

УДК 615.875.6+616-009.5+616.71-077.55:616.718

## **МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНОТЕРАПИИ В СИСТЕМЕ АДАПТИВНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОДРОСТКОВ С НАЛИЧИЕМ СКОЛИОЗА ПРИ РАЗНОВЫСОКОСТИ НОГ**

**Паршутина Л.О.-С.**

*Центр реабилитации детей-инвалидов «Феникс», г. Владикавказ, Алания, ФГБОУ ВПО «Волгоградская государственная академия физической культуры Министерства спорта, туризма и молодежной политики Российской Федерации», Волгоград, Россия (400005, г. Волгоград, пр. им. В.И. Ленина, 78, e-mail: [ygafk@vlink.ru](mailto:ygafk@vlink.ru))*

**Возникновение сколиоза в подростковом возрасте обусловлено многочисленными причинами, одной из которых является укорочение конечностей, что обычно связано с неодинаковым темпом их роста. Механизм формирования сколиоза в этих случаях известен: перекос таза -> мышечные асимметрии спины и таза -> статодинамические нарушения -> сколиоз.**

**Отсюда следует, что наиболее эффективным препятствием формированию сколиоза являются разнонаправленные тренировки мышц антагонистов симметричных отделов спины и таза.**

**Достижение такого несимметричного тренинга мышц осуществлено посредством механотерапии с использованием аппарата «Многофункциональный реабилитационный комплекс» (МРК).**

**Сравнительная характеристика силы и выносливости мышц спины и таза до и после реабилитации посредством МРК показала выравнивание мышечных асимметрий, свойственных сколиозу, что в свою очередь уменьшило степень сколиотической деформации костных структур позвоночника.**

**Ключевые слова:** сколиоз, механокинезиотерапия, подросток, неравная длина ног, мышечная асимметрия.

## **METHODOLOGICAL SUBSTANTIATION OF THE MECHANOTHERAPY IN ADAPTIVE REHABILITATION OF ADOLESCENTS WITH SCOLIOSIS AND A CONCURRENT LEG LENGTH DISCREPANCY**

**Parshutina L.O.-S.**

*Parshutina L.O.-S., exercise physiologist, Feniks Republican Center of Disabled Children Rehabilitation, Vladikavkaz, Alania (Home address: RSO ALANIA, Vladikavkaz, street Shmulevich, 16-104) Volgograd State Academy of Physical Education*

**The emergence of scoliosis during adolescence is conditioned by multiple causes, one of which is limbs shortening usually associated with the uneven rate of their growth. Mechanism for the formation of scoliosis in these cases is known: pelvic imbalance -> back and pelvis muscle asymmetry -> static-dynamic disturbances -> scoliosis.**

**It follows that the most effective prevention to scoliosis formation is multi-directional training of antagonist muscles of symmetric divisions in back and pelvis.**

**This asymmetric muscle training was carried out by mechanotherapy hardware method, namely the use of multi-functional rehabilitation complex (MRC).**

**Comparative characteristics of strength and endurance of back and pelvis muscles before and after rehabilitation by MRC showed the leveling-out of muscle asymmetries typical of scoliosis, which reduced the degree of scoliosis as a whole.**

**Key words:** scoliosis, mechanokineziotherapy, teenager, unequal leg length, muscle's asymmetry.

### **Введение**

Возникновение сколиоза в детском и юношеском возрасте сказывается на многих аспектах жизнедеятельности формирующегося организма, что диктует необходимость более детального и углубленного изучения данной патологии.

В последнее десятилетие отмечается рост частоты сколиоза среди детей и подростков, распространенность которого достигает от 2 до 10% [3; 6].

Возникновение сколиоза в подростковом возрасте обусловлено многочисленными причинами, одной из которых является укорочение одной из конечностей [1]. По данным разных авторов, степень асимметрии длины ног в детской популяции колеблется от 87 до 92, что чаще всего связано с неодинаковым темпом их роста [2; 8].

Механизм формирования статического сколиоза при укорочении конечности известен: перекос таза – мышечные асимметрии – статодинамические нарушения – сколиоз [5]. Следуя этой схеме, можно предполагать, что перекос таза вызывает эксцентрические воздействия массы тела на поясничный участок позвоночника, следствием чего является одностороннее напряжение паравертебральных мышц, что формирует мышечную асимметрию, а затем и статический сколиоз [9; 12].

Наиболее эффективным препятствием формированию функционального статического сколиоза являются дифференцированные тренировки мышц антагонистов симметричных отделов таза и спины [10]. Достижение такого несимметричного тренинга мышц возможно с помощью механической системы «решетка Рохера», предложенной этим автором в 1958 г., модифицированной И.П. Эммануилиди в 2008 г. [7] и обозначенной им как «Многофункциональный реабилитационный комплекс» (МРК). Основным преимуществом механокинезиотерапии этим аппаратным комплексом является возможность использования технологии биологической обратной связи (БОС). Участие личности в регуляции обычно неконтролируемых двигательных актов заключается в возможности индивидуально воздействовать на каждую отдельную мышечную цепь, участвующую в изучаемом двигательном акте, что позволяет, таким образом, устранить мышечные асимметрии.

Однако его применение для коррекции мышечных асимметрий спины и таза методически еще не разработано.

### **Цель исследования**

На основании личного опыта определить степень эффективности применения управляемой механокинезиотерапии аппаратным комплексом МРК для коррекции мышечных асимметрий спины, а также пояснично-крестцовой и тазовой областей при сколиозе у подростков с укороченной конечностью.

### **Материал и методы**

Для реализации поставленной цели нами были сформированы 2 группы испытуемых: экспериментальная – 18 чел. и контрольная – 21 чел. из числа подростков, состоящих на

диспансерном учете в детских поликлиниках. Обследовались подростки 14–16 лет с анатомическим укорочением нижней конечности от 0,5 до 2 см и наличием сколиоза с подтверждением всех отклонений методом Ro-графии. Контрольные обследования проводились дважды: до начала сеансов механотерапии и после их завершения. Курс механокинезиотерапии продолжался в течение 4–6 недель, процедуры проводились через 1 или 2 дня, всего 12–15 сеансов.

Контроль эффективности традиционной и экспериментальной схем коррекции мышечных асимметрий проводился следующими методами.

1. Антропометрические измерения с вычислением плечевого индекса, ромба Машкова, степени перекоса таза, торсии позвоночника, определение амплитуды дуги искривления позвоночника, деформации голеней [4].

2. Исследование силы и выносливости мышц: сгибателей и разгибателей бедра, плеча, мышц, отводящих и приводящих бедро и плечо. Изучалась длительность удерживания (выносливость) прямых ног на весу, а также верхней части туловища. Изучалась сила мышц-разгибателей и сгибателей спины. Сила мышц измерялась в кг с помощью куба-решетки Рохера и динамометрии. Выносливость – в секундах.

### **Технология биоуправляемой механокинезиотерапии с помощью многофункционального реабилитационного комплекса**

Основу МРК или куба-решетки Рохера составляет система металлических балок в виде куба, внутри которой помещена функциональная кушетка. На балках решетки закреплены кронштейны с блоками для фиксации грузов различной величины. Величина груза меняется, что связано с ощущениями пациента, чем и обусловлена биологически обратная связь.

Феномен биоуправления заключается также в активном слежении человеком за величиной собственной мышечной работы, которая определяет величину следующей ступени наращивания груза, выражающуюся в килограммах. Нужную траекторию задает инструктор.

Выравнивание силы мышц тазового пояса и нижних конечностей осуществлялось методом тренинга: отведения, приведения, сгибания и разгибания бедра с грузом.

Выравнивание силы длинных мышц спины осуществлялось методом удерживания на весу верхней части туловища, поочередным отведением и приведением верхних конечностей в этом же положении.

Таким образом, на вогнутой стороне сколиотической дуги сила мышц наращивалась, а на выпуклой – снижалась.

Величина груза – от 0,5–2 кг по 10–12 повторений с экспозицией времени удерживания груза до 2–3 минут.

## Технология ЛГ в системе коррекции сколиоза у подростков с укороченной конечностью

Занятия ЛГ проводились по индивидуально-групповому принципу с ежедневной коррекцией объема и интенсивности воздействия на основе субъективных и объективных данных.

На первом этапе проводились общеразвивающие и дыхательные упражнения статического и динамического характера в течение 10–15 мин.

Затем подключались специальные упражнения, направленные на перестройку патологического изменения тонуса мышц спины, таза и конечностей, а также на осуществление деторсии и выравнивание перекаса таза [1].

### Результаты восстановления мышечной симметрии спины и таза при сколиозе у подростков с неравной длиной ног методом управляемой механокинезиотерапии с использованием МРК

Данные, полученные до и после коррекционных мероприятий в экспериментальной и контрольной группах, изложены в табл. 1–3.

**Таблица 1 – Динамика функционального состояния длинных мышц спины в результате воздействия механокинезиотерапии**

Показатели силы и выносливости мышц	Экспериментальная группа		Контрольная группа		Р после коррекции
	до коррекции	после коррекции	до коррекции	после коррекции	
1. Сила мышц-разгиб. спины (кг)	40,15±3,21	63,41±2,26	40,32±3,68	53,94±2,46	<0.05
2. Длит. удерж. верхней части туловища (сек)	39,91±2,55	57,51±2,54	42,74±2,31	47,52±1,48	<0.05

**Таблица 2 – Динамика показателей силы и выносливости мышц брюшного пресса и тазового пояса в результате воздействия механокинезиотерапии**

Показатели силы и выносливости мышц	Экспериментальная группа		Контрольная группа		Р после коррекции
	до коррекции	после коррекции	до коррекции	после коррекции	
1. Длительность удерживания прямой ноги (неукор./укор.) (сек)	72,39±2,61 66,85±3,28	87,62±2,74 89,04±4,26	73,05±2,46 66,41±3,48	79,74±2,37 68,51±2,51	>0,05
2. Асимметрия удерживания прямых ног (неукор./укор.) (кг)	5,62±0,06	3,01±0,05	7,21±0,09	6,8±0,04	<0,05
3. Сила мышц-сгибателей бедра (неукор./укор.) (кг)	3,51±0,08 2,06±0,06	6,31±0,09 5,94±0,04	3,06±0,05 1,7±0,09	3,51±0,06 2,6±0,07	<0,05
4. Сила мышц-разгиб. бедра	6,54±0,07	12,26±0,06	6,74±0,09	9,46±0,05	>0,05

(неукор./укор.) (кг)	3,68±0,09	11,28±1,06	3,26±0,03	8,21±0,04	
5. Асимметрия силы мышц-сгиб. бедра (кг)	1,45±0,06	0,37±0,03	1,37±0,06	0,91±0,08	<0,05
6. Асимметрия силы мышц-разгиб. бедра (кг)	2,86±0,09	0,98±0,03	2,78±0,08	1,25±0,05	<0,05
7. Сила мышц, отводящих бедро (неукор./укор.) (кг)	5,34± 0,04 2,68±0,05	9,06±0,08 8,16±0,09	5,56±0,03 2,62±0,06	7,09±0,06 5,98±0,09	>0,05
8. Асимметрия силы мышц, отвод. бедро (кг)	2,66±0,06	0,9±0,05	2,94±0,05	1,18±0,09	<0,05
9. Сила мышц, привод. бедро (неукор./укор.) (кг)	5,51±0,06 2,96±0,08	9,52±0,09 8,96±0,06	6,04±0,09 3,13±0,05	7,56±0,08 1,09±0,07	>0,05
10. Асимметрия силы мышц, привод. бедро (кг)	2,55±0,07	0,56±0,04	2,91±0,06	1,48±0,05	<0,05

**Таблица 3 – Динамика показателей силы и выносливости мышц верхнего плечевого пояса и грудной клетки в результате воздействия механокинезиотерапии**

Показатели силы и выносливости мышц	Экспериментальная группа		Контрольная группа		Р после коррекции
	до коррекции	после коррекции	до коррекции	после коррекции	
1. Сила мышц-сгибателей плеча (неукор./укор.) (кг)	4,81±0,03 3,86±0,03	2,94±0,06 2,86±0,03	6,02±0,04 2,94±0,03	3,06±0,06 2,62±0,04	<0,05
2. Асимметрия силы мышц-сгиб. плеча (кг)	0,95±0,06	0,05±0,003	1,08±0,006	0,44±0,08	<0,05
3. Сила мышц-разгиб. плеча (неукор./укор.) (кг)	2,82±0,05 1,62±0,04	4,46±0,05 04,16±0,04	2,54±0,06 0,98±0,04	3,09±0,06 2,31±0,05	<0,05
4. Асимметрия силы мышц-разгиб. плеча (кг)	1,21±0,02	0,32±0,04	1,56±0,03	0,78±0,08	<0,05
5. Сила мышц, отводящих плечо (неукор./укор.) (кг)	2,86±0,03 1,06±0,03	4,02±0,08 3,96±0,09	2,74±0,03 1,16±0,03	2,94±0,03 2,38±0,04	<0,05
6. Асимметрия силы мышц, отвод. плечо (кг)	1,81±0,02	0,06±0,01	1,58±0,02	0,56±0,06	<0,001
7. Сила мышц, привод. плечо (неукор./укор.) (кг)	2,81±0,04 1,21±0,03	4,02±0,07 3,98±0,03	2,72±0,03 1,04±0,08	3,74±0,08 2,82±0,02	>0,05
8. Асимметрия силы мышц, привод. плечо (кг)	1,61±0,03	0,04±0,01	1,68±0,04	0,92±0,03	<0,05
9. Окружность грудной клетки (см)	68,53±1,92	78,91±1,78	68,36±1,88	74,92±1,96	<0,05
10. ЖЕЛ (л)	1,87±0,05	2,78±0,06	1,92±0,03	2,18±0,05	<0,05

Как следует из данных табл. 1–3, исходные нарушения опорно-двигательного аппарата, зафиксированные при комплексном обследовании подростков обеих групп, были практически одинаковы, что являлось гарантией репрезентативности «научного материала».

Прежде всего развивалась асимметрия в мышцах тазового пояса и нижних конечностей, а затем в мышцах-антагонистах позвоночного столба и грудной клетки. Асимметрия мышечной фиксации разделяла равнозначные по функции мышцы на сильные, избыточно востребованные и слабые, выпавшие из нормальной функции, что и формировало сколиотическую дугу позвоночника. Это находило четкое подтверждение в наших исследованиях.

Так, укорочение конечности на 2,0–2,5 см вызывает деформацию голени примерно на 12–13 см (за счет атрофии) и перекос таза в пределах  $3,16 \pm 0,56$  –  $3,28 \pm 0,46$  см в сравниваемых группах соответственно.

В свою очередь перекос таза вызывал формирование дуги грудно-поясничного отдела позвоночника с амплитудой  $3,11 \pm 0,05$  см и  $3,14 \pm 0,08$  см (1-я и 2-я группы), по данным плечевого индекса – на  $60,42 \pm 3,04\%$  и  $65,18 \pm 2,98\%$ , по ромбу Машкова – на  $88,12 \pm 4,16\%$  и  $87,62 \pm 3,99\%$  соответственно.

Биомеханика формирования сколиоза состоит в том, что перекос таза в обозначенных пределах сопровождается мышечными асимметриями в силовой выносливости мышц нижних конечностей и тазового пояса. Так, силовая асимметрия мышц бедра по функции сгибателей достигала  $1,45 \pm 0,06$  кг и  $1,37 \pm 0,0$  кг, по функции разгибателей –  $2,86 \pm 0,09$  кг и  $2,78 \pm 0,08$  кг, по силе отведения и приведения соответственно  $2,66 \pm 0,62$  кг и  $2,94 \pm 0,05$  кг;  $2,55 \pm 0,07$  кг и  $2,01 \pm 0,06$  кг.

Мышцы брюшного пресса и тазового пояса реагировали однотипно – наблюдалась асимметрия во времени удерживания прямых ног. Укороченные ноги удерживали груз в течение  $66,85 \pm 3,28$  сек и  $66,41 \pm 3,48$  сек, неукороченные –  $72,39 \pm 2,61$  сек и  $73,05 \pm 2,46$  сек, асимметрия составила  $5,62 \pm 0,2$  сек и  $7,21 \pm 0,09$  сек по группам сравнения соответственно.

Последовательность формирования мышечных асимметрий далее охватывает позвоночный столб, что проявляется в снижении силы разгибателей спины –  $40,15 \pm 3,21$  кг и  $40,32 \pm 3,68$  кг, и по удержанию верхней части туловища –  $39,91 \pm 2,55$  сек и  $42,74 \pm 2,31$  сек. Силовая выносливость трапециевидных мышц различалась по функции сгибания плеча с разницей сторон относительно дуги искривления на  $0,95 \pm 0,02$  кг и  $1,08 \pm 0,16$  кг, по функции разгибания плеча –  $1,21 \pm 0,02$  кг и  $1,56 \pm 0,03$  кг, по отведению –  $1,81 \pm 0,02$  кг и  $1,58 \pm 0,02$  кг и по приведению –  $1,61 \pm 0,06$  кг и  $1,68 \pm 0,04$  кг.

Исходные данные, отражающие функциональное состояние межреберных мышц, показывали уменьшение ОКГ и ЖЕЛ, как проявление асимметрии этих мышц. ОКГ уменьшилась до  $68,53 \pm 1,92$  см, ЖЕЛ – до  $1,87 \pm 0,05$  л.

Проведение курса эксцентрических нагрузок с помощью аппаратного комплекса МРК позволило добиться существенных результатов.

Силовая выносливость мышц брюшного пресса и тазового пояса, которая оценивалась по длительности удерживания прямых ног, после коррекционных мероприятий в экспериментальной группе была следующей: укороченная нога –  $73,04 \pm 4,26$  сек, неукороченная –  $76,62 \pm 2,74$  сек с асимметрией  $3,01 \pm 0,05$  сек. В контрольной группе асимметрия этого показателя по окончании эксперимента была равна  $6,81 \pm 0,08$  сек.

Асимметрия в силе сгибателей и разгибателей бедра укороченной и здоровой ног под влиянием аппаратной механокинезиотерапии уменьшилась и составила  $0,37 \pm 0,05$  кг и  $0,98 \pm 0,03$  кг соответственно. Сила отведения и приведения бедер аномальной и здоровой ног в экспериментальной группе практически сравнялась  $0,91 \pm 0,08$  кг и  $0,56 \pm 0,04$  кг ( $p \geq 0,05$ ).

В контрольной группе различия в силе мышц, отводящих и приводящих бедро, укороченной и неукороченной ног составили  $1,18 \pm 0,09$  кг и  $1,48 \pm 0,05$  кг, что превышает физиологически допустимую асимметрию и является проявлением сколиоза.

Силовая выносливость мышц верхнего плечевого пояса и межреберий после коррекции имела следующие параметры: различия в силе сгибателей и разгибателей плеча на стороне укороченной ноги практически нивелировались –  $0,30 \pm 0,03$  кг и  $0,32 \pm 0,04$  кг, в то время как в контрольной группе они составляли  $0,49 \pm 0,08$  кг и  $0,78 \pm 0,08$  кг.

Сила мышц, отводящих плечо и приводящих его, на сторонах короткой и неукороченной ног у подростков экспериментальной группы характеризовалась минимальной асимметрией –  $0,06 \pm 0,01$  кг и  $0,04 \pm 0,01$  кг. В контрольной группе аналогичные показатели достигали  $0,56 \pm 0,06$  кг и  $0,92 \pm 0,03$  кг.

Сила межреберных мышц в симметричных отделах грудной клетки практически сравнялась. В результате ОКГ увеличилась до  $78,91 \pm 1,78$  см, а ЖЕЛ – до  $2,78 \pm 0,03$  л.

Таким образом, становится очевидным, что основополагающим моментом коррекции сколиоза у подростков с укороченной нижней конечностью является выравнивание мышечных асимметрий тазового пояса и спины с помощью применения управляемой механокинезиотерапии в виде МРК.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что в экспериментальной группе ликвидация мышечных асимметрий оказалась более успешной, чем в контроле. Это подтверждается также данными антропометрии. Так, деформация голени в экспериментальной группе подростков уменьшилась, и разница в объеме составила  $1,28 \pm 0,56$  см против  $3,16 \pm 0,92$  см в контрольной группе.

Перекося таза за счет восстановления мышечных дисфункций также уменьшился с  $1,87 \pm 0,05$  см до  $0,67 \pm 0,02$  см. Амплитуда дуги искривления позвоночника снизилась с  $3,11 \pm 0,09$  см до  $2,06 \pm 0,08$  см, плечевой индекс и ромб Машкова практически нормализовались: соответственно  $78,16 \pm 3,28\%$  и  $93,01 \pm 2,19\%$ .

Торсия позвоночника как по визуальным данным, так и по величине отклонения от центральной латеральной оси тела стала менее выраженной: от  $12,18 \pm 1,04$  см до  $1,54 \pm 0,03$  см. Таким образом, уменьшение показателей тяжести сколиотической деформации позвоночника является очевидным.

### **Заключение**

Основопологающим моментом коррекции сколиоза у подростков с укороченной нижней конечностью является ликвидация мышечных асимметрий тазового пояса и спины с помощью применения управляемой механокинезиотерапии в виде МРК.

### **Список литературы**

1. Кармазин В.В. Лечебная физкультура при постуральных нарушениях у детей с укорочением нижней конечности : дис. ... канд. мед. наук. – М., 2008. – С. 24-28
2. Кросс В.В. Ранняя диагностика и профилактика прогрессирования нарушений осанки и сколиоза у детей в условиях общеобразовательных учреждений : автореф. ... канд. мед. наук. – М., 2000. – 24 с.
3. Кухта О.А. Основные тенденции первичной инвалидности вследствие дорсопатий в Российской Федерации // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. – 2009. – № 1. – С. 30-31.
4. Полеткина И.И. Основы спортивной морфологии : уч.-метод. пособ. / И.И. Полеткина, Е.С. Гаврилова, Е.В. Зубарева. – Волгоград, 2009. – 30 с.
5. Цивьян Я.Л., Аксенович И.В. Механогенез экспериментального сколиоза. – Новосибирск : Наука, 1997. – 260 с.
6. Шуляковский В.В., Разумов А.Н. Восстановительное лечение остеохондропатий позвоночника у детей и подростков // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 2000. – № 3. – С. 32-34.
7. Эммануилиди И.Г. Методика занятий адаптивной физической культурой с детьми 7-8 лет, имеющими нарушения осанки : дис. ... канд. пед. наук. – Волгоград, 2008.
8. Яворский А.Б. Система диагностики нарушений опорно-двигательного аппарата у детей и подростков с ортопедической патологией на этапах реабилитации : дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2001. – С. 38-52.
9. Hargitai E., Szita S., Doczi J., Renner A. Unstable pelvic fractures in children // Acta Chir Hung. – 1998. – 37 (1-2) : 77-83.
10. Negrini S., Ananasio S., Zaina F., Romana M. Rehabilitation of adolescent scoliosis: result of exercises and bracing from a series of clinical studies // Europe medicophysica-Simfer 2007 award winner. Eur J Phys Rehabil. Med. 2008 Jun 44(2):169-76.



11. Rocher Ch. Re-education psycho-motrice. Exercices en suspension et pouletherapie // Paris, Massen et cie, 1958.
12. Timgren J., Soinila S. Reversible pelvis asymmetry: an overlooked syndrome manifesting as scoliosis apparent leg-length difference and neurologist symptoms // J.Manipulative Physiol Ther. – 2006. – Sep; 29(7) : 561-5.

### **Рецензенты**

Кудинов А.А., д.п.н., профессор, зав. кафедрой теории и истории физкультуры и спорта ФГБОУ ВПО «ВГАФК»; Министерство спорта, туризма и молодежной политики Российской Федерации; ФГБОУ ВПО «Волгоградская государственная академия физической культуры», г. Волгоград.

Самусев Р.П., д.м.н., профессор, зав. кафедрой анатомии ФГБОУ ВПО «ВГАФК»; Министерство спорта, туризма и молодежной политики Российской Федерации; ФГБОУ ВПО «Волгоградская государственная академия физической культуры», г. Волгоград.