

© Группа авторов, 1996.

Полипараметрический ЭМГ - контроль в реабилитации больных с посттравматическими разгибательными контрактурами коленного сустава

А. П. Шеин, В. Д. Макушин, Г. А. Криворучко, А. Е.-Х. Югай

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

До и в различные сроки после оперативного лечения методами стимуляционной и глобальной электромиографии обследовано 24 больных с посттравматическими разгибательными контрактурами коленного сустава. Основным объектом исследования служила четырехглавая мышца бедра. Полипараметрический анализ глобальной ЭМГ при использовании различных функциональных тестов и компьютерных методов анализа биоэлектрической активности, в сочетании с анализом М - ответов, позволил получить объективные сведения о характере нарушений и их обратимости в "контрагированных" и интактных мышцах.

Ключевые слова: коленный сустав, разгибательная контрактура, оперативное лечение, электромиография, реабилитация.

Изучению глубины и характера изменений в мягких тканях бедра, сопровождающих развитие посттравматических разгибательных контрактур коленного сустава и их инволюцию под влиянием консервативного или хирургического лечения, посвящено ряд публикаций, акцентированных на объективизацию структурно-функционального и реологического статуса мышц-разгибателей голени. Обзор выборочных работ [1, 2, 3, 4] в плане оценки информативности использованных в них нейрофизиологических методик привел к необходимости разработки формализованного электромиографического диагностикума, позволяющего обоснованно формулировать дооперационный прогноз, осуществлять

выбор тактики лечения и мониторинг функциональной реабилитации заинтересованных мышц, включая количественную оценку степени их участия в произвольных и автоматизированных (ходьба) движениях у больных с указанной патологией опорно-двигательного аппарата.

Задача настоящего исследования состояла в полипараметрическом ЭМГ - анализе эффективности разработанных в РНЦ "ВТО" новых комплексных методик оперативного устранения посттравматических разгибательных контрактур коленного сустава [5, 6] с позиций последующего восстановления функций основных мышечных групп бедра и голени.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

До и в различные (от 1 месяца до 7 лет) сроки после оперативного лечения посттравматических (последствия переломов диафиза бедренной и костей, образующих сустав коленного сустава) разгибательных контрактур коленного сустава обследовано 24 больных в возрасте от 21 до 50 лет (17 — мужского и 7 — женского пола). Давность контрактуры (с момента травмы) варьировала от 1 до 23 (в среднем $6,1 \pm 0,7$) лет, а количество предшествующих оперативных вмешательств по поводу перелома костей и его последствий — от 1 до 6 (в среднем 2). При поступлении больных на лечение в РНЦ "ВТО" амплитуда активно-пассивных движений в коленном суставе составляла 5 - 50 (в среднем $29,2 \pm 0,3$) градусов, в ближайшие (до 1 года) сроки после лечения — 35 - 100 ($88,5 \pm 9,2$), в отдаленные (более 1 года) — 100 - 140 ($117,1 \pm 12,5$).

Использованы методики глобальной и стимуляционной электромиографии. При

использовании теста "максимальное произвольное напряжение" биоэлектрическая активность отводилась биполярно (диаметр отводящего электрода — 0,7 см, межэлектродное расстояние — 1,5 см) от прямой (ПМБ) и двуглавой (ДМБ) мышц бедра, а также от передней большеберцовой (ПБМ) и латеральной головки икроножной (ЛИМ) мышц. Определялись средняя амплитуда (СА) и частота следования колебаний (ЧСК) суммарной ЭМГ всех перечисленных мышц.

В отношении ПМБ, используемой в качестве основного объекта исследований, дополнительно анализировались основные характеристики спектра плотности мощности ЭМГ: эффективная полоса спектра (ЭПС); значение частоты, соответствующее максимальному значению спектральной плотности мощности — доминирующая частота (ДЧ); интеграл спектра плотности мощности в диапазоне эффективной полосы спектра (ИС).

Кроме того, для ПМБ определялись основные характеристики униполярно зарегистрированного (активный электрод выполнен в виде поперечно-располагаемой полоски свинца, перекрывающей все головки четырехглавой мышцы) М - ответа, получаемого при супра-максимальной стимуляции бедренного нерва в области паховой складки (амплитуда, длительность и число точек перегиба).

Степень вовлечения ПМБ в локомоторную активность оценивали по ранее предложенному нами критерию $K_{\text{акт}}$, вычисляемому из соотношения интегралов суммарной ЭМГ при ходьбе в произвольном (комфортном для пациента) темпе от 0,6 до 2,1 ($1,4 \pm 0,2$) км/ч по

бегущей дорожке и при выполнении теста "максимальное произвольное напряжение".

Для отведения, регистрации и анализа ЭМГ использована цифровая ЭМГ - система "1500" (фирмы DANTEC, Дания) и анализатор биоэлектрической активности BASIS - 2381 (фирмы BIOMEDICA, Италия), совмещенный с бегущей дорожкой типа LAUFERGOTEST (фирмы JAEGER, ФРГ).

Полученные данные сгруппированы и статистически обработаны по срокам обследования: до, в ближайшие (до 1 года) и отдаленные (более 1 года) сроки после оперативного лечения контрактуры коленного сустава.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Из таблицы 1 следует, что до лечения СА суммарной ЭМГ, зарегистрированной при максимальном произвольном напряжении, снижена во всех отведениях по сравнению с контрольными величинами (интактная конечность) в среднем на 34,5%. Это снижение наиболее выражено в отведениях от ПМБ и ЛИМ, непосредственно обслуживающих коленный сустав. В несколько меньшей степени изменена ЧСК, оказавшаяся до лечения существенно ниже контроля только в отведении от ПМБ (на 29%).

По данным спектрального анализа (табл. 2) значение ДЧ ПМБ смещено в сторону более низких частот на 13,7 Гц, ЭПС оказалась уже на 87 Гц (преимущественно за счет выпадения высокочастотных гармоник), а ИС, характеризующий насыщенность суммарной ЭМГ гармониками различной частоты, был ниже контроля на 18,0%.

Глубина миодистрофических изменений в контрагированных мышцах коррелирует с амплитудой активно - пассивных движений в коленном суставе и наиболее отчетливо прослеживается (табл. 3) по параметрам вызванной ЭМГ (М - ответов), амплитуда которых на стороне заболевания была до лечения ниже контрольных величин в среднем на 43,0%, а длительность, наоборот, выше на 15,2%. Кроме того, кривая М - ответа на стороне заболевания имела более сглаженные очертания, что нашло отражение в снижении числа точек ее перегиба в среднем на 15,1%.

Отмечено, что $K_{\text{акт}}$ ПМБ до лечения на стороне заболевания несколько выше, чем на интактной ($6,2 \pm 0,9\%$ и $4,8 \pm 0,8\%$ соответственно), в то время как абсолютные значения интегралов ЭМГ на стороне заболевания были существенно ниже, чем на интактной. Этот факт свидетельствует о том, что для перемещения конечности вперед в фазе переноса на стороне заболевания требуется большее и относительно более пролонгированное

усилие передней группы мышц бедра (пропорциональное степени снижения ее контрактных возможностей и ограничения подвижности в коленном суставе) по сравнению с контралатеральной конечностью.

В ближайшие сроки (до 1 года) после лечения по данным суммарной ЭМГ отмечено снижение уровня произвольной биоэлектрической активности во всех четырех отведениях по сравнению с дооперационным в среднем на 18,5% по показателю СА и на 12,0% по ЧСК. При этом ДЧ ПМБ снизилась по сравнению с дооперационными величинами в среднем на 24,9%, ЭПС — на 11,9%, ИС — на 12,0%. Амплитуда М - ответа ПМБ уменьшилась на 36,4%, длительность увеличилась на 5,9%, а кривая М - ответа стала еще более сглаженной. Отмечено также существенное снижение $K_{\text{акт}}$ ПМБ до $3,8 \pm 0,5\%$, что указывает на преимущественно щадящий режим активации ранее контрагированных мышц.

В отдаленные сроки (более 1 года) после оперативного лечения контрактуры коленного сустава отмечена выраженная положительная динамика по всем показателям суммарной ЭМГ. В частности, в отношении ПМБ СА суммарной ЭМГ возросла до 87,4% контрольной величины, ЧСК — до 72,3%, ДЧ — до 96,5%, ЭПС — до 93,5%, ИС — до 92,0%. Отмечено также увеличение амплитуды М - ответов до 75,3%. Длительность М - ответа в указанные сроки после лечения остается больше контрольных величин на 11,3%, а форма М - ответа максимально приблизилась к двухфазному типу. Коэффициент вовлечения ПМБ ($K_{\text{акт}}$) остается несколько сниженным ($4,1 \pm 0,6$), что указывает на фиксацию щадящего паттерна активации указанной мышцы. Характерно, что средние скорости "комфортной ходьбы" до и в указанные сроки после лечения существенно не различались ($1,4 \pm 0,1$; $1,3 \pm 0,2$ и $1,3 \pm 0,3$ км/ч).

Таблица 1.

Средняя амплитуда (СА; $M \pm m$) и частота следования колебаний (ЧСК; $M \pm m$) суммарной ЭМГ мышц бедра и голени.

Мышцы	Показатели	Контроль	Сроки обследования (травмированная конечность)		
			До лечения (n = 24)	Ближайшие (n = 10)	Отдаленные (n = 7)
ПМБ	СА, мВ	0,95±0,09	0,59*±0,06	0,51*±0,07	0,83*±0,21
	ЧСК, кол/с	195±12	138*±9	118*±12	141*±7
ДМБ	СА, мВ	1,60±0,10	1,02*±0,09	0,90*±0,14	1,18*±0,18
	ЧСК, кол/с	184±9	167±10	138*±10	186±8
ПМБ	СА, мВ	1,53±0,11	1,25±0,15	0,93*±0,11	1,04*±0,13
	ЧСК, кол/с	235±9	213±17	194*±17	210±19
ЛИМ	СА, мВ	1,40±0,12	0,74*±0,07	0,58*±0,10	0,75*±0,11
	ЧСК, кол/с	234±15	233±16	212±14	224±24

Примечание: * в таблице помечены значения показателей, отличие которых от контрольных величин по t - критерию Стьюдента было статистически значимым ($P \leq 0,05$).

Таблица 2.

Спектральные характеристики ($M \pm m$) суммарной ЭМГ прямой мышцы бедра.

Показатели	Контроль	Сроки обследования (травмированная конечность)		
		До лечения (n = 24)	Ближайшие (n = 10)	Отдаленные (n = 7)
Доминирующая частота, Гц	100±8	86±9	65*±2	96±2
Эффективная полоса спектра, Гц	372±14	285*±26	251*±18	348±39
Интеграл спектра, усл. ед.	4507±242	3697*±315	3245*±165	4107±242

Примечание: * в таблице помечены значения показателей, отличие которых от контрольных величин по t - критерию Стьюдента было статистически значимым ($P \leq 0,05$).

Таблица 3.

Характеристики М - ответа ($M \pm m$) прямой мышцы бедра.

Показатели	Контроль	Сроки обследования (травмированная конечность)		
		До лечения (n = 24)	Ближайшие (n = 10)	Отдаленные (n = 7)
Амплитуда, мВ	15,5±0,96	8,84*±0,75	5,62*±0,60	11,67*±0,84
Длительность, мВ	30,9±1,1	35,6*±1,9	37,7±3,4	34,4*±0,7
Число точек перегиба	3,4±0,3	2,9±0,4	2,4*±0,3	2,0*±0,0

Примечание: * в таблице помечены значения показателей, отличие которых от контрольных величин по t - критерию Стьюдента было статистически значимым ($P \leq 0,05$).

Выход перечисленных показателей на плато существенно ускоряется при использовании в течение первого года после снятия аппарата 2 - 3 курсов лечебной физкультуры и комплексной физиотерапии, включающей, в частности, электростимуляцию передней группы мышц бедра в надпороговом режиме (применен электростимулятор типа "Миоритм - 124И", обеспечивающий коррекцию функционального состояния мышц с сохранной и нарушенной иннервацией).

Полученные ЭМГ - данные, в сопоставлении с результатами ультразвукового тестирования и динамометрии [4] свидетельствуют о том, что контрагированные мышцы, характеризующиеся выраженной гипотрофией, склерозированностью и наличием в мышечной ткани грубых рубцово - спаечных изменений, генерируют довольно специфические формы вызванной и произвольной биоэлектрической активности, характер которых, по-видимому, обусловлен не только снижением числа и

размеров функционирующих двигательных единиц, но и значительными нарушениями в их структурной организации. Оперативные и консервативные мероприятия, направленные на мобилизацию коленного сустава, создают условия для частичной инволюции выявленных в дооперационном периоде патологических изменений.

Показано, что степень приближения функциональных характеристик мышц травмированной конечности к интактной в отдаленные сроки после оперативного лечения посттравматических разгибательных контрактур коленного сустава зависит от совокупности взаимодействующих факторов, определяющих динамику структурно - функциональных сдвигов: тяжести травмы и характера заживления переломов; способов и кратности лечения переломов и его последствий; количества и степени травматичности предшествующих оперативных вмешательств, направленных на устранение контрактуры;

давности контрактуры; степени реализации современных реабилитационных методик; степени деформирующего гонартроза и болевого синдрома; наличия остаточного посттравматического укорочения конечнос-

ти; возраста пациентов, а также их психомоторного статуса, определяющих склонность к формированию специфических моторных доминант.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мякотина Л. И., Казак Л. А. Функциональное состояние опорно-двигательной системы при хирургическом лечении разгибательных контрактур коленного сустава // Материалы пленума правления Всерос. науч. мед. общества травматол. - ортопедов, посв. 100 - летию со дня рожд. чл. - корр. АМН СССР, засл. деятеля наук РСФСР проф. В. Д. Чаклина: Тез. докладов. — Екатеринбург, 1992. — Ч. 1. — С.142-143.
2. Травкин А. А., Ахмед - Заде А. Я. Значение электромиографии в определении рубцовых изменений в четырехглавой мышце бедра у больных с разгибательной контрактурой коленного сустава // Акт. вопросы травматол. и ортопедии: Сб. науч. трудов. — М., 1977. — Вып. 16. — С.41-43.
3. Черкасова Т. И., Гаспарян С. П. Электрофизиологическое исследование четырехглавой мышцы бедра при посттравматических контрактурах и анкилозах коленного сустава // Акт. вопросы травматол. и ортопедии: Сб. науч. трудов. — М., 1976. — С.19-23.
4. Структурно-функциональные корреляты в диагностике функционального состояния мышц / А. П. Шеин, Т. И. Долганова, Д. В. Долганов, А. Е. Югай // Метод Илизарова - достижения и перспективы: Тез. докладов междунаро. конф., посв. памяти акад. Г. А. Илизарова. — Курган, 1993. — С.258-259.
5. Лечение разгибательных контрактур коленного сустава методом Илизарова: Метод. рекомендации / ВКНЦ "ВТО"; Сост.: А. В. Попков, А. Е. Югай, Г. В. Дьячкова. — Курган, 1991. — 17 с.
6. Оперативное лечение посттравматической разгибательной контрактуры коленного сустава: Метод. рекомендации / РНЦ "ВТО" им. акад. Г. А. Илизарова; Сост.: В. Д. Макушин, А. Е. - Х. Югай, Г. В. Дьячкова. — Курган, 1994. — 31 с.

Рукопись поступила 22.11.95 г.

Международный конгресс

“Человек и его здоровье”

Учредители конгресса:

Мэрия Санкт-Петербурга, Ассоциация травматологов-ортопедов Санкт-Петербурга и Ленинградской области, Российская Военно-Медицинская Академия, Санкт-Петербургская Медицинская Академия Последипломного Образования, Санкт-Петербургский НИИ протезирования им. проф. Г. А. Альбрехта, Российский НИИ травматологии и ортопедии им. Р. Р. Вредена, Medizinische Kommunikation d'Accord (Германия), Русско-Германское общество травматологов-ортопедов, СП “СМИТ”

Международная конференция

“Современные методы лечения и протезирования при заболеваниях и повреждениях опорно-двигательной системы.”

V Международная выставка

“Человек и его здоровье.

Травматология, ортопедия, протезирование, реабилитация инвалидов.”

3 - 6 декабря 1996 г.

“Михайловский манеж”, Санкт-Петербург

Последний срок подачи заявок: 01.09.96 г.

Адрес Оргкомитета: 191025, Санкт-Петербург, а / я 204.
Телефоны Оргкомитета: (812) 279-7664, (812) 279-6082