

11. Илизаров Г.А. Открытие, позволяющее управлять ростом и регенерацией тканей // Вопросы изобретательства. — 1989. — № 4. — С.11-12.
12. Фишкин В.И., Львов С.Е., Удальцов В.Е. Регионарная гемодинамика при переломах костей. — М.: Медицина, 1984.
13. Диагностика и лечение ранений / Под ред. Ю.Г.Шапошникова. — М., 1984. — 180 с.
14. Закономерности восстановления сосудистого русла в пораженном сегменте на этапах реабилитации по Г.А.Илизарову у больных с дефектами костей голени, осложненных хроническим остеомиелитом / А.М.Аранович, С.А.Паевский, Г.Д.Ремпель и др. // Хирургия. — 1990. — № 9. — С.36-40.
15. Илизаров Г.А. Клинические возможности нашего метода //Тезисы докл. Всесоюз. симпозиума. — Курган, 1983. — С.16-20.
16. А.с. 1781610 СССР, МКИ⁵ G 01 N 33/569 Способ определения бактерицидной активности тканей / С.А.Паевский (СССР). — № 4875467/14; Заявлено 16.10.90; опубл. 15.12.92. Бюл. 46. — С.161.
17. Илизаров Г.А., Паевский С.А., Барабаш А.П. Способ профилактики воспаления мягких тканей вокруг спиц Киршнера при чрескостном остеосинтезе // Труды 4 Всесоюзного съезда травматологов-ортопедов. — М.: ЦИТО, 1982. — С.29-33.

Рукопись поступила 02.10.91.

© А.П.Шейн, А.Н.Ерохин, К.И.Новиков, 1995

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ НА ПРОИЗВОЛЬНУЮ И ВЫЗВАННУЮ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ МЫШЦ ПРИ УДЛИНЕНИИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У БОЛЬНЫХ С АХОНДРОПЛАЗИЕЙ.

А.П.ШЕЙН, А.Н.ЕРОХИН, К.И.НОВИКОВ

Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" имени академика Г.А.Илизарова, г.Курган
(Генеральный директор — академик РАМТН, д.м.н., профессор В.И.Шевцов)

До лечения, в процессе лечения и в отдаленные, более 1 года, сроки после лечения методами глобальной и стимуляционной электромиографии обследованы 92 больных с ахондроплазией в возрасте 8-15 лет, которым производили удлинение голени на 14-18 см. Объектом исследования служила передняя большеберцовая мышца (ПБМ). Больные распределены на опытную (продолжительная прямая чрескостная электростимуляция ПБМ, проводимая в периоды distraction и фиксации) и контрольную (без электромиостимуляции) группы. Выявлены стабилизирующий и растормаживающий эффекты электромиостимуляции, нашедшие отражение в характерных особенностях динамики амплитуды суммарной ЭМГ и амплитуды М-ответов у больных опытной группы. Приведенные данные доказывают принципиальную возможность ранней реабилитации мышц посредством низкочастотного электроимпульсного воздействия при растяжении тканей в условиях distractionного остеосинтеза.

Ключевые слова: distractionный остеосинтез, электромиостимуляция, мышцы.

Метод Илизарова, признанный специалистами как наиболее оптимальный при удлинении конечностей, получает все более широкое распространение в российских и зарубежных специализированных лечебных учреждениях. Тем не менее, его потенциальные возможности далеко не исчерпаны. Об этом свидетельствует появление многочисленных модификаций, совершенствование техники и методик distractionного остеосинтеза, увеличение процента удлинения сегментов конечностей при различных этиологиях их укорочения [1,2]. Правильная тактика и техника применения метода Илизарова позволяют свести к минимуму возможные осложнения. Однако, в некоторых случаях не удается избежать возникновения контрактур суставов [3], нарушения иннервации и кровоснабжения мышц [4, 5], снижения активационных и контрактных характеристик мышц удлиняемой конечности [6].

Снижение активационных характеристик мышц в процессе удлинения конечности,

обусловленное, с одной стороны, тормозными ноцицептивными влияниями на сегментарные и супрасегментарные структуры, с другой стороны, изменениями в периферической части двигательных единиц денервационного и первично-мышечного характера, может быть одной из причин образования контрактуры зависимого сустава. Отсюда вытекает необходимость коррекции структурно-функциональной организации мышц в процессе distractionного остеосинтеза в качестве меры профилактики постdistractionных миодистрофий и сохранения активных движений в контролируемом суставе.

Одним из наиболее доступных способов повышения активационных и контрактных показателей мышц удлиняемой конечности в условиях distractionного остеосинтеза являются специализированные комплексы ЛФК. Тем не менее, признано необходимым введение в лечебно-реабилитационный процесс средств преформированной физиотерапии, в частности электромиостимуляции (ЭМС) [7].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Обследовано 92 пациента с диагнозом "ахондроплазия, низкий рост" в возрасте от 8 до 35 лет, 47 — женского и 45 — мужского пола, которым производили удлинение нижних конечностей по Илизарову. Абсолютная величина удлинения сегментов: голени — 14-18 см, бедра — 10-12,5 см, что соответствовало 53,5-112,5 % от исходной длины сегмента. Темп удлинения варьировался в пределах 1,0-2,5 мм/сутки. Формирование контрольной и опытной групп больных было произведено с учетом возраста, этапа лечения и величины удлинения голени.

Использованы методы глобальной и стимуляционной электромиографии с применением цифровой ЭМГ-системы "1500" (DANTEC, Дания) и анализатора биоэлектрической активности BASIS-2381 (BIOMEDICA, Италия). Анализировались средняя амплитуда суммарной ЭМГ передней большеберцовой

мышцы, зарегистрированной биполярно в условиях пробы "максимальное произвольное напряжение" и амплитуда униполярно (по схеме "belly-tendon") отведенного М-ответа при оди-ночной супрамаксимальной стимуляции мало-берцового нерва в области головки малоберцо-вой кости. Выбор объекта исследования обус-ловлен наличием данных о преимущественном нарушении тыльной флексии стопы при удли-нении как бедра, так и голени. Исследования проводили в предоперационном периоде, на этапах дистракции, фиксации и в различные сроки после снятия аппарата Илизарова. Пер-вичные данные исследований статистически обработаны (с использованием t-критерия Стьюдента различия средних для малых выбо-рок при сравнении данных опытной и кон-трольной групп пациентов) и сведены в табли-цу 1.

Таблица 1.

Амплитуда суммарной ЭМГ и М-ответа передней большеберцовой мышцы на различных этапах удлинения голени у больных с ахондроплазией контрольной и опытной групп, М±м.

Этап лечения	Амплитуда ЭМГ, мкВ		Амплитуда М-ответа, в мВ	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Дистракция (7-9 см удлинения)	40±5 (2,8%) n=14	50±5 (3,4%) n=9	1,5±0,4 (12,5%) n=12	2,5±0,7 (20,8%) n=10
Дистракция (16-18 см удлине-ния)	30±5 (2,1%) n=9	90±15 * (6,4%) n=13	0,8±0,3 (6,6%) n=7	0,9±0,3 (7,5%) n=7
Фиксация (2 мес.)	55±10 (3,2%) n=11	220±20 * (15,8%) n=20	1,3±0,3 (10,8%) n=7	3,0±0,5 * (24,9%) n=7
Фиксация (4 мес.)	90±30 (6,4%) n=11	330±40 * (23,5%) n=10	0,5±0,2 (4,1%) n=5	1,3±0,2 * (10,8%) n=5
Через 2 года после лечения	260±20 (25,7%) n=19	840±80 * (60,2%) n=20	4,8±0,7 (39,8%) n=8	6,9±0,8 (57,3%) n=9

Примечание: в скобках указаны значения показателей в процентах от дооперационных; n — количество наблюдений; звез-дочкой помечены значения показателей опытной группы, отличие которых от контроля было статистически значимым (p≤0,05).

Электростимуляцию осуществляли по-средством специализированных приборов для чрескожного воздействия импульсными токами на периферические нервно-мышечные структу-ры: УЭИ-1, МИОРИТМ-021, МИОРИТМ-082. Кроме того, в плане клинической апробации, использовался 2-канальный стимулятор типа МИОРИТМ-124И, разработанный совместно с НИЦ "Миоритм" (г.Киев) [8]. Курс электрости-

муляции передне-латеральной группы мышц голени начинали с 1-2-й недели дистракции и осуществляли на протяжении всего периода дистракции и фиксации. Сеансы ЭМС прово-дили пять раз в неделю, один раз в день по 10-15 мин. Выбор режима ЭМС и параметров сти-муляции производился на основании данных текущего клинко-электромиографического контроля [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Исследование произвольной и вызванной активности передней большеберцовой мышцы у больных с ахондроплазией в предоперационном периоде не выявило существенных отклонений от нормы как количественного, так и качественного характера. В связи с тем, что при обследовании выборки из 10 пациентов в возрасте от 14 до 18 лет не было обнаружено достоверных билатеральных различий исследуемых параметров, их усреднение производилось по $n=20$. Средняя амплитуда суммарной ЭМГ в этой выборке составила $1,42 \pm 0,13$ мВ, а средняя амплитуда М-ответа — $12,2 \pm 0,8$ мВ. Приведенные величины были использованы в качестве опорных при изучении динамики указанных параметров в процессе удлинения голени.

В период distraction, на этапе удлинения голени до 30% от исходной длины (7-9 см), в контрольной группе наблюдалось резкое снижение амплитуды суммарной ЭМГ до 40 ± 5 мкВ. Аналогичный показатель в группе пациентов, подвергаемых ЭМС с 1-2-й недели distraction, был несколько выше (50 ± 5 мкВ; $p \leq 0,05$). Дальнейшее удлинение голени свыше 30% от исходной величины привело к дальнейшему снижению амплитуды ЭМГ в контрольной группе до 30 ± 5 мкВ и заметному ее увеличению в группе ЭМС до 90 ± 15 мкВ ($p \leq 0,02$).

Обнаруженное различие величин амплитуд суммарной ЭМГ в опытной и контрольной выборках, характеризующее нарастающим по мере увеличения продолжительности курса ЭМС эффектом, свидетельствует о наличии растормаживающего влияния электромиостимуляции, действующей опосредованно через кожные и мышечные афференты на спинальные и супраспинальные моторные центры. Этот растормаживающий эффект выражается в устойчивом облегчении произвольной активации мышц удлиняемого сегмента, в частности, в виде увеличения амплитуды суммарной ЭМГ при выполнении пробы "максимальное произвольное напряжение".

Результаты обследований, проведенных спустя два месяца после начала фиксации, свидетельствуют, что в контрольной группе имеет место заметный прирост амплитуды суммарной ЭМГ до 55 ± 10 мкВ, в сравнении с показателем, относящимся к окончанию периода distraction, на 83,3%; в опытной группе прирост этого показателя составил 114,4% (до 220 ± 20 мкВ; $p \leq 0,001$). Через четыре месяца фиксации отмечено дальнейшее прогрессирующее увеличение указанного параметра, достигающее в кон-

трольной группе 90 ± 30 мкВ, а в опытной — 330 ± 40 мкВ ($p \leq 0,001$), что соответствует 6,4% и 23,5% от дооперационных величин.

В отдаленные (в среднем — через 2 года) сроки после снятия аппарата Илизарова амплитуда суммарной ЭМГ достигает в контрольной группе 25,7% от дооперационной, а в опытной — 60,2% (соответственно, 260 ± 20 мкВ и 840 ± 80 мкВ; $p \leq 0,001$).

Динамика амплитуды М-ответов передней большеберцовой мышцы, использованной в качестве интегрального показателя изменений в аксональной, синаптической и мышечной части двигательных единиц, у больных контрольной и опытной групп в процессе удлинения существенно не различается. Однако, в дальнейшем, уже на первом этапе фиксации, эти различия отчетливо проявляются в неодинаковой степени прироста анализируемого показателя: через два месяца фиксации в контрольной группе амплитуда М-ответа выросла до $1,3 \pm 0,3$ мВ, в опытной — до $3,0 \pm 0,5$ мВ ($p \leq 0,02$). При увеличении срока фиксации до четырех месяцев в обеих группах отмечается некоторый спад показателя при сохранении выявленной тенденции в межгрупповом различии. Уровень восстановления амплитуды М-ответа в отдаленные сроки после снятия аппарата в контрольной группе пациентов составляет 39,8% относительно исходного, в опытной — 57,3%.

Резюмируя, следует подчеркнуть, что после оперативного вмешательства (наложение аппарата Илизарова и остеотомия) способность пациента к произвольному напряжению мышц, локализованных в пределах удлиняемых (в меньшей степени и смежных) сегментов конечности, резко падает (в процентном выражении — в значительно большей степени, чем М-ответ), а после прекращения удлинения монотонно увеличивается. Раннее применение электромиостимуляции существенно ускоряет этот процесс, что, с одной стороны, свидетельствует о наличии выраженного стабилизирующего эффекта ЭМС (торможение развития миодистрофических и дегенеративно-склеротических изменений в мышечной ткани), с другой — растормаживающего (компенсация тормозных ноцицептивных влияний из зоны distraction на различные отделы ЦНС), в совокупности способствующих ускорению процесса адаптации центральных и периферических нейромоторных и нейросенсорных структур к новым биомеханическим условиям функционирования.

ВЫВОДЫ.

1. Применение ранней (с 1-2-й недели дистракции), пролонгированной (на протяжении всего периода удлинения и фиксации) электростимуляции мышц удлиняемого сегмента конечности в адекватном режиме способствует сохранению их функциональных свойств.
2. Положительный эффект ЭМС в виде более выраженного прироста амплитуд суммарной ЭМГ и М-ответа тестируемой мышцы удлиненного сегмента конечности сохраняется в отдаленные сроки после снятия аппарата Илизарова.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Возможности автоматического управления процессом дистракции / Г.А.Илизаров, И.А.Катаев, А.А.Шрейнер, В.М.Быков, И.И.Мартель // Лечение ортопед.-травматол. больных в стационаре и поликлинике методом чрескост. остеосинтеза, разработ. в КНИИЭКОТ: Тез. докл. Всесоюз. науч.-практ. конф. — Ч.2. — Курган, 1982. — С. 21-23.
2. Шевцов В.И., Шестаков В.А., Онипко Н.Н. Удлинение голени по Илизарову при ахондроплазии в амбулаторных условиях // Чрескост. компрес.-дистракц. остеосинтез по Илизарову в травматол. и ортопед.: Сб.науч. трудов. — Вып. 10. — Курган, 1985. — С. 41-46.
3. Макаров С.В., Чипизубов А.А., Шерстнева С.Г. Ошибки и осложнения при оперативном удлинении нижних конечностей у детей и подростков // там же. — С.54-58.
4. Девятов А.А., Каплунов А.Г. Осложнения при чрескостном остеосинтезе аппаратом Илизарова// Чрескост. компрес. и дистракц. остеосинтез в травматол. и ортопед.: Сб. научн. трудов. КНИИЭКОТ. — Вып. 4. — Л., 1978. — С.80-92.
5. Трохова В.Г. Меры предупреждений осложнений при удлинении конечностей// Значение открытых Г.А.Илизаровым общебиологических закономерностей в регенерации тканей: Сб. науч. трудов. — Вып. 13. — Курган, 1988. — С.217-223.
6. Состояние нервно-мышечной и сердечно-сосудистой систем при лечении больных с укорочением нижней конечности / Г.А.Илизаров., В.И.Калякина, А.П.Шейн, В.А.Щуров // Теоретич. и практич. аспекты чрескост. компрес. и дистракц. остеосинтеза: Тез. докл. Всесоюз. науч.-практ. конф. (22-23 июня 1976 г.). — Курган, 1976. — С.25-26.
7. Криворучко Г.А., Шейн А.П. Электромиографический контроль пластических перестроек нервных стволов и мышц в условиях дистракционного остеосинтеза по Илизарову // Лечение ортопед.-травматол. больных в стационаре и поликлинике методом чрескост. остеосинтеза, разработ. в КНИИЭКОТ: Тез.докл.Всесоюзн.науч.-практ.конф.. — Ч.2. — Курган., 1982. — С. 79-82.
8. Электромиостимулятор "Миоритм-124И"/ А.П. Шейн, Л.Я. Даниленко, Г.К. Шуляка, С.В. Куршаков // Материалы 6-го съезда травматол.-ортопед. СНГ (14-17 сентября). — Ярославль, 1993. — С.382.
9. Электромиографический контроль функционального состояния нервов и мышц при удлинении конечностей по Илизарову: Метод. рекомендации / МЗ РСФСР, ВКНЦ "ВТО".; Сост.: А.П.Шейн, В.И.Калякина, Г.А.Криворучко, А.Н.Ерохин. — Курган, 1991. — 25 с.

Рукопись поступила 14.01.93.

© А.П.Шейн, А.Н.Ерохин, С.А.Ерофеев, 1995

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ НА ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ, МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИСТОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЫШЦ ПРИ УДЛИНЕНИИ ГОЛЕНИ У СОБАК ПО МЕТОДУ ИЛИЗАРОВА.

А.П.ШЕЙН, А.Н.ЕРОХИН, С.А.ЕРОФЕЕВ

Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" имени академика Г.А.Илизарова, г.Курган (Генеральный директор — академик РАМТН, д.м.н., профессор В.И.Шевцов)

В опытах на 8 взрослых беспородных собаках, которым производилось удлинение правой голени на 20,0-27,5% ее исходной длины, показано стимулирующее влияние низкочастотного импульсного электрического тока на постдистракционное восстановление электрофизиологических, морфологических и гистохимических показателей передней большеберцовой мышцы и ее функционального антагониста — икроножной мышцы. Выявленный эффект подтверждает исходную посылку о целесообразности применения дополнительных экзогенных воздействий на мягкие ткани удлиняемой конечности с целью оптимизации процесса морфо-функциональной адаптации периферических нейромоторных структур к новым биомеханическим условиям функционирования.

Ключевые слова: дистракционный остеосинтез, электромиостимуляция, мышцы.

В ретроспективе клиничко - экспериментальных работ, вышедших из Российского научного центра "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика

Г.А.Илизарова и других профилированных учреждений, ярко отражена тенденция к оптимизации функциональных исходов удлинения конечностей главным образом за счет резервов,