

© Группа авторов, 2006

## **Электрмиографические характеристики функционального состояния мышц голени и стопы у детей в различные сроки после устранения врожденной косолапости**

**А.П. Шеин, Н.Г. Шихалева, Н.М. Мурзинов**

## ***The electromyographic characteristics of the functional state of leg and foot muscles of children in different periods after congenital clubfoot correction***

**A.P. Shein, N.G. Shikhaleva, N.M. Mourzikov**

Федеральное государственное учреждение науки

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

Проанализирована динамика функционального состояния мышц голени и стопы у детей после оперативного устранения одно- и двусторонней косолапости по данным глобальной электромиографии. Обследовано 35 больных в возрасте от 5 до 10 лет с типичной формой врожденной косолапости до лечения и в различные сроки (от 1 до 40 месяцев) после его завершения. Показано, что оперативное устранение врожденной косолапости, основанное на использовании разработанных в РНЦ «ВТО» оперативных технологий, индуцирует фазные адаптивные перестройки в системе регуляции активности мышц, обслуживающих голеностопный сустав. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности периодического ЭМГ-контроля функционального состояния мышц оперированной конечности с целью направленной коррекции их функций с помощью специализированных средств кинезо- и физиотерапии.

Ключевые слова: врожденная косолапость, мышцы, электромиография.

The dynamics of functional state of the leg and foot muscles in children was analyzed after surgical correction of uni- and bilateral clubfoot by the data of electromyography. 35 patients at the age of 5–10 years with typical form of congenital clubfoot were examined before treatment and in different periods (within 1–40 months) after its completion. The surgical correction of congenital clubfoot, based on using surgical technologies worked out at RISC "RTO" was demonstrated to induce phase adaptive reorganizations in the system of regulating the activity of muscles maintaining the ankle. The data obtained evidence the expediency of periodic EMG-controlling of the functional state of operated limb muscles for the purpose of their function guided correction using specialized means of both kinesitherapy and physical therapy.

Keywords: congenital clubfoot, muscles, electromyography.

Разработанная в РНЦ «ВТО» имени академика Г.А. Илизарова технология устранения врожденной косолапости [1] позволяет постепенно, дозированно устранять в раннем возрасте все компоненты деформации стопы, включая и избыточную внутреннюю или наружную торсию костей голени, без дополнительного вмешательства на сухожильно-связочном аппарате [2]. При этом закрепление позитивных результатов оперативного лечения в значительной степени основано на способности миофибриллярных структур мышц, обслуживающих голеностопный сустав, адаптироваться к изменению сложившихся в онтогенезе анатомо-биомеханических условий их функционирования

(новой длине покоя) [3]. В рамках разработки комплексного подхода к решению задач прогнозирования функциональных исходов лечения по Илизарову больных с указанным видом врожденной патологии опорно-двигательного аппарата и управления реабилитационным процессом возникла потребность в получении количественных данных о текущем функциональном состоянии отдельных мышц и мышечных групп оперированной конечности.

Цель настоящей работы состояла в анализе динамики функционального состояния мышц голени и стопы у детей после оперативного устранения одно- и двусторонней косолапости по данным глобальной электромиографии.

### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

Обследовано 35 больных от 5 до 10 лет с типичной формой врожденной косолапости до лечения и в различные сроки после его завершения (через 3–4 дня после снятия аппарата, а также через 1–6, 7–12 и 13–40 месяцев после выписки

больного из стационара). У 18 больных косолапость была двусторонняя, у 17 – односторонняя. Дозированное устранение деформации стопы с помощью аппарата Илизарова производили в течение 1,5–3 месяцев с последующей фиксацией

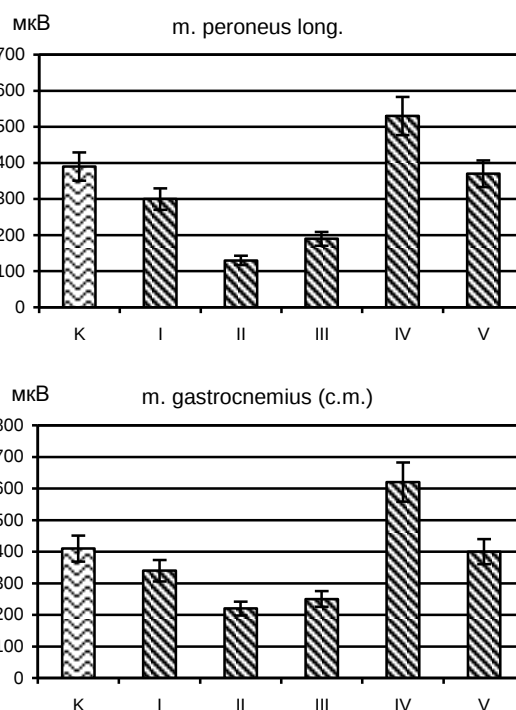
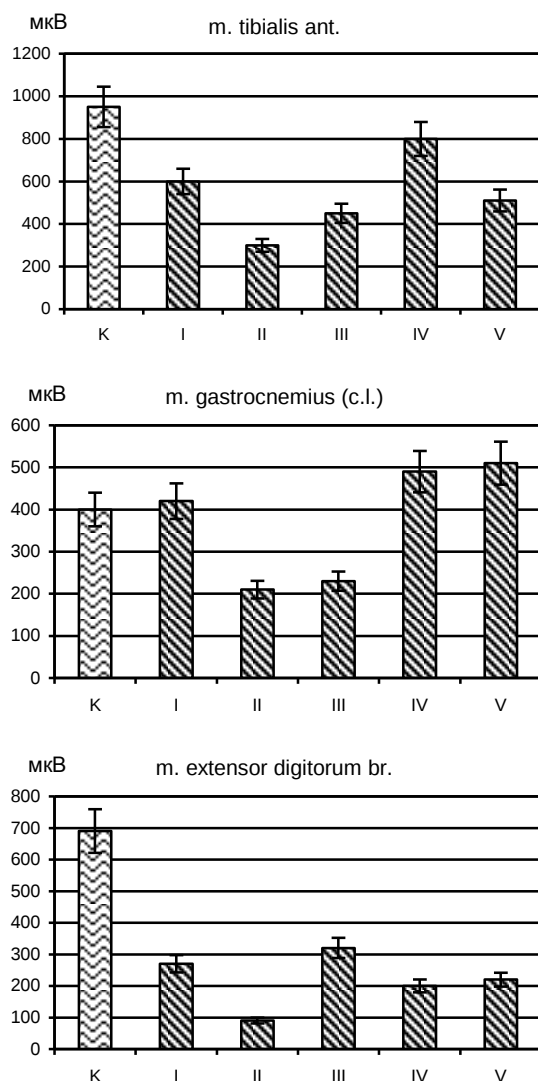
стопы на срок 2-3 месяца (вначале аппаратом, а затем гипсовой повязкой). Оценку функциональных возможностей мышц производили с помощью глобальной электромиографии. Биоэлектрическая активность отводилась биполярными электродами (межэлектродное расстояние – 10 мм, площадь отводящей поверхности – 0,57 см<sup>2</sup> от пяти мышц: m. tibialis ant., m. peroneus long., m. gastrocnemius (c.l.), m. gastrocnemius (c.m.) и m. extensor dig. br. Регистрацию ЭМГ производили при максимальном произвольном напряжении мышц (слева и справа) и при стоя-

нии больного в удобной позе. В последнем случае учитывалась активность только первых четырех мышц. Анализируемый показатель – программно рассчитываемая средняя амплитуда суммарной ЭМГ. В работе использована 4-канальная цифровая система ЭМГ и ВП Viking-4 (фирма Nicolet, США). Достоверность отличий усредненных значений ЭМГ-показателей от контрольных (интактная конечность у больных с односторонней косолапостью) и дооперационных величин оценивалась с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Из представленных в таблице 1 и дополнительно на рисунке 1 данных следует, что до оперативного вмешательства функциональные возможности большинства изученных мышц пораженной конечности, отраженные в амплитуде их суммарной биоэлектрической активно-

сти в условиях выполнения теста «максимальное произвольное напряжение», снижены по сравнению с контрольными величинами (данные интактных конечностей у больных с односторонней косолапостью) в среднем в 1,6 раза.



К – контроль  
 I – до лечения  
 II – 1-2 дня после снятия гипсовой повязки  
 III – 1-6 месяцев после лечения  
 IV – 7-12 месяцев после лечения  
 V – 13-41 месяц после лечения

Рис. 1. Динамика средней ( $M \pm m$ ) амплитуды суммарной ЭМГ различных мышц голени, зарегистрированной в условиях выполнения пробы «максимальное произвольное напряжение»

Таблица 1

Средняя амплитуда ЭМГ (мкВ) мышц оперированной конечности в различные сроки после исправления врожденной косолапости (M±m)

| Мышцы                   | Срок обследования | Амплитуда ЭМГ при максимальном произвольном напряжении | Амплитуда ЭМГ при стоянии    |
|-------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------|
| m. tibialis ant.        | K(n=18)           | 953±100                                                | 42±13                        |
|                         | I(n=52)           | 596±78 <sup>к</sup>                                    | 47±15                        |
|                         | II(n=50)          | 293±94 <sup>кд</sup> (49,2%)                           | -                            |
|                         | III(n=42)         | 445±80 <sup>к</sup> (74,7%)                            | 31±6 (65,9%)                 |
|                         | IV(n=31)          | 800±200 (134,2%)                                       | 40±9 (85,1%)                 |
|                         | V(n=23)           | 509±71 <sup>к</sup> (85,4%)                            | 57±12 (121,4%)               |
| m. peroneus long.       | K(n=18)           | 376±61                                                 | 55±13                        |
|                         | I(n=52)           | 300±51                                                 | 91±36                        |
|                         | II(n=50)          | 125±23 <sup>кд</sup> (41,7%)                           | -                            |
|                         | III(n=42)         | 180±20 <sup>кд</sup> (60,0%)                           | 67±18 (73,6%)                |
|                         | IV(n=31)          | 540±129 (180,0%)                                       | 95±47 (104,4%)               |
|                         | V(n=23)           | 359±82 (119,7%)                                        | 54±20 (98,2%)                |
| m. gastrocnemius (c.l.) | K(n=18)           | 410±40                                                 | 33±6                         |
|                         | I(n=52)           | 441±73                                                 | 42±14                        |
|                         | II(n=50)          | 216±46 <sup>кд</sup> (48,9%)                           | -                            |
|                         | III(n=42)         | 236±39 <sup>кд</sup> (53,5%)                           | 30±7 (71,4%)                 |
|                         | IV(n=31)          | 480±149 (108,8%)                                       | 35±6 (83,3%)                 |
|                         | V(n=23)           | 510±59 (115,6%)                                        | 43±12 (102,4%)               |
| m. gastrocnemius (c.m.) | K(n=18)           | 411±31                                                 | 75±16                        |
|                         | I(n=52)           | 337±64                                                 | 18±3 <sup>к</sup>            |
|                         | II(n=50)          | 231±61 <sup>к</sup> (68,5%)                            | -                            |
|                         | III(n=42)         | 254±42 <sup>к</sup> (75,4%)                            | 25±6 (138,9%)                |
|                         | IV(n=31)          | 640±174 (156,7%)                                       | 30±9 (166,7%)                |
|                         | V(n=23)           | 400±54 (118,7%)                                        | 123±36 <sup>к</sup> (683,3%) |
| m. extensor dig. br.    | K(n=18)           | 689±79                                                 | -                            |
|                         | I(n=52)           | 270±75 <sup>к</sup>                                    | -                            |
|                         | II(n=50)          | 91±19 <sup>кд</sup> (33,7%)                            | -                            |
|                         | III(n=42)         | 330±81 (111,1%)                                        | -                            |
|                         | IV(n=31)          | 200±12 (74,1%)                                         | -                            |
|                         | V(n=23)           | 226±91 (83,7%)                                         | -                            |

**Примечание:** К – контроль (данные интактной конечности у больных с односторонней косолапостью) I – до лечения; II – 3-4 дня после снятия аппарата; III – 1-6 месяцев после лечения; IV – 7-12 месяцев после лечения; V – 13-40 месяцев после лечения; буквами индексированы показатели, отличие которых от контрольных («к») и дооперационных («д») величин было статистически значимым (P<0,05); в скобках указаны значения показателей, выраженные в процентах от дооперационных величин; n – число обследованных мышц.

Наибольшее отклонение анализируемого показателя от контрольных величин отмечено в отведении от m. extensor dig. br.

Через 1-2 дня после снятия гипсовой повязки средняя амплитуда суммарной ЭМГ мышц оперированной конечности при выполнении указанной функциональной пробы оказалась более чем вдвое сниженной относительно исходного уровня во всех использованных отведениях: на 50,8 % – m. tibialis ant., на 58,3 % – m. peroneus long., на 51,1 % – m. gastrocnemius (c.l.), на 31,5 % – m. gastrocnemius (c.m.), на 66,3 % – m. extensor dig. br.

В сроки от 1 до 6 месяцев после лечения амплитуда ЭМГ при выполнении аналогичного функционального теста характеризуется приближением к исходному уровню, а в отведении от m. extensor dig. br. даже несколько превосходит таковой.

Через 7-12 месяцев после снятия иммобилизирующей повязки отмечается «парадоксальное» превышение показателя дооперационных

величин в отведениях от мышц голени в среднем на 53,2 %, наиболее выраженное в отведении ЭМГ от m. peroneus long. (на 80,0 %). В несколько меньшей степени экзальтация амплитудного показателя суммарной ЭМГ имеет место и в более отдаленные сроки (спустя 13-41 месяц) после лечения в отведениях от m. peroneus long. и m. gastrocnemius (c.l.). Наличие фазы экзальтации и динамики амплитудного показателя суммарной ЭМГ, зарегистрированной при максимальном произвольном напряжении, по-видимому, связано с синхронизацией разрядов двигательных единиц. В пользу такого предположения свидетельствует относительно низкая доминирующая частота следования колебаний биоэлектрической активности тестируемых мышц.

По мнению Г.В. Кравцовой с соавт. [4], экзальтацию амплитуды ЭМГ следует рассматривать как один из признаков неполного восстановления функционального состояния нейромоторного аппарата после прекращения воздействия

патогенных факторов. Есть основания полагать, что феномен экзальтации суммарной ЭМГ мышц голени, зарегистрированной при максимальном произвольном напряжении, отражает вторичную волну адаптивных изменений в системе центральных и периферических сенсомоторных структур, обеспечивающих произвольный контроль мышечного напряжения в условиях прогрессирующего увеличения объема функциональных нагрузок на оперированную конечность.

Известно, что амплитуда ЭМГ мышц нижних конечностей при стоянии характеризует степень их использования центральной нервной системой в коррекции устойчивого вертикального равновесия [5]. У обследованного контингента испытуемых электромиографическая оценка участия мышц оперированной конечности в регуляции вертикальной позы производилась не менее, чем через один месяц после снятия гипсовой повязки. Показано, что общая картина биоэлектрической активности мышц голени при стоянии как до, так и в различные сроки после завершения лечения характеризуется значительной индивидуальной вариативностью.

Тем не менее, в динамике средней амплитуды ЭМГ, зарегистрированной в условиях выполнения указанного функционального теста, также прослеживается определенная закономерность.

В течение первых шести месяцев после лечения амплитуда биоэлектрической активности *m. tibialis ant.*, *m. peroneus long.* и *m. gastrocnemius* (с.л.) при стоянии колеблется на сравнительно низком уровне, составляя соответственно 65,9 %, 72,8 % и 71,4 % от исходных величин. В то же время активность *m. gastrocnemius* (с.м.) превышает исходный уровень на 38,8 %.

С увеличением срока после снятия гипсовой повязки наблюдается возрастание амплитуды суммарной ЭМГ мышц оперированной конечности при стоянии, достигающее к 13-41 месяцу после лечения 121,4 % исходной величины для *m. tibialis ant.*, 102,4 % - для *m. gastrocnemius* (с.л.) и 683,3 % - для *m. gastrocnemius* (с.м.). Характерно, что в указанные сроки после прекращения фиксации стопы гипсовой повязкой амплитуда ЭМГ *m. peroneus long.* при стоянии оказалась сниженной, составляя 59,3 % от дооперационной величины.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные нами результаты дооперационных исследований согласуются с отраженными в литературе данными других авторов [2, 3, 6, 7], свидетельствующих о том, что у больных с врожденной косолапостью имеется выраженная анатомо-функциональная недостаточность мышц, иннервируемых малоберцовым нервом. В частности, результаты гистопатологического анализа биопсийного материала *m. peroneus br.* у 64 детей с врожденной косолапостью установили отклонения в морфометрических показателях мышечных волокон, классифицированные как «диспропорция в распределении их типов» [8].

В ближайшие сроки после устранения врожденной косолапости функциональные возможности мышц голени и стопы по сравнению с дооперационным уровнем снижены, что, по-видимому, является следствием изменения их физиологического натяжения и временного выключения функции голеностопного сустава. В наибольшей степени это касается *m. extensor dig. br.* и *m. peroneus long.*, и наименьшей — *m. gastrocnemius* (с.м.). Последняя в определен-

ный период времени принимает на себя дополнительную функциональную нагрузку при поддержании устойчивой ортоградной позы. В дальнейшем, при увеличении срока после лечения, наблюдается нормализация биоэлектрической активности тестируемых мышц, сопровождаемая значительным улучшением у обследованных больных походки и прямохождения. Поскольку процесс адаптации сухожильно-мышечного аппарата голени к новым биомеханическим условиям функционирования и возрастающим функциональным нагрузкам носит выраженный фазный и достаточно индивидуальный характер, подбор и реализацию конкретных реабилитационных программ с использованием специализированных средств кинезо- и физиотерапии (функциональная электростимуляция, ЭМГ-БОС-терапия), направленных на стабилизацию достигнутого в ходе оперативного лечения положения стопы, необходимо осуществлять с учетом данных электромиографических обследований.

#### ВЫВОДЫ

1. Оперативное устранение врожденной косолапости, основанное на использовании разработанных в РНЦ «ВТО» оперативных технологий, индуцирует фазные адаптивные перестройки в системе регуляции активности мышц, обслуживающих голеностопный сустав.

2. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности периодического ЭМГ-контроля функционального состояния мышц оперированной конечности с целью направленной коррекции их функций с помощью специализированных средств кинезо- и физиотерапии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Применение чрескостного остеосинтеза при лечении косопластости у детей дошкольного возраста / Г. Р. Исмаилов [и др.] // Гений ортопедии. - 2002. - № 1. - С. 41-44.
2. Гафаров, Х. З. Лечение детей и подростков с ортопедическими заболеваниями нижних конечностей / Х. З. Гафаров. – Казань : Татарское кн. изд-во, 1995. - 384 с.
3. Napiontek, M. Muscular strength after extensive operative treatment of congenital talipes equinovarus / M. Napiontek // J. Pediatr. Orthop. - 2000. - Vol. 9-B, No 2. - P. 128-136.
4. Кравцова, Г. В. Роль электромиографических исследований в оценке исходов лечения у больных с двойными переломами костей голени / Г. В. Кравцова, С. Х. Чирах, В. В. Илларионов // Электромиографические исследования в клинике : материалы 2-го Всесоюз. симпозиума по клин. электромиогр. – Тбилиси, 1976. - С. 83-84.
5. Гурфинкель, В. С. Регуляция позы человека / В. С. Гурфинкель, Я. М. Коц, М. Л. Шик. - М. : Наука, 1965. - 256 с.
6. Гафаров, Х. З. Лечение деформаций стоп у детей / Х. З. Гафаров. – Казань : Татарское кн. изд-во, 1990. - 176 с.
7. Porter, R. W. An anomalous muscle in children with congenital talipes / R. Porter // Clin. Anat. - 1996. - Vol. 9, No 1. – P. 25-27.
8. Loren, G. J. Clinical implications of clubfoot histopathology / G. J. Loren, N. C. Karpinski, S. J. Mubarak // J. Pediatr. Orthop. - 1998. - Vol. 18, No 6. – P. 765-769.

Рукопись поступила 15.09.04.

Готовится к печати

**К 35-летию ФГУН «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Росздрава»**



**Глубокоуважаемые коллеги!**

Во втором квартале 2006 года готовится к изданию монография:

***В.И. Шевцова, В.Д. Макушина, М.П. Тепленького, И.А. Атманского***

**«ЛЕЧЕНИЕ ВРОЖДЕННОГО ВЫВИХА БЕДРА»**

**(новые технологии остеосинтеза модулями аппарата Илизарова)**

Книга содержит 4 части с 10 главами. Возможно приложение интерактивного варианта книги (CD). Книга предназначена для широкого круга практикующих врачей, педиатров, хирургов, преподавателей кафедр травматологии и ортопедии, студентов медицинских ВУЗов.

Формат А4, твердый переплет, 1014 страниц с 576 иллюстрациями схем операций, фотографий больных, рентгенограмм, графиков, сонограмм, сцинтиграмм, стабิโลграмм, электромиограмм и других видов рисунков.

По вопросам приобретения книги обращаться:

**ФГУН «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Росздрава»,  
6, ул. М. Ульяновой, Курган, 640014, Россия**

**Руководитель научно-медицинского информационно-аналитического отдела  
Смирнова Ирина Леонидовна**

**Тел.: (3522) 53-17-32, 53-08-32**

**Факс: (3522) 53-60-46**

**e-mail: gip@rncvto.kurgan.ru**

**www.ilizarov.ru**

***Просим поделиться данной информацией с коллегами!***