

© Группа авторов, 2007

Анализ разнообразия ЭМГ-паттернов у больных с укорочениями и аномалиями развития нижних конечностей в условиях дистракционного остеосинтеза

М.С. Сайфутдинов, Д.А. Попков, А.Я. Коркин

The analysis of EMG-pattern variety in patients with lower limb shortenings and anomalies under distraction osteosynthesis

M.S. Saifutdinov, A.V. Popkov, A.Y. Korkin

Федеральное государственное учреждение науки

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

По результатам электромиографических обследований (тест максимальное произвольное напряжение) 122 больных (60 мужского и 62 женского пола) в возрасте 4-17 ($11 \pm 0,2$) лет с аномалиями развития, а также укорочениями и деформациями нижних конечностей разного генеза до, в процессе и в разные сроки после лечения методом дистракционного остеосинтеза 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.

The variety of EMG-patterns and their connection with the processes of motor unit reorganization in the muscles being lengthened and that with the condition of corresponding spinal motor centers has been analyzed. The analysis was based on the results of electromyographic examinations ((maximum voluntary stress testing) of 122 patients (60 males and 62 females) at the age of 4-17 ($11 \pm 0,2$) years with developmental anomalies of lower limbs and also with their shortenings and deformities of different genesis before treatment, during it and in different periods after the treatment by distraction osteosynthesis method.

Keywords: electromyography, distraction osteosynthesis, motor units, adaptation.

В проведённых ранее в клинике нашего Центра исследованиях [1, 2] давалось обобщённое описание динамики параметров электромиограммы (ЭМГ) при максимальном произвольном напряжении мышц удлиняемого сегмента конечности. При этом за рамками анализа оставалось разнообразие конфигурации наблюдае-

мых в условиях дистракции ЭМГ-паттернов. В связи с вышесказанным **целью** настоящего исследования был анализ разнообразия вариантов биоэлектрической активности, регистрируемой при максимальном произвольном напряжении мышц удлиняемого сегмента.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Электромиографические исследования проводили у 122 больных (60 мужского и 62 женского пола) в возрасте 4-17 ($11 \pm 0,2$) лет с укорочениями и деформациями конечностей врождённого генеза (85 человек), последствиями остеомиелита (31 человек) и другой этиологии (6 человек) перед началом лечения, в процессе дистракционного остеосинтеза и до двух лет после снятия аппарата.

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 [3] 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 [4]. Измеряли амплитуду и частоту ЭМГ.

Качественный анализ ЭМГ-паттернов проводили в соответствии с разработанной нами классификацией (табл. 1). Определяли частоту встречаемости каждого типа ЭМГ-паттерна как выраженное в процентах отношения числа случаев, в которых он встречается, к общему количеству наблюдений на данный период лечения.

Таблица 1

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

Амплитудные (А) 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 > 100 мкВ	1	ПД-1	Ред-1	а	б	с
20 мкВ < A < 100 мкВ	2	ПД-2	Ред-2	Инт-1а	Инт-1б	Инт-1с
A=20 мкВ				Инт-2а	Инт-2б	Инт-2с
A < 20 мкВ		И-min				
		Min-3				

Примечание: «Инт» – интерференционная ЭМГ; «Ред» – редуцированная ЭМГ, ПД - потенциалы действия отдельных двигательных единиц (ДЕ).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Отсутствует выраженная связь параметров ЭМГ больных с возрастом, наблюдаемая другими авторами [5, 6] и очевидная с точки зрения законов возрастной физиологии. На поражённой конечности этот феномен объясняется гипотрофией мышц, а на контралатеральной – компенсаторной перестройкой их активности в зависимости от степени нарушения анатомо-функциональных характеристик поражённой конечности, что порождает высокий уровень вариативности ЭМГ-характеристик.

Частота встречаемости типов ЭМГ в анализируемой выборке больных представлена в таблице 2. Из таблицы видно, что ЭМГ-паттерн «Инт-1б», соответствующий интерференционному типу ЭМГ, преобладает во всех мышцах больных и здоровых конечностей в предоперационном периоде. При этом частота встречаемости данного типа для мышц контралатеральной конечности незначительно выше, чем на стороне патологии. Из других видов паттернов ЭМГ можно отметить наличие типа «Инт-1с», отличающегося более высокой частотой колебаний. Случаев наблюдения данного паттерна было значительно меньше. Низкоамплитудная («Инт-2б») и редуцированная («Ред-1» и «Ред-2») ЭМГ встречались в единичных случаях при обследовании больных с аномалиями развития конечностей.

В период аппаратного лечения на оперированной конечности частота встречаемости типа «Инт-1б» резко падает, вплоть до полного исчезновения, например, для двуглавой мышцы бедра. В это время значительно повышается частота встречаемости низкоамплитудной («Инт-2б»), низкоамплитудной уреженной («Инт-2а») 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 уреженная низкоамплитудная ЭМГ.

Для мышц контралатеральной конечности

остаётся высокой частота встречаемости основного интерференционного типа («Инт-1б») ЭМГ. Среди других паттернов чаще встречается тип «Инт-1с». Уреженная и редуцированная ЭМГ отмечена в единичных случаях у больных с врождённой аномалией развития конечностей.

После снятия аппарата частота встречаемости основного интерференционного типа ЭМГ восстанавливается достаточно быстро до уровня, близкого к дооперационным значениям. Для мышц голени восстановление интерференционного паттерна ЭМГ происходит в течение месяца после снятия аппарата, а для мышц бедра – в течение первых двух-трёх месяцев. Кроме основного типа отмечено наличие высокоамплитудной уреженной ЭМГ («Инт-1а»). Остальные варианты ЭМГ встречаются значительно реже в единичных наблюдениях. На контралатеральной конечности наряду с основным паттерном ЭМГ встречается тип «Инт-1с».

Для оценки степени восстановления функционального состояния ДЕ мышц нижних конечностей у больных, ранее подвергавшихся воздействию distractionного остеосинтеза, перед очередным этапом удлинения сравнивали профили их ЭМГ-паттернов на оперированной и контралатеральной конечностях с данными, полученными перед первым этапом лечения (рис. 1). 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 оперированной и контралатеральной конечностей перед первым и последующими этапами лечения близки по конфигурации, особенно в области высокоамплитудной ЭМГ, что говорит о том, что двигательная система в основном успела восстановить своё функциональное состояние за период между предыдущим снятием аппарата и последующей операцией. Это соответствует данным, полученным в ранее проведённых исследованиях [7]. Различия заключаются в том, что для мышц оперированной стороны перед очередным этапом

удлинения сохраняется невысокий процент низко-амплитудной и даже редуцированной ЭМГ. Это свидетельствует о том, что перестроенные процессы в двигательных единицах и управляющих центрах до конца не завершены, что также соответствует ранее полученным результатам [8]. Можно полагать, что это обстоятельство облегчает дифференцировку нейромоторных структур и их

переход в пластическое состояние в процессе очередного этапа удлинения.

Таким образом, выделенные нами ЭМГ-паттерны отражают динамику функционального состояния двигательных единиц мышц нижних конечностей у больных с врожденными и приобретенными пороками опорно-двигательной системы.

Таблица 2

Частота встречаемости (%) паттернов ЭМГ при максимальном произвольном напряжении у больных с врожденными и приобретенными пороками опорно-двигательной системы на разных стадиях лечебно-реабилитационного процесса

Мышцы	Тип ЭМГ	До лечения	В аппарате	После лечения				До лечения	В аппарате	После лечения			
				до 1 мес.	до 6 мес.	до 12 мес.	до 2 лет			до 1 мес.	до 6 мес.	до 12 мес.	до 2 лет
		Оперированная конечность								Контралатеральная конечность			
m. tibialis anterior	Инт-1a	0,0	2,8	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	0,7	0,0	10,0	0,0	0,0
	Инт-1b	89,3	19,7	81,8	80,0	87,5	92,3	90,5	96,4	90,9	90,0	87,5	92,3
	Инт-1с	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	3,6	9,1	0,0	12,5	7,7
	Инт-2a	1,2	4,2	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Инт-2b	0,0	16,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
	Инт-2с	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ред-1	0,0	18,3	9,1	10,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ред-2	0,0	17,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
	ПД-1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ПД-2	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	И-min	0,0	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Min-3	0,0	2,8	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
m. gastrocnemius lateralis	Инт-1a	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Инт-1b	79,5	10,5	72,7	80,0	100,0	92,3	84,1	76,4	90,9	90,0	100,0	83,3
	Инт-1с	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,9	15,3	9,1	10,0	0,0	16,7
	Инт-2a	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0
	Инт-2b	4,8	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0
	Инт-2с	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ред-1	2,4	12,0	9,1	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ред-2	0,0	27,1	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	ПД-1	0,8	0,0	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ПД-2	0,0	13,5	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	И-min	0,0	17,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Min-3	0,0	6,8	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
m. rectus femoris	Инт-1a	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Инт-1b	95,7	7,0	60,0	83,3	100,0	90,0	98,6	89,9	100,0	83,3	100,0	90,0
	Инт-1с	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Инт-2a	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Инт-2b	2,9	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	7,6	0,0	0,0	16,7	0,0
	Инт-2с	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ред-1	1,4	7,0	10,0	16,7	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
	Ред-2	0,0	15,5	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	ПД-1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ПД-2	0,0	16,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	И-min	0,0	33,8	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Min-3	0,0	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
m. biceps femoris	Инт-1a	0,0	–	16,7	0,0	0,0	0,0	–	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0
	Инт-1b	97,0	–	33,3	83,3	100,0	70,0	–	88,9	100,0	100,0	100,0	100,0
	Инт-1с	1,5	–	0,0	0,0	0,0	10,0	–	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Инт-2a	1,5	–	0,0	0,0	0,0	0,0	–	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0
	Инт-2b	0,0	–	0,0	0,0	0,0	0,0	–	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Инт-2с	0,0	–	0,0	0,0	0,0	0,0	–	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ред-1	0,0	–	16,7	0,0	0,0	20,0	–	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ред-2	0,0	–	0,0	16,7	0,0	0,0	–	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ПД-1	0,0	–	0,0	0,0	0,0	0,0	–	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ПД-2	0,0	–	16,7	0,0	0,0	0,0	–	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	И-min	0,0	–	0,0	0,0	0,0	0,0	–	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Min-3	0,0	–	16,7	0,0	0,0	0,0	–	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

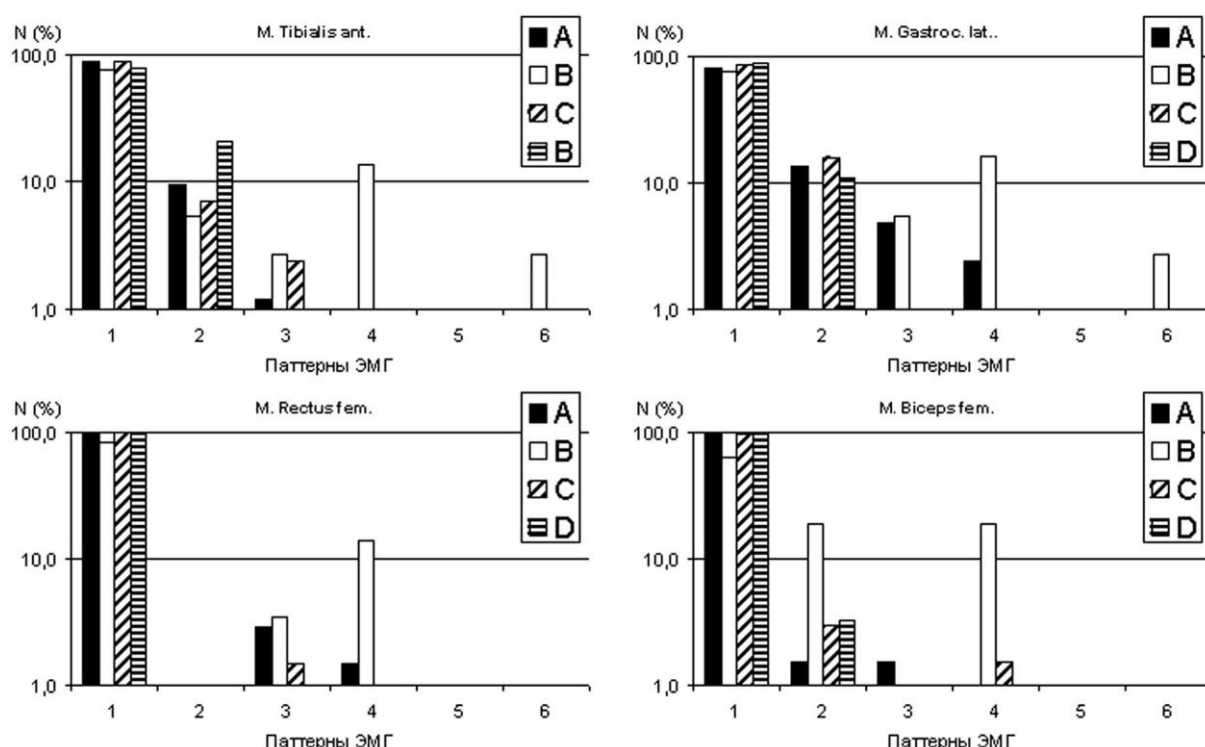


Рис. 1. Сравнение ЭМГ-профилей мышц оперированной и контралатеральной конечностей перед первым и последующими этапами лечения методом дистракционного остеосинтеза. А – оперированная сторона до операции, 1-й этап, В – оперированная сторона до операции, последующие этапы, С – контралатеральная сторона до операции, 1-й этап, D – контралатеральная сторона до операции, последующие этапы. Ось абсцисс – ЭМГ - паттерны: 1 – основной тип, 2 – интерференционная высокоамплитудная ЭМГ с крайними значениями частоты, 3 – интерференционная низкоамплитудная ЭМГ, 4 – редуцированная ЭМГ, 5 – атипичная ЭМГ, 6 – сверхнизкая биоэлектрическая активность. Ось ординат имеет логарифмическую шкалу

ЛИТЕРАТУРА

1. Состояние нервно-мышечной и сердечно-сосудистой систем при лечении больных с большим укорочением нижней конечности / Г. А. Илизаров [и др.] // Теоретические и практические аспекты чрескостного компрессионного и дистракционного остеосинтеза : материалы всесоюз. науч.-практ. конф. - Курган, 1976. - С. 25-26.
2. Криворучко, Г. А. Электромиографические и динамометрические исследования нервно-мышечного аппарата в процессе удлинения нижних конечностей по методу Илизарова / Г. А. Криворучко, А. П. Шеин // 1-ая медико-биологическая конференция молодых ученых Кургана : материалы науч.-практ. конф. - Курган, 1976. - С. 74-76.
3. Команцев, В. Н. Методические основы клинической электромиографии / В. Н. Команцев, В. А. Заболотных. - СПб. : Лань, 2001. - 350 с.
4. Персон, Р. С. Электромиография в исследованиях человека / Р. С. Персон. - М. : Наука, 1969. - 199 с.
5. Варламова, Т. В. Функциональное состояние двигательной системы у детей раннего возраста по данным турн-амплитудного анализа электромиограммы / Т. В. Варламова, А. Ю. Мейгал, А. Л. Соколов // Физиология человека. - 2004. - Т. 30, № 4, - С. 134-137.
6. Возрастные особенности турн-амплитудных характеристик электромиограммы при дозированном изометрическом сокращении / Л. И. Герасимова [и др.] // Физиология человека. - 2004. - Т. 30, № 3. - С. 119-125.
7. Средства и способы контроля и прогнозирования функционального состояния центральных и периферических структур двигательного аппарата в условиях чрескостного дистракционного остеосинтеза по Илизарову / А. П. Шеин [и др.] // Травматол. ортопед. России. - 1994. - № 2. - С. 100-106.
8. Влияние оперативного удлинения плеча на электрофизиологические характеристики дистальных нервно-мышечных структур. / А. П. Шеин, В. И. Калякина, Г. А. Криворучко, М. С. Сайфутдинов // Чрескостный компрессионно-дистракционный остеосинтез по Илизарову в травматологии и ортопедии : сб. науч. тр. - Курган, 1985. - Вып. 10. - С. 124-132.

Рукопись поступила 28.11.05.