

© М.С. Сайфутдинов, Т.В. Сизова, 2008

Особенности распределения ЭМГ-паттернов мышц удлиняемого сегмента у больных с врождёнными аномалиями развития нижних конечностей

М.С. Сайфутдинов, Т.В. Сизова

The distribution details of EMG-patterns of muscles of the segment being lengthened in patients with congenital anomalies of lower limbs

M.S. Saifutdinov, T.V. Sizova

Федеральное государственное учреждение

«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росмедтехнологий», г. Курган
(генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

Проведённые в процессе дистракционного остеосинтеза ЭМГ-обследования 128 ортопедических больных 4-27 лет (62 мужского и 66 женского пола) с укорочениями (1-24 см) и деформациями нижних конечностей врождённого генеза (280 наблюдений) показали неравномерность распределения частоты встречаемости паттернов низкоамплитудной ЭМГ в период дистракции и фиксации, которая отражает характер процессов перестройки структуры двигательных единиц удлиняемых мышц и динамику функционального состояния сенсомоторной системы.

Ключевые слова: электромиография, дистракционный остеосинтез, двигательные единицы, центральное торможение.

EMG examinations of 128 orthopaedic patients at the age of 4-27 years (62 males and 66 females) with lower limb shortenings (1-24 cm) and deformities of congenital genesis (280 observations), performed in the process of distraction osteosynthesis, have demonstrated the irregularly distributed frequency occurrence of low-amplitude EMG patterns in the periods of distraction and fixation which reflects the character of reorganization processes of motor unit structure in the muscles being lengthened and the dynamics of sensomotor system functional state.

Keywords: electromyography, distraction osteosynthesis, motor units, central inhibition.

Изучение феномена угнетения биоэлектрической активности мышц сегмента конечности, удлиняемого методом дистракционного остеосинтеза, под влиянием центрального охранительного торможения [1, 2] привело к описанию большого разнообразия низкоамплитудных ЭМГ-паттернов, наблюдаемого в период остеосинтеза [3-7] у ортопедических больных с заболеваниями нижних конечностей разной этиологии. Мы полагаем, что в каждом конкретном случае вид электромиограммы (ЭМГ) при попытке максимального произвольного напряжения определяется соотношением центральных (торможение) и периферических (перестройка структуры удлиняемых мышц) факторов, что

нашло отражение в описании ЭМГ-коррелят процессов преобразования двигательных единиц в условиях дистракционного остеосинтеза [3, 6]. Очевидно, что появление некоторых вариантов ЭМГ может служить основанием для коррекции режимов удлинения и назначения дополнительных реабилитационных мероприятий [2, 8]. В связи с вышесказанным интерес представляет динамика ЭМГ-паттернов в период удлинения конечности.

Цель исследования: изучение особенностей динамики ЭМГ-паттернов мышц удлиняемого сегмента в период остеосинтеза у больных с врождёнными укорочениями и аномалиями развития нижних конечностей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

ЭМГ-обследования 128 ортопедических больных 4-27 лет (62 мужского и 66 женского пола) с укорочениями (1-24 см) и деформациями нижних конечностей врождённого генеза проводились в процессе дистракционного остеосинтеза (280 наблюдений). Биоэлектрическую активность трёх мышц нижних конечностей: m. tibialis anterior, m. gastrocnemius lateralis, m. rectus femoris — на стороне вмешательства получали при их макси-

мальном произвольном напряжении [9, 10] с использованием цифровой ЭМГ-системы «DISA-1500» (Dantec, Дания). Отведение ЭМГ осуществляли с помощью биполярного кожного электрода с площадью поверхностей 8 мм и межэлектродным расстоянием 10 мм. Больные находились в положении лёжа. Тестовое движение выполнялось после предварительной инструкции плавно и с максимальным усилием. Длительность макси-

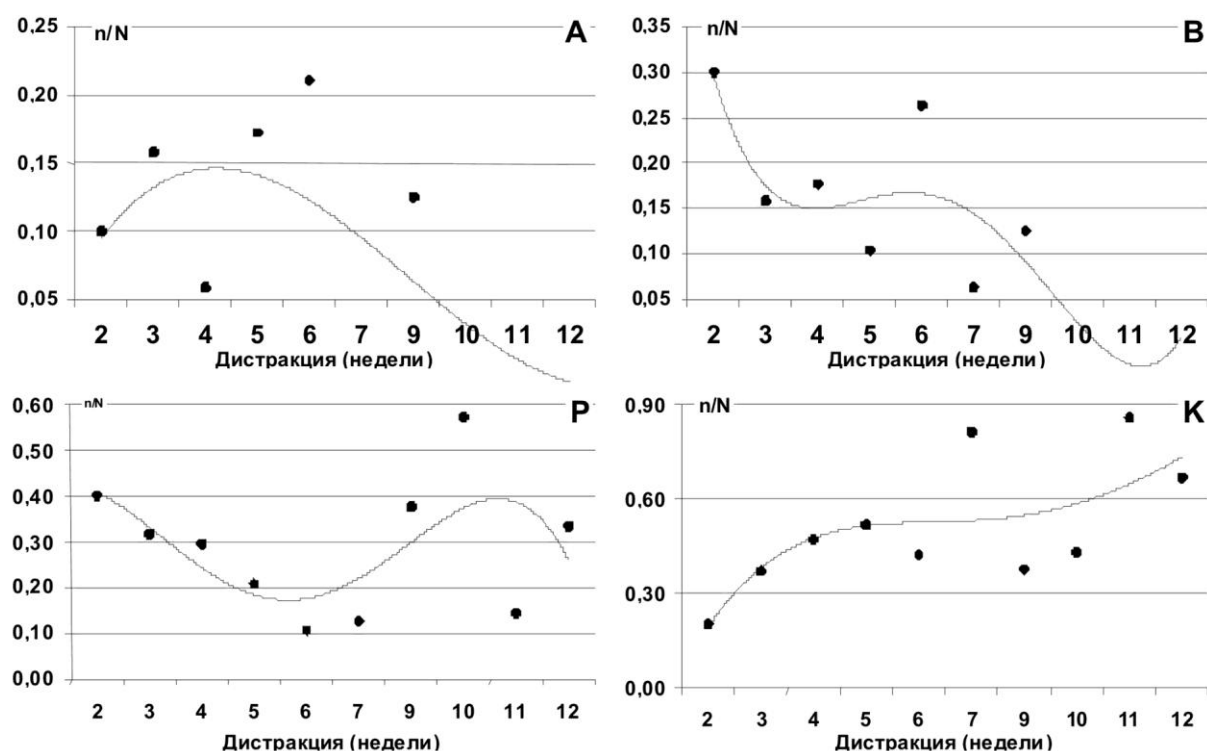
мального напряжения мышцы не превышала 3 секунды [10]. Все наблюдаемые нами ЭМГ-паттерны были разделены на четыре большие группы: 1) уреженная ЭМГ – записи биоэлектрической активности с частотой колебаний менее 100 в секунду при любой амплитуде; 2) низкоамплитудная ЭМГ – все записи биоэлектрической активности с амплитудой менее 100 мкВ и частотой более 100 колебаний в секунду; 3) редуцированная ЭМГ – все записи биоэлектрической активности, имеющие периоды молчания; 4) критическая ЭМГ – все записи биоэлектрической активности, состоящие из отдельных потенциалов действия двигательных единиц, а также

ЭМГ любой конфигурации с амплитудой менее 20 мкВ. Оценивали изменение в процессе удлинения частоты встречаемости ЭМГ-паттернов ($v \% = n * 100 \% / N$) как отношение числа наблюдений (n) данного паттерна к общему числу (N) наблюдений на данный срок лечения. Анализ динамики ЭМГ-паттернов в зависимости от длительности процесса удлинения проводился на основании аппроксимационных средств программы Microsoft Excel-2000. При этом уравнения тренда выбирались при условии максимального значения коэффициента детерминации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В период distraction в мышцах оперированного сегмента конечности интерференционная ЭМГ, превышающая по амплитуде 100 мкВ, наблюдается в единичных случаях, большая часть которых относится к *m. tibialis anterior*. В основном это активность с низкой частотой колебаний. Наиболее часто встречающиеся ЭМГ-паттерны: низкоамплитудная интерференционная (20,1 %), редуцированная (23,6 %) и сверхнизкая (51,3 %) активность, которая относится к критическим паттернам. Они неравномерно представлены в мыш-

цах конечности и в разные сроки удлинения (рис.1). Так, учитывая коэффициенты детерминации, можно отметить отчётливую тенденцию к исчезновению и закономерное уменьшение встречаемости низко- и среднечастотной ЭМГ с увеличением времени distraction. Для редуцированной ЭМГ характерна слабовыраженная тенденция к первоначальному снижению, а затем повторному нарастанию частоты встречаемости. Вероятность появления сверхнизкой ЭМГ постепенно увеличивается на протяжении всего периода distraction.



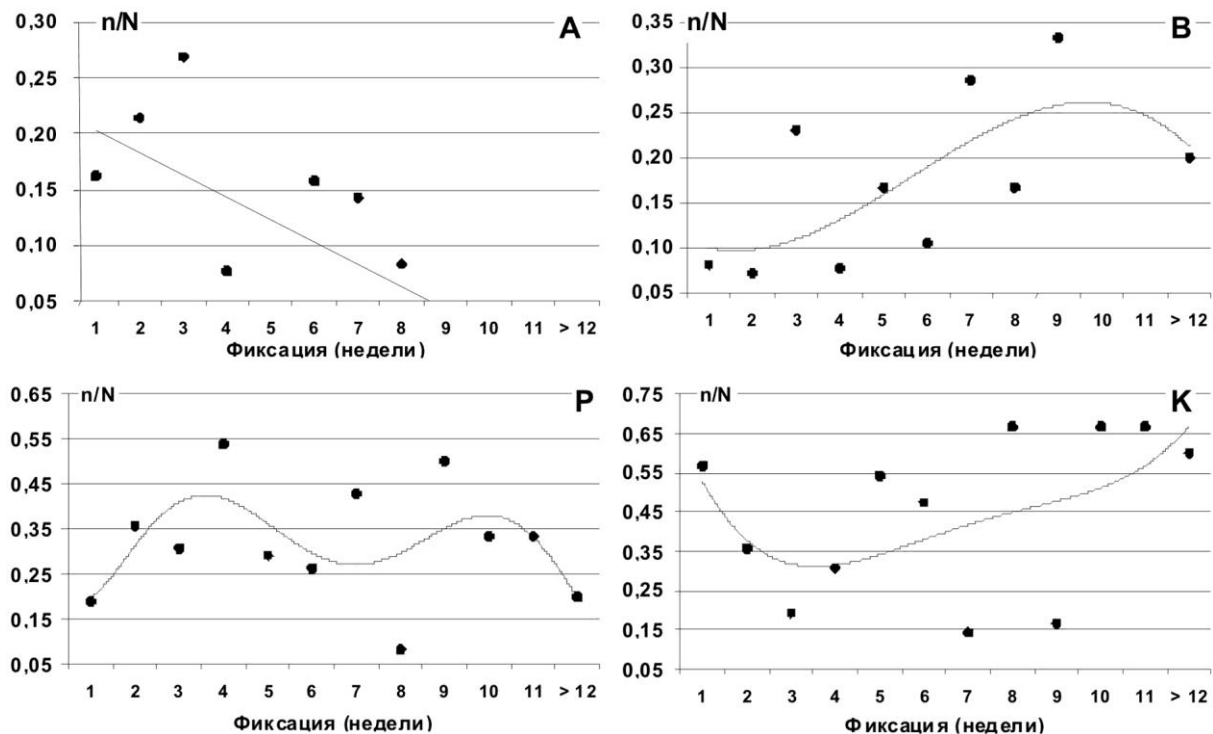
Ряд данных	Формула	Тренд №	R ²
A	$Y=0,0008x^3-0,0164x^2+0,0806x+0,03$	1	0,4841
B	$Y=0,0008x^4-0,018x^3+0,1361x^2+0,41466x+0,5905$	2	0,7834
P	$Y=0,0008x^4-0,0153x^3+0,0775x^2+0,0629x+0,4056$	3	0,3337
K	$Y=0,0003x^4-0,0084x^3+0,0894x^2+0,3999x+0,1264$	4	0,5017

Рис. 1. Динамика встречаемости уреженной (А), низкоамплитудной (В), редуцированной (Р) и критической (К) ЭМГ на протяжении периода distraction

В период фиксации в мышцах оперированного сегмента конечности количество наблюдений интерференционной ЭМГ, превышающей по амплитуде 100 мкВ, увеличивается по сравнению с периодом distraction и наблюдается во всех мышцах, хотя в большинстве случаев по-прежнему сохраняется низкоамплитудная интерференционная (19,0 %), редуцированная (40,0 %) и сверхнизкая (42,6 %) активность. Причём, встречаемость уреженной ЭМГ на протяжении фиксации постепенно снижается (рис. 2, А), в то время как низкоамплитудная ЭМГ среднечастотного диапазона имеет тенденцию к повышению количества наблюдений (рис. 2, В). Вероятность появления редуцированной ЭМГ испытывает слабовыраженные колебания с максимумами на 3-4 и 10-11 не-

делях фиксации (рис. 2, Р) с преобладанием низкоамплитудных паттернов данного типа биоэлектрической активности. Интерес также представляет некоторое сокращение критических типов активности, в основном в первую половину периода фиксации (рис. 2, К).

Следует отметить, что намечающаяся к концу периода фиксации тенденция к уменьшению количества наблюдений низкоамплитудной интерференционной ЭМГ, вплоть до полного исчезновения уреженной активности, в сочетании с увеличением случаев сверхнизкой активности свидетельствует, по нашему мнению, об уменьшении адаптационного резерва ДЕ при длительном пребывании сегмента конечности в аппарате.



Ряд данных	Формула	Тренд №	R ²
А	$Y=0,0201x+0,2228$	1	0,5725
В	$Y=0,0006x^3+0,0108x^2+0,0302x+0,1199$	2	0,4410
Р	$Y=2E-05x^6-0,001x^5+0,0154x^4+0,1091x^3+0,3425x^2-0,3502x+0,2996$	3	0,3100
К	$Y=0,0003x^4-0,0085x^3+0,0888x^2-0,3611x+0,808$	4	0,2878

Рис. 2. Динамика встречаемости уреженной (А), низкоамплитудной (В), редуцированной (Р) и критической ЭМГ на протяжении периода фиксации

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Как уже отмечалось ранее [2, 3, 6], конфигурация ЭМГ в процессе удлинения определяется взаимодействием ряда центральных и периферических факторов. Среди центральных ведущее значение имеет уровень торможения мотонейронных пулов, на периферии – количественное соотношение мышечных волокон, сохранивших способность генерировать потенциалы действия и вовлечённых в реактивно-репаративный процесс, а также их взаимное пространственное положение.

Исходя из вышесказанного, динамику частоты встречаемости вышеописанных ЭМГ-паттернов следует рассматривать в зависимости от выраженности того или иного центрального или периферического фактора на разных сроках лечения. Сведения об этом имеются в большом количестве опубликованных физиологических и морфологических работ, посвящённых distractionному остеосинтезу. На ранних сроках distraction интенсивность центрального торможения несколько снижается,

из-за уменьшения интенсивности постоперационной ноцицептивной активности на фоне удлинения за счёт тканевого запаса [11], что выражается во временном снижении частоты встречаемости низкоамплитудной (рис. 1, В) и редуцированной (рис. 1, Р) ЭМГ. Затем наступает фаза относительного равновесия реактивных и репаративных процессов в двигательных единицах удлиняемых мышц, что сопровождается относительно стабильным уровнем представленности вышеописанных ЭМГ-паттернов и некоторым приростом количества наблюдений низкочастотной ЭМГ (рис. 1, А). Затем в поздние сроки distraction интенсивность репаративных процессов оказывается недостаточной для компенсации нарастающих реактивных изменений, частично переходящих в деструктивные, что сопровождается интенсификацией интерорецептивной и, в частности, ноцицептивной активности, вызывающей новый всплеск центральных тормозных влияний. Проявлением этого становится монотонное возрастание частоты встречаемости паттернов критического уровня биоэлектрической активности (рис. 1, К) на фоне нового увеличения количества наблюдений редуцированной ЭМГ и снижения представленности всех остальных её типов. Данная динамика соответствует описанным ранее фазным колебаниям интеграла вызванной биоэлектрической активности соматосенсорной коры головного мозга, отражающим изменения в соотношении качественного и количественного состава соматосенсорной афферентации в период distraction [12].

В начале периода фиксации прекращается прирост интенсивности натяжения тканей, хотя

общий его уровень остаётся значительным. Этим объясняется первоначально высокая частота встречаемости критических паттернов ЭМГ (рис. 2, К) и её быстрый спад за счёт активации репаративных процессов, которые в период фиксации начинают устойчиво доминировать над деструктивными. При этом уровень центрального торможения, выполняющего охранительную функцию, остаётся значительным. Его интенсивность меняется на протяжении фиксации волнообразно, о чём свидетельствуют тренды встречаемости низкоамплитудной (рис. 2, В) и редуцированной (рис. 2, Р) ЭМГ. Разница в их динамике может быть связана с тем, что первый вид паттерна в большей степени связан с супраспинальными тормозными механизмами, а второй – с возвратным торможением.

Несмотря на наличие благоприятных условий для протекания репаративных процессов в период фиксации, само их протекание, требующее интенсивной мобилизации ресурсов и повышенной активности регуляторных систем, а также пребывание конечности в аппарате Илизарова является существенной нагрузкой для организма. Это может приводить к некоторому снижению его адаптивных возможностей в конце фиксации, что проявляется в тенденции к исчезновению низкочастотной ЭМГ (рис. 2, А) и нарастанию частоты встречаемости критических паттернов биоэлектрической активности.

Таким образом, наблюдаемая динамика ЭМГ-паттернов во время остеосинтеза отражает характер процессов перестройки структуры двигательных единиц удлиняемых мышц и функциональное состояние системы управления движениями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дедова, В. Д. Оперативное удлинение укороченных нижних конечностей у детей / В. Д. Дедова, Т. И. Черкасова. - М.: Медицина, 1973. - 128 с.
2. Шеин, А. П. Локальные и системные реакции сенсомоторных структур на удлинение и ишемию конечностей / А. П. Шеин, М. С. Сайфутдинов, Г. А. Криворучко. - Курган: ДАММИ, 2006. - 284 с.
3. Сайфутдинов, М. С. Электрофизиологическая оценка адаптационной реакции двигательных единиц мышц нижних конечностей ортопедических больных в условиях distractionного остеосинтеза / М. С. Сайфутдинов // Вестн. новых мед. технологий. - 2006. - № 3. - С. 145-148.
4. Динамика ЭМГ-паттернов мышц при удлинении нижних конечностей ортопедических больных / М. С. Сайфутдинов [и др.] // Гений ортопедии. - 2007. - № 1. - С. 37-41.
5. Сайфутдинов, М. С. Анализ разнообразия ЭМГ-паттернов мышц нижних конечностей в условиях distractionного остеосинтеза у больных с укорочениями и аномалиями развития конечностей / М. С. Сайфутдинов, Д. А. Попков, А. Я. Коркин // Гений ортопедии. - 2007. - № 1. - С. 33-36.
6. Сайфутдинов, М. С. Качественный анализ электромиограмм максимального произвольного напряжения мышц нижних конечностей в условиях distractionного остеосинтеза / М. С. Сайфутдинов, Т. В. Сизова // Гений ортопедии. - 2007. - № 2. - С. 46-51.
7. Сайфутдинов, М. С. Электрофизиологическая оценка состояния мышц нижних конечностей больных ахондроплазией в условиях distractionного остеосинтеза / М. С. Сайфутдинов, Т. В. Сизова, А. М. Аранович // Известия Челяб. науч. центра. - 2007. - Вып. 1. (35). - С. 188-192.
8. Криворучко, Г. А. Электромиографический контроль пластических перестроек нервных стволов и мышц в условиях distractionного остеосинтеза по Илизарову / Г. А. Криворучко, А. П. Шеин // Лечение ортопедо-травматологических больных в стационаре и поликлинике методом чрескостного остеосинтеза, разработанным в КНИИЭКОТ: сб. науч. тр. - Курган, 1982. - С. 79-82.
9. Команцев, В. Н. Методические основы клинической электронейромиографии: рук. для врачей / В. Н. Команцев, В. А. Заболотных. - СПб.: Лань, 2001. - 350 с.
10. Персон, Р. С. Электромиография в исследованиях человека / Р. С. Персон. - М.: Наука, 1969. - 199 с.
11. Шеин, А. П. Управление процессами перехода нервных стволов в пластическое состояние при удлинении плеча по Илизарову / А. П. Шеин, М. С. Сайфутдинов, Т. В. Сизова // Гений ортопедии. - 2001. - № 4. - С. 18-21.
12. Шеин, А. П. Изменения параметров вызванной биоэлектрической активности соматосенсорной коры головного мозга у ортопедических больных с односторонними укорочениями верхних конечностей в условиях distractionного остеосинтеза (Третье сообщение) / А. П. Шеин, М. С. Сайфутдинов, Т. В. Сизова // Гений ортопедии. - 2002. - № 4. - С. 97-102.

Рукопись поступила 10.01.2008.