



# РЕАБИЛИТАЦИЯ ДЕТЕЙ С СОЧЕТАННЫМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ ТАЗА И ПОЗВОНОЧНИКА ПРИ ДИСПЛАСТИЧЕСКИ-ДИСТРОФИЧЕСКОМ СИНДРОМЕ

В.Н. Кувина<sup>1</sup>, Е.А. Васильева<sup>2</sup>, Н.И. Арсентьева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Научный центр реконструктивной и восстановительной хирургии СО РАМН, Иркутск

<sup>2</sup>Реабилитационный центр для детей и подростков с ограниченными возможностями «Сосновая горка», Зима

**Цель исследования.** Анализ эффективности комплексных лечебных мероприятий с применением биологической обратной связи (БОС) на мышцы тазового пояса и спины в лечении сколиоза у детей с диспластически-дистрофическим синдромом.

**Материал и методы.** Обследованы 49 детей 6–16 лет с сочетанными деформациями таза и позвоночника; у всех обследованных S-образные сколиозы I и II ст. по Cobb и асимметрия таза. Лечение осуществляли с помощью БОС после проведения ЭМГ-тренинга.

**Результаты.** Выявлено, что одним из важных условий успешного применения БОС на основе ЭМГ-сигналов является функциональное биоуправление, когда пациент обучается управлению мышцами и мышечными группами, над которыми нарушен или утрачен произвольный контроль. В качестве функционального биоуправления используется активность самой нарушенной двигательной системы. При многократном повторении формируется и закрепляется навык, создается и фиксируется новая стратегия поведения, дающая возможность произвольно корректировать нарушенные двигательные функции.

**Заключение.** При воздействии методом БОС по ЭМГ на мышцы тазового пояса происходит уменьшение сколиотической деформации или ее исчезновение в поясничном и грудном отделах. Формирование новой статодинамической системы уменьшает дисбаланс мышц туловища, спины и изменяет направленность протяженности дуг искривления позвоночника.

**Ключевые слова:** сколиоз, БОС по ЭМГ, роботизированная техника.

REHABILITATION OF CHILDREN WITH DYSONTOGENETIC-DYSTROPHIC SYNDROME FOR COMBINED PELVIC AND SPINAL DEFORMITIES

V.N. Kuvina, E.A. Vasilyeva, N.I. Arsentieva

**Objective.** To analyze the effectiveness of complex remedial measures including biological feedback to pelvic girdle and spinal muscles in treatment of scoliosis in children with dysontogenetic-dystrophic syndrome.

**Material and Methods.** The study included 49 patients aged 6 to 16 years with combined deformities of the pelvis and the spine (grade I and II measured by Cobb method). All examined patients had S-shaped scoliosis and pelvic asymmetry. The treatment included application of biological feedback after EMG training of patients.

**Results.** The study showed that one of the basic requirements for successful EMG biofeedback application is a functional biocontrol. Patients are trained to control the activity of muscles and muscle groups, which are under disturbed or lost voluntary control. Functional biocontrol assumes using activity of the disturbed motor system itself. Biofeedback looping provides learning and fixation of motor patterns and a new behavior strategy allowing for voluntary correction of the disturbed motor functions.

**Conclusion.** The application of EMG biofeedback to pelvic girdle muscles resulted in reduction or reversal of scoliotic deformity in the thoracic and lumbar spine. Formation of new statodynamic system decreased trunk and spinal muscle imbalance, and changed the direction of spinal curves.

**Key Words:** scoliosis, EMG biological feedback, robotized procedure.

Hir. Pozvonoc. 2010;(2):41–45.

Образование и постоянное расширение техногенных биогеохимических зон Восточной Сибири оказывают токсическое и тератогенное воздействие на чувствительный организм детей и подростков. Выделение диспластически-дистрофического синдрома, характеризующегося системным поражением костной ткани в виде нарушения формирования, роста и созревания костной ткани у детей, позволило сократить группу так называемых идиопатических сколиозов. Совокупность коррелирующих между собой данных массовых ортопедических осмотров, биогеохимических, клинико-рентгенологических, лабораторных и морфологических исследований определили патогенетическую сущность проявления диспластически-дистрофического синдрома у детей: индуцированное химическими веществами извращение остеогенеза, характеризующего процессы адаптации костной ткани в условиях токсического стресса на стадиях формирования, роста и созревания [1, 6].

Ранняя диагностика сколиоза позволяет не допустить развития заболевания до стадий, требующих оперативного вмешательства [7].

Цель работы — оценить эффективность воздействия комплексных лечебных мероприятий с применением биологической обратной связи (БОС) на мышцы тазового пояса и спины в лечении сколиоза у детей с диспластически-дистрофическим синдромом.

### Материал и методы

Обследованы 49 детей 6–16 лет (31 девочка и 18 мальчиков) с сочетанными деформациями таза и позвоночника. Распределение по возрасту следующее: 6–8 лет — 14 (28,6%) человек, 9–10 лет — 9 (18,4%), 11–13 лет — 18 (36,7%), 14–16 лет — 8 (16,3%). С I ст. деформации по Cobb — 28 (57,1%) детей, со II — 21 (42,9%); у всех обследованных S-образные сколиозы и асимметрия таза.

Лечение сколиотической деформации у детей при диспластически-

дистрофическом синдроме осуществляли с помощью БОС. Новым в решении поставленной задачи было то, что определяли силу, координацию и нейромидистрофические изменения в мышцах тазового пояса, функцию двигательных клеток спинного мозга по данным ЭМГ. Затем осуществляли последовательное воздействие на мышцы тазового пояса и спины с использованием БОС. Первоначально проводили ЭМГ-тренинг пациентов по исходным сигналам БОС, вызывая поочередное сокращение и расслабление мышц тазового пояса (большая ягодичная мышца — слева и справа; напрягатель широкой фасции — слева и справа; приводящие мышцы бедра — слева и справа) по 5–10 с с последующим отдыхом в 3–5 с в течение 8–10 мин. Далее воздействовали БОС на позвоночник, вызывая изменение уровней активации паравертебральных мышц спины слева и справа от позвоночника по 5–10 с с последующим отдыхом в 3–5 с в течение 8–10 мин на уровне имеющихся дуг.

По способу лечения пациенты были поделены на четыре группы: в I (9 пациентов) одновременно с применением стандартной комплексной терапии оказывали воздействие БОС по ЭМГ только на мышцы тазового пояса; во II (12) — на мышцы спины; в III (18) — на мышцы таза и спины; в IV (10) — применяли методику современной стандартной комплексной терапии (ЛФК, массаж, физио-, водо-, грязелечение, витаминотерапия).

Для обследования пациентов применен комплекс методов исследования, включающий рентгенографию, рентгенометрию, электронейромиографию, стабилometriю. Регистрации подлежали следующие параметры: рентгенологические и рентгенометрические; стабилметрические (общий центр давления во фронтальной и сагиттальной плоскостях, длина, скорость и площадь статокинезограммы); нейрофизиологические (максимальная биоэлектрическая активность/сила мышц, утомляемость, дегенеративно-дистрофические нару-

шения, координация мышц тазового пояса и спины).

### Результаты и их обсуждение

Известны способы функционального биоуправления при сколиозе I–II ст., такие, как способ воздействия на мышцы спины, где особое значение придается показаниям к применению метода, характеристикам электродов и их расположению, программам тренировок, критериям оценок и результатам лечения [8]. Однако подобные способы не оказывают воздействия на асимметрию таза, которая является патогенетически значимой в развитии сколиотической деформации позвоночника при диспластически-дистрофическом синдроме.

Исходя из существующего уровня методов лечения сколиотической деформации позвоночника у детей с проявлениями диспластически-дистрофического синдрома, поставлена следующая задача: повысить эффективность лечения за счет коррекции мышц тазового пояса (справа и слева), восстановления координации движений, функции нервных клеток спинного мозга, обмена веществ тканей, укрепления мышечного корсета.

Определение функции двигательных нервных клеток спинного мозга, силы, координации и нейромидистрофических изменений в мышцах тазового пояса, а затем и спины по данным ЭМГ позволяет установить глубину патологических изменений в опорно-двигательном аппарате при сколиотической деформации у детей с проявлениями диспластически-дистрофического синдрома.

Осуществление поочередного воздействия на мышцы тазового пояса и спины с использованием БОС позволяет устранить или уменьшить асимметрию таза, восстановить координацию и силу мышц тазового пояса, спины, функцию двигательных нервных клеток спинного мозга, укрепить мышечный корсет и связочный аппарат позвоночника.

Проведение ЭМГ-тренинга пациентов по исходным ЭМГ-сигналам БОС

с перераспределением уровней активации мышц тазового пояса и спины слева и справа по 5–10 с необходимо для получения информации о функциональном состоянии центральных отделов нервной системы, мышц тазового пояса и спины, а также для обучения больного самоконтролю над мышцами. Одним из важных условий успешного применения данной методики является функциональное биоуправление: пациент методом проб и ошибок обучается управлению мышцами и мышечными группами, над которыми нарушен или утрачен произвольный контроль, что позволяет ускорить процесс обучения контролю и повысить клиническую эффективность.

В качестве функционального биоуправления используется активность самой нарушенной двигательной системы, показатели ЭМГ которой и являются параметрами управления сигналами БОС. Восходящий в центральную нервную систему афферентный поток от мышечно-суставного аппарата, возникающий при выполнении двигательного задания, выступает в роли обратной афферентации, информирующей центральное звено мозгового аппарата об успешности выполнения движения. Получение полезного двигательного результата, представленного в соответствующей форме на экране компьютера и подтвержденного зрительными и слуховыми сигналами БОС, является определяющим фактором активного вовлечения ребенка в процесс перестройки нарушенной двигательной функции. В ходе выпол-

няемого движения пациент стремится упорядочить работу мышц при оптимальной статической нагрузке на симметричные мышцы.

Воздействие БОС на мышцы тазового пояса способствует устранению многоплоскостной структуральной асимметрии таза при диспластически-дистрофическом синдроме, уменьшая ротационные сочетанные нарушения пространственной ориентации позвоночника в виде кифотической или сколиотической деформации. Изменяя в ходе лечебного сеанса под контролем сигналов БОС положение плечевого и тазового поясов, пациент уменьшает функциональную асимметрию мышц тазового пояса и спины.

Первоначальная функциональная стабилизация, характеризующаяся формированием новой статодинамической системы, способствует структуральной стабилизации с фиксацией измененной статодинамической системы.

При многократном повторении формируется и закрепляется навык, создается и фиксируется новая стратегия поведения, дающая возможность произвольно корректировать нарушенные двигательные функции. Отмечается перепрограммирование работы соответствующих отделов центральной нервной системы, отвечающих за движения, то есть мозг обучается правильно управлять мышцами тазового пояса и спины.

Использование зрительных и слуховых сигналов информации предусматривает включение в цепь афферентации зрительных и слуховых анали-

заторов и их связь с центральными отделами нервной системы, которые оказывают управляющее влияние на нижележащие элементы. Распространение возбуждения на мотонейроны сегментов спинного мозга и далее на мышечные волокна стимулирует трофические процессы в мышце.

Анализ рентгенологических и рентгенометрических параметров выявил, что при сочетанных деформациях таза и позвоночника отмечается деформация позвоночника до 10° при I ст., от 11 до 30° — при II ст. При асимметрии таза I ст. разница показателей смежных углов трапеции составляет 3°, II ст. — от 3 до 7°, III ст. — более 7°.

Стабилометрические исследования выявили, что наряду с формированием сочетанных деформаций таза и позвоночника происходит нарушение пространственной ориентации позвоночника: увеличиваются длина, скорость, площадь статокинезограммы и девиации общего центра давления во фронтальной, сагиттальной плоскостях. Отмеченная симптоматика характерна для нарушения стабильного баланса туловища и опорной функции [2].

Нейрофизиологические параметры подтверждают, что при сочетанных деформациях таза и позвоночника происходят функциональные изменения в мышцах тазового пояса: снижается максимальная биоэлектрическая активность (сила) мышц (табл. 1), повышается утомляемость (табл. 2), увеличиваются дегенеративно-дистрофические изменения в мышцах с преобладанием медленных и уменьшением быст-

Таблица 1

Максимальная биоэлектрическая активность мышц у обследованных пациентов, мкВ

Ягодичные мышцы		Мышца, напрягающая широкую фасцию бедра		Приводящие мышцы бедра		Мышцы спины	
слева	справа	слева	справа	слева	справа	слева	справа
513,8	321,1	529,9	449,3	540,0	455,7	588,8	480,4
348,6	586,0	615,8	458,3	712,7	620,5	478,9	503,4
627,0	806,0	716,8	840,9	624,6	705,6	445,0	586,4
595,7	557,8	441,4	333,5	645,4	427,4	554,4	518,3

Таблица 2

Утомляемость мышц у обследованных пациентов, мкВ

Ягодичные мышцы		Мышца, напрягающая широкую фасцию бедра		Приводящие мышцы бедра		Мышцы спины	
слева	справа	слева	справа	слева	справа	слева	справа
301,0	584,7	671,1	884,2	334,4	691,3	382,3	868,0
464,6	1152,9	694,1	655,6	419,8	890,0	1167,0	722,6
410,8	1258,0	908,6	1172,6	531,3	1207,0	269,5	889,0
646,4	912,0	684,0	792,3	320,8	763,3	609,8	776,2

рых (фазических) мышечных волокон. Происходит уменьшение поступления афферентных импульсов и супраспинальных влияний с данных мышц [4].

Весь комплекс симптомов позволяет выявить степень выраженности нейромышечных нарушений с позиции причинно-следственного взаимодействия патологических импульсов с мышц тазового пояса (как основания) на мышцы позвоночника (как высотной конструкции, базирующейся на искривленном фундаменте). Многоплоскостная асимметрия костей, образующих таз, относительно друг друга по высоте расположения и степени скручивания фрагментов таза в разнонаправленных плоскостях обуславливает нарушение баланса взаимодействия аналогичных мышечных групп правой и левой половин таза, сближая или удаляя точки их прикрепления. Следствием нарушения положения таза в пространстве является дисбаланс мышц позвоночника и спины [5].

Эффективность лечебных мероприятий в различных клинических группах была неоднородной. Рентгенологические и рентгенометрические параметры имели значительную тенденцию к уменьшению в I и III группах. Воздействие БОС по ЭМГ на мышцы тазового пояса способствует стабилизации асимметрии таза. Разница показателей смежных углов трапеции таза уменьшилась и составила 1,5° (с 3,5 до 2,0°) в I группе и 5,5° (с 7,5 до 5,5°) — в III. Во II и IV группах разница смежных углов увеличилась до 6,0° и 4,5° соответственно.

Значительная стабилизация сколиотической деформации отмечена в I и III группах. Уменьшение кривизны основной дуги в I группе — 5,0° (с 8,0° до 3,0°), противодуги — 4,4° (с 6,4° до 2,0°); в III группе — 4,9° (с 8,3° до 3,4°) и 5,3° (с 7,3° до 2,0°) соответственно. Во II группе стабилизация основной дуги искривления — 3,0° (с 7,0° до 4,0°), в IV — 3,0° (с 6,5° до 3,5°). Изменение дуги противоискривления во II группе — 0,4° (с 6,7° до 6,25°).

После курса БОС по ЭМГ отмечено уменьшение кривизны дуги или ее исчезновение в поясничном отделе. Регресс сколиотической деформации происходит раньше, чем стабилизация асимметрии таза, что указывает на ведущую роль асимметрии таза в развитии сколиотической деформации у анализируемой группы пациентов.

Первоначальная функциональная стабилизация формирует новую статодинамическую систему, способствует структуральной стабилизации с изменением направленности и протяженности дуг искривления позвоночника. Явления гиперкомпенсации наиболее выражены в начальный период формирования устойчивого навыка, что соответствует данным литературы [3, 9].

Сохраняющимся колебаниям общего центра давления во фронтальной и сагиттальной плоскостях с отрицательным значением во всех клинических группах противостоит сокращение длины и скорости статокинезограммы в I (длины — с 717 до 708 мм, скорости — с 14 до 13 мм/с) и во II (дли-

ны — с 666 до 574 мм, скорости — с 13 до 11 мм/с) группах, уменьшение площади статокинезограммы во II (со 110 до 54 мм<sup>2</sup>) и в меньшей степени в III (со 113 до 96 мм<sup>2</sup>) группах.

Увеличение максимальной биоэлектрической активности в мышцах таза и спины во всех группах сочетается с уменьшением утомления мышц. Регресс дистрофических изменений с улучшением функции двигательных клеток спинного мозга в мышцах спины осуществляется раньше, чем в мышцах тазового пояса, что, по нашему мнению, косвенно свидетельствует о первичном развитии асимметрии таза, так как длительно существующие связи устраняются в более длительный временной период.

## Заключение

У детей с сочетанными деформациями таза и позвоночника при диспластическо-дистрофическом синдроме отмечаются следующие нарушения: увеличение длины, скорости, площади статокинезограммы, девиации общего центра давления во фронтальной и сагиттальной плоскостях, снижение максимальной биоэлектрической активности (силы), повышение утомляемости, увеличение дегенеративно-дистрофических изменений в мышцах с преобладанием медленных и уменьшением быстрых (фазических) мышечных волокон. Все отмеченные нарушения усиливаются при переходе от I ст. деформации ко II. При воздействии БОС по ЭМГ на мышцы тазового пояса происходит умень-

шение сколиотической деформации или ее исчезновение в поясничном отделе. Формирование новой статодинамической системы уменьшает дисбаланс мышц туловища, спины

и изменяет направленность протяженности дуг искривления позвоночника. Регресс дистрофических изменений с улучшением функции двигательных клеток спинного моз-

га в мышцах спины осуществляется раньше, чем в мышцах тазового пояса, что, по нашему мнению, косвенно свидетельствует о первичном развитии асимметрии таза.

## Литература

1. **Авцын А.П., Жаворонков А.А., Марачев А.Г. и др.** Патология человека на Севере. М., 1985.
2. **Балдова С.Н., Максимова Л.П., Донченко Е.В. и др.** Оценка стабилметрических показателей у больных со сколиотической болезнью // Биомеханика-2004: Тез. докл. VII Всерос. конф. по биомеханике. Н. Новгород, 2004. Т. 2. С. 21–23.
3. **Бугаев С.А., Водяной А.Ю., Никитина Э.В.** Концептуальные модели обучения с помощью метода биологической обратной связи // Биоуправление-2: Теория и практика. М., 1992.
4. **Бутуханов В.В.** Патогенез и консервативное лечение сколиотической болезни // Травматол. и ортопед. России. 2006. № 2. С. 86–87.
5. **Бутуханов В.В., Кувина В.Н., Кувин С.С.** Системная концепция консервативного лечения сколиоза у детей // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. 2006. № 5. С. 265–268.
6. **Кувин С.С., Малахов О.А., Колесников С.И.** Экогенная патология тазового пояса у детей. Иркутск, 2005.
7. **Кувина В.Н.** Экологически обусловленная патология опорно-двигательной системы детей Восточной Сибири. Иркутск, 1991.
8. **Кузьмичева О.А.** Применение метода биологической обратной связи для коррекции двигательных нарушений // Биол. обратная связь. 2000. № 4. С. 6–11.
9. **Ленин Г.А., Гусев М.Г.** Комплексное биомеханическое обследование детей с начальными степенями идиопатического сколиоза // Хирургия позвоночника. 2007. № 4. С. 53–57.

### Адрес для переписки:

Арсентьева Наталия Ивановна  
664003, Иркутск, ул. Борцов революции, 1,  
ars-nataliya@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 26.02.2009