

УДК 616.718-007.15:616.74-001.5-089.84

ОЦЕНКА АКТИВАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ БОЛЬНЫХ АХОНДРОПАЗИЕЙ В УСЛОВИЯХ ДИСТРАКЦИОННОГО ОСТЕОСИНТЕЗА

М.С. Сайфутдинов, А.М. Аранович, Т.В. Сизова,

ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова», г. Курган

Сайфутдинов Марат Саматович – e-mail: marat@yandex.ru

По результатам электромиографических обследований (тест-максимальное произвольное напряжение) 61 больного ахондроплазией в возрасте 4–27 лет (25 – мужского и 36 – женского пола), проводимым перед очередным этапом лечения (66 обследований), в процессе лечения методом дистракционного остеосинтеза (18 обследований) и после его окончания (21 обследование) было проанализировано многообразие ЭМГ-паттернов и связь их с процессами перестройки двигательных единиц удлиняемых мышц и состоянием соответствующих спинальных моторных центров.

Ключевые слова: электромиография, дистракционный остеосинтез, двигательные единицы, адаптация.

A variety of EMG patterns and their relationship with the reorganization of motor units in the lengthened muscles and status of corresponding spinal motor centers have been analyzed according to the results of electromyographic examination (test for maximal arbitrary strain) in 61 achondroplastic patients aged from 4 to 27 years old (25 males and 36 females) carried out prior to treatment (66 examinations), during distraction osteosynthesis (18 examinations) and after treatment (21 examinations).

Key words: electromyography, distraction osteogenesis, motor units, adaptation.

Количественные закономерности изменений параметров биоэлектрической активности мышц, служащие традиционными маркерами их функционального состояния (ФС), у больных с системными заболеваниями скелета хорошо описаны на примере ахондроплазии [1, 2] и соответствуют общей картине реакции параметров электромиограммы (ЭМГ) на воздействие комплекса факторов дистракционного остеосинтеза у пациентов с другими видами врожденной и приобретенной ортопедической патологии конечностей. Данная реакция уже достаточно хорошо изучена в клинике

[3] и на различных экспериментальных моделях [4, 5, 6, 7]. Актуальной на сегодняшний день задачей остаётся уточнение их интерпретации, т. е. физиологического смысла тех или иных структурно-функциональных изменений в двигательных единицах (ДЕ) и системе организации и управления движениями. Поиск оптимального решения этой задачи должен вестись по трем направлениям: 1) дифференцировке патологических и адаптивных сдвигов; иными словами: какие сдвиги ЭМГ-параметров следует считать патологическими, а какие – адаптивными; 2) условия, в зависимости от

наличия которых те или иные изменения ФС двигательной системы приобретают патологический или адаптивный смысл; 3) поиск патологической и адаптивной составляющих в тех или иных изменениях ФС двигательной системы и её элементов.

В связи с вышесказанным, **целью исследования** был поиск электрофизиологических коррелятов адаптационной реакции двигательных единиц мышц нижних конечностей в условиях дистракционного остеосинтеза.

Материал и методы

ЭМГ-обследования 61 больного ахондроплазией, в возрасте 4–27 лет (25 – мужского и 36 – женского пола) проводили перед очередным этапом лечения методом дистракционного остеосинтеза (66 обследований), в процессе лечения (18 обследований) и после его окончания (21 обследование). Биоэлектрическую активность четырёх мышц нижних конечностей: m. tibialis anterior, m. gastrocnemius lateralis, m. rectus femoris, m. biceps femoris справа и слева получали при их максимальном произвольном напряжении [8] с использованием цифровой ЭМГ-системы DISA-1500 (Dantec, Дания). Отведение ЭМГ осуществляли с помощью биполярного поверхностного электрода с площадью отводящих поверхностей 8 мм и межэлектродным расстоянием 10 мм. Тестовое движение выполнялось после предварительной инструкции плавно и с максимальным усилием, преодолевая сопротивление, оказываемое лаборантом. Длительность максимального напряжения мышцы не превышала 3 секунды [9]. Измеряли среднюю амплитуду (от пика до пика) и частоту

следования колебаний ЭМГ в секунду. У больных с аппаратом на бедре m. biceps femoris в процессе лечения не тестировалась, поскольку они не могли находиться в расслабленном состоянии лёжа на животе.

Для проведения качественного анализа все записи ЭМГ были распределены по таксономическим единицам в соответствии с разработанной нами классификацией, описание которой будет изложено ниже в разделе «Результаты исследования». Предлагаемая классификация разработана исключительно для условий дистракционного остеосинтеза и не имеет общеобъемлющего применения.

Результаты и их обсуждение

Классификация произвольной ЭМГ. Всё многообразие вариантов ЭМГ при максимальном произвольном напряжении, отводимых накожными электродами, мы условно подразделили на 3 больших типа (таблица): интерференционную ЭМГ, редуцированную ЭМГ и атипичную ЭМГ, состоящую из отдельных потенциалов действия (ПД) двигательных единиц [7]. Принадлежность ЭМГ к этим типам зависит от характера суммации ПД ДЕ при её отведении и определяется сочетанием центральных и периферических условий.

Всю шкалу значений амплитуд (А) мы условно делим на три диапазона. Границы диапазонов выбраны эмпирически, на основании ранее полученных данных и их интерпретации. В связи с этим вышеуказанные типы ЭМГ превращаются в функциональные подтипы. При этом для интерференционной ЭМГ выделены три диапазона частоты (f), поэтому подтипы интерференционной ЭМГ распадаются на

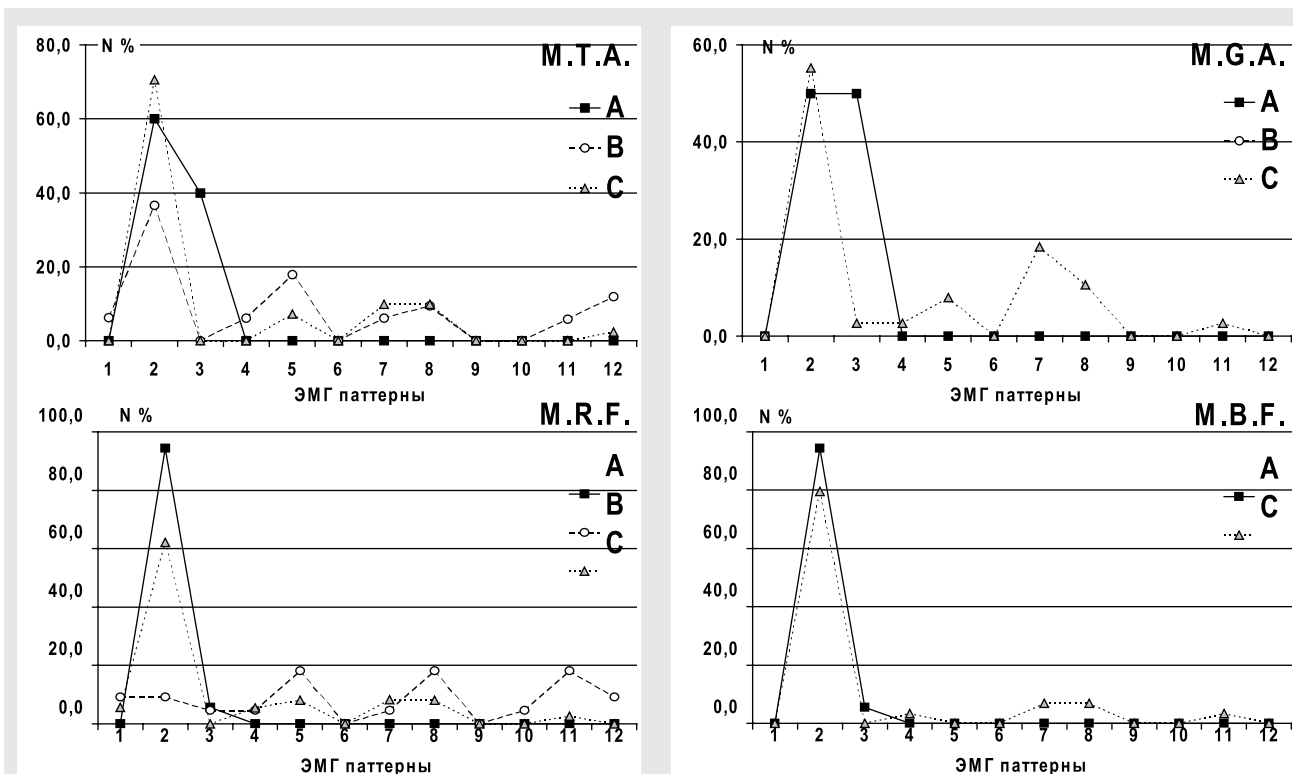


РИС. 1.

Распределение частоты встречаемости типов ЭМГ больных ахондроплазией на разных стадиях лечения методом дистракционного остеосинтеза: А – до операции, В – в процессе удлинения, С – после снятия дистракционного аппарата, в период реабилитации.

Шкала соответствия нумерации по оси абсцисс паттернам ЭМГ

1 Инт-1а 2 Инт-1б 3 Инт-1с 4 Инт-2а 5 Инт-2б 6 Инт-2с 7 Ред-1 8 Ред-2 9 ПД-1 10 ПД-2 11 И-тип 12 Мин-3

соответствующие классы. Ранее было показано [10], что снижение в ходе дистракции амплитуды произвольной ЭМГ ниже 20 мкВ повышает вероятность возникновения необратимых изменений структуры и функции удлинённой мышцы. При этом интерференционная ЭМГ столь низкой амплитуды при накожном отведении, наряду с ПД ДЕ, интегрирует значительную долю (неподдающуюся количественной оценке на сегодняшнем уровне развития технологии отведения и анализа биоэлектрической активности) тканевого шума. Поэтому мы посчитали целесообразным выделить такую ЭМГ в отдельную таксономическую единицу – тип «И-*min*» и не фиксировать в таких случаях значение частоты колебаний, поскольку в данных условиях она мало связана с активностью ДЕ.

ТАБЛИЦА.

Распределение паттернов ЭМГ при максимальном произвольном напряжении в зависимости от их конфигурации и амплитудно-частотных характеристик

Амплитудные диапазоны ЭМГ	Атипичная ЭМГ	Редуцированная ЭМГ	Интерференционная ЭМГ частотные диапазоны		
			$f < 100$ к/с	100 к/с $< f < 300$ к/с	$f > 300$ к/с
			A	b	c
$A > 100$ мкВ	ПД-1	Ред-1	Инт-1a	Инт-1b	Инт-1c
$20 \text{ мкВ} < A < 100$ мкВ	ПД-2	Ред-2	Инт-2a	Инт-2b	Инт-2c
$A = 20$ мкВ			И- <i>min</i>		
$A < 20$ мкВ			Min-3		

По тем же причинам все варианты биоэлектрической активности ниже критического уровня амплитуды (20 мкВ), а также полное биоэлектрическое молчание (ABS) объединены в единую таксономическую единицу – «Min-3». Ввиду особенностей функционирования механизмов генерации произвольной ЭМГ (которые будут рассмотрены ниже), генетическая связь между основными выделяемыми нами таксонами прослеживается легко, в зависимости от стадии денервационно-реиннервационного процесса [1], за исключением редуцированной ЭМГ, которая на схеме представлена отдельно. Определяли частоту встречаемости каждого типа ЭМГ-паттерна как выраженное в процентах отношение числа случаев, в которых он встречается, к общему количеству наблюдений на данный период лечения.

Распределение типов ЭМГ в анализируемой выборке больных. Частота встречаемости типов ЭМГ в анализируемой выборке больных ахондроплазией представлена на рисунке 1. Из таблицы видно, что ЭМГ-паттерн «Инт-1b» в предоперационном периоде преобладает во всех тестируемых мышцах. Из других видов паттернов ЭМГ можно отметить наличие типа «Инт-1c», отличающегося более высокой частотой колебаний. Случаев наблюдения данного паттерна было значительно меньше. Прочие виды ЭМГ встречались в единичных наблюдениях при обследовании больных перед прохождением повторных оперативных вмешательств.

В период аппаратного лечения частота встречаемости «Инт-1b» типа резко падает. В это время значительно повышается частота встречаемости низкоамплитудной

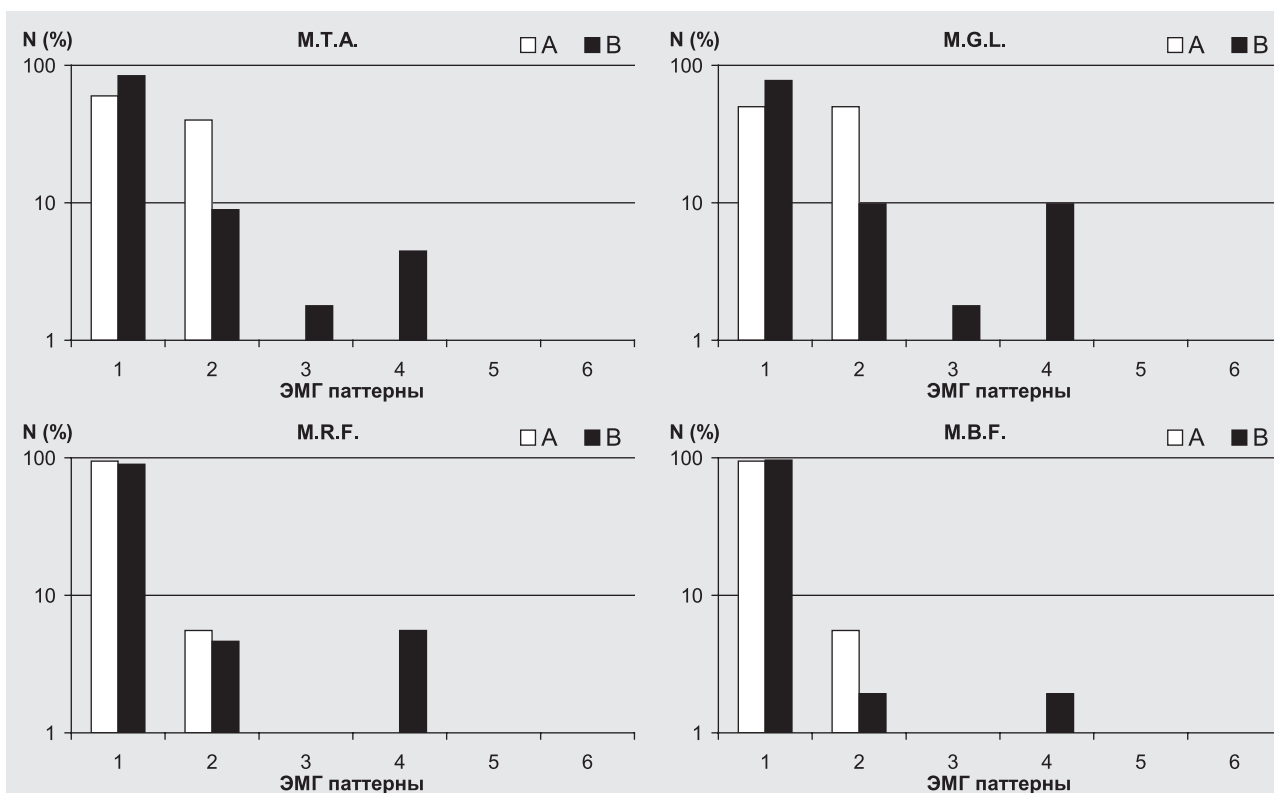


РИС. 2.

Сравнение ЭМГ-профилей мышц нижних конечностей перед первым (А) и последующими этапами (В) лечения методом дистракционного остеосинтеза. Ось абсцисс – ЭМГ-паттерны: 1 – основной тип, 2 – высокоамплитудная интерференционная с крайними значениями частоты, 3 – низкоамплитудная интерференционная ЭМГ, 4 – редуцированная ЭМГ, 5 – атипичная ЭМГ, 6 – сверхнизкая биоэлектрическая активность. Ось ординат имеет логарифмическую шкалу.

(«Инт-2b»), низкоамплитудной уреженной («Инт-2a») и редуцированной («Ред-1» и «Ред-2») ЭМГ. Отмечены также единичные случаи достижения критического уровня биоэлектрической активности. Причём в период distraction такие наблюдения, наряду со случаями редуцированной ЭМГ, встречаются чаще, чем во время фиксации, когда начинает превалировать низкоамплитудная уреженная ЭМГ.

После снятия аппарата частота встречаемости основного интерференционного типа ЭМГ восстанавливается достаточно быстро (в течение 1–3 месяцев) до уровня, близкого к дооперационным значениям. Кроме основного отмечено наличие низкоамплитудной и редуцированной ЭМГ. Остальные варианты ЭМГ встречаются значительно реже в единичных наблюдениях.

Для оценки степени восстановления ФС ДЕ мышц нижних конечностей, перед очередным этапом удлинения, у больных, ранее подвергавшихся воздействию distractionного остеосинтеза, сравнивали профили распределения их ЭМГ-паттернов с данными, полученными перед первым этапом лечения (рис. 2). Выделенные нами паттерны ЭМГ объединены в большие функциональные группы. Для удобства сравнения больших (до 100%) и маленьких (доли процента) значений частоты встречаемости признаков использована логарифмическая шкала оси ординат. На рисунке видно, что ЭМГ-профили мышц перед первым и последующими этапами лечения близки по конфигурации, особенно в области высокоамплитудной ЭМГ, т.е. двигательная система в основном успела восстановить своё функциональное состояние за период между предыдущим снятием аппарата и последующей операцией. Это соответствует данным, полученным в ранее проведенных исследованиях [10]. Интерес представляет некоторое повышение, по сравнению с первым этапом, доли «Инт-1b» типа за счёт уменьшения частоты встречаемости паттернов «Инт-1с», что, по-нашему мнению, отражает определенные перестройки внутренней структуры мышц у больных ахондроплазией.

Заключение

Таким образом, предлагаемая нами система распределения паттернов ЭМГ по типам и классам расширяет возможности описания ФС мышц нижних конечностей у больных ахондроплазией и его динамики в условиях distractionно-

го остеосинтеза. При этом большинство из наблюдаемых электрофизиологических феноменов являются коррелятами процессов адаптации нервно-мышечной системы к экстремальному воздействию комплекса факторов distractionного остеосинтеза. Получаемая при этом информация позволяет осуществлять текущий контроль за перестройкой мышечной системы в условиях лечебно-реабилитационного процесса.



ЛИТЕРАТУРА

1. Илизаров Г.А., Грачева В.И., Щуров В.А., Мальцев В.Д., Сайфутдинов М.С. Удлинение нижних конечностей при ахондроплазии. Проблемы чрескостного остеосинтеза в ортопедии и травматологии. Курган. 1982. С. 143-152.
2. Гехт Б.М., Ильина Н.А. Нервно-мышечные болезни. М.: Медицина, 1982. 352 с.
3. Шеин А.П. Механизмы дезинтеграции в системе «сенсомоторный аппарат – схема тела» периферического генеза на модели удлинения конечностей. Гений ортопедии. 1998. № 4. С. 65-71.
4. Ерофеев С.А., Чикорина Н.К., Сайфутдинов М.С. Реакция мышц голени на ее удлинение с высоким темпом в условиях автоматической distraction в эксперименте. Гений ортопедии. 2004. № 4. С. 18-22.
5. Илизаров Г.А., Щудло М.М. и др. Значение ритма distraction для реализации «эффекта Илизарова» в нервах удлиняемого сегмента конечности. Гений ортопедии. 1995. № 1. С. 12-18.
6. Чикорина Н.К., Ерофеев С.А. и др. Морфофункциональная характеристика мышц голени при удлинении ее с высокой дробностью и в разное время суток. Гений ортопедии. 2001. № 4. С. 13-17.
7. Сайфутдинов М.С., Ерофеев С.А., Чикорина Н.К. Зависимость динамики вызванной биоэлектрической активности и морфологических характеристик мышц голени от вида оперативного вмешательства при ее удлинении в эксперименте. Гений ортопедии. 2003. № 4. С. 67-71.
8. Команцев В.Н., Заболотных В.А. Методические основы клинической электромиографии: руководство для врачей. С.-Пб.: Лань, 2001. 350 с.
9. Персон Р.С. Электромиография в исследованиях человека. М.: Наука, 1969. 199 с.
10. Шеин А.П., Криворучко Г.А. и др. Средства и способы контроля и прогнозирования функционального состояния центральных и периферических структур двигательного аппарата в условиях чрескостного distractionного остеосинтеза по Илизарову. Травматол.-ортопед. России. 1994. № 2. С. 100-106.
11. Шеин А.П., Криворучко Г.А. Структурно-функциональные сдвиги в нервных стволах и мышцах при удлинении конечностей. Ахондроплазия: руководство для врачей / под ред. А.В. Попкова, В.И. Шевцова. М.: Медицина, 2001. С. 271-281.