



КЛИНИКО-БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КОМБИНИРОВАННОГО КОНСЕРВАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ II–III СТЕПЕНИ

А.А. Скоблин, А.С. Витензон, И.Г. Алексеенко

Федеральное бюро медико-социальной экспертизы, Москва

Цель исследования. Анализ эффективности комбинированного метода лечения пациентов с идиопатическим сколиозом II–III степени, сочетающего искусственную коррекцию движений посредством функциональной электрической стимуляции мышц при ходьбе в корригирующем корсете.

Материал и методы. Объектами исследования и лечения были 50 больных идиопатическим сколиозом, из них 20 со II степенью искривления позвоночника, 30 — с III. Применена модификация функционально-корригирующего корсета каркасного типа, конструкция которого дополнена латеральными пелотами на пружине. Всем больным осуществлен 15-дневный курс функциональной электрической стимуляции при ходьбе в корригирующем корсете. Электростимуляции были подвергнуты мышцы туловища с двух сторон: крестцово-остистые, интеркостальные, ромбовидные, трапецевидные, а также большая и средняя ягодичные мышцы на вогнутой стороне искривления.

Результаты. Установлено, что под влиянием комплекса лечения происходит значительная коррекция деформации позвоночника при разных типах сколиоза, а также нормализация биомеханической и иннервационной структуры ходьбы. Отдаленные результаты лечения отслежены у 36 пациентов в срок до трех лет. При соблюдении предписанного ортопедического режима и проведении повторных курсов функциональной электрической стимуляции с периодичностью один раз в 8–10 мес. отдаленные результаты расценены нами как хорошие в 29 случаях, как удовлетворительные — в 8.

Заключение. Полученный эффект обусловлен уменьшением сколиотического искривления, существенным усилением работы симметричных мышц туловища и нижних конечностей и более правильным их функционированием при ходьбе.

Ключевые слова: идиопатический сколиоз, комплексное лечение, функциональная электрическая стимуляция, коррекция деформации позвоночника.

CLINICAL-BIOMECHANICAL
AND PHYSIOLOGICAL RESULTS OF MULTIMODAL
CONSERVATIVE TREATMENT OF PATIENTS
WITH GRADE II–III IDIOPATHIC SCOLIOSIS

A.A. Skoblin, A.S. Vitenzon, I.G. Alekseenko

Objective. To analyze the efficacy of multimodal treatment of patients with grade II–III idiopathic scoliosis comprising artificial correction of movements (ACM) by means of functional electric stimulation (FES) of muscles during walking in a correcting brace.

Material and Methods. The subjects of examination and treatment were 50 patients with idiopathic scoliosis, among them 20 patients with grade II spinal curvature, and 30 — with grade III. Brace therapy was performed with a functional frame-type brace modified by adding lateral pelottes attached with springs. All patients received 15-day course of FES during walking in a functional correcting brace. Electric stimulation was applied to trunk muscles of both sides: sacrospinous, intercostal, rhomboidal, trapezius, as well as greatest and medium gluteal muscles at the concave side of the curvature.

Results. The study showed that multimodal treatment facilitates significant correction of different types of spinal deformity and normalization of biomechanical and innervation structure of walking. Long-term outcomes were evaluated in 36 patients during a 3-year follow-up period. With the adherence to a prescribed orthopedic treatment regimen and repeated FES courses each 8–10 months the long-term outcome was good in 29 cases and satisfactory in 8 cases.

Conclusion. The effect was achieved by reduction of scoliosis, essential intensification of the activity of symmetric trunk and leg muscles, and improvement of their functioning during walking.

Key Words: idiopathic scoliosis, multimodal treatment, functional electric stimulation, spinal deformity correction.

Hir. Pozvonoc. 2008;(3):21–32.

Проблема лечения идиопатического сколиоза (ИС) у детей и подростков является актуальной, несмотря на большое число предложенных методов терапии [1, 4–7, 9]. В настоящей работе представлен комбинированный метод лечения больных сколиозом II–III степени, сочетающий искусственную коррекцию движений посредством функциональной электростимуляции (ФЭС) мышц при ходьбе с применением различных конструкций корригирующих корсетов. Ранее ФЭС при ходьбе использовалась изолированно лишь при начальных степенях сколиоза [1]. Эффективность полученных ранее результатов побудила авторов статьи испытать метод ФЭС во время локомоции при более выраженных деформациях позвоночника, но в едином комплексе с ортезированием.

Анализ эффективности комбинированного метода лечения и стал целью данного исследования.

Материал и методы

Объектами исследования и лечения были 50 больных ИС, из них 20 со II степенью искривления позвоночника, 30 — с III. Из этого числа пациентов у 30 наблюдался сколиоз с одной дугой деформации (С-образный тип ИС), а у 20 — с двумя дугами (S-образный тип ИС).

Применена модификация функционально-корригирующего корсета каркасного типа, конструкция которого была дополнена латеральными пелотами на пружине, установленными в проекции вершин основной сколиотической дуги, а при комбинированном типе ИС — и противодуги искривления.

Всем больным осуществлен 15-дневный курс ФЭС при ходьбе в функционально-корригирующем корсете. Электростимуляции (ЭС) были подвергнуты мышцы туловища с двух сторон: крестцово-остистые, интеркостальные, ромбовидные, трапециевидные, а также большая и средняя ягодичные мышцы на вогнутой стороне искривления. Электроды для стиму-

ляции мышц располагали следующим образом: для ЭС крестцово-остистых и наружных межреберных мышц анод помещали паравертебрально на расстоянии 2–3 см от остистых отростков позвонков, катод — по задней подмышечной линии; для ЭС ромбовидных мышц электроды накладывали параллельно внутреннему краю лопаток, для ЭС трапециевидных мышц — над остями лопатки. Для ЭС ягодичных мышц катод размещали в верхней трети ягодичной области, анод — под ягодичной складкой.

В качестве стимулирующего сигнала применяли последовательность прямоугольных импульсов тока амплитудой до 100 мА, длительностью 50–150 мкс и частотой следования 50–60 Гц. Интенсивность воздействия была всегда выше на выпуклой стороне искривления позвоночника.

Временную программу ЭС задавали таким образом, чтобы мышцы туловища стимулировались в конце опорной и в течение переносной фазы, а большая и средняя ягодичные мышцы — в первой половине опорной фазы.

Продолжительность сеанса ФЭС составляла от 30 до 45 мин. Для ЭС использовали многослойные накожные электроды, основой которых являлась токопроводящая углеродистая ткань. Стимуляцию осуществляли посредством восьмиканального электронного корректора движений, адаптированного к темпу ходьбы больных.

До и после проведения курса лечения всем пациентам проводили клинико-рентгенологическое исследование позвоночника, а также регистрацию комплекса биомеханических и электромиографических параметров ходьбы [2]. При этом после комплексного лечения пациентов исследовали без корсета, чтобы оценить результирующий эффект терапии.

После завершения курса лечения всем больным было предписано строгое соблюдение ортопедического режима (постоянное ношение корсета, его своевременная замена по мере роста пациента) с контрольным осмотром каждые 3 мес. в течение всего

периода роста опорно-двигательного аппарата.

Результаты

Спондилография. Одним из наиболее объективных критериев оценки эффективности лечения сколиотической деформации позвоночника являются данные рентгенологических исследований [8]. Рентгенограммы позвоночника производили в положении больного стоя и лежа в прямой проекции, определяли углы деформации по методу Cobb и величину ротации позвонков. За основной тест эффективности лечебной программы у больных ИС II–III степени принимали уменьшение общего угла искривления позвоночника, редукцию ротации позвонков, а также возрастание индекса стабильности [4] в процессе проведения курса лечения.

Результаты рентгенологических исследований пациентов со II–III степенью С- и S-образного ИС приведены в табл. 1, 2.

Из представленных материалов видно, что при разных степенях и типах ИС под влиянием корсетотерапии происходит коррекция общего угла основной дуги искривления, уменьшение ротации позвонков и повышение индекса стабильности. Данный эффект значительно возрастает после проведения комплексного лечения: при II степени С-образного ИС величина корригирующего воздействия достигает 64 %, а при III степени — 34 %. На рис. 1, 2 представлены рентгенограммы пациентов с данным типом деформации II и III степени до курса, в корсете и после курса комплексного лечения.

Аналогичная картина наблюдается у больных с S-образным ИС: под влиянием комбинированного лечения коррекция угла грудной дуги составляет 51 % при II степени ИС и 28 % — при III, а коррекция поясничной дуги искривления соответственно — 47 % и 28 %. На рис. 3, 4 представлены рентгенограммы позвоночника больных с S-образным типом ИС II и III степени соответственно до лечения, в корсете и после курса лечения.

Таблица 1

Динамика рентгенологических показателей у пациентов с С-образным идиопатическим сколиозом II и III степени ($M \pm m$)

Показатели	До лечения	В корсете	Коррекция (%)	После комплексного лечения*	Коррекция (%)
С-образный сколиоз II степени (n = 10)					
Общий угол основной дуги, град.	20,30 \pm 1,20	3,30 \pm 1,20**	17,00 (84)	7,30 \pm 1,10**	13,00 (64)
Угол ротации позвонков, град.	12,70 \pm 0,80	7,00 \pm 0,40**	5,70 (45)	9,00 \pm 0,60**	3,70 (29)
Индекс стабильности	0,84 \pm 0,05	1,00 \pm 0,05**	0,16 (19)	0,97 \pm 0,04***	0,13 (15)
С-образный сколиоз III степени (n = 20)					
Общий угол основной дуги, град.	45,30 \pm 3,20	23,40 \pm 2,10**	21,90 (48)	29,80 \pm 2,50**	15,50 (34)
Угол ротации позвонков, град.	28,30 \pm 2,00	15,70 \pm 0,80**	12,60 (45)	20,60 \pm 1,10**	7,70 (27)
Индекс стабильности	0,88 \pm 0,05	1,00 \pm 0,05***	0,12 (14)	0,96 \pm 0,04***	0,08 (9)

* рентгеновское обследование пациентов проводили без корсета;

** $P < 0,05$;*** $P > 0,05$.

Таблица 2

Динамика рентгенологических показателей у пациентов с S-образным идиопатическим сколиозом II и III степени ($M \pm m$)

Показатели	До лечения	В корсете	Коррекция (%)	После комплексного лечения*	Коррекция (%)
S-образный сколиоз II степени (n = 10)					
Общий угол грудной дуги, град.	24,80 \pm 0,80	9,20 \pm 0,30**	15,60 (63)	12,10 \pm 0,40**	12,70 (51)
Общий угол поясничной дуги, град.	22,50 \pm 0,90	6,40 \pm 0,70**	16,10 (72)	11,90 \pm 0,70**	10,60 (47)
Угол ротации позвонков, град.	15,50 \pm 0,50	8,60 \pm 0,30**	6,90 (45)	11,90 \pm 0,40**	3,60 (23)
Индекс стабильности	0,82 \pm 0,05	1,00 \pm 0,03**	0,18 (22)	0,97 \pm 0,03**	0,15 (18)
S-образный сколиоз III степени (n = 10)					
Общий угол грудной дуги, град.	41,30 \pm 2,50	27,20 \pm 2,70**	14,10 (34)	29,70 \pm 2,90**	11,60 (28)
Общий угол поясничной дуги, град.	32,70 \pm 2,10	21,20 \pm 2,40**	11,50 (35)	23,50 \pm 2,00**	9,20 (28)
Угол ротации позвонков, град.	25,80 \pm 1,60	14,30 \pm 0,90**	11,50 (44)	19,70 \pm 1,20**	6,10 (23)
Индекс стабильности	0,88 \pm 0,03	0,99 \pm 0,02**	0,11 (13)	0,97 \pm 0,04***	0,09 (10)

* рентгеновское обследование пациентов проводили без корсета;

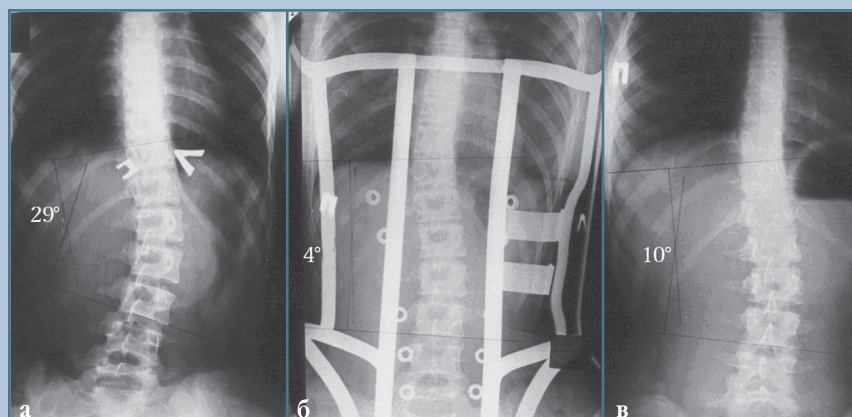
** $P < 0,05$;*** $P > 0,05$.

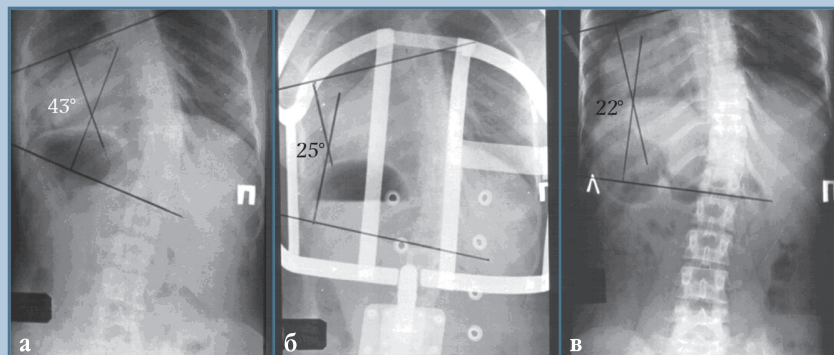
Рис. 1

Рентгенограммы позвоночника пациентки Л., 14 лет, с идиопатическим С-образным поясничным правосторонним сколиозом II степени:

а — до лечения;

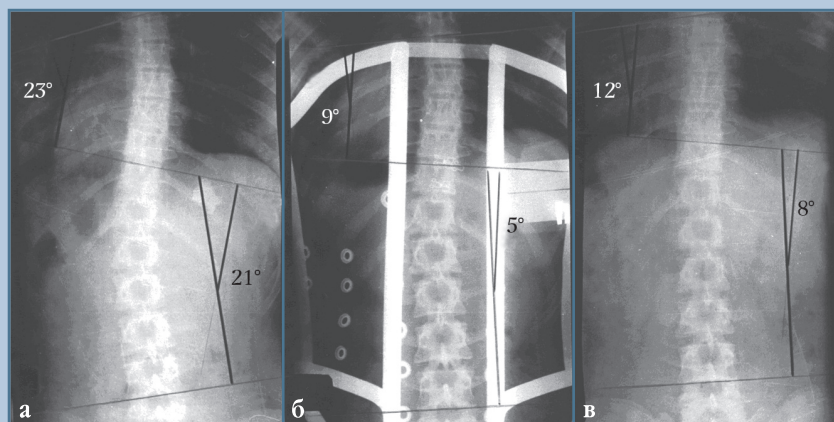
б — в корсете;

в — после курса лечения

**Рис. 2**

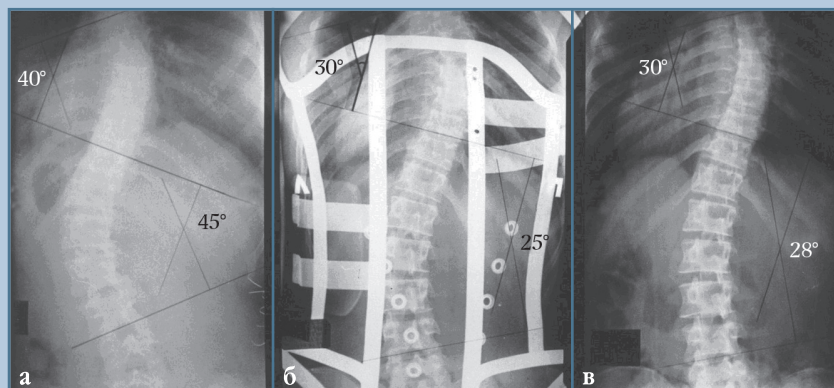
Рентгенограммы пациентки Г., 14 лет, с идиопатическим С-образным грудным правосторонним сколиозом III степени:

- а** — до лечения;
б — в корсете;
в — после курса лечения

**Рис. 3**

Рентгенограммы позвоночника пациентки В., 13 лет, с идиопатическим грудно-поясничным S-образным сколиозом II степени:

- а** — до лечения;
б — в корсете;
в — после курса лечения

**Рис. 4**

Рентгенограммы позвоночника пациентки К., 15 лет, с идиопатическим грудно-поясничным S-образным сколиозом III степени:

- а** — до лечения;
б — в корсете;
в — после курса лечения

Под влиянием комплексного лечения (применения корсета и ФЭС при ходьбе) удастся с большой достоверностью получить значительное уменьшение сколиотической деформации. Этот феномен отмечается как при С-образном, так и при S-образном типах ИС. Причем эффективность проводимой терапии тем выше, чем меньше степень искривления позвоночника.

Биомеханические исследования. Исследована биомеханическая структура ходьбы, оценивались основные, временные, кинематические и дина-

мические параметры локомоции больных ИС.

Из табл. 3, 4 видно, что у пациентов с III степенью С- и S-образного типов ИС под влиянием комплексного лечения уменьшается длительность двойного шага, увеличивается его длина, возрастает средняя скорость передвижения.

Наряду с оптимизацией основных параметров ходьбы, происходят позитивные изменения временных: слегка повышается коэффициент ритмичности, уменьшается продолжительность

двуопорной фазы, увеличивается τ -интервал, сокращается время опоры на всю стопу и растет время опоры на пятку и носок. Все эти данные отчетливо указывают на повышение устойчивости больных при ходьбе.

После курса лечения у больных с С- и S-образными типами ИС отмечается увеличение амплитуды угловых перемещений в суставах нижних конечностей, преимущественно на выпуклой стороне грудного искривления позвоночника (рис. 5). Вместе с тем значительно уменьшает-

Таблица 3

Основные и временные характеристики ходьбы пациентов с С-образным типом сколиоза III степени ($n = 20$) до и после курса лечения ($M \pm m$)

Характеристики	Вогнутая сторона			Выпуклая сторона		
	до лечения	после лечения	по отношению к исходному значению, %	до лечения	после лечения	по отношению к исходному значению, %
Пережат через пятку, %	$5,7 \pm 0,2$	$5,6 \pm 0,3^*$	98	$4,8 \pm 0,3$	$5,7 \pm 0,2^{**}$	119
Опора на всю стопу, %	$43,7 \pm 1,4$	$40,0 \pm 0,9^{**}$	92	$40,5 \pm 1,3$	$38,2 \pm 1,2^*$	94
Пережат через носок, %	$15,8 \pm 1,4$	$18,7 \pm 1,3^*$	118	$22,7 \pm 1,3$	$21,3 \pm 0,9^*$	94
Переносная фаза, %	$34,8 \pm 1,0$	$35,7 \pm 0,9^*$	103	$32,0 \pm 0,7$	$34,8 \pm 0,6^{**}$	109
Двуопорная фаза, %	$15,2 \pm 0,5$	$13,9 \pm 0,3^{**}$	91	$18,0 \pm 0,8$	$15,6 \pm 0,7^{**}$	87
Интервал τ , %	$2,0 \pm 0,6$	$3,9 \pm 0,7^{**}$	195	$4,7 \pm 1,2$	$5,6 \pm 0,8^*$	119
Длина двойного шага, м	$1,17 \pm 0,04$	$1,29 \pm 0,03^{**}$	110	—	—	—
Скорость ходьбы, м/с	$0,94 \pm 0,06$	$1,09 \pm 0,03^{**}$	116	—	—	—
Общая длительность цикла, с	$1,25 \pm 0,02$	$1,18 \pm 0,01^{**}$	94	—	—	—
Темп, шаг/мин	96 ± 2	$102 \pm 2^{**}$	106	—	—	—
Коэффициент ритмичности	$0,92 \pm 0,03$	$0,96 \pm 0,03^*$	104	—	—	—

* $P > 0,05$;** $P < 0,05$.

Таблица 4

Основные и временные характеристики ходьбы пациентов с S-образным типом сколиоза III степени ($n = 10$) до и после курса лечения ($M \pm m$)

Характеристики	На вогнутой стороне грудного и выпуклой стороне поясничного искривления			На выпуклой стороне грудного и вогнутой стороне поясничного искривления		
	до лечения	после лечения	по отношению к исходному значению, %	до лечения	после лечения	по отношению к исходному значению, %
Пережат через пятку, %	$6,6 \pm 0,7$	$6,4 \pm 0,6^*$	97	$5,6 \pm 0,3$	$6,0 \pm 0,4^*$	107
Опора на всю стопу, %	$41,5 \pm 1,5$	$39,7 \pm 1,4^{**}$	96	$40,3 \pm 1,3$	$38,7 \pm 0,9^*$	96
Пережат через носок, %	$17,6 \pm 1,1$	$19,0 \pm 0,9^{**}$	108	$17,5 \pm 1,3$	$18,9 \pm 0,9^*$	108
Переносная фаза, %	$34,3 \pm 1,4$	$34,9 \pm 1,3^*$	102	$36,6 \pm 0,6$	$36,4 \pm 0,7^*$	99
Двуопорная фаза, %	$15,7 \pm 0,6$	$14,8 \pm 0,5^*$	94	$13,4 \pm 0,6$	$13,9 \pm 0,6^*$	104
Интервал τ , %	$2,2 \pm 1,0$	$4,1 \pm 1,1^{**}$	186	$5,6 \pm 1,0$	$5,8 \pm 1,0^*$	104
Длина двойного шага, м	$1,19 \pm 0,02$	$1,28 \pm 0,01^{**}$	108	—	—	—
Скорость ходьбы, м/с	$0,96 \pm 0,05$	$1,08 \pm 0,01^{**}$	113	—	—	—
Общая длительность цикла, с	$1,24 \pm 0,03$	$1,19 \pm 0,01^*$	96	—	—	—
Темп, шаг/мин	97 ± 2	$101 \pm 2^*$	104	—	—	—
Коэффициент ритмичности	$0,94 \pm 0,03$	$0,97 \pm 0,03^*$	103	—	—	—

* $P > 0,05$;** $P < 0,05$.

ся амплитуда колебаний таза и плечевого пояса относительно фронтальной, сагиттальной и горизонтальной плоскостей (рис. 6, табл. 5, 6).

Изменения опорных реакций после курса комбинированного лечения также имеют положительный характер:

увеличиваются экстремальные значения кривой вертикальной составляющей опорной реакции R_z в фазах переднего и заднего толчков и снижается минимум; возрастают величины экстремумов кривой продольной составляющей R_x . Обращает на себя

внимание то, что все эти изменения сильнее выражены на вогнутой стороне деформации. По-видимому, увеличение максимумов опорных реакций связано не только с повышением скорости передвижения, но и с большей устойчивостью больных при ходьбе.

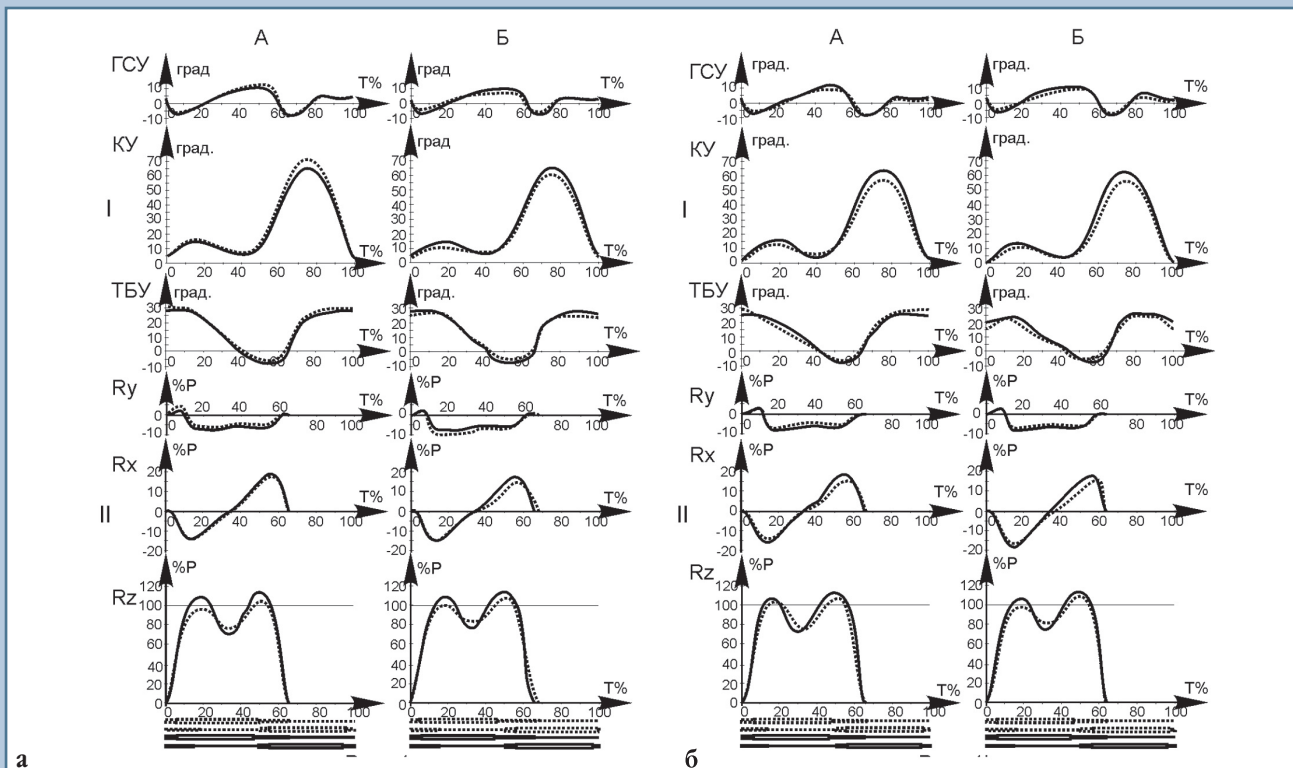


Рис. 5

Угловые перемещения (I) в суставах нижних конечностей и опорные реакции (II) до лечения (пунктир) и после лечения (сплошная линия) у больных с С-образным (а) и S-образным (б) типом идиопатического сколиоза III степени:

ГСУ – голеностопный угол; КУ – коленный угол; ТБУ – тазобедренный угол; R_y – поперечная составляющая; R_x – горизонтальная составляющая; R_z – вертикальная составляющая; А – вогнутая сторона; Б – выпуклая сторона сколиотической деформации позвоночника; под графиками – подограммы

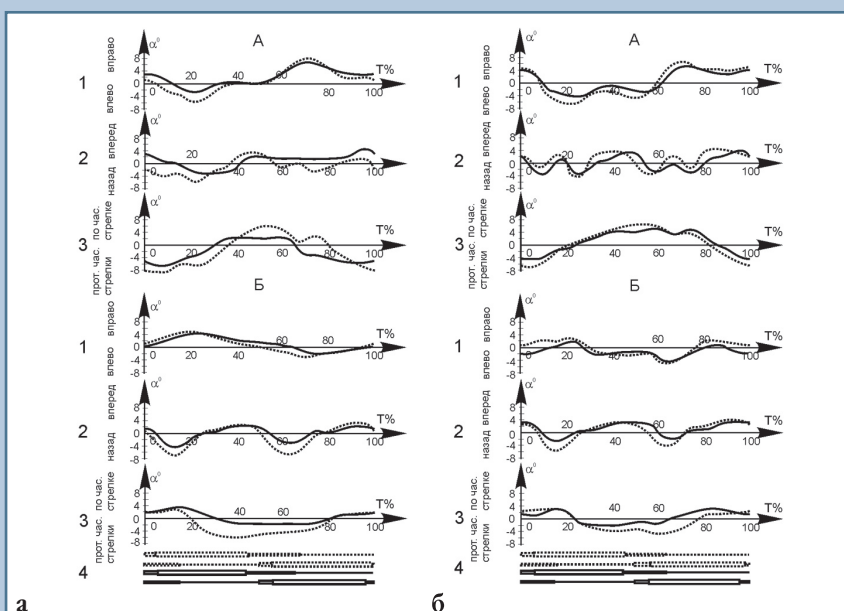


Рис. 6

Угловые перемещения таза (А) и плечевого пояса (Б) при ходьбе до лечения (пунктир) и после лечения (сплошная линия) у больных с С-образным (а) и S-образным (б) типом идиопатического сколиоза III степени:

1 – фронтальная плоскость;
2 – сагиттальная плоскость;
3 – горизонтальная плоскость;
4 – подограмма

Таблица 5

Амплитуда вращательных движений таза и плечевого пояса при ходьбе у пациентов с идиопатическим сколиозом II степени до ($n = 12$) и после ($n = 10$) курса лечения, град. ($M \pm m$)

Период лечения	С-образный сколиоз		S-образный сколиоз	
	тазовый пояс	плечевой пояс	тазовый пояс	плечевой пояс
Фронтальная плоскость				
до лечения	$10,10 \pm 0,41$	$6,40 \pm 0,43$	$10,60 \pm 0,72$	$6,30 \pm 0,39$
после лечения	$9,10 \pm 0,22^*$	$4,90 \pm 0,23^*$	$8,50 \pm 0,58^*$	$5,40 \pm 0,18^*$
по отношению к исходному значению, %	90	77	80	86
Сагиттальная плоскость				
до лечения	$8,20 \pm 0,48$	$9,00 \pm 1,15$	$7,80 \pm 0,39$	$8,30 \pm 0,87$
после лечения	$6,80 \pm 0,31^*$	$5,20 \pm 0,82^*$	$6,60 \pm 0,35^*$	$5,90 \pm 0,62^*$
по отношению к исходному значению, %	83	58	85	71
Горизонтальная плоскость				
до лечения	$11,40 \pm 0,98$	$7,70 \pm 0,85$	$10,00 \pm 0,87$	$6,20 \pm 0,38$
после лечения	$8,20 \pm 0,21^*$	$5,20 \pm 0,32^*$	$8,70 \pm 0,18^{**}$	$5,20 \pm 0,25^*$
по отношению к исходному значению, %	72	68	87	84

* $P < 0,05$;

** $P > 0,05$.

Таблица 6

Амплитуда вращательных движений таза и плечевого пояса при ходьбе у пациентов с идиопатическим сколиозом III степени до ($n = 12$) и после ($n = 10$) курса лечения, град. ($M \pm m$)

Период лечения	С-образный сколиоз		S-образный сколиоз	
	тазовый пояс	плечевой пояс	тазовый пояс	плечевой пояс
Фронтальная плоскость				
до лечения	$13,10 \pm 1,50$	$7,90 \pm 0,77$	$13,20 \pm 1,48$	$7,90 \pm 0,87$
после лечения	$9,40 \pm 0,71^*$	$6,00 \pm 0,41^*$	$9,50 \pm 0,97^*$	$6,00 \pm 0,44^*$
по отношению к исходному значению, %	72	76	72	76
Сагиттальная плоскость				
до лечения	$9,40 \pm 0,86$	$10,20 \pm 1,43$	$8,90 \pm 0,55$	$9,20 \pm 1,19$
после лечения	$7,10 \pm 0,58^*$	$6,80 \pm 0,48^*$	$7,30 \pm 0,44^*$	$6,00 \pm 0,82^*$
по отношению к исходному значению, %	76	67	82	65
Горизонтальная плоскость				
до лечения	$14,40 \pm 1,9$	$8,50 \pm 1,32$	$13,20 \pm 1,74$	$7,90 \pm 0,97$
после лечения	$9,10 \pm 0,2^*$	$5,30 \pm 0,34^*$	$9,00 \pm 0,27^*$	$5,40 \pm 0,33^*$
по отношению к исходному значению, %	63	62	68	68

* $P < 0,05$;

** $P > 0,05$.

Электромиографические параметры ходьбы. Сравнительный анализ ЭМГ-профиля исследованных мышц до и после курса лечения позволяет выявить следующие изменения в иннервационной структуре ходьбы. У больных ИС независимо от типа деформации происходит повышение активности мышц туловища, более выраженное на вогнутой

стороне искривления. Наряду с этим несколько понижается на той же стороне активность мышц нижней конечности и, наоборот, возрастает активность мышц ноги на выпуклой стороне деформации (табл. 7, 8). Возникает тенденция к более симметричной работе мышц как туловища, так и нижних конечностей в результате проведенного лечения.

Такую же картину перестройки иннервационной структуры ходьбы демонстрируют графики ЭМГ-профиля мышц туловища и нижних конечностей у больных со II и III степенью С-образного ИС.

На рис. 7, 8 видно, что после курса лечения у больных со II степенью ИС максимумы активности мышц туловища на вогнутой стороне искрив-

Таблица 7

Электрическая активность мышц туловища за цикл ходьбы у пациентов с С-образным типом идиопатического сколиоза III степени ($n = 20$) до и после курса лечения, мкВ ($M \pm m$)

Мышцы	Средняя электрическая активность			Максимальная электрическая активность		
	до лечения	после лечения	по отношению к исходному значению, %	до лечения	после лечения	по отношению к исходному значению, %
Вогнутая сторона						
крестцово-остистая	$12,0 \pm 2,0$	$16,0 \pm 1,8^*$	133	$16,0 \pm 1,8$	$32,0 \pm 1,9^{**}$	200
ромбовидная	$9,0 \pm 1,5$	$19,0 \pm 0,9^{**}$	211	$13,0 \pm 0,9$	$31,0 \pm 1,1^{**}$	238
широчайшая	$12,0 \pm 0,9$	$14,0 \pm 1,1^*$	117	$15,0 \pm 0,7$	$32,0 \pm 1,1^{**}$	213
трапецевидная	$12,0 \pm 0,9$	$29,0 \pm 1,3^{**}$	242	$19,0 \pm 0,7$	$37,0 \pm 1,2^{**}$	195
прямая живота	$8,0 \pm 1,5$	$17,0 \pm 1,1^{**}$	212	$10,0 \pm 1,1$	$21,0 \pm 1,5^{**}$	210
косая живота	$12,0 \pm 1,1$	$18,0 \pm 1,2^{**}$	150	$13,0 \pm 1,7$	$27,0 \pm 2,1^{**}$	208
Выпуклая сторона						
крестцово-остистая	$22,0 \pm 0,7$	$27,0 \pm 0,9^{**}$	123	$31,0 \pm 1,2$	$48,0 \pm 2,2^{**}$	155
ромбовидная	$19,0 \pm 0,6$	$28,0 \pm 1,0^{**}$	147	$28,0 \pm 1,1$	$46,0 \pm 2,1^{**}$	164
широчайшая	$21,0 \pm 0,6$	$24,0 \pm 1,0^{**}$	114	$27,0 \pm 1,4$	$42,0 \pm 1,5^{**}$	156
трапецевидная	$22,0 \pm 0,5$	$31,0 \pm 1,0^{**}$	141	$33,0 \pm 1,5$	$45,0 \pm 1,9^{**}$	136
прямая живота	$10,0 \pm 0,9$	$20,0 \pm 1,7^{**}$	200	$15,0 \pm 0,9$	$27,0 \pm 1,1^{**}$	180
косая живота	$16,0 \pm 0,4$	$22,0 \pm 1,2^{**}$	138	$19,0 \pm 0,7$	$29,0 \pm 1,1^{**}$	153

* $P > 0,05$;

** $P < 0,05$.

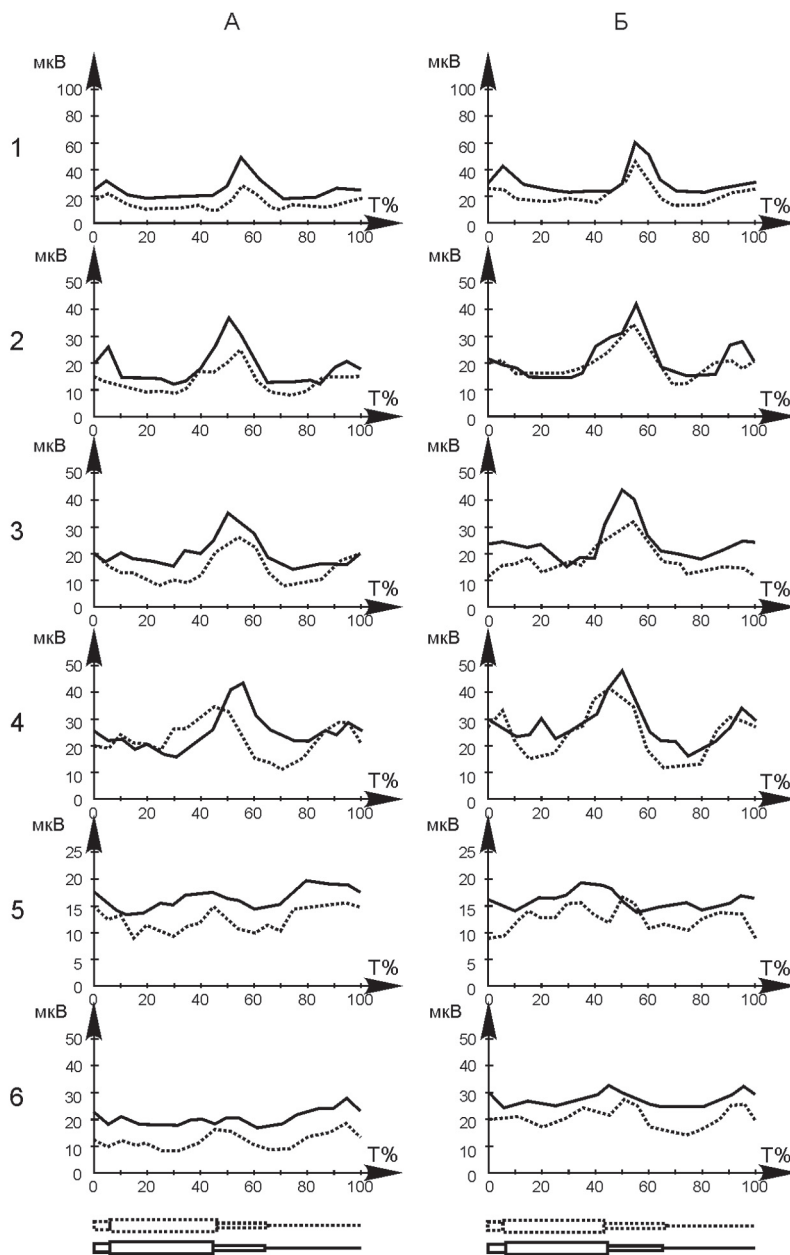
Таблица 8

Электрическая активность мышц таза и нижних конечностей за цикл ходьбы у пациентов с С-образным типом идиопатического сколиоза III степени ($n = 20$) до и после курса лечения, мкВ ($M \pm m$)

Мышцы	Средняя электрическая активность			Максимальная электрическая активность		
	до лечения	после лечения	по отношению к исходному значению, %	до лечения	после лечения	по отношению к исходному значению, %
Вогнутая сторона						
большая ягодичная	$15,0 \pm 0,5$	$14,0 \pm 0,3^*$	93	$25,0 \pm 0,4$	$24,0 \pm 0,9^*$	96
средняя ягодичная	$49,0 \pm 1,2$	$35,0 \pm 0,2^{**}$	71	$100,0 \pm 1,9$	$92,0 \pm 2,6^{**}$	92
прямая бедра	$37,0 \pm 0,5$	$25,0 \pm 0,2^*$	68	$57,0 \pm 1,7$	$50,0 \pm 2,6^{**}$	88
двуглавая бедра	$30,0 \pm 0,6$	$34,0 \pm 0,5^{**}$	113	$68,0 \pm 1,3$	$59,0 \pm 1,0^{**}$	87
икроножная	$100,0 \pm 2,7$	$99,0 \pm 2,4^*$	99	$244,0 \pm 6,3$	$231,0 \pm 2,9^*$	95
Выпуклая сторона						
большая ягодичная	$9,0 \pm 0,6$	$12,0 \pm 0,7^{**}$	133	$15,0 \pm 1,0$	$21,0 \pm 0,8^{**}$	140
средняя ягодичная	$25,0 \pm 0,8$	$29,0 \pm 1,0^{**}$	116	$59,0 \pm 1,6$	$77,0 \pm 3,5^{**}$	131
прямая бедра	$19,0 \pm 0,9$	$22,0 \pm 0,7^{**}$	116	$31,0 \pm 1,9$	$45,0 \pm 1,9^{**}$	145
двуглавая бедра	$18,0 \pm 1,1$	$23,0 \pm 1,3^{**}$	178	$42,0 \pm 1,4$	$50,0 \pm 2,2^{**}$	119
икроножная	$57,0 \pm 2,0$	$79,0 \pm 2,7^{**}$	139	$138,0 \pm 6,8$	$200,0 \pm 7,4^{**}$	145

* $P > 0,05$;

** $P < 0,05$.

**Рис. 7**

Распределение электрической активности мышц туловища за цикл ходьбы до лечения (пунктир) и после лечения (сплошная линия) у больных с С-образным сколиозом II степени:

А — вогнутая сторона сколиотической деформации позвоночника; Б — выпуклая сторона сколиотической деформации позвоночника; 1 — крестцово-остистая мышца; 2 — ромбовидная мышца; 3 — широчайшая мышца спины; 4 — трапецевидная мышца; 5 — прямая мышца живота; 6 — косая мышца живота; под графиками — подограммы

ления становятся более отчетливыми и в какой-то мере уравниваются по величине с активностью симметричных мышц. Изменения противоположного характера происходят в работе мышц нижних конечностей.

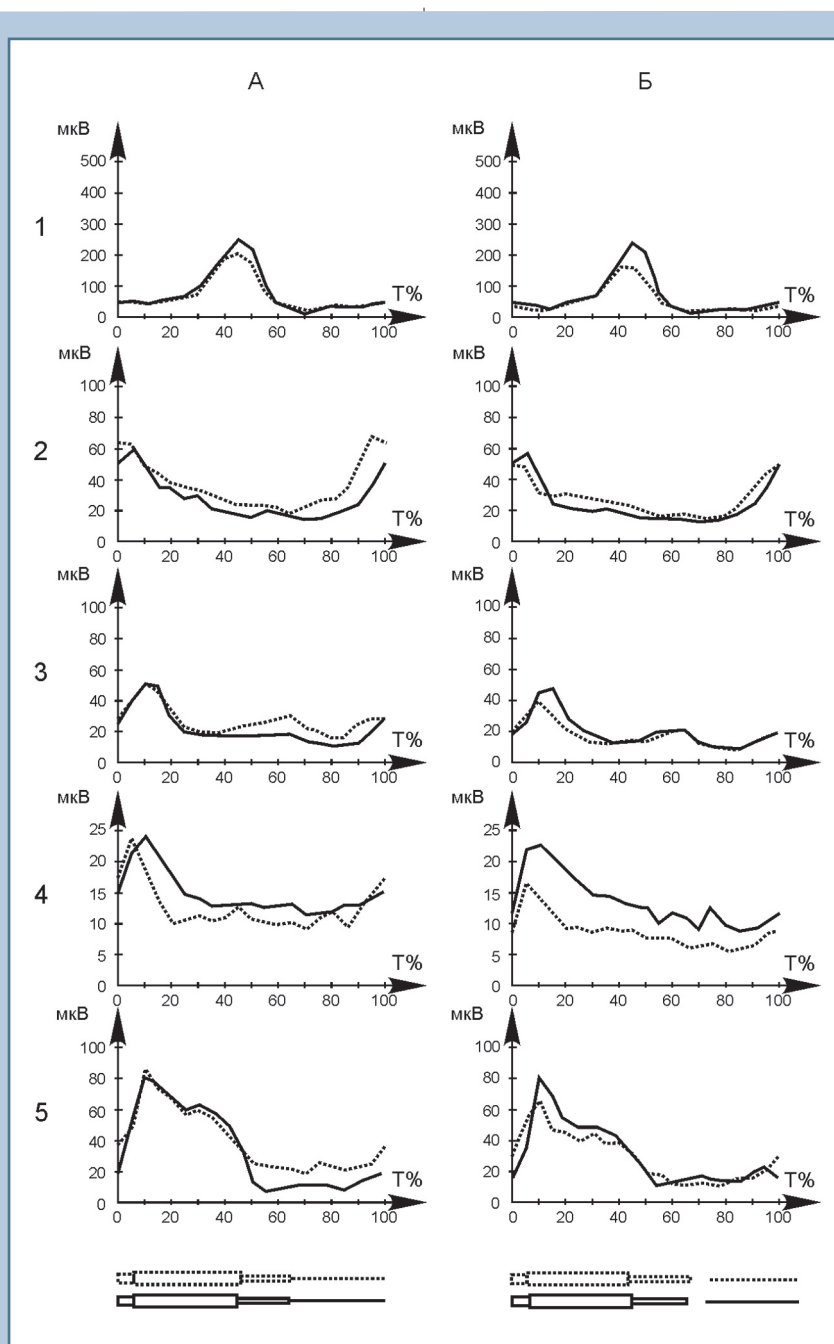
В еще более отчетливой форме пертурбация активности мышц под влиянием лечения наблюдается при III степени С-образного ИС: резко сниженная, а порой нивели-

рованная активность мышц туловища на вогнутой стороне искривления значительно повышается, а активность мышц ноги на той же стороне становится меньше (рис. 9, 10). Кроме того, изменяется и форма максимумов активности: они увеличиваются по амплитуде и несколько сокращаются по длительности.

Таким образом, под влиянием предложенного метода лечения наступает

не только коррекция деформации позвоночника, но и известная нормализация работы мышц туловища и нижних конечностей.

Отдаленные результаты лечения были отслежены у 36 пациентов в сроки до трех лет. При соблюдении предписанного ортопедического режима (постоянная носка корсета и его своевременная замена по мере роста больного) и проведении повторных кур-

**Рис. 8**

Распределение электрической активности мышц таза и нижних конечностей за цикл ходьбы до лечения (пунктир) и после лечения (сплошная линия) у больных с С-образным сколиозом II степени:

А — вогнутая сторона сколиотической деформации позвоночника; Б — выпуклая сторона сколиотической деформации позвоночника; 1 — икроножная мышца; 2 — двуглавая мышца бедра; 3 — прямая мышца бедра; 4 — большая ягодичная мышца; 5 — средняя ягодичная мышца; под графиками — подограммы

сов ФЭС с периодичностью один раз в 8–10 мес. отдаленные результаты расценены нами как хорошие в 29 случаях, как удовлетворительные — в 8.

Обсуждение

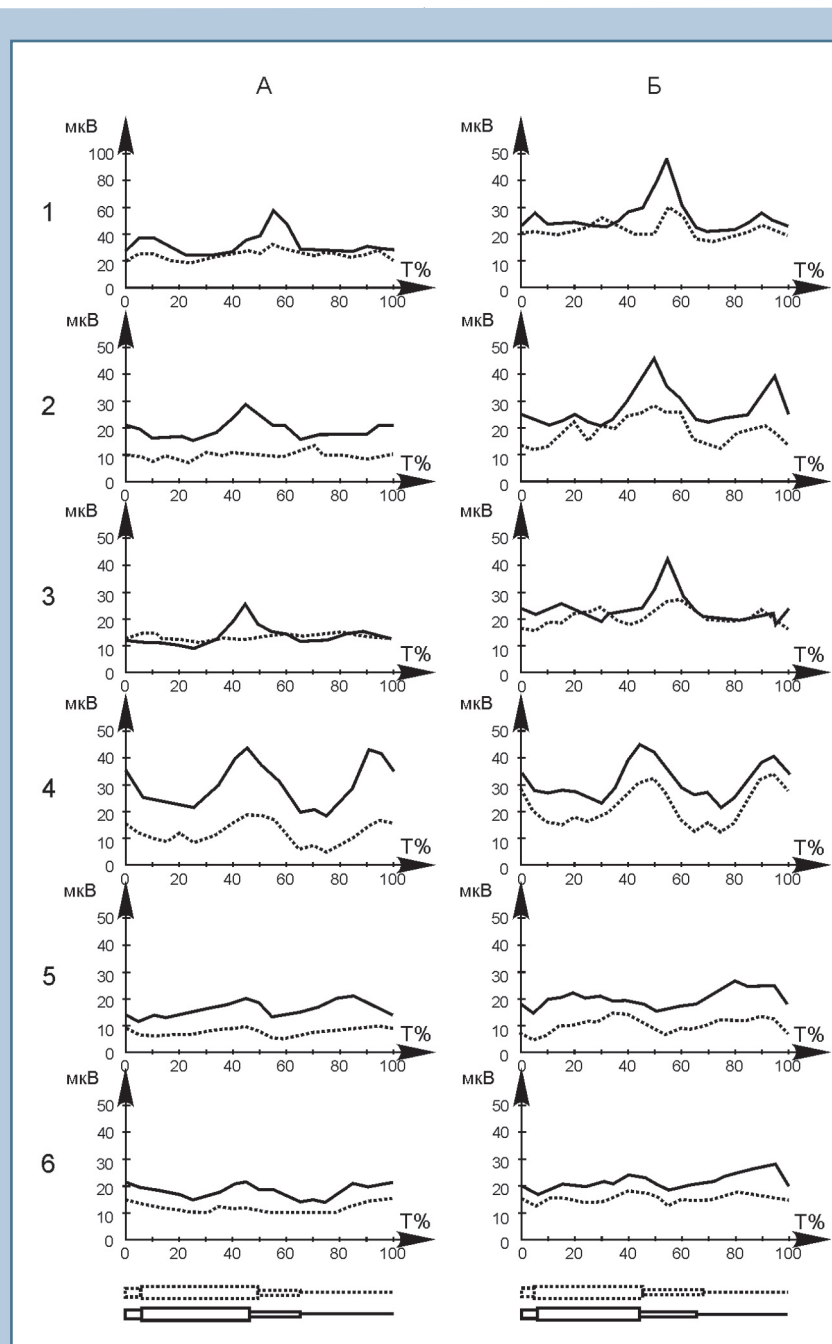
Рассмотрению подлежат три основных факта, полученные в ходе исследования: коррекция деформации позвоночника, объективно оцененная посредством рентгенологического метода; улучшение биомеханической структуры ходьбы; нормализация ЭМГ-профиля мышц туловища и нижних конечностей.

Уменьшение искривления позвоночника, как видно из результатов исследования, происходит под влиянием двух факторов: применения функционально-корригирующего корсета и ЭС мышц при ходьбе. Первый фактор осуществляет в основном механическое редрессирующее воздействие на позвоночник, второй укрепляет функцию мышц туловища и нижних конечностей. Ослабление кривизны позвоночника обуславливает меньшее перемещение общего центра масс тела больных в вогнутую сторону искривления и наряду с редукцией колебаний туловища, вызванной усилением функции мышц, способствует повышению устойчивости больных в условиях прямохождения.

Именно с повышением устойчивости при ходьбе связана дальнейшая цепь биомеханических событий: возрастание скорости передвижения, увеличение длины шага, сокращение длительности двуопорной фазы, большая величина положительного τ -интервала, а также улучшение кинематической и динамической картины ходьбы.

Совместное применение корсета и ФЭС при ходьбе позволяет получить не только существенный коррекционный эффект в отношении позвоночника, но и нормализовать биомеханическую и иннервационную структуру локомоции больных ИС.

Кроме того, образование мышечного корсета, более правильная работа мышц туловища и ног, вызывающие уменьшение колебаний тазового

**Рис. 9**

Распределение электрической активности мышц туловища за цикл ходьбы до лечения (пунктир) и после лечения (сплошная линия) у больных с С-образным сколиозом III степени:

А — вогнутая сторона сколиотической деформации позвоночника; Б — выпуклая сторона сколиотической деформации позвоночника; 1 — крестцово-остистая мышца; 2 — ромбовидная мышца; 3 — широчайшая мышца спины; 4 — трапециевидная мышца; 5 — прямая мышца живота; 6 — косая мышца живота; под графиками — подограммы

и плечевого пояса, могут рассматриваться как факторы патогенетического лечения, способствующие профилактике развития сколиотического процесса.

Заключение

Совместное применение корсета и ФЭС мышц при ходьбе у пациентов с ИС II–III степени обеспечивает существенную коррекцию деформации позвоночника, что объективно подтверждается рентгенологическими исследованиями.

Под влиянием комбинированного лечения происходят положительные изменения биомеханической структуры ходьбы больных: возрастает скорость локомоции, сокращается длительность двуопорной фазы, возрастает амплитуда движений в суставах нижних конечностей, редуцируются избыточные вращательные движения таза и плечевого пояса, увеличиваются экстремумы опорных реакций.

Происходит увеличение электрической активности симметричных мышц туловища, преимущественно на вогнутой стороне искривления, и уменьшается на той же стороне активность мышц нижней конечности, формируется более четкий ЭМГ-профиль всех исследованных мышц.

Таким образом, предложенный комбинированный подход к лечению больных ИС II–III степени способствует не только коррекции деформации позвоночника, но нормализации биомеханической и иннервационной структур локомоции.

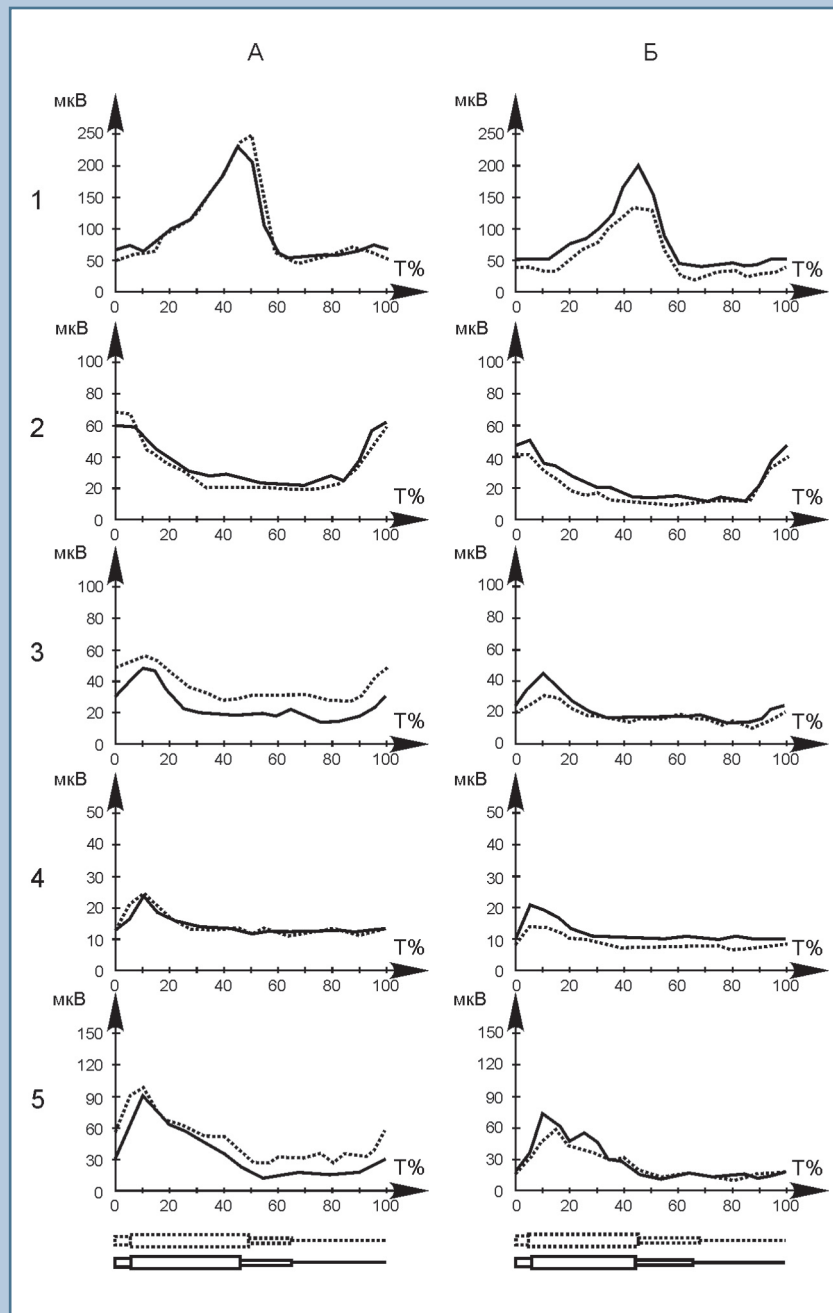


Рис. 10

Распределение электрической активности мышц таза и нижних конечностей за цикл ходьбы до лечения (пунктир) и после лечения (сплошная линия) у больных с С-образным сколиозом III степени:

А — возгнутая сторона сколиотической деформации позвоночника; Б — выгнутая сторона сколиотической деформации позвоночника; 1 — икроножная мышца; 2 — двуглавая мышца бедра; 3 — прямая мышца бедра; 4 — большая ягодичная мышца; 5 — средняя ягодичная мышца; под графиками подограммы

Литература

1. Витензон А.С., Паламарчук Е.Э. Коррекция движений позвоночника посредством электростимуляции мышц при ходьбе больных с начальными степенями сколиотической болезни // Искусственная коррекция движений при патологической ходьбе. М., 1999. С. 244–295.
2. Гриценко Г.П., Витензон А.С., Славуцкий Я.Л. и др. Биомеханический комплекс для оценки ходьбы в норме и при нарушениях опорно-двигательного аппарата // Протезирование и протезостроение: Сб. тр. М., 1997, Вып. 94. С. 84–87.
3. Казьмин А.И., Кон И.И., Бельский В.Е. Сколиоз. М., 1981.
4. Михайловский М.В., Новиков В.В., Васюра А.С. и др. Современная концепция раннего выявления и лечения идиопатического сколиоза // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова. 2003. № 1. С. 3–10.
5. Тесаков Д.К. Коррекция деформации позвоночника у больных с диспластическим (идиопатическим) сколиозом // Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии: Тез. докл. науч.-практ. конф. М., 2001. С. 288–289.
1. Axelgaard J., Braun J.C. Lateral electrical surface stimulation for the treatment of progressive idiopathic scoliosis // Spine. 1983. Vol. 8. P. 242–260.
2. Landauer F., Behensky H. Korrekturmechanismus der skoliose bei korsett-therapie // Orthopadie-Technik. 2002. N 6 P. 500–505.
3. Labelle H. Radiological investigation of idiopathic scoliosis // Association des Orthopedistes de Langue Francaise (AOLF). Brussel, 1998.
4. Liljenqvist U. Aetiologie, morphologie und therapie der idiopathischen Skoliose // Orthopadie-Technik. 2002. N 6. P. 506–512.

Адрес для переписки:

Скоблин Алексей Анатольевич
129281, Москва,
Староватутинский проезд, 17, кв. 59,
al_skoblin@mail.ru

Статья поступила в редакцию 17.01.2008