

А.П. Шейн, Г.А. Криворучко, Н.А. Чухарева

ЭМГ-ХАРАКТЕРИСТИКИ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ ХИРУРГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ С СИНДРОМОМ ПОЛНОГО И ЧАСТИЧНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ СПИННОГО МОЗГА В ПРОМЕЖУТОЧНОМ И ПОЗДНЕМ ПЕРИОДАХ ТРАВМАТИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ

ФГУ Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия»
им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий (Курган)
Курганский филиал Южно-Уральского научного центра РАМН (Курган)

Изучены особенности динамики нейрофизиологических показателей мышц нижних конечностей у 30 больных с признаками полной (16) и частичной (14) дезинтеграции в системе кортикомускулярных связей, обследованных в промежуточном и позднем периодах травматической болезни спинного мозга в условиях применения новой технологии хирургической реабилитации.

Ключевые слова: электромиография, спинной мозг, мышцы, спинальная травма

LOWER EXTREMITIES MUSCLES EMG-CHARACTERISTICS IN SURGICAL REHABILITATION CONDITIONS OF PATIENTS WITH THE SYNDROME OF FULL AND PARTIAL DAMAGE OF SPINAL CORD IN THE INTERMEDIATE AND LATE PERIODS OF TRAUMATIC DISEASE

А.Р. Shein, G.A. Krivoruchko, N.A. Chukhareva

State Federal institution of Science Russian Ilizarov Scientific Center for Resforative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan
Kurgan Branch of the South Urals Scientific Center of RAMS, Kurgan

Features of lower extremities muscles neurophysiological parameters dynamics in 30 patients with signs of full (16) and partial (14) corticomuscular communications system disturbances which were examined in the intermediate and late periods of a spinal cord traumatic disease in conditions of new surgical rehabilitation technology application are investigated.

Key words: electromyography, spinal cord, muscles, spinal cord injury

Проблемы, связанные с проведением оперативного вмешательства на позвоночнике и спинном мозге (СМ) в промежуточном и позднем периодах травматической болезни СМ (ТБСМ), остаются весьма актуальными. Показаниями к оперативному вмешательству в указанных периодах ТБСМ являются, в частности, остаточный компрессионно-ишемический синдром СМ, характеризующийся нарастанием неврологической симптоматики по прошествии периода стабилизации, либо недостаточно полное восстановление функций СМ. При этом предполагается, что у каждого пациента с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы сохраняется в той или иной степени выраженный компенсаторно-репаративный потенциал СМ, лежащий в основе последующего восстановления вегетативных, сенсорных и двигательных функций. Этот потенциал, основанный на пластических свойствах нервной ткани, определяется совокупностью факторов (тяжестью исходного механического и ишемического повреждения нервной ткани, продолжительностью компрессии СМ, возрастом пациентов и т.д.) и может быть реализован лишь в условиях адекватной хирургической помощи с последующим применением комплексной, физио-, кинезо- и медикаментозной терапии, ориентированной на купирование ише-

мического, болевого и спастического синдромов, нейротрофических и тазовых расстройств, а также восстановление двигательных функций [2, 4, 6]. В значительной степени этим требованиям соответствует разработанная в РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова технология хирургической реабилитации больных в промежуточном и позднем периодах ТБСМ, основанная на применении аппарата наружной транспедикулярной фиксации позвоночника (НТФ) [5].

Цель настоящей работы состояла в изучении особенностей динамики нейрофизиологических характеристик функционального состояния мышц нижних конечностей у больных с признаками частичной и полной дезинтеграции в системе кортикомускулярных связей в промежуточном и позднем периодах ТБСМ в условиях использования разработанной в РНЦ «ВТО» технологии хирургической реабилитации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

С целью проведения сравнительного анализа выборка обследованных нами 30 больных с последствиями переломов позвоночника в грудном и поясничном отделах, поступивших на оперативное лечение в РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова в промежуточном и позднем периодах ТБСМ, по

результатам предварительного неврологического обследования разделена на две группы.

В 1-ю группу вошли 16 больных (13 мужчин и 3 женщины) в возрасте от 18 до 60 лет с синдромом полного повреждения СМ (группа «А» по классификации ASIA). Распределение выборки по локализации повреждения: грудной отдел — 11, поясничный — 5 случаев. До поступления в РНЦ «ВТО» 13 пациентов подверглись хирургическому лечению в остром и раннем периодах ТБСМ. У всех больных данной группы, по данным компьютерной томографии, отмечена компрессия нервных структур. У 13 больных выявлены нарушения в двигательной сфере в виде нижней спастической параплегии, у 3 — нижней вялой параплегии. Средний срок фиксации позвоночника аппаратом НТФ составил 119 ± 11 дней.

2-я группа включала в себя 14 больных мужского пола в возрасте от 17 до 60 лет с синдромом частичного повреждения СМ (группы «В», «С», «D» по классификации ASIA). Распределение выборки по локализации повреждения: поясничный отдел — 9, грудной — 5 случаев. До поступления в РНЦ «ВТО» в остром и раннем периодах травматической болезни прооперировано 10 пациентов. При клиническом обследовании двигательной сферы синдром нижнего вялого парализа был выявлен у 8 больных, нижнего спастического парализа — у 5 (умеренный — у 4, грубый — у 1). У одного пациента двигательные нарушения отсутствовали. Средний срок фиксации позвоночника аппаратом НТФ составил 93 ± 11 дней.

Все больные прошли курс хирургического лечения [5], включающий следующие мероприятия: полноценная и нетравматичная декомпрессия СМ и его корешков; восстановление циркуляции ликвора в нижележащих отделах дурального мешка с проведением менингомиелорадикулолиза, артериолиза; надежная первичная стабилизация позвоночника с созданием условий для ранней вторичной костной стабилизации (коррекция и стабилизация позвоночного столба осуществлялась с помощью аппарата НТФ).

Использованный при обследовании больных комплекс взаимодополняющих нейрофизиологических методик включал регистрацию и анализ М-ответов (объекты тестирования — *m. tibialis anterior*, *m. extensor digitorum brevis*, *m. gastrocnemius* (с.1.), *m. soleus*, *m. flexor digitorum brevis*, *m. rectus femoris*; форма раздражающих импульсов — прямоугольная; длительность — 1 мс; интенсивность — супрамаксимальная; способ отведения — униполярный; анализируемый показатель — амплитуда «от пика до пика»), максимальных Н-рефлексов *m. gastrocnemius* (с.1.) и *m. soleus* (форма и длительность раздражающих стимулов, а также способ отведения и анализируемые признаки — те же, что и для М-ответов) и глобальной электромиограммы (ЭМГ) (функциональные пробы — «расслабление», «максимальное произвольное напряжение»; объекты тестирования — *m. tibialis anterior*, *m. gastrocnemius* (с.1.), *m. rectus femoris*, *m. biceps femoris*; тип отведе-

ния — биполярный; диаметр электродов — 8 мм; межэлектродное расстояние — 10 мм; анализируемые параметры — идентификация структурного типа ЭМГ, средняя амплитуда и частота следования колебаний). Во всех случаях тестировали как правую, так и левую конечности. В работе использована цифровая ЭМГ/ВП-система Viking-IV (NICOLET, США). Сроки обследования больных: до операции, через 1 месяц после операции, перед снятием аппарата НТФ, спустя 6 месяцев после снятия аппарата НТФ. В качестве контроля использованы данные 32 здоровых испытуемых (17 мужчин и 15 женщин) в возрасте от 15 до 26 лет [3]. Статистическая обработка данных производилась с помощью пакета анализа данных Microsoft Excel 2000, дополнительно программами непараметрической статистики и оценки нормальности распределения [1]. Для оценки достоверности различия сопоставляемых выборок показателей использованы t-критерий Стьюдента и непараметрический критерий Вилкоксона. Принятый уровень статистической значимости выводов — 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Перед проведением статистической обработки выборки показателей левой и правой конечностей у больных двух групп с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы были объединены (в табл. 1 — 5 значения $2n_{1,2}$ соответствуют количеству обследованных одноименных мышц). Целесообразность такого объединения продиктована вовлечением в реакцию на травму невральных структур всего поперечника СМ, а не одной из его сторон. Тем не менее, в тех случаях, где это давало дополнительную информации о функциональном состоянии изучаемого объекта, мы сочли необходимым отразить возможную латерализацию патологических сдвигов в величинах коэффициентов асимметрии (K_a), рассчитываемых на основе имеющихся пар сопряженных признаков по формуле:

$$K_a = 100\% \frac{X_{max} - X_{min}}{X_{max}}$$

где X_{max} — большее значение в паре признаков, а X_{min} — меньшее. Также мы сочли необходимым использовать K_a в качестве дополнительного критерия функциональной недостаточности сенсомоторных структур левой и правой нижних конечностей, интегрированных в единый локомоторный комплекс и характеризуемый (в норме) минимизацией моторных асимметрий. В ситуациях, когда $X_{max} = X_{min} = 0$, K_a приравнялся нулю.

Из таблицы 1 видно, что до операции общее число обследованных мышц, в фоновой (ЭМГ покоя) биоэлектрической активности которых присутствовали потенциалы фасцикуляций (ПФК) и вспышки спастической активности (СПА), составило в 1-й группе 45 (70,3 % от общего числа обследованных в данный срок мышц), а во 2-й — 26 (40,6 %). Через 1 месяц после операции эти значения уменьшились у пациентов обеих групп,

Таблица 1

Частота выявления потенциалов фасцикуляций (ПФК) и спастической активности (СПА) при выполнении пробы «полное расслабление» у больных двух групп

Мышцы	Показатели	Группы больных	Сроки обследования			
			До операции 2n ₁ = 32 2n ₂ = 28	Через 1 мес. после операции 2n ₁ = 32 2n ₂ = 26	Перед снятием аппарата 2n ₁ = 28 2n ₂ = 22	Через 6 мес. после лечения 2n ₁ = 20 2n ₂ = 20
<i>m. tibialis anterior</i>	ПФК	1	5 (7,81 %)	5 (7,81 %)	4 (7,14 %)	НВ
		2	7 (12,50 %)	6 (11,54 %)	1 (2,27 %)	НВ
	СПА	1	6 (9,37 %)	НВ	2 (3,57 %)	НВ
		2	1 (1,78 %)	2 (3,85 %)	1 (2,27 %)	НВ
<i>m. gastrocnemius (c.l.)</i>	ПФК	1	11 (17,19 %)	5 (7,81 %)	10 (17,86 %)	3 (7,50 %)
		2	8 (14,28 %)	5 (9,62 %)	2 (4,55 %)	3 (7,50 %)
	СПА	1	4 (6,25 %)	НВ	1 (1,78 %)	НВ
		2	1 (1,78 %)	2 (3,85 %)	НВ	НВ
<i>m. rectus femoris</i>	ПФК	1	2 (3,13 %)	НВ	4 (7,14 %)	НВ
		2	5 (8,93 %)	4 (7,69 %)	4 (9,09 %)	1 (2,50 %)
	СПА	1	6 (9,37 %)	5 (7,81 %)	2 (3,57 %)	НВ
		2	НВ	НВ	НВ	НВ
<i>m. biceps femoris</i>	ПФК	1	5 (7,81 %)	1 (1,56 %)	2 (3,57 %)	НВ
		2	4 (7,14 %)	3 (5,77 %)	1 (2,27 %)	5 (12,50 %)
	СПА	1	6 (9,37 %)	2 (3,13 %)	2 (3,57 %)	НВ
		2	НВ	НВ	1 (2,27 %)	НВ

Примечания: n₁, n₂ – количество больных 1-й и 2-й групп; НВ – не выявлен.

соответственно, до 18 (28,1 %) и 22 (34,4 %). Перед снятием аппарата эти значения уменьшились у больных 2-й группы до 10 (15,6 %), а у больных 1-й группы увеличились до 27 (42,2 %), при этом «фоновая» ЭМГ типа СПА не зарегистрирована в отведениях от мышц голени. В отдаленные сроки после лечения также отмечено отсутствие СПА у больных 1-й группы. Что касается ПФК, то общее число мышц, в электрической активности которых отмечено их присутствие, составило у больных 1-й группы 3 (4,7 %), 2-й группы – 9 (14,1 %).

Суммарная биоэлектрическая активность, зарегистрированная поверхностным электродом при выполнении теста «максимальное произвольное напряжение» (2–3 пробы), у всех обследованных нами здоровых испытуемых отнесена к типу «насыщенная». Гистограмма распределения амплитуд ЭМГ этого типа близка к кривой нормального распределения. Уреженные ЭМГ характеризуются обеднением спайковой активности промежуточных амплитудных поддиапазонов, что приводит к формированию гистографических имиджей т.н. «вогнутого» типа.

Уреженный тип биоэлектрической активности характерен практически для всех типов пирамидной недостаточности, спинальных амиотрофий и частичного поражения периферических нервов, что в клинике травмы СМ соответствует надсегментарному, сегментарному и корешковому уровням поражения.

Тип ЭМГ, обозначенный нами термином «редуцированная», характеризует тяжелую степень поражения нервных образований и представлен фрагментированными гистограммами распределения амплитуд. При этом натуральные ЭМГ отображают суммарную активность 1–5 двигательных единиц, потенциалы которых не формируют «интерференционный паттерн».

Регистрируемый у отдельных больных треморобразный тип ЭМГ характеризуется ритмическими (с частотой тремора) всплесками активности различной амплитуды.

Что касается целесообразности выделения в самостоятельный тип т.н. «произвольно-спастической» ЭМГ, то она связана с явлениями, когда латентный период выполнения двигательного задания, измеряемый с момента подачи условного сигнала до появления первых значимых всплесков активности в фоновой ЭМГ (произвольное напряжение тестируемой группы мышц), в 2–5 раз превышает время двигательной реакции, фиксируемое у здоровых субъектов. При этом регистрируемая биоэлектрическая активность характеризуется пологими («тоническими») фронтами нарастания (при волевом развитии мышечного напряжения) и спада (при получении пациентом команды к расслаблению) амплитуды.

Термином «биоэлектрическое молчание» (БМ) обозначен биоэлектрический паттерн, характеризующийся отсутствием существенных изменений

Частота встречаемости структурных типов суммарной ЭМГ мышц голени у больных двух групп

Мышцы	Тип суммарной ЭМГ	Группы больных	Сроки обследования			
			До операции 2n ₁ = 32 2n ₂ = 28	Через 1 мес. после операции 2n ₁ = 32 2n ₂ = 26	Перед снятием аппарата 2n ₁ = 30 2n ₂ = 20	Через 6 мес. после лечения 2n ₁ = 20 2n ₂ = 24
<i>m. tibialis anterior</i>	Насыщенная	1	НВ	НВ	НВ	НВ
		2	4 (14,28 %)	5 (19,23 %)	5 (25,0 %)	5 (20,83 %)
	Уреженная	1	НВ	НВ	НВ	НВ
		2	12 (42,86 %)	5 (19,23 %)	5 (25,0 %)	9 (37,50 %)
	Редуцированная	1	3 (9,38 %)	2 (6,25 %)	4 (13,33 %)	1 (5,0 %)
		2	2 (7,14 %)	1 (3,85 %)	1 (5,0 %)	2 (8,33 %)
	Треморообразная	1	2 (6,25 %)	НВ	НВ	НВ
		2	НВ	НВ	НВ	НВ
	Произвольно-спастическая	1	1 (3,13 %)	2 (6,25 %)	1 (3,33 %)	2 (10,0 %)
		2	2 (7,14 %)	НВ	НВ	НВ
	БМ	1	26 (81,25 %)	28 (87,5 %)	25 (83,3 %)	17 (85,0 %)
		2	8 (28,57 %)	15 (57,7 %)	9 (45,0 %)	8 (33,30 %)
<i>m. gastrocnemius (с.1.)</i>	Насыщенная	1	НВ	НВ	НВ	НВ
		2	5 (17,86 %)	2 (7,69 %)	4 (20,0 %)	11 (45,83 %)
	Уреженная	1	НВ	НВ	НВ	НВ
		2	8 (28,57 %)	11 (42,30 %)	8 (40,0 %)	11 (45,83 %)
	Редуцированная	1	5 (15,63 %)	3 (9,38 %)	7 (23,30 %)	3 (15,0 %)
		2	2 (7,14 %)	5 (19,23 %)	НВ	2 (8,33 %)
	Треморообразная	1	НВ	НВ	НВ	НВ
		2	НВ	НВ	НВ	НВ
	Произвольно-спастическая	1	2 (6,25 %)	2 (6,25 %)	2 (6,67 %)	2 (10,0 %)
		2	НВ	НВ	НВ	НВ
	БМ	1	25 (78,13 %)	27 (84,38 %)	20 (70,0 %)	15 (75,0 %)
		2	13 (46,43 %)	8 (30,77 %)	8 (40,0 %)	НВ

Примечания: обозначения те же, что и в таблице 1.

в ЭМГ покоя при попытке пациента произвольно активировать тестируемую мышцу.

Из таблиц 2 и 3 видно, что до операции у больных 1-й группы имеются грубые отклонения в структуре суммарной ЭМГ. Преобладающим типом ЭМГ в совокупной выборке обследованных мышц (n = 128) является биоэлектрическое молчание – 101 (78,9 %). В 16 случаях (12,5 %) отмечено наличие редуцированной ЭМГ, в 7 (5,5 %) – произвольно-спастической, в 4 (3,1 %) – треморообразной, что рассматривается в качестве субклинического признака частичной сохранности проводимости в системе кортико-мышечных связей у части больных указанной группы. Во 2-й группе больных (число обследованных мышц – 112) преобладал уреженный тип ЭМГ – 65 (58,1 %). Биоэлектрическое молчание зарегистрировано в 22 случаях (19,6 %), насыщенный тип ЭМГ – в 12 (10,7 %), редуцированный – в 11 (9,8 %), произвольно-спастический – в 2 (1,8 %).

Через 1 месяц после операции у больных 1-й группы доминирующим типом ЭМГ по-прежнему остается биоэлектрическое молчание – 109 (85,2 %) случаев. В 10 случаях (7,8 %) зарегистрирована редуцированная ЭМГ, в 3 (2,3 %) – уреженная, в 6 (4,7 %) – произвольно-спастическая. У больных 2-й группы: в 50 (48,1 %) случаях – уреженная ЭМГ, в 29 (27,9 %) – биоэлектрическое молчание, в 13 (12,5 %) – редуцированная, в 12 (11,5 %) – насыщенная.

Перед снятием аппарата у больных 1-й группы преобладающим типом суммарной ЭМГ является биоэлектрическое молчание – 89 (74,2 %) случаев. Редуцированный тип отмечен в 22 (18,3 %) случаях, произвольно-спастический – в 6 (5,0 %), уреженный – в 3 (2,5 %). У больных 2-й группы преобладающим является уреженный тип ЭМГ – 42 (52,5 %) случая. Биоэлектрическое молчание зарегистрировано в 20 (25,0 %) случаях, насыщенный тип – в 9 (11,25 %), редуцированный – в 9 (11,25 %).

Структурный тип суммарной ЭМГ (частота наблюдений) мышц бедра у больных двух групп

Мышцы	Тип суммарной ЭМГ	Группы больных	Сроки обследования				
			До операции 2n ₁ = 32 2n ₂ = 28	Через 1 мес. после операции 2n ₁ = 32 2n ₂ = 26	Перед снятием аппарата 2n ₁ = 30 2n ₂ = 20	Через 6 мес. после лечения 2n ₁ = 20 2n ₂ = 24	
<i>m. rectus femoris</i>	Насыщенная	1	НВ	НВ	НВ	НВ	
		2	3 (5,36 %)	3 (5,77 %)	НВ	НВ	
	Уреженная	1	НВ	2 (3,13 %)	3 (5,0 %)	1 (2,50 %)	
		2	22 (39,23 %)	19 (36,54 %)	16 (40,0 %)	22 (45,83 %)	
	Редуцированная	1	1 (1,56 %)	1 (1,56 %)	5 (8,33 %)	3 (7,50 %)	
		2	2 (3,57 %)	1 (1,92 %)	3 (7,50 %)	НВ	
	Треморообразная	1	2 (3,13 %)	НВ	НВ	НВ	
		2	НВ	НВ	НВ	НВ	
	Произвольно-спастическая	1	2 (3,13 %)	НВ	1 (1,67 %)	2 (5,0 %)	
		2	НВ	НВ	НВ	НВ	
	БМ	1	27 (42,19 %)	29 (45,31 %)	21 (35,0 %)	14 (35,0 %)	
		2	1(1,79 %)	3 (5,77 %)	1 (2,50 %)	2 (4,17 %)	
	<i>m. biceps femoris</i>	Насыщенная	1	НВ	НВ	НВ	НВ
			2	НВ	2 (3,85 %)	НВ	НВ
Уреженная		1	НВ	1 (1,56 %)	НВ	НВ	
		2	23 (41,07 %)	15 (28,85 %)	13 (32,50 %)	20 (41,67 %)	
Редуцированная		1	7 (10,94 %)	4 (6,25 %)	6 (10,0 %)	4 (10,0 %)	
		2	5 (8,93 %)	6 (11,54 %)	5 (12,50 %)	1 (2,08 %)	
Треморообразная		1	НВ	НВ	НВ	НВ	
		2	НВ	НВ	НВ	НВ	
Произвольно-спастическая		1	2 (3,13 %)	2 (3,13 %)	2 (3,33 %)	2 (5,0 %)	
		2	НВ	НВ	НВ	НВ	
БМ		1	23 (35,94 %)	25 (39,06 %)	10 (16,67 %)	26 (65,0 %)	
		2	НВ	3 (5,77 %)	2 (5,0 %)	3 (6,25 %)	

Примечание: обозначения те же, что и в таблице 1.

Спустя 6 месяцев после оперативного лечения позвоночника у больных 1-й группы биоэлектрическое молчание выявлено в 60 (75,0 %) случаях, редуцированный тип ЭМГ отмечен в 11 (13,7 %), произвольно-спастический – в 8 (10,0 %), уреженный – в 1 (1,3 %). У пациентов 2 группы преобладающим типом суммарной ЭМГ остается уреженный – 62 (64,6 %) случая. Насыщенная ЭМГ отмечена в 16 (16,7 %) случаях, редуцированная – в 5 (5,2 %), биоэлектрическое молчание – в 13 (13,5 %).

Количественные показатели суммарной ЭМГ – средняя амплитуда (СА), частота следования колебаний (ЧСК), а также коэффициенты асимметрии (К_а) выборочных показателей, представлены в таблице 4 из которой следует, что до операции СА в среднем (по отведениям от четырех мышц) у больных 1-й группы, по сравнению с данными контрольной выборки, снижена на 98,4 %. Показатель ЧСК всех тестируемых мышц у пациентов 1-й группы статистической обработке не подлежал, поскольку преобладающим типом суммарной ЭМГ было

«биоэлектрическое молчание», а в отношении ЭМГ редуцированного и произвольно-спастического типов частотный анализ суммарной ЭМГ не проводился. К_а СА увеличен в 3,5 раза. У больных 2-й группы СА была снижена, по сравнению с данными контрольной группы, в среднем на 53,7 %, ЧСК (ЭМГ насыщенного и уреженного типов) – на 33,9 %, а К_а СА увеличены, соответственно, в 2,2 раза.

Через 1 месяц после операции показатели СА и ЧСК составили в среднем у больных 1-й группы 0,8 и 21,7 % от контрольных величин, у больных 2-й группы – 39,3 и 62,7 % соответственно. Значения К_а СА у больных 1-й группы превышали контрольный уровень в 4 раза, а у больных 2-й группы – в 2,3 раза.

Перед снятием аппарата СА и ЧСК составляли в среднем у больных 1-й группы 2,07 % и 30,25 % от контрольных величин, у больных 2-й группы – 44,7 % и 68,1 % соответственно. Значение К_а СА превышало контрольный уровень в 1-й группе в среднем в 3,6 раза, во 2-й группе – в 1,9 раза.

Динамика показателей суммарной ЭМГ мышц голени и бедра ($M \pm m$) у больных двух групп

Мышцы	Показатели	Группы больных	Сроки обследования			
			До операции $2n_1 = 32$ $2n_2 = 28$	Через 1 мес. после операции $2n_1 = 32$ $2n_2 = 26$	Перед снятием аппарата $2n_1 = 28$ $2n_2 = 22$	Через 6 мес. после операции $2n_1 = 20$ $2n_2 = 20$
<i>m. tibialis anterior</i>	СА (мВ)	1	0,004 ± 0,002 вк	0,002 ± 0,001 вк	0,009 ± 0,006 вк	0,006 ± 0,004 вк
		2	0,48 ± 0,15 к	3,16 ± 2,86 к	0,39 ± 0,17 к	0,46 ± 0,13 к
	K _a СА (%)	1	67,78 ± 25,84 вк	86,67 ± 13,33 вк	191,11 ± 8,89 вк	66,67 ± 33,34 вк
		2	54,57 ± 10,17 к	55,29 ± 11,97 к	46,12 ± 13,89 к	55,39 ± 11,59 к
	ЧСК (кол./с)	1	–	–	390	180
		2	209 ± 24 к	203 ± 32 к	262 ± 35 к	194 ± 29 к
K _a ЧСК (%)	1	–	–	–	–	
	2	28,40 ± 14,91 к	29,27 ± 13,19 к	55,39 ± 11,59 к	26,05 ± 18,62 к	
<i>m. gastrocnemius</i> (с.л.)	СА (мВ)	1	0,007 ± 0,004 вк	0,007 ± 0,005 вк	0,065 ± 0,06 вк	0,017 ± 0,008 вк
		2	0,14 ± 0,049 к	0,17 ± 0,059 к	0,22 ± 0,096 к	0,23 ± 0,068 к
	K _a СА (%)	1	58,34 ± 41,67 вк	100 вк	50,0 ± 25,0 вк	48,41 ± 26,02 вк
		2	55,28 ± 11,55 к	37,73 ± 6,68 к	42,52 ± 11,61 к	33,30 ± 7,01 к
	ЧСК (кол./с)	1	–	–	–	–
		2	231 ± 18 к	211 ± 14 к	220 ± 17 к	205 ± 23 к
K _a ЧСК (%)	1	–	–	–	–	
	2	24,24 ± 3,96 к	16,19 ± 4,76 к	12,60 ± 3,83 к	21,95 ± 2,90 к	
<i>m. rectus femoris</i>	СА (мВ)	1	0,024 ± 0,02 вк	0,004 ± 0,003 вк	0,017 ± 0,011 вк	0,015 ± 0,009 вк
		2	0,47 ± 0,11 к	0,40 ± 0,12 к	0,40 ± 0,14 к	0,43 ± 0,086 к
	K _a СА (%)	1	52,43 ± 7,57 вк	75,0 ± 25,0 вк	70,40 ± 11,06 вк	71,13 ± 16,67 вк
		2	39,18 ± 10,26 к	52,40 ± 22,14 к	28,51 ± 12,85 к	20,25 ± 2,69 к
	ЧСК (кол./с)	1	–	140	230	60
		2	180 ± 10 к	169 ± 12 к	162	175 ± 13 к
K _a ЧСК (%)	1	–	44,44 вк	–	–	
	2	14,58 ± 2,45 к	19,62 ± 2,32 к	19,17 ± 4,15 к	13,48 ± 1,96 к	
<i>m. biceps femoris</i>	СА (мВ)	1	0,011 ± 0,006 вк	0,006 ± 0,003 вк	0,010 ± 0,005 вк	0,010 ± 0,005 вк
		2	0,21 ± 0,07 к	0,19 ± 0,05 к	0,20 ± 0,09 к	0,35 ± 0,074 к
	K _a СА (%)	1	78,33 ± 14,81 вк	81,73 ± 13,75 вк	85,0 ± 15,0 вк	47,22 ± 12,11 вк
		2	33,63 ± 3,71 к	43,27 ± 9,02 к	40,02 ± 9,24 к	33,45 ± 6,54 к
	ЧСК (кол./с)	1	–	90	–	–
		2	155 ± 12 к	152 ± 12	162 ± 21 к	149 ± 10 к
K _a ЧСК (%)	1	–	–	–	–	
	2	20,60 ± 3,29 к	27,82 ± 5,78 к	19,99 ± 3,28 к	13,88 ± 2,89 к	

Примечания: n_1 и n_2 – количество больных 1-й и 2-й групп; буквами «в» и «к» маркированы показатели, отличие которых от соответствующих величин 2-й группы больных и контрольной выборки испытуемых было статистически значимым ($P < 0,05$).

В ближайшие (спустя 6 месяцев) сроки после лечения СА и ЧСК у пациентов 1-й группы составляли в среднем 1,9 и 20,0 %, у больных 2 группы – 53,3 и 53,7 % соответственно; K_a СА оставались выше контрольных величин у больных 1-й группы в 2,8 раза, у больных 2-й группы – в 1,7 раза.

В таблице 5 приведены значения амплитуд М-ответов, усредненные по мышцам, срокам обследования и группам обследованных больных.

Показано, что до лечения у пациентов 1-й группы указанный показатель, выраженный в процентах от контрольных величин (здоровые испытуемые), составлял в среднем по всем отведениям 21,8 %, во 2-й группе – 37,1 %. Через 1 месяц после операции эта величина снизилась у больных обеих групп, соответственно, до 17,7 % и 32,0 %. Перед снятием аппарата у больных 1-й и 2-й групп она несколько возросла (до 19,6 % и 44,3 % соответственно). От-

Таблица 5

Динамика амплитуды (А) и коэффициентов асимметрии (K_a) М-ответов мышц бедра, голени и стопы (M ± m) у больных двух групп

Мышцы	Показатели	Группы больных	Сроки обследования			
			До операции 2n ₁ = 32 2n ₂ = 28	Через 1 мес. после операции 2n ₁ = 28 2n ₂ = 26	Перед снятием аппарата 2n ₁ = 28 2n ₂ = 20	Через 6 мес. после лечения 2n ₁ = 20 2n ₂ = 24
<i>m. tibialis anterior</i>	А (мВ)	1	2,96 ± 0,56 вк	2,09 ± 0,67 вк	1,80 ± 0,68 вк	2,03 ± 0,66 вк
		2	3,97 ± 0,90 к	4,10 ± 1,05 к	4,20 ± 1,69 к	4,15 ± 0,96 к
	K _a (%)	1	51,89 ± 12,33 вк	47,63 ± 10,10 вк	43,14 ± 7,52 вк	49,76 ± 18,44 вк
		2	42,42 ± 11,06 к	34,81 ± 12,55 к	19,43 ± 5,83 к	36,05 ± 11,59 к
<i>m. extensor digitorum brevis</i>	А (мВ)	1	1,19 ± 0,57 вк	0,97 ± 0,49 вк	1,40 ± 0,67 вк	0,97 ± 0,66 вк
		2	2,96 ± 0,93 к	2,06 ± 0,77 к	2,67 ± 7,70 к	2,97 ± 1,07 к
	K _a (%)	1	62,40 ± 13,04 вк	62,48 ± 10,52 вк	55,13 ± 12,21 вк	72,81 ± 16,15 вк
		2	60,19 ± 11,35 к	47,10 ± 10,02 к	44,49 ± 4,43 к	51,95 ± 12,32 к
<i>m. rectus femoris</i>	А (мВ)	1	3,87 ± 1,30 вк	2,69 ± 1,12 вк	3,80 ± 1,15 вк	6,20 ± 1,87 вк
		2	10,43 ± 1,67 к	7,82 ± 1,49 к	10,18 ± 2,27 к	12,40 ± 1,93 к
	K _a (%)	1	39,13 ± 12,70 вк	46,05 ± 20,50 вк	31,82 ± 13,44 вк	13,10 ± 6,09 вк
		2	39,26 ± 10,24 к	36,56 ± 9,36 к	26,15 ± 11,23 к	25,46 ± 6,41 к
<i>m. gastrocnemius (c.l.)</i>	А (мВ)	1	5,29 ± 1,31 вк	4,95 ± 1,56 вк	5,50 ± 1,87 вк	6,85 ± 1,91 вк
		2	9,89 ± 2,49 к	8,69 ± 2,21 к	10,41 ± 3,42 к	10,30 ± 2,82 к
	K _a (%)	1	38,62 ± 10,24 вк	37,44 ± 8,06 вк	40,72 ± 7,98 вк	40,44 ± 11,87 вк
		2	44,59 ± 10,26 к	48,68 ± 9,21 к	28,56 ± 8,24 к	46,49 ± 9,41 к
<i>m. soleus</i>	А (мВ)	1	4,88 ± 1,36 вк	4,73 ± 1,59 вк	5,06 ± 1,75 вк	6,15 ± 1,96 вк
		2	8,75 ± 2,17 к	7,59 ± 1,93 к	8,74 ± 2,89 к	9,52 ± 2,53 к
	K _a (%)	1	41,90 ± 8,99 вк	39,06 ± 7,57 вк	37,35 ± 8,61 вк	44,20 ± 14,53 вк
		2	42,94 ± 8,58 к	41,76 ± 8,16 к	17,39 ± 5,58 к	37,0 ± 8,67 к
<i>m. flexor digitorum brevis</i>	А (мВ)	1	5,18 ± 1,61 вк	4,37 ± 1,43 вк	3,85 ± 1,54 вк	5,81 ± 2,18 вк
		2	5,50 ± 1,20 к	4,90 ± 1,26 к	4,92 ± 1,48 к	6,12 ± 1,67 к
	K _a (%)	1	44,63 ± 10,12 вк	33,02 ± 8,92 вк	53,85 ± 11,02 вк	42,98 ± 13,22 вк
		2	32,55 ± 7,0 к	46,60 ± 8,46 к	36,26 ± 6,59 к	46,41 ± 8,36 к

Примечания: обозначения те же, что и в таблице 4.

Таблица 6

Динамика амплитуды (А) и коэффициентов асимметрии (K_a) Н-рефлексов *m. gastrocnemius (c.l.)* и *m. soleus* (M ± m) у больных двух групп

Мышцы	Показатели	Группы больных	Сроки обследования			
			До операции 2n ₁ = 32 2n ₂ = 28	Через 1 мес. после операции 2n ₁ = 30 2n ₂ = 26	Перед снятием аппарата 2n ₁ = 28 2n ₂ = 20	Через 6 мес. после лечения 2n ₁ = 20 2n ₂ = 24
<i>m. gastrocnemius (c.l.)</i>	А (мВ)	1	4,57 ± 2,59 вк	1,40 ± 0,39 вк	2,34 ± 0,77 вк	2,26 ± 0,63 вк
		2	2,44 ± 0,75 к	2,33 ± 0,96 к	2,80 ± 1,27 к	2,39 ± 0,90 к
	А (% от М-ответа)	1	31,27 ± 5,81 вк	32,24 ± 6,40 вк	67,62 ± 29,54 вк	32,18 ± 6,68 вк
		2	18,81 ± 4,27 к	18,02 ± 4,98 к	17,51 ± 5,09 к	17,74 ± 5,53 к
	K _a (%)	1	52,02 ± 9,58 вк	50,49 ± 9,62 вк	59,50 ± 10,50 вк	57,87 ± 13,27 вк
		2	43,09 ± 8,09 к	51,96 ± 11,02 к	56,66 ± 10,25 к	44,67 ± 12,67 к
<i>m. soleus</i>	А (мВ)	1	2,01 ± 0,59 вк	1,40 ± 0,46 вк	2,25 ± 0,85 вк	2,43 ± 0,65 вк
		2	2,71 ± 0,83 к	2,87 ± 1,33 к	2,89 ± 1,46 к	3,30 ± 1,27 к
	А (% от М-ответа)	1	40,29 ± 10,09 вк	27,60 ± 6,20 вк	51,77 ± 15,33 вк	48,87 ± 14,96 вк
		2	35,07 ± 7,37 к	30,79 ± 9,47 к	44,1 ± 11,69 к	27,87 ± 9,36 к
	K _a (%)	1	55,13 ± 10,57 вк	49,85 ± 10,25 вк	63,88 ± 12,96 вк	49,89 ± 12,56 вк
		2	40,91 ± 7,29 к	48,46 ± 9,29 к	55,13 ± 11,52 к	51,78 ± 11,95 к

Примечания: обозначения те же, что и в таблице 4.

мечена тенденция к увеличению (до 23,6 %) данного показателя через 6 месяцев после снятия аппарата НТФ у больных 1-й группы и к снижению (до 40,8 %) – у больных 2-й группы.

Рассчитанные по всем шести мышцам средние значения коэффициента асимметрии амплитуд М-ответов по срокам обследования «до лечения», «через 1 месяц после операции», «перед снятием аппарата» и «через 6 месяцев после операции» у больных 1-й группы составили 46,4 %, 44,3 %, 43,7 % и 43,8 %; у больных 2-й группы – 43,7 %, 42,6 %, 28,7 % и 40,6 % соответственно (контрольная выборка – $15,3 \pm 2,0$ %).

Динамика рефлекторной возбудимости (абсолютных и относительных значений амплитуд максимальных Н-рефлексов в совокупности с коэффициентами их асимметрии) *m. gastrocnemius* (с.1.) и *m. soleus* отражена в таблице 6. Изменение средних амплитуд Н-рефлексов *m. gastrocnemius* (с.1.) и *m. soleus*, выраженных в процентах от контрольных величин, у пациентов 1-й группы выглядит следующим образом: до лечения – 42,0 и 35,8 %; через 1 месяц после операции – 16,9 и 29,9 %; перед снятием аппарата – 31,7 и 59,7 %; через 6 месяцев после лечения – 28,2 и 40,5 %. У больных 2-й группы: до лечения – 30,9 и 26,9 %; через 1 месяц после операции – 30,9 и 24,4 %; перед снятием аппарата – 34,3 и 30,8 %; через 6 месяцев после лечения – 33,6 и 22,8 %. Показано также, что у больных 1-й и 2-й групп до лечения усредненный по двум отведениям (*m. gastrocnemius* (с.1.) и *m. soleus*) коэффициент асимметрии составил, соответственно, 53,58 и 42,0 %; через 1 месяц после операции – 50,17 и 50,21 %; перед снятием аппарата – 61,69 и 55,9 %; через 6 месяцев после лечения – 53,87 и 48,29 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты статистического анализа всей совокупности нейрофизиологических данных, полученных при обследовании в динамике больных обеих групп, свидетельствуют о снижении уровня спастичности (у лиц с поражением грудного отдела позвоночника) и активации репаративных процессов как в СМ, так и на периферии, что нашло отражение в снижении интенсивности спонтанных форм биоэлектрической активности (ПФК и СПА), позитивных сдвигах в структурном типе суммарной ЭМГ, увеличении ее средней амплитуды и частоты следования колебаний, возрастании М-ответов, оптимизации значений Н-рефлексов и уменьшении коэффициентов асимметрии отдельных показателей.

Наиболее отчетливо эти явления прослеживаются у больных 1-й группы, что подтверждает гипотезу о существовании компенсаторно-

репаративного потенциала невралных и сопряженных с ними структур СМ, реализация которого оказалась возможна лишь в условиях максимально полной ликвидации компримирующих факторов (остаточной компрессии СМ и корешков «конского хвоста», нарушения ликвородинамики, наличия рубцово-спаечных образований) и стабильной послеоперационной фиксации позвоночника, исключаяющей микроподвижность в области оперативного вмешательства, как фактора вторичной травматизации спинномозговых структур.

Выявленные тенденции в послеоперационной динамике нейрофизиологических показателей выраженности сенсомоторного дефицита позволяют заключить, что применение разработанной в РНЦ «ВТО» технологии хирургической реабилитации больных с ТБСМ в промежуточном и позднем периодах [5] позволяет частично купировать неврологические синдромы, характеризующиеся прогрессирующими нарушениями как в сенсорной и вегетативной, так и в двигательной сферах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гайдышев И.П. Решение научных и инженерных задач средствами Excel VBA и C/C++ / И.П. Гайдышев. – СПб.: ВХВ-Петербург, 2004. – 512 с.
2. Компрессионно-ишемический синдром как фактор снижения надежности функционирования сегментарных моторных центров у больных с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы / А.П. Шеин [и др.] // Гений ортопедии. – 2008. – № 3. – С. 67–72.
3. Методы диагностики и электростимуляционной терапии в комплексной реабилитации больных со свежей и застарелой травмой позвоночника и спинного мозга: пособие для врачей МЗ РФ / А.П. Шеин, Г.А. Криворучко, Н.А. Чухарева. – Курган, 2002. – 28 с.
4. Нейрофизиологические и клинические аспекты реактивности и резистентности спинномозговых структур у больных с закрытыми повреждениями грудного и поясничного отделов позвоночника / А.П. Шеин [и др.] // Вестник РАМН. – 2000. – № 2. – С. 35–41.
5. Шевцов В.И. Нейроортопедический подход к хирургической реабилитации больных с травматической болезнью спинного мозга в промежуточном и позднем периодах / В.И. Шевцов, А.Т. Худяев, П.И. Балаев // Гений ортопедии. – 2001. – № 2. – С. 170–171.
6. ЭМГ-характеристики выраженности амиотрофий в системе нижних конечностей у больных с различной степенью посттравматической компрессии спинного мозга / А.П. Шеин [и др.] // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. – 2007. – № 5. – С. 37–42.