

Функциональные возможности мышц сгибателей и разгибателей предплечья до и в ближайшие сроки после оперативного лечения больных с контрактурами локтевого сустава

Г.А. Криворучко, А.П. Шеин, Ю.П. Солдатов

Functional potentials of forearm flexors and extensors before surgeries and in short-term periods after them in patients with contractures of the elbow

G.A. Krivoroochko, A.P. Shein, Y.P. Soldatov

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

До и в различные сроки после лечения обследовано 10 больных мужского пола в возрасте от 13 до 25 лет с посттравматическими артрогенными сгибательно-разгибательными контрактурами локтевого сустава. Использованы методы динамометрии и глобальной электромиографии. Объекты исследования - мышцы сгибатели и разгибатели предплечья (двуглавая и трехглавая мышцы плеча). Анализируемые показатели: максимальные моменты силы указанных групп мышц, сила кистевого схвата, средняя амплитуда и частота следования колебаний суммарной ЭМГ, гистограммы распределения амплитуд суммарной ЭМГ, коэффициенты реципрокности. Показано, что до операции функциональные возможности мышц травмированной конечности несколько снижены. Оперативное вмешательство и факторы аппаратного лечения стимулируют развитие специфической реакции, характеризующейся спадом и последующим восстановлением силовых и биоэлектрических характеристик тестируемых мышц, сопровождаемых диспропорциями в сопряженной активности мышц-антагонистов, обслуживающих локтевой сустав.

Ключевые слова: контрактура, локтевой сустав, функция мышц, электромиограмма.

10 male patients at the age of 13-25 with posttraumatic arthrogenic flexion-and-extension contractures of the elbow are investigated before treatment and in different periods after it. Methods of dynamometry and global electromyography are used. Objects of investigation: forearm flexors and extensors (musculus biceps and musculus triceps brachii). The indices analysed: moments of force of the mentioned muscular groups, force of hand grip, mean amplitude and frequency of total EMG oscillations, histograms of distribution of total EMG amplitudes, reciprocity coefficients. It is shown, that functional potentials of imuscles of an involved limb are decreased a little. Surgery and factors of apparatus treatment stimulate development of a specific reaction, characterized by fall and subsequent recovery of force and bioelectric characteristics of the tested muscles, accompanied by disproportions in conjugate activity of antagonist muscles, maintaining the elbow.

Keywords: contracture, the elbow, muscular function, electromyogram.

Комплекс лечебно-реабилитационных мероприятий, направленных на ликвидацию посттравматических контрактур крупных суставов верхних и нижних конечностей, в качестве обязательного компонента включает диагностику функционального состояния мышц, обслуживающих пораженный сустав [2,4]. В частности, данные динамометрии и электромиографии позволяют объективизировать выбор тактики оперативного вмешательства и обосновать прогноз его функциональных исходов, обеспечивая адекватность подбора методик ЛФК и физиотерапии.

С 1987 года в РНЦ "ВТО" разрабатываются

новые технологии устранения сгибательно-разгибательных контрактур локтевого сустава с помощью аппарата Илизарова [3]. В настоящей работе представлен фрагмент реализации программы исследований, характеризующий в восстановительном периоде после лечения динамику состояния мягкотканых структур, обеспечивающих функционирование пораженного сустава конечности, и содержащий, в частности, результаты анализа активационных и контрактных свойств мышц сгибателей и разгибателей предплечья до и в ближайшие (до 1 года) сроки после лечения указанной суставной недостаточности.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

До и в различные сроки после лечения обследовано 10 больных мужского пола в возрасте от 13 до 25 лет с посттравматическими артрогенными сгибательно-разгибательными контрактурами локтевого сустава. Давность заболевания в анализируемой выборке составляла от семи месяцев до двух лет у восьми пациентов, пять лет - у одного и десять лет - у одного. У семи больных была травмирована правая конечность, у трех - левая. Все пациенты были правшами.

Дефицит активного разгибания в локтевом суставе составлял 40-70 градусов, сгибания - 15-50 градусов. Атрофия мягких тканей (разность периметра средней трети плеча интактной и пораженной конечностей) у шести пациентов отсутствовала, у остальных составляла 0,5-3,0 см. Грубых рубцовых изменений и укорочений конечности на стороне заболевания не отмечено. Причина ограничения подвижности в локтевом суставе состояла в инконгруентности суставных поверхностей. Больным выполнены надмыщелковая остеотомия плечевой кости с фиксацией аппаратом Илизарова для перераспределения объема движений (3 пациента) и моделирование суставных поверхностей локтевого сустава (7 больных). Продолжительность периода "аппаратного" устранения контрактуры в анализируемой выборке варьировала в пределах 38-92 дней. В результате лечения у семи больных достигнуто увеличение объема движений в пораженном суставе на 40-50°, у трех - на 15° с одновременным смещением сектора сгибательно-разгибательных движений в функционально более выгодный поддиапазон.

Комплекс реабилитационных мероприятий, использованный в процессе лечения и в восстановительном периоде после его завершения, включал массаж, электромиостимуляцию и комплекс специализированных упражнений, направленных на увеличение амплитуды активных движений в суставе, а также увеличение силы и выносливости обслуживающих этот сустав групп мышц.

Использованы методы динамометрии и глобальной электромиографии.

С помощью специализированного динамо-

метрического стенда [1] определяли максимальный момент силы двуглавой (ДМП) и трехглавой (ТМП) мышц плеча. Кроме этого с целью контроля за состоянием дистальных мышечных групп верхней конечности измерялась сила кистевого схвата (использованы динамометры серии ДРП).

Биоэлектрическая активность ДМП (латеральной головки) и ТМП (длинной головки) биполярно отводилась (диаметр электродов - 0,8 см, межэлектродное расстояние - 1 см), усиливалась и регистрировалась с помощью 4-канальной ЭМГ-системы "1500" (фирма DANTEC, Дания) в условиях выполнения теста "максимальное произвольное сгибание и разгибание предплечья" (не менее трех попыток) при фиксированном под углом 90° локтевом суставе. Продолжительность отдельных функциональных проб не превышала 2-3 секунды. Анализируемые параметры: средняя амплитуда (СА) и частота следования колебаний (ЧСК), рассчитываемые визуально по фрагментам экранных копий ЭМГ, сформированных на пике мышечного напряжения при использовании т.н. step-режима развертки (скорость развертки - 10 мс/деление); коэффициенты реципрокности - соотношение средних амплитуд синхронно зарегистрированных ЭМГ мышц агониста и антагониста ($СА_{ДМП}/СА_{ТМП}$ и $СА_{ТМП}/СА_{ДМП}$) на пике мышечного усилия при выполнении тестов "максимальное сгибание" и "максимальное разгибание" предплечья при фиксированном положении локтевого сустава под углом 90°. Кроме того, по разработанному нами алгоритму [5] анализировались гистограммы распределения амплитуд суммарной ЭМГ ДМП и ТМП. Оценка статистической значимости различия показателей пораженной конечности от данных контралатеральной и дооперационных величин производилась с помощью критерия Вилкоксона-Манна-Уитни. Отраженные в таблицах 1-6 средние значения показателей пораженной конечности, отличие которых от данных интактной или дооперационных величин были статистически значимы ($P < 0,05$), помечены звездочкой.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Из таблицы 1, отражающей контрактильные характеристики мышц плеча до лечения, следует, что силовые возможности мышц травмированной конечности по сравнению с интактной

(условная норма) были снижены в среднем на 13,2%. Сила кистевого схвата составляла на здоровой и пораженной конечностях соответственно $38,7 \pm 5,3 \text{ кг}$ и $34,9 \pm 4,4 \text{ кг}$ ($P > 0,05$).

Таблица 1

Средние значения ($M \pm m$) моментов силы мышц (Н·м) сгибателей и разгибателей предплечья интактной и травмированной конечностей до лечения

Показатели	Интактная конечность	Травмированная конечность
Момент силы мышц сгибателей предплечья	56,6 $\pm$ 9,3	52,9 $\pm$ 7,7 (93,5)
Момент силы мышц разгибателей предплечья	37,8 $\pm$ 5,1	30,3 $\pm$ 3,1 (80,2)

Примечание: в скобках указаны величины показателей травмированной конечности, выраженные в процентах от интактной.

В таблице 2 сведены усредненные величины показателей суммарной ЭМГ.

Таблица 2

Средние значения ($M \pm m$) СА и ЧСК суммарной ЭМГ мышц интактной и травмированной конечностей до лечения

Мышцы	Показатели	Интактная конечность	Травмированная конечность
Двуглавая мышца плеча (ДМП)	СА (мВ)	3,19 $\pm$ 0,38	2,42 $\pm$ 0,39* (75,9)
	ЧСК (кол./с)	145 $\pm$ 21	135 $\pm$ 11 (93,2)
Трехглавая мышца плеча (ТМП)	СА (мВ)	1,19 $\pm$ 0,22	0,9 $\pm$ 0,2 (75,6)
	ЧСК (кол./с)	185 $\pm$ 22	197 $\pm$ 21 (106,5)

Примечание: то же, что и для таблицы 1.

Из представленного в таблице материала следует, что СА суммарной ЭМГ мышц на стороне повреждения до лечения была в среднем на 24,3% ниже по сравнению с контрлатеральной конечностью, тогда как существенных билатеральных различий ЧСК в отведениях как от ДМП, так и ТМП не отмечалось.

Коэффициент реципрокности (см. табл. 3) в тесте на максимальное произвольное разгибание предплечья в условиях сокращения мышц, близких к изометрическим, характеризующий координационные взаимоотношения между спинальными моторными центрами мышц антагонистов, до лечения был несколько снижен (на 31,2%), что связано с избыточной сопряженной активностью мышцы антагониста (ДМП).

Таблица 3

Средние величины ($M \pm m$) коэффициентов реципрокности при выполнении тестов на сгибание и разгибание предплечья в условиях сокращения мышц, близких к изометрическим

Функциональный тест	Интактная конечность	Травмированная конечность
Сгибание предплечья	11,60 $\pm$ 0,91	11,14 $\pm$ 1,63 (96,0)
Разгибание предплечья	8,57 $\pm$ 1,53	5,90 $\pm$ 1,24 (68,8)

Примечание: то же, что и для таблицы 1.

На рисунке 1 представлены усредненные гистограммы распределения амплитуд суммар-

ной ЭМГ ДМП и ТМП поврежденной конечности в сравнении с интактной до и в различные сроки после снятия аппарата Илизарова. Практически все зарегистрированные гистограммы относятся к 1-му и 2-му типам, однако заметно различаются по амплитуде одноименных столбцов. В частности, усредненные гистограммы, характеризующие структуру суммарной ЭМГ пары тестируемых мышц в течение первого месяца после завершения "аппаратного" этапа лечения, наглядно отображают эффект обеднения спайковой активностью среднего (для ДМП и ТМП) и надминимального (для ТМП) амплитудных поддиапазонов. На гистограммах указанные поддиапазоны помечены буквами С и D.

В таблицах 4 и 5 содержатся данные, характеризующие динамику изученных показателей в ближайшие сроки после снятия аппарата Илизарова, сопоставленные с их дооперационными величинами.

Таблица 4

Средние значения ($M \pm m$) моментов силы (Н·м) мышц сгибателей и разгибателей предплечья травмированной конечности в ближайшие сроки после снятия аппарата Илизарова

Показатели	Сроки после снятия аппарата Илизарова		
	До 1 месяца (n=6)	1-6 месяцев (n=6)	7-12 месяцев (n=1)
Момент силы мышц сгибателей предплечья	19,5 $\pm$ 1,2* (36,9)	35,0 $\pm$ 4,3* (66,2)	39,1 (73,9)
Момент силы мышц разгибателей предплечья	26,2 $\pm$ 2,7* (86,5)	23,2 $\pm$ 2,7* (76,6)	30,7 (101,3)

Примечание: в скобках указаны величины показателей травмированной конечности, выраженные в процентах от дооперационных величин.

Из таблицы 4 видно, что в сроки до одного месяца после снятия аппарата силовые показатели тестируемых мышечных групп плеча оказались в среднем на 38,3% ниже дооперационных. В наибольшей степени это различие выражено в отношении мышц сгибателей предплечья. Сила кистевого схвата на стороне заболевания составила 18,6 $\pm$ 2,3, т.е. 53,9% ($P < 0,05$) от дооперационной величины. Параллельно, в указанные сроки, отмечены более низкие по сравнению с дооперационными значения СА и ЧСК как в отведении от ДМП, так и ТМП. Из таблицы 5 видно, что для СА это различие составляет соответственно 38,1% и 55,6%, а для ЧСК - 1,5% и 9,7%. Судя по гистограммам распределения амплитуд суммарной ЭМГ, относящихся к срокам обследования "до 1 месяца" и "1-6 месяцев" после снятия аппарата Илизарова (см. рис. 1), у больных отмечено дальнейшее обеднение спайками минимального (Е) и надминимального (D) амплитудных поддиапазонов, несколько более отчетливое в отведении от ТМП.

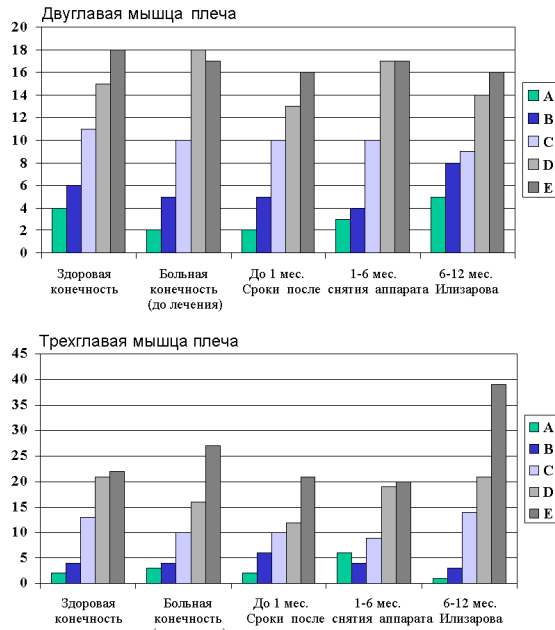


Рис. 1. Усредненные гистограммы распределения амплитуд суммарной ЭМГ двуглавой и трехглавой мышц плеча интактной и травмированной конечностей до и в различные сроки после снятия аппарата Илизарова. Поддиапазоны (в % от максимального негативного отклонения кривой ЭМГ от изолинии), в которых подсчитывалось число однонаправленных пиков: 80-100 % (А); 60-80 % (В); 40-60 % (С); 20-40 % (D); 0-20 % (Е)

Коэффициент реципрокности, характеризующий наибольшей вариабельностью, как и прочие показатели, также наиболее существенно отличался от дооперационного значения у больных, обследованных в течение первого месяца после снятия аппарата (см. табл. 6). В частности, отмечено его снижение до 78,5% при выполнении пробы на сгибание предплечья и до 68,4% на его разгибание.

ОБСУЖДЕНИЕ

Интерпретируя вышеизложенное, следует исходить из двух основных положений, вытекающих как из настоящей работы, так и предшествующего клинического опыта.

1. Мышцы плеча, обеспечивающие сгибательно-разгибательные движения в локтевом суставе, при наличии ограничений в его подвижности, функционально недогружены, что нашло соответствующее отражение в инверсии асимметрий функциональных показателей (в изученной выборке преобладал правосторонний тип поражения и все больные были правшами).

2. В отличие от ранее практикуемого форсированного восстановления подвижности в локтевом суставе, пролонгированные дозированные воздействия на сустав и сопряженные с ним тканевые структуры характеризуются существ-

Таблица 5
Средние значения ($M \pm m$) СА и ЧСК мышц травмированной конечности в ближайшие сроки после снятия аппарата Илизарова

Мышцы	Показатели	Сроки после снятия аппарата Илизарова		
		До 1 месяца (n=6)	1-6 месяцев (n=6)	7-12 месяцев (n=1)
Двуглавая мышца плеча (ДМП)	СА (мВ)	1,50±0,31* (61,9)	1,68±0,44* (69,4)	2,5 (103,3)
	ЧСК (кол./с)	133±12 (98,5)	160±33 (118,5)	150 (111,1)
Трехглавая мышца плеча (ТМП)	СА (мВ)	0,40±0,12* (44,4)	1,02±0,31 (113,3)	1,00 (111,1)
	ЧСК (кол./с)	178±21 (90,3)	142±19* (72,2)	270 (138,0)

Примечание: то же, что и для таблицы 4.

Таблица 6
Средние значения коэффициентов реципрокности при выполнении проб на сгибание и разгибание предплечья в ближайшие сроки после снятия аппарата Илизарова

Функциональный тест	Сроки после снятия аппарата Илизарова		
	До 1 месяца (n=6)	1-6 месяцев (n=6)	7-12 месяцев (n=1)
Сгибание предплечья	8,76±1,78 (78,6)	13,90±1,67 (124,8)	12,5 (112,3)
Разгибание предплечья	4,72±1,28* (68,5)	7,65±1,29 (110,9)	6,7 (97,2)

Примечание: то же, что и для таблицы 4.

В дальнейшем, с увеличением сроков после лечения, отмечена отчетливая положительная динамика динамометрических и электрофизиологических показателей с тенденцией к восстановлению большинства из них до исходного уровня, чему в немалой степени способствовало активное использование средств ЛФК и физиотерапии.

В дальнейшем, с увеличением сроков после лечения, отмечена отчетливая положительная динамика динамометрических и электрофизиологических показателей с тенденцией к восстановлению большинства из них до исходного уровня, чему в немалой степени способствовало активное использование средств ЛФК и физиотерапии.

С точки зрения второго положения данные динамометрии и пакет ЭМГ-характеристик, соотнесенные со сроком обследования "до 1 месяца" после снятия аппарата Илизарова, следует рассматривать в качестве критерия травматичности оперативного вмешательства и последующих биомеханических воздействий на костные и мягкотканые структуры.

Результаты сопоставления изученных показателей, зарегистрированных в различные сроки после устранения контрактуры локтевого сустава,

ва, с дооперационными позволяют характеризовать выявленные послеоперационные функциональные сдвиги как умеренные и обратимые. Тем не менее, следует подчеркнуть, что в указанные сроки обследований больных изученные показатели не достигли условной нормы (интактная конечность) ни у одного пациента.

Введенный нами дополнительный признак, ориентированный на идентификацию структур-

ного типа суммарной ЭМГ по типу гистограммы распределения амплитуд, на наш взгляд, существенно дополняет традиционный набор параметров, которыми описывается т.н. произвольная биоэлектрическая активность мышц, отведенная поверхностными электродами, и полезен во всех случаях диагностики сопутствующей функциональной недостаточности нервно-мышечных структур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ангулодинамометр для тестирования функциональных возможностей руки человека / В.И. Калякина, Э.В. Бурлаков, А.П. Шеин, М.С. Сайфутдинов // Изобретательство и рационализаторство в медицине. - М., 1988. - С. 49-52.
2. Миронов С.П., Геллер И.И., Бурманова Г.М. Комплексное исследование сократительной функции мышц при повреждениях локтевого сустава // Медицинская биомеханика : Тезисы докладов международной конференции. - Т. 2. - Рига, 1986. - С. 371-374.
3. Солдатов Ю.П. Методы жесткого и плавного устранения посттравматических сгибательно-разгибательных контрактур локтевого сустава аппаратом Илизарова // Материалы XXVI научно практической конференции врачей Курганской области: Тезисы докладов. - Курган, 1993.- С. 158-159.
4. Теляков Б.Т. Состояние нервно-мышечного аппарата у детей с анкилозами и контрактурами локтевого сустава // Электромиографические исследования в клинике: Материалы 2-го Всесоюзного симпозиума по клинической электромиографии. - Тбилиси, 1976. - С. 153-154.
5. Шеин А.П., Криворучко Г.А. Алгоритмический подход к идентификации структурных типов суммарной ЭМГ // Материалы XXVI научно-практической конференции врачей Курганской области: Тезисы докладов. - Курган, 1993.- С.113-114.

Рукопись поступила 26.10.98.