, непосредственно участвующие в формировании деформации позвоночника.

Основную роль в возникновении ротации остистых отростков в вогнутую сторону сколиотической дуги, а тел позвонков — в противоположную играют мышцы, лежащие между поперечными и остистыми отростками (задние глубокие паравертебральные мышцы) [2].

Цель реабилитационных мероприятий сводится к выработке навыка правильной осанки у ребенка со сколиозом при помощи корректировки мышечного дисбаланса паравертебральных мышц оптимальной статической нагрузкой. Хотелось бы отметить, что указанные мышцы ввиду своей низкой кортикализации менее подвержены произвольному контролю. Это делает применение биологической обратной связи особенно актуальным при целенаправленном воздействии на мышцы, участвующие в развитии сколиоза, позволяя пациенту получить информацию о процессах, происходящих в данных мышцах,

тем самым ускоряя процесс обучения произвольным контролем [2].

Эффекта локального и целенаправленного воздействия на мышцы-участники деформации позволяет добиться система «Тергумед 3Д», оснащенная функцией обратной связи. Это дает пациенту возможность самостоятельно увеличивать и уменьшать силу мышечного напряжения в зависимости от поставленных задач на тренировке, а врачу — дозированно назначать нагрузку, руководствуясь не приблизительными данными силы пациента, а конкретными достоверными цифрами. Поскольку основной задачей реабилитации при сколиозах является нормализация нарушенного баланса паравертебральных мышц, особенно актуальным является применение приборов, оснащенных биологической обратной связью, имеющих направленное действие на указанные мышцы. Оценить достигнутый эффект в коррекции дисбаланса также позволяет аппарат «Тергумед 3Д» (рис. 2).

V. K. Stevens и соавт. провели исследование, показавшее высокую активность *m. multifidus* при тренировке на системе «Тергумед 3Д» [47].

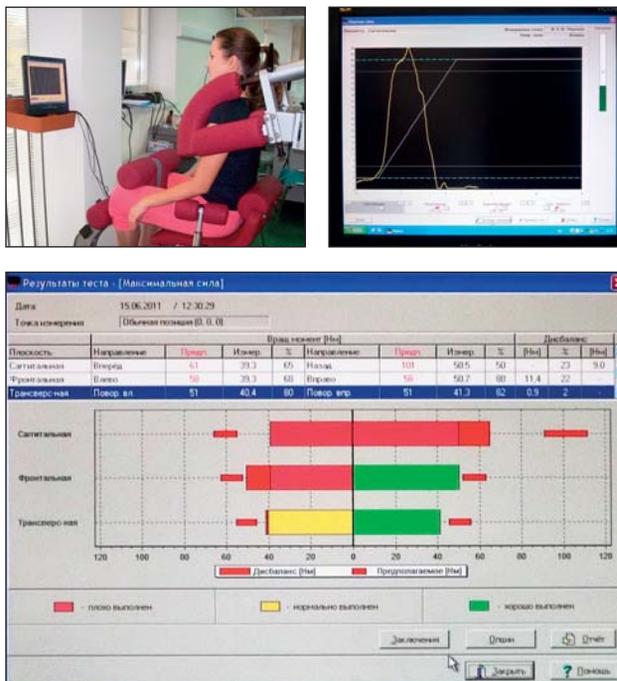
В другом исследовании эти же ученые доказали увеличение ЭМГ-активности нагружаемых мышц при аксиальной ротации (*m. obliquus internus*, *m. obliquus externus*, *m. rotatores*) и увеличении сопротивления до 50–70% от максимальной силы на тренажере «Тергумед 3Д» [48].

Занятие на тренажере проводится преимущественно в изометрическом режиме. Роль динамических упражнений при лечении сколиоза нельзя преувеличить, однако применение изометрических упражнений, в т.ч. деротационных, освещено недостаточно. А.И. Казьмин отмечает необходимость применения силовых статических упражнений. Их следует выполнять после подготовки организма к нагрузке на фоне легких вытягивающих и корригирующих упражнений [49].

При различии в исходном состоянии определенных групп мышц в выполнении динамических упражнений компенсаторно участвуют более крупные мышцы, принимающие на себя часть функций ослабленных мышц. Таким образом, тренировка необходимых групп мышц сводится до минимума. Только упражнения в изометрическом режиме обеспечивают направленную силовую тренировку ослабленных мышечных групп [50].

Доказан факт, что предшествующее статическое напряжение мышц сказывается положительно на после-

Рис. 2. Измерение мышечной силы и ее дисбаланса на лечебно-диагностической системе «Тергумед 3Д»



дующей динамической работе, которая увеличивается на 20% по сравнению с динамической работой без предварительного статического напряжения. При этом эффект последствия проявляется через некоторое время после статического напряжения. Первое динамическое сокращение носит признаки торможения, а при втором испытании сила значительно нарастает по сравнению с исходной [50].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ношение корсета, соблюдение алгоритма лечения, назначенного врачом-ортопедом, правильное сочетание процедур, включение методов, основанных на биологической обратной связи, позволяющих оптимизировать процесс и рассчитывать на заинтересованность в лечении самих подростков и участие семьи в командном лечении, в конечном итоге могут способствовать прекращению или снижению темпа прогрессирования сколиоза независимо от возраста и диагноза.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки/конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малахов О.А., Андреева Т.М., Тарасов В.И., Грибова И.В. Важнейшие задачи организации детской травматолого-ортопедической службы России. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2003; 4: 3–8.
2. Дудин М.Г., Пинчук Д.Ю. Идиопатический сколиоз: диагностика, патогенез. СПб.: Человек. 2009. 336 с.
3. Сарнадский В.Н. Классификация нарушений осанки в саггитальной плоскости по данным компьютерной оптической томографии. *Хирургия позвоночника*. 2011; 3: 46–55.
4. Pruijs J.E.H. School screening for Scoliosis. Methodologic considerations. Utrecht University Hospital for Children and Youth «Het Wilhelmina Kinderziekenhuis». *Acromed, Drukkerij Haasbeek, Alphen aan den Rijn, The Netherlands*. 1996. 100 p.
5. Koop S.E. Infantile and juvenile idiopathic scoliosis. *Orthop. Clin. North Am.* 1988; 19 (2): 331–337.
6. Robinson C.M., McMaster M.J. Juvenile idiopathic scoliosis. Curve patterns and prognosis in one hundred and nine patients. *J. Bone Joint Surg. (Am.)*. 1996; 78 (8): 1140–1148.

7. Figueiredo U. M., James J. I. Juvenile idiopathic scoliosis. *J. Bone Joint Surg. (Brit.)*. 1981; 63-B (1): 61–66.
8. Tolo V. T., Gillespie R. The characteristics of juvenile idiopathic scoliosis and results of its treatment. *J. Bone Joint Surg. (Brit.)*. 1978; 60-B (2): 181–188.
9. Weinstein S. L., Dolan L. A., Spratt K. F., Peterson K. K., Spoonamore M. J., Ponseti I. V. Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis: a 50-year natural history study. *JAMA*. 2003; 289 (5): 559–567.
10. Янковская А. С. Динамика функционального состояния мышц туловища при лечении сколиоза. Мат-лы Украинской республиканской конф. по детской ортопедии и травматологии. Киев. 1961. С. 169–171.
11. Zuk T. Aetiologie und Pathogenese der idiopathischen Scoliose aus der Sicht elektromyographischer Untersuchungen. *Beitr-Orthop. Traum.* 1965; 12: 41–138.
12. Петров В. К. Неврологические факторы в этиологии некоторых нарушений осанки. Полисистемные неспецифические синдромы в клиническом полиморфизме заболеваний нервной системы и их коррекция. Сб. трудов международной конф. Новосибирск. 2002. С. 60–62.
13. Ратнер А. Ю. Неврология новорожденных: Острый период и поздние осложнения. 2-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2005. 368 с.
14. Cobb J. R. Outline for the study of the scoliosis. *Am. Acad. Orthop. Surg. Instr. Course Lect.* 1948; 5: 261.
15. Lam G. C., Hill D. L., Le L. H., Raso J. V., Lou E. H. Vertebral rotation measurement: a study and comparison of common radiographic and CT methods. *Scoliosis*. 2008; 16 (3): 1–10.
16. Morrissy R. T., Goldsmith G. S., Hall E. C., Kehl D., Cowie G. H. Measurement of the Cobb angle on radiographs of patients who have scoliosis. Evaluation of intrinsic error. *J. Bone Joint Surg.* 1990; 72 (3): 320–327.
17. Repko M., Krbec M., Sprlakova-Pukova A., Chaloupka R. Zobrazovací metody při vyšetření skoliotických deformit páteře (in Czech). *Ces. Radiol.* 2007; 61 (1): 74–79.
18. Cerny P., Pallova I., Marik I. Grafická metoda určení rotace obratlu. Prospektivní studie (in Czech). *Locomotor System*. 2004; 11 (3+4): 163–170.
19. Drerup B. Principles of management of vertebral rotation from frontal projections of pedicles. *J. Biomech.* 1984; 17 (12): 923–935.
20. Aaro S., Dahlborn M., Svensson L. Estimation of vertebral rotation in structural scolioses by computer tomography. *Acta Radiol. Diagn.* 1978; 19: 990–992.
21. Gosen S., Havitcioglu H., Alici E. A new method to measure vertebral rotation from CT svane. *J. Eur. Spine*. 1999; 8 (4): 261–265.
22. Lam G. C., Hill D. L., Le L. H., Raso J. V., Lou E. H. Vertebral rotation measurement: a summary and comparison of common radiographic and CT methods. *Scoliosis*. 2008; 3: 16.
23. Krismer M., Sterzinger W., Haid C., Frischhut B., Bauer R. Axial rotation measurement of scoliotic vertebrae by means of computed tomography scans. *Spine*. 1996; 21 (5): 576–581.
24. Birchall D., Hughes D., Hindle J., Robinson L., Williamson J. B. Measurement of Vertebral Rotation in Adolescent Idiopathic Scoliosis Using Three-Dimensional Magnetic Resonance Imaging. *Spine*. 1997; 22 (15): 2403–2407.
25. Suzuki S., Yamamuro T., Shikata J., Shimizu K., Iida H. Ultrasound measurement of vertebral rotation in idiopathic scolioses. *J. Bone Joint Surg.* 1989; 71-B (2): 252–255.
26. Nash C. L., Moe J. H. A study of vertebral rotation. *J. Bone Joint Surg. (Am.)*. 1969; 51 (2): 223–229.
27. Richards B. S. Measurement error in assessment of vertebral rotation using the Perdrille torsionmeter. *Spine*. 1992; 17 (5): 513–517.
28. Weiss H. R. Measurement of vertebral rotation. Perdrille versus Raimondi. *J. Eur. Spine*. 1995; 4: 34–38.
29. Stokes I. A., Bigalow L. C., Moreland M. S. Measurement of axial rotation of vertebrae in scolioses. *Spine*. 1986; 11: 213–218.
30. Cerny P., Marik I., Pallova I. The radiographic method for evaluation of axial vertebral rotation — presentation of the new method. *Scoliosis*. 2014; 9: 11.
31. Доценко В. И. Введение в клиническую постурологию: качество удержания вертикальной позы — важный показатель общего и психоневрологического здоровья. *Главный врач Юга России*. 2007; 2 (10): 29–33.
32. Schaar H., Simon J., Mattes K. Reliability of isometric maximum strength tests of the trunk with elite athletes at the CTT-Pegasus®. 8th WCPAS. *Magdeburg, Germany*. 2008. P. 3–6.
33. Лупандина-Болотова Г. С., Корнеева И. Т., Поляков С. Д. Лечебно-диагностическая система «Тергумед 3 Д» в комплексной реабилитации подростков с функциональными вертебральными нарушениями. *Современная медицина: актуальные вопросы*. 2013; 25: 115–122.
34. Masso P. D. Juvenile onset scoliosis followed up to adulthood: orthopaedic and functional outcome. *J. Pediatr. Orthop.* 2002; 22: 279–284.
35. Figueiredo U. M., James J. I. Juvenile idiopathic scoliosis. *J. Bone Joint Surg. (Brit.)*. 1981; 63-B (1): 61–66.
36. Robinson C. M., McMaster M. J. Juvenile idiopathic scoliosis. Curve patterns and prognosis in one hundred and nine patients. *J. Bone Joint Surg. (Am.)* 1996; 78 (8): 1140–1148.
37. Weinstein S. L., Dolan L. A., Spratt K. F., Peterson K. K., Spoonamore M. J., Ponseti I. V. Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis: a 50 year natural history study. *JAMA*. 2003; 289 (5): 559–567.
38. Weinstein S. L., Dolan L. A., Cheng J. C., Danielsson A., Morcuende J. A. Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet*. 2008; 371 (9623): 1527–1537.
39. Lonstein J. E., Carlson J. M. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J. Bone Joint Surg. (Am.)*. 1984; 66 (7): 1061–1071.
40. Nash C. L., Jr. Current concepts review: scoliosis bracing. *J. Bone Joint Surg. (Am.)*. 1980; 62 (5): 848–852.
41. Tavernaro M., Pellegrini A., Tessadri F., Zaina F., Zonta A., Negrini S. Team care to cure adolescents with braces (avoiding low quality of life, pain and bad compliance): a case-control retrospective study. *Scoliosis*. 2011; 7 (1): 17.
42. Zaina F., Negrini S., Atanasio S., Fusco C., Romano M., Negrini A. Specific exercises performed in the period of brace weaning can avoid loss of correction in Adolescent Idiopathic Scoliosis (AIS) patients. *Scoliosis*. 2009; 4: 8.
43. Donzelli S., Zaina F., Negrini S. In defense of adolescents: They really do use braces for the hours prescribed, if good help is provided. Results from a prospective everyday clinic cohort using thermobrace. *Scoliosis*. 2012; 7 (1): 1.
44. Negrini S., Atanasio S., Fusco C., Zaina F. Effectiveness of complete conservative treatment for adolescent idiopathic scoliosis (bracing and exercises) based on SOSORT management criteria: results according to the SRS criteria for bracing studies-SOSORT. Award 2009 Winner. *Scoliosis*. 2009; 4: 19. Doi: 10.1186/1748-7161-4-19.
45. Donzelli S., Zaina F., Lusini M., Minnella S., Negrini S. In favour of the definition «adolescents with idiopathic scoliosis»: juvenile and adolescent idiopathic scoliosis braced after ten years do not show different end results. *Scoliosis*. 2014; 9: 7. URL: <http://www.scoliosisjournal.com/content/9/1/7> (available: 14.04.2015).
46. Князева И. А. Применение методов биологической обратной связи для коррекции нарушения осанки и активной профилактики мышечного перенапряжения у спортсменов: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М. 2007. 22 с.
47. Stevens V. K., Parlevliet T. G., Coorevits P. L., Mahieu N. N., Bouche K. G., Vanderstraeten G. G., Danneels L. A. The effect of increasing resistance on trunk muscle activity during extension and flexion exercises on training devices. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 2008; 18 (3): 434–445.
48. Stevens V., Witvrouw E., Vanderstraeten G., Parlevliet T., Bouche K., Mahieu N., Danneels L. The relevance of increasing resistance on trunk muscle activity during seated axial rotation. *Phys. Ther. Sport*. 2007; 8: 7–13.
49. Казьмин А. И., Кон И. И., Беленький В. Е. Сколиоз. М.: Медицина. 1981. 272 с.
50. Тёмкин И. Б. Упражнения в изометрическом режиме при болезнях органов кровообращения. М. 1977. 136 с.