

АНАЛИЗ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МЫШЦ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИМИ СГИБАТЕЛЬНО-РАЗГИБАТЕЛЬНЫМИ КОНТРАКТУРАМИ ЛОКТЕВОГО СУСТАВА

Л.А. Гребенюк, Ю.П. Солдатов

ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России,
директор – д.м.н. А.В. Губин
г. Курган

Целью работы явилось изучение на основе эхографической визуализации особенностей структуры мышц и лучевых сгибателей запястья при оперативном лечении 56 больных со сгибательно-разгибательными контрактурами локтевого сустава.

В результате оперативного лечения пациентов основной группы произошло увеличение угла разгибания в локтевом суставе. Установлено, что мышечный рисунок был близким к типичной, нормальной для эхографии картине. Наиболее характерным оказалось достоверное снижение толщины мышечного брюшка. Толщина мышечного слоя сгибателей предплечья была снижена на травмированном плече на 29,2%, составив $16,5 \pm 4,7$ мм ($P \leq 0,05$), а на интактном сегменте – $23,3 \pm 2,6$ мм. В ближайшие сроки после лечения признаки атрофии, выражающиеся в достоверном снижении толщины передней группы мышц относительно показателей интактного сегмента, сохранялись. Показатель интенсивности эхо *m. biceps brachii* оперированной конечности возрастал на 53,7% относительно предоперационных значений, достигая $22,8 \pm 2,1$ усл. ед. ($P < 0,05$), а *m. brachialis* – 30 усл. ед. ($P > 0,05$). До лечения у больных в возрасте 8–13 лет относительная сила мышц предплечья была снижена на 12% по сравнению с данными на контралатеральной конечности ($P < 0,05$) по t-критерию Стьюдента, а в старшей возрастной группе – на 20,9% ($P < 0,01$). Спустя 150 дней после снятия аппарата сохранялся близкий к норме рисунок исследуемых мышц. По мере расширения диапазона выполняемых движений в отдаленные сроки после лечения наблюдалась удовлетворительная контрактильная реакция мышц верхней конечности. На различных этапах реконструктивно-восстановительного лечения пациентов с посттравматическими контрактурами локтевого сустава целесообразно применять сочетание ультразвуковой визуализации мышц и кистевой динамометрии с определением относительной силы мышц.

Ключевые слова: эхография, мышцы верхней конечности, локтевой сустав, посттравматическая контрактура, метод Илизарова, сила мышц.

THE ANALYSIS OF MORPHOFUNCTIONAL CONDITION OF THE UPPER LIMB MUSCLES IN TREATMENT OF PATIENTS WITH POSTTRAUMATIC ELBOW FLEXION-AND-EXTENSION CONTRACTURES

L.A. Grebenyuk, Yu. P. Soldatov

Russian Ilizarov Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopaedics»
Kurgan

The aim of the work was to study the echography visualization-based structural features of muscles and the wrist radial flexors for surgical treatment of 56 patients with the elbow flexion-and-extension contractures.

The result of surgical treatment in the main group of patients consisted in the increase of the elbow extension angle. Muscle pattern was similar to a typical, normal ultrasound image. The most characteristic feature was a significant decrease in the muscle belly thickness. The thickness of fore-arm flexor muscular layer was 29,2% decreased for the brachium injured amounting to 16.5 ± 4.7 mm ($P \leq 0.05$), and that for the intact segment – to 23.3 ± 2.6 mm. In the immediate periods after treatment the signs of atrophy remained. It manifested by the significant decrease of the anterior muscle group thickness with regard to the intact segment values.

The index of the echo intensity of *m. biceps brachii* in operated limb increased by 53.7% compared to preoperative values, reaching 22.8 ± 2.1 conv. u ($P < 0.05$), and *m. brachialis* – 30 conv. u ($P > 0.05$).

Before the treatment in patients aged 8-13 years the relative strength of the forearm muscles was reduced by 12% compared with those on the contralateral limb ($P < 0.05$) according to t-test, and in the older age group – 20.9% ($P < 0.01$).

With increasing of movement range in the late periods after treatment were observed satisfactory contractile response of the upper limb muscles.

At different stages of reconstructive and restorative treatment of patients with posttraumatic elbow contractures it is advisable to use a combination of ultrasonic imaging of muscles and hand dynamometry with the definition of the relative strength of the muscles.

Key words: upper limb muscles, elbow posttraumatic contracture, echography, dynamometry, Ilizarov method, surgical treatment.

Введение

На результат лечения контрактур локтевого сустава влияют не только нарушение анатомической целостности костей верхней конечности и дегенеративные изменения в тканях сустава, но и структурно-функциональное состояние мышц плеча и предплечья. В литературе можно найти разные подходы для описания функционального состояния верхней конечности. Так, в одной из работ анализируются особенности архитектуры мышц верхних конечностей (*m. biceps brachialis*, *m. triceps brachialis*, *m. brachioradialis* и др.) и подчеркивается необходимость учета взаимосвязи длины пучков и угла пеннации (pennation angle) с функциональными особенностями мышц [13]. В исследовании, проведенном на секционном материале, отмечается различная степень взаимосвязи между продольными и поперечными размерами локтевой и лучевой костей и объемом движений руки [13]. Другие исследователи предложили трехмерную кинематическую модель функциональной активности мышц верхней конечности и сопоставили ее с данными, также полученными на секционном материале [11]. Прижизненной оценке мышц верхней конечности у больных с ортопедической патологией уделяется меньшее внимание, хотя очевидно, что после перенесенной травмы с вовлечением локтевого сустава важно создать шадящие для мышц условия в целях сохранения их структурно-функциональных свойств.

Целью оперативного лечения пациентов со сниженным объемом движений в локтевом суставе, развивающимся после перенесенных травм костей верхней конечности, является увеличение угла разгибания в локтевом суставе. Оперативное лечение данной категории больных заключается в наложении аппарата чрескостной фиксации на плечо и предплечье, внесуставной остеотомии локтевого отростка, его угловой транспозиции на величину, при которой анатомическое препятствие движению отростка устраняется или выполнении надмышцелковой остеотомии плечевой кости для перераспределения диапазона движений в сторону разгибания [9].

Ранее у больных с посттравматическими контрактурами локтевого сустава отмечалось снижение функциональных возможностей мышц травмированной конечности, а также снижение средней амплитуды суммарной ЭМГ двуглавой и трехглавой мышц плеча по сравнению с интактной конечностью [5, 6]. Установлено, что при тяжелых контрактурах локтевого сустава после ожога наблюдаются глубокие изменения не только в околосуставных тканях, но и в мышцах пле-

ча и предплечья, выраженная их атрофия [1]. В таких случаях решается вопрос о необходимости оперативного вмешательства на мягких тканях сегментов, в том числе – и на мышцах. Описаны органические изменения и повреждения в четырехглавой мышце бедра у больных с разгибательными контрактурами коленного сустава, выявленные методом рентгеноконтрастной миографии [3]. Остается недостаточно изученными адаптационные процессы в мышцах пораженной верхней конечности при ограничении их вовлечения в движения, по определению А.Дж. Мак-Комас – при их «неиспользовании» [7]. И хотя различные методы визуализации нашли широкое применение в травматологии и ортопедии, вопросы ультразвукового исследования локтевого сустава и мышц верхней конечности у пациентов с посттравматическими контрактурами в литературе освещены недостаточно.

Целью исследования явилось изучение методом эхографии структурных особенностей мышц плеча и предплечья у больных со сгибательно-разгибательными контрактурами локтевого сустава при оперативном лечении по методикам, разработанным в РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова.

Материал и методы

На основе проведенной ультразвуковой (УЗ) визуализации проанализированы особенности структурного состояния мышц верхней конечности у 56 пациентов со сгибательно-разгибательными контрактурами локтевого сустава. Возраст больных варьировал от 13 до 41 лет и в среднем составил $19,9 \pm 1,9$ лет. Проводили эхографию мышц передней группы плеча (*m. biceps brachii*; *m. brachialis*) и лучевых сгибателей запястья. Обследование выполняли при поступлении в клинику и в различные периоды после завершения лечения. Применяли УЗ установки Sonoline SI – 450 (Siemens, Германия) и эхокамеры SSD-630 (Aloka, Япония). Линейные датчики на 7,5 МГц располагали в средней трети плеча и предплечья. Полученное с помощью ультразвука изображение обрабатывали по стандартным программам, заложенным в УЗ установках, результаты измерений автоматически выводились на экран монитора, а на термобумаге воспроизводили эхограммы.

В прошлом пациенты перенесли чрезмышцелковые переломы плечевой кости, вывихи костей предплечья, перелом локтевого отростка. Всем больным по месту жительства было проведено консервативное лечение переломов. Наибольшее количество пациентов поступило на лечение по поводу контрактуры через 7 мес. и в более поздние сроки после травмы.

Целью оперативного лечения пациентов в обследованной нами группе являлось увеличение угла разгибания в локтевом суставе. Операция заключалась в наложении аппарата Илизарова на плечо, предплечье, внесуставной остеотомии локтевого отростка, его угловой транспозиции на величину, при котором анатомическое препятствие движению отростка устранялось (9 больных). У 7 пациентов выполнена надмыщелковая остеотомия плечевой кости для перераспределения диапазона движений в сторону разгибания. Компоновка аппарата Илизарова предусматривала пространственное расположение спиц, не приводящее к ограничению функции мышц и суставов [2, 9]. При этом сила, устраняющая контрактуру сустава, соответствовала биомеханике сустава, что исключало взаимное давление суставных концов и давление на мягкие ткани.

Результаты и обсуждение

Эхография мышц плеча. При ультразвуковой визуализации мышц плеча травмированной конечности до лечения установлено, что

структура двуглавой и плечевой мышц имеет типичную для мышц эхографическую картину (рис. 1). При продольном сканировании мышцы представлены продольными параллельными эхосигналами линейной формы. Определялись без признаков каких-либо патологических изменений мышечные пучки и межмышечные перегородки. Гиперэхогенный контур мышц был сформирован соединительнотканной фасцией.

Таким образом, визуальный анализ эхографической картины мышц плеча больной и контралатеральной конечностей не выявил существенных различий в них. Показатель эхогенности* *m. biceps* на пораженной конечности составил $14,7 \pm 2,4$ усл. ед. серой шкалы**, а на интактной – $11,7 \pm 3,0$ усл. ед. ($P > 0,05$, рис. 2 а). Для *m. brachialis* эти показатели не отличались от значений на контралатеральном сегменте, составив $26,7 \pm 2,8$ и $26,4 \pm 1,9$ усл. ед. соответственно (рис. 2 б).

Измерение толщины мышечного слоя сгибателей предплечья выявило ее снижение на травмированном плече на 29,2%. Ее величина достигала $16,5 \pm 4,7$ мм ($P \leq 0,05$), на интактном сегменте – $23,3 \pm 2,6$ мм.

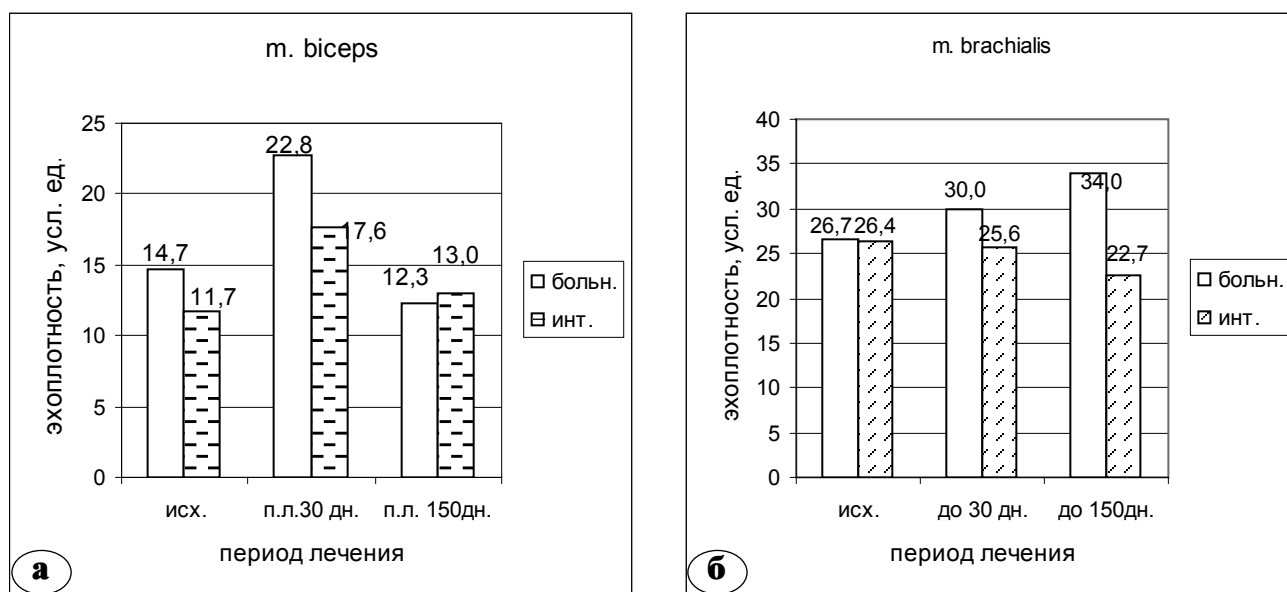


Рис. 1. Показатели эхогенности (усл. ед.) *m. biceps* (а) и *m. brachialis* (б) пораженного и контралатерального плеча у пациентов со сгибательно-разгибательными посттравматическими контрактурами локтевого сустава. Обозначения – исх. (исходно); п.л. 30 дн. – через 1 месяц после снятия аппарата; п.л. 150 дн. – через 150 дней после снятия аппарата Илизарова

* - Количественная оценка интенсивности отраженного сигнала (EI – echogenity intensity) исследуемого органа с использованием анализа уровня серого, по мнению многих исследователей, является более надежным и чувствительным по сравнению с визуальной оценкой изображений. Количественные УЗИ являются потенциально полезным инструментом для изучения скелетных мышц.

** - в работе сопоставляются результаты компьютерной обработки уровня эхо (интенсивность эхо или EI – echogenity intensity, уровня эхогенности) в общепринятых условных единицах серой шкалы (усл. ед. серой шкалы), в дальнейшем для краткости обозначаемых как «усл. ед.».

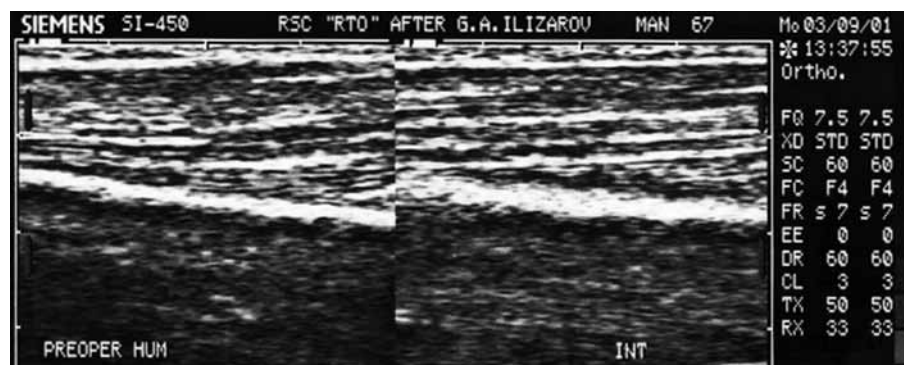


Рис. 2. Сонограммы передней группы мышц плеча больной Т., 9 л.: а – травмированной конечности; б – контралатеральной конечности

Проведенное с помощью эхографии исследование мышц в ближайшие сроки (14–30 дней после снятия аппарата) также показало отсутствие отклонений «рисунка» мышц от нормы в структуре *m. biceps brachii* и *m. brachialis* (рис. 3). Но вместе с тем, установлено, что интенсивность эхо *m. biceps brachii* оперированной конечности возросла на 53,7% относительно предоперационных значений, достигая $22,8 \pm 2,1$ усл. ед. ($P \leq 0,05$). Для *m. brachialis* пораженного плеча уровень эхогенности был равен 30 усл. ед., суще-

ственно не отличаясь от исходного параметра.

В ближайшие сроки после проведенного лечения в клинике Центра обращает на себя внимание сохранение признаков атрофии, выражающееся в достоверном снижении толщины мышечного массива сгибателей предплечья по сравнению с показателем контралатерального сегмента ($16,3 \pm 1,9$ мм и $23,8 \pm 2,2$ мм соответственно).

К 150 дням после снятия аппарата наблюдалось сохранение близкого к норме ультразвукового изображения *m. biceps brachii* и *m. brachialis*.

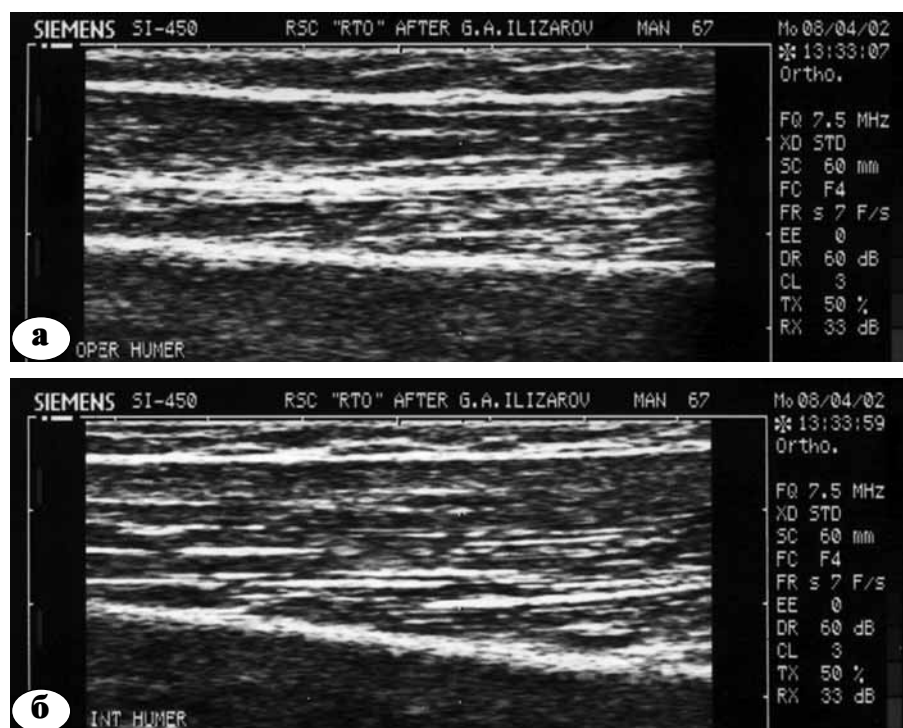


Рис. 3. Сонограммы передней группы мышц плеча больной М., 22 л.: а – пораженной конечности; б – интактной конечности. 30 дней после снятия аппарата

Мышцы были представлены в виде пучков и межмышечных перегородок. Гипер- или гипоэхогенных областей в лоцируемых мышцах не выявлялась. Интенсивность эхо *m. biceps brachii* достигала $12,3 \pm 2,2$ усл. ед., достоверно не отличаясь от предоперационных значений. В эти же сроки отмечена тенденция к повышению на 27,3% показателя эхогенности другого сгибателя предплечья – *m. brachialis*, составившей $34 \pm 3,1$ усл. ед. ($P \geq 0,05$). Существенного прироста толщины мышц – сгибателей предплечья не выявлено. По мере расширения диапазона выполняемых движений в отдаленные сроки после лечения контрактуры наблюдалась удовлетворительная контрактильная реакция мышц верхней конечности (рис. 4). Явления атрофии либо отсутствовали, либо были слабо выражены. Помимо снижения функционального нагружения пораженной конечности при контрактурах локтевого сустава, структурно-функциональное состояние мышц изначально зависит также и от тяжести травмы, имевшей место в прошлом до развития контрактуры локтевого сустава. Важную информацию о морфофункциональных возможностях мышц конечности дает проведение теста на контрактильную реакцию. На рисунке 4 прослеживается прирост толщины мышц передней группы плеча как на пораженной, так и на интактной конечностях пациента с посттравматической контрактурой локтевого сустава в отдаленном периоде – через 9 лет после лечения в РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова.

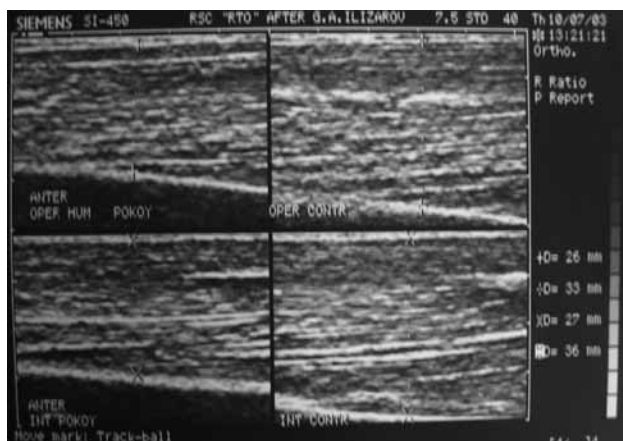


Рис. 4. Сохранение контрактильной реакции *m. biceps brachii*, больного М., 22 г. в отдаленном периоде после оперативного лечения сгибательно-разгибательной контрактуры правого локтевого сустава: Вверху – сонограммы мышц оперированного плеча до и после максимального произвольного сокращения (pokoy, oper contr), внизу – для интактного сегмента

Эхография мышц предплечья. Ультразвуковая визуализация мышц предплечья до начала оперативного лечения показала, что получаемый на основе компьютерной обработки с использованием серой шкалы ультразвукового сканера параметр – уровень эхогенности (эхоплотность или интенсивность эхо) мышц поверхностного слоя в среднем составила $14,1 \pm 2,3$ ($P \geq 0,05$) (табл. 1), а для глубокого слоя – $17,6 \pm 3,1$ усл. ед. серой шкалы ($P \geq 0,05$), существенно не отличаясь от значений интактного сегмента. Для контралатерального предплечья данный показатель составил $11,2 \pm 3,4$ и $20,3 \pm 2,9$ усл. ед. серой шкалы соответственно.

Таблица 1

Интенсивность эхо мышц предплечий у больных с посттравматическими сгибательно-разгибательными контрактурами до и после лечения (М+м*)

Период	Поверхностный слой		Глубокий слой	
	пораж.	интактн.	пораж.	интактн.
До лечения	14,1±2,3	11,2±3,4	17,6±3,1	20,3±2,9
После лечения	20,8±1,9	13,8±1,49	28,3±2,7	25,3±2,7

Проведенное ультразвуковое сканирование мышц предплечья через 14–30 дней после оперативного устранения сгибательно-разгибательных посттравматических контрактур локтевого сустава выявило возрастание уровня эхоплотности для мышц, составляющих как поверхностный, так и глубокий слои. Данный показатель достигал $20,8 \pm 1,9$ усл. ед. ($P \leq 0,05$) и $28,3 \pm 2,7$ ($P \leq 0,05$).

В предоперационном периоде воспалительные и дегенеративные явления в мышцах плеча и предплечья, а также различия их структуры при визуальной оценке по сравнению с интактным сегментом не выявлены. В ранние сроки после снятия аппарата (до одного месяца) регистрировалась повышенная эхогенность мышц плеча – сгибателей предплечья и мышц – лучевого сгибателя запястья, а к 6 месяцам после лечения этот параметр снижился, достигая значений на контралатеральной конечности. В течение всех периодов лечения структура мышц имела типичный для нормальной ткани рисунок, хотя у большинства пациентов отмечалась атрофия мышц пораженной верхней конечности.

В сроки до одного месяца после снятия аппарата регистрировалась повышенная интенсивность эхо мышц плеча – сгибателей предплечья и мышц передней группы предплечья. По данным литературы [6], в данный период

лечения у больных отмечается снижение силовых показателей мышц плеча по сравнению с предоперационными параметрами. В нашем исследовании обнаружено, что через 6 месяцев после снятия аппарата численные значения эхогенности снижались и достигали показателей на интактной конечности. В эти сроки, согласно данным литературы [6], наблюдается положительная динамика динамометрических и электрофизиологических показателей с тенденцией к восстановлению до исходного уровня.

Клинически у больных в процессе лечения отмечалось некоторое снижение сгибательной функции локтевого сустава на фоне ежедневного увеличения угла разгибания. В сроки до 6 месяцев после снятия аппарата отмечалось возрастание угла сгибания в локтевом суставе.

Исходя из результатов исследования, можно заключить, что до лечения исследуемые мышцы находились в состоянии пониженной функциональной нагрузки, следствием чего явилась их атрофия. С.F. Lindboe и С.S. Platou выявили, что при иммобилизации конечности быстро снижается мышечная масса [11]. Это свидетельствует о необходимости более раннего лечения развившейся посттравматической контрактуры локтевого сустава для предупреждения более глубоких изменений в мышцах верхней конечности и, кроме того, создания физиологических условий для улучшения качества жизни пациентов.

Анализ результатов кистевой динамометрии в предоперационном периоде выявил достоверное снижение сократительной способности мышц предплечья (табл. 2).

Более информативным оказался силовой параметр, соотношенный с массой тела (относительная сила). Как вытекает из таблицы 2, у больных 8–13 лет относительная сила мышц предплечья была снижена на 12% по сравнению

с данными на контралатеральной конечности ($P < 0,05$ по критерию t-Стьюдента), а в старшей возрастной группе – на 20,9% ($P < 0,01$).

Таким образом, результаты визуального и количественного сравнительного анализа структуры исследованных мышц плеча и предплечья посредством сонографии у больных с указанной патологией в предоперационном периоде и после снятия аппарата свидетельствуют об отсутствии грубых патологических изменений в них. «Рисунок» структуры мышечной ткани, по данным ультразвуковой визуализации, близок к таковому при исследовании мышц контралатеральной (интактной) конечности. Повышение показателя интенсивности эхо мышечной ткани носит временный характер и отражает реакцию мышц на оперативное вмешательство, проводимое с целью постепенного восстановления диапазона движений в локтевом суставе. Наиболее характерными для мышц плеча и предплечья поврежденной конечности были выявляемые при проведении эхографии признаки снижения толщины их мышечного брюшка. Установлено, что функциональные свойства мышц предплечья по данным кистевой динамометрии достоверно снижаются, что, в первую очередь, связано с сужением диапазона выполняемых движений.

Известно, что мышечная ткань обладает выраженными адаптивными свойствами [4, 7, 11]. В условиях гипокинезии и невесомости в ней происходят атрофически-дистрофические процессы, а глубина атрофических изменений зависит от сроков гипокинезии [4, 7]. Сравнительный анализ сократительной способности мышц верхней конечности у здоровых людей и пациентов с мышечной дистрофией позволил авторам сделать предложение о наличии «низкой сарколеммальной активации» [10] и нарушении механизмов работы сократительного аппарата у больных с указанной патологией.

Таблица 2

Показатели кистевой динамометрии у больных с посттравматическими сгибательно-разгибательными контрактурами до лечения (M+m)

Возраст, годы	Сила кистевого хвата, F, кг		Относительная сила (F/масса тела)	
	пораж.	интактн.	пораж.	интактн.
8-13 (n=9)	19,7±2,6	21,2±2,6	0,44±0,04*	0,5±0,03
14-34 ** (n=31)	36,9±2,17	46,5±2,4	0,57±0,03**	0,72±0,04

Примечание: * – достоверность статистических различий по t-критерию Стьюдента $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$.

В нашем исследовании показано, что после оперативного устранения причин, приводящих к ограничению разгибательной функции, в мышцах оперированной конечности постепенно происходили восстановительные процессы. Это выражалось в снижении параметра эхогенности передних групп мышц плеча и предплечья. А по данным других авторов, после устранения контрактуры в локтевом суставе наблюдается восстановление силовых и биоэлектрических характеристик тестируемых мышц [5, 6]. В литературе имеются сведения, что при отсутствии ранней и целенаправленной реабилитации после оперативного лечения повреждений локтевого отростка сустава у детей и подростков часто возникают осложнения в виде контрактур и анкилозов [8]. Авторы разделили реабилитационные мероприятия на 3 периода, включающих на первом этапе изометрическое нагружение мышц конечности, на втором этапе – упражнения по расслаблению напряженных мышц, увеличение амплитуды движений при помощи лечебной ЛФК пассивного типа. На завершающем этапе предлагается проводить электростимуляцию мышц, тренировку с биологической обратной связью, постепенное увеличение нагрузки и интенсивности лечебной гимнастики. С помощью эхографии обнаружено сохранение высоких адаптивных возможностей мышц верхней конечности у пациентов с посттравматическими контрактурами локтевого сустава в условиях вынужденного снижения функциональной нагрузки. Для достижения оптимального анатомо-функционального результата оперативного лечения в нашем Центре обращается внимание на своевременное проведение комплекса лечебных мероприятий, в том числе ЛФК, с целью перераспределения активных движений в локтевом суставе на сгибание и разгибание.

Ультразвуковая визуализация мышц верхней конечности у больных с посттравматическими контрактурами локтевого сустава позволяет неинвазивно оценивать их структурное состояние и сопоставлять с динамометрическими параметрами. А в сочетании с методами определения силовых параметров мышц и ЭМГ она предоставляет ценную объективную информацию для контроля процесса лечения и характера протекания реабилитационного периода.

Выводы

1. Структура двуглавой и плечевой мышц пораженной конечности при эхографии в группе больных с посттравматическими контрактурами локтевого сустава имеет типичную для мышц эхографическую картину. Мышечные

пучки и межмышечные перегородки определялись удовлетворительно. Толщина мышечного слоя сгибателей предплечья пораженной конечности была на 29,2% ниже параметра интактного сегмента. Во все периоды лечения у большинства пациентов отмечалась умеренно выраженная атрофия мышц пораженной верхней конечности.

2. Прослежена динамика уровня интенсивности эхо (эхогенности) тестируемых мышц. На основе компьютерной количественной обработки уровня серого – интенсивности эхо установлено, что указанный параметр (показатель эхоплотности) *m. biceps brachii* оперированной конечности возрастал на 53,7% относительно предоперационных значений, достигая $22,8 \pm 2,1$ усл. ед. ($P < 0,05$), а *m. brachialis* – 30 усл. ед. ($P > 0,05$). До лечения у больных в возрасте 8–13 лет относительная сила мышц предплечья была снижена на 12% по сравнению с данными на контралатеральной конечности ($P < 0,05$) по t-критерию Стьюдента, а в старшей возрастной группе – на 20,9% ($P < 0,01$). К 150 дням после снятия аппарата наблюдалось сохранение близкого к норме «рисунка» исследуемых мышц. По мере расширения диапазона выполняемых движений в отдаленные сроки после лечения наблюдалась удовлетворительная контрактальная реакция мышц верхней конечности. На различных этапах реконструктивно-восстановительного лечения пациентов с посттравматическими контрактурами локтевого сустава целесообразно сочетанное применение ультразвуковой визуализации мышц и кистевой динамометрии с определением относительной силы мышц.

Литература

1. Высоцкая В.И. Пластика острым ромбовидным лоскутом на питающей ножке при тяжелых формах контрактуры локтевого сустава при ожоге. В кн.: Вопросы травматологии и ортопедии: материалы конференции. Л.; 1972. с.26-28.
Vysotskaya V.I. Plastika ostrym rombovidnym loskutom na pitayushchey nozhke pri tyazhelykh formakh kontraktury lokteвого sustava pri ozhoge [Plasty with the sharp diamond-shaped pedicle flap for severe contracture of the elbow at burns]. V kn.: Voprosy travmatologii i ortopedii: materialy konferentsii. L.; 1972. s.26-28.
2. Гребенюк Л.А., Солдатов Ю.П., Макушин В.Д. Роль артросонографии в диагностике сгибательно-разгибательных контрактур локтевого сустава. Гений ортопедии. 1997;(1)15-19.
Grebenyuk L.A., Soldatov YU.P., Makushin V.D. Rol' artrosonografii v diagnostike sgibatel'no-razgibatel'nykh kontraktur lokteвого sustava [The role of arthrosonography in the diagnostics of elbow flexion-extension contractures]. Geniy ortopedii. 1997;(1)15-19.

3. Дьячкова Г.В. Рентгеноконтрастное исследование мышц у больных с заболеваниями опорно-двигательной системы при лечении по Илизарову [дис. ... д-ра мед. наук в форме научного доклада]. М.: ЦИТО; 1992. 48 с.
D'yachkova G.V. Rentgenokontrastnoye issledovaniye myshts u bol'nykh s zabo-levaniyami oporno-dvigatel'noy sistemy pri lechenii po Ilizarovu [Radiopaque study of muscles in patients with the disease of the musculoskeletal system in the treatment with Ilizarov method][dis. ... d-ra med. nauk v forme nauchnogo doklada]. M.: TSITO; 1992. 48 s.
4. Ильина-Какуева Е.И. Исследование скелетных мышц крыс после кратковременного космического полета на биоспутнике «Космос 1667». Космическая биология. 1987;21(6):31-36.
Il'ina-Kakuyeva Ye.I. Issledovaniye skeletnykh myshts krys posle kratkovremennogo kosmicheskogo poleta na biosputnike «Kosmos 1667» [Study of skeletal muscle of rats after short-time space flight in biosatellites "Space 1667"]. Kosmicheskaya biologiya. 1987;21(6):31-36.
5. Криворучко Г.А., Шейн А.П., Солдатов Ю.П. Функциональные возможности мышц сгибателей и разгибателей предплечья до и в ближайшие сроки после оперативного лечения больных с контрактурами локтевого сустава. Гений ортопедии. 1999;(1):18-22.
Krivoruchko G.A., Shein A.P., Soldatov Yu.P. Funktsional'nye vozmozhnosti myshts sgibateley i razgibateley predplech'ya do i v blizhayshie sroki posle operativnogo lecheniya bol'nykh s kontrakturami lokteвого sustava [Functionalities of forearm flexor and extensor before and immediate terms after the surgical treatment in patients with elbow contractures]. Geniy ortopedii. 1999;(1):18-22.
6. Криворучко Г.А., Шейн А.П., Солдатов Ю.П. Сравнительная оценка ЭМГ-характеристик мышц плеча и предплечья при использовании различных методов лечения контрактур локтевого сустава. Гений ортопедии. 2005;(3):С.25-34.
Krivoruchko G.A., Shein A.P., Soldatov Yu.P. Sravnitel'naya otsenka EMG-kharakteristik myshts plecha i predplech'ya pri ispol'zovanii razlichnykh metodov lecheniya kontraktur lokteвого sustava [Comparative evaluation of the EMG- characteristics of shoulder muscles and forearm by using different treatments elbow contractures]. Geniy ortopedii. 2005;(3):S.25-34.
7. Мак-Комас А. Дж. Скелетные мышцы. Киев: Олимпийская литература; 2001. 408 с.
Mak-Komas A. Dzh. Skeletnyye myshtsy [Skeletal muscle]. Kiev: Olimpiyskaya literatura; 2001. 408 s.
8. Меркурьев В.Н., Цыкунов М.Б., Матиашвили Г.М. Реабилитация при оперативном лечении поврежденного локтевого отростка сустава у детей и подростков. В кн.: Оптимальные технологии диагностики и лечения в детской травматологии и ортопедии, ошибки и осложнения: матер. симпозиума детских травматологов-ортопедов России. СПб.; 2003. с.139-140.
Merkuryev V.N., Tsykunov M.B., Matiashvili G.M. Reabilitatsiya pri operativnom lechenii povrezhdeniy lokteвого otrostka sustava u detey i podrostkov. V kn.: Optimal'nye tekhnologii diagnostiki i lecheniya v detskoй travmatologii i ortopedii, oshibki i oslozhneniya: mater. simpoziuma detskikh travmatologov-ortopedov Rossii. SPb.; 2003. s.139-140.
9. Солдатов Ю.П. Методы жесткого и плавного устранения посттравматических сгибательно-разгибательных контрактур локтевого сустава аппаратом Илизарова [Methods of hard and soft treatment of posttraumatic flexion-extension contractures of the elbow joint by Ilizarov]. В кн.: Материалы XXVI научно-практической конференции врачей Курганской области. Курган; 1993. с. 158-159.
Soldatov Yu.P. Metody zhestkogo i pлавного us-traneniya posttravmaticheskikh sgibatel'no-razgibatel'nykh kontraktur lokteвого sustava apparatom Ilizarova [V kn.: Materialy KHKHVI nauchno-prakticheskoy konferentsii vrachey Kurganskoй oblasti. Kurgan; 1993. s. 158-159.
10. Buford W.L. Jr., Koh S., Andersen C.R., Viegas S.F. Analysis of intrinsic-extrinsic muscle function through interactive 3-dimensional kinematic simulation and cadaver studies. J. Hand Surg. Am. 2005;30(6):1267-1275.
11. Lindboe C.F., Platou C.S. Effect of immobilization of short duration on the muscle fibre size. Clin. Physiol. 1984;4(2):183-188.
12. Murray W.M., Buchanan T.S., Delp S.L. The isometric functional capacity of muscles that cross the elbow. J. Biomech. 2000;33(8):943-952.
13. Murray W.M., Buchanan T.S., Delp S.L. Scaling of peak moment arms of elbow muscles with upper extremity bone dimensions. J. Biomech. 2002;35(1):19-26.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Гребенюк Людмила Александровна – к.б.н. старший научный сотрудник научной лаборатории функциональных исследований

e-mail: gla2000@yandex.ru;

Солдатов Юрий Петрович – д.м.н. профессор, зав. учебной частью

e-mail: soldatov-up@mail.ru.

Рукопись поступила: 26.06.2012