

ЭМГ-характеристики выраженности сенсомоторного дефицита в системе нижних конечностей у больных с различной локализацией повреждения в грудном и поясничном отделах позвоночника

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

EMG-characteristics of sensomotor deficiency expressiveness in the lower limb system of patients with different localization of thoracic and lumbar spine damage

A.P. Shein, G.A. Krivoruchko, N.A. Chuhareva

Федеральное государственное учреждение

«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росмедтехнологий», г. Курган
(и.о. генерального директора — профессор А.Т. Худяев)

Сопоставили нейрофизиологические характеристики состояния сенсомоторной иннервации мышц нижних конечностей у больных с различным уровнем локализации повреждения в грудном и поясничном отделах позвоночника. Проанализированы данные глобальной (тесты: «расслабление», «максимальное произвольное напряжение») и стимуляционной (М-ответы, Н-рефлексы) ЭМГ у 48 больных (36 – мужского и 12 – женского пола) в возрасте от 11 до 55 лет, распределенных по уровню повреждения позвоночника на три группы: 1 гр. (D_{IV}-D_{VIII}) – 4; 2 гр. (D_{IX}-D_{XII}) – 10; 3 гр. (L_I-L_V) – 32. Выявлены особенности функциональных сдвигов в спинном мозге у больных с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы различной локализации, отраженные в послеоперационной динамике взаимодополняющих ЭМГ-характеристик посттравматического сенсомоторного дефицита. Наиболее отчетливые ЭМГ-признаки функциональной недостаточности в до- и послеоперационном периодах отмечены у больных с повреждением позвоночника на уровне D_{IX}-D_{XII}, что топологически соответствует локализации мотонейронных ядер, т.е. расположению сегментарных моторных центров контроля произвольной и рефлекторной активности мышц нижних конечностей.

Ключевые слова: спинномозговая травма, уровень повреждения спинного мозга, электромиография.

Aim of the work: comparison of the neurophysiological characteristics of sensomotor innervation status of lower limb muscles in patients with thoracolumbar spine damage localization at different levels. The data of global (tests: "relaxation", "maximal voluntary muscle tension") and stimulation (M-response, H-reflexes) EMG have been analyzed in 48 patients (36 males, 12 females) at the age of 11-55 years, divided into three groups by the level of spine damage: 1 gr. (D_{IV}-D_{VIII}) – 4; 2 gr. (D_{IX}-D_{XII}) – 10; 3 gr. (L_I-L_V) – 32. The characteristic features of spinal cord functional shifts have been revealed in patients with consequences of spine-spinal cord injury of different localization, reflected in the postoperative dynamics of complementary EMG-characteristics of posttraumatic sensomotor deficiency. The clearest EMG-signs of functional insufficiency in pre- and postoperative periods were observed in patients with spinal injury at D_{IX}-D_{XII}, level, that topologically corresponds to motoneuronal nuclei localization, i.e. to the arrangement of segmental motor centres of controlling lower limb muscle voluntary and reflex activity.

Keywords: spinal cord injury, level of spinal cord damage, electromyography.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что многообразие симптомов и сложность клинической диагностики последствий травм спинного мозга (СМ) обусловлены рядом причин: различным характером поражения мозга как по уровню, так и поперечнику, многоочаговостью поражения СМ, динамичностью патологического процесса в СМ и др. [1, 5, 6, 8] При всех видах повреждений позвоночника возможны нарушения проводниково-интегративных функций СМ от легких и обратимых до тяжелых и необратимых. Возникающие при этом двигательные нарушения, как правило, двухсторонние и в различной степени асимметричные. Малоизученной (в нейрофизиологическом аспекте) остается проблема

взаимосвязи тяжести повреждения СМ с уровнем повреждения позвоночного столба. В рамках реализации научно-исследовательской программы РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А.Илизарова по созданию новых технологий лечения больных с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы, основанных на использовании аппарата наружной транспедикулярной фиксации позвоночника (НТФ) [7], нами предложена расширенная версия комплекса нейрофизиологических методик [3, 4], позволяющая количественно оценить тяжесть развившегося после травмы СМ сенсомоторного дефицита в системе нижних конечностей и проследить его динамику на различных этапах лечебно-

реабилитационного процесса.

Цель настоящего фрагмента исследований состояла в сопоставлении нейрофизиологических характеристик состояния сенсомоторной иннерва-

ции мышц нижних конечностей у больных с различным уровнем локализации повреждения в грудном и поясничном отделах позвоночника.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

При формировании выборок больных с различной локализацией позвоночно-спинномозговой травмы для последующего сопоставления результатов динамических нейрофизиологических обследований мы руководствовались следующими ограничениями: количество поврежденных позвонков не более одного; возраст больных не более 55 лет; степень посттравматической деформации позвоночного канала (по данным компьютерной томографии), влияющая на глубину амиотрофических изменений [9], не более 60 %. Первая группа включала в себя 4 больных мужского пола в возрасте от 19 до 36 (25 ± 2) лет; уровень повреждения – D_{IV}-D_{VIII}; время от травмы до операции от 6 до 40 (20 ± 4) дней. Вторая группа – 10 больных (8 мужского и 2 женского пола) в возрасте от 20 до 47 (30 ± 4) лет; уровень повреждения – D_{IX}-D_{XII}; время от травмы до операции от 1 до 35 (15 ± 4) дней. Третья группа – 34 больных (24 мужского пола и 10 женского пола) в возрасте от 11 до 55 (30 ± 3) лет; уровень повреждения – L_I-L_V; время от травмы до операции от 5 до 180 (34 ± 6) дней.

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 (c.l.), 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 (c.l.) 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 (c.l.), m. rectus femoris, m. biceps femoris; тип отведения 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 (фирма 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, дополненного программами непараметрической статистики и оценки нормальности распределения [2]. 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

При статистической обработке выборки показателей левой и правой конечностей у здоровых испытуемых были объединены в силу отсутствия значимых билатеральных асимметрий. Целесообразность объединения выборок электрофизиологических показателей мышц левой и правой ног у больных трех групп (в табл. 1-5 значения $2n_{1,2,3}$ соответствуют количеству обследованных одноименных мышц) продиктована вовлечением в реакцию на травму невралгических структур всего поперечника СМ, а не одной из его сторон. Тем не менее, в тех случаях, где это давало дополнительную информацию о функциональном состоянии изучаемого объекта, мы сочли необходимым отразить возможную латерализацию патологических сдвигов в величинах коэффициентов асимметрии (K_a), рассчитываемых на основе имеющихся пар сопряжен-

ных признаков по формуле

$$K_a = 100 \% (X_{\max} - X_{\min}) / X_{\max},$$

где $X_{\max}$ – большее значение в паре признаков, а $X_{\min}$ – меньшее, и использовать K_a в качестве дополнительного критерия функциональной недостаточности сенсомоторных структур левой и правой нижних конечностей, интегрированных в единый локомоторный комплекс и характеризующийся (в норме) минимизацией моторных асимметрий.

Анализ зарегистрированных нами форм биоэлектрической активности «покоя» в виде потенциалов фасцикуляций (ПФК) и спастической активности (СПА) при выполнении пациентами функциональной пробы «полное расслабление» (табл. 1) выявил феномен ирритации сегментарных и корешковых структур при переломах позвонков на уровне D_{IX}-L_V, а также отчетливые признаки ослабления нисходящих тормозных

влияний на сегментарные моторные центры при переломах позвонков D_{IV}-D_{VIII}.

Установлено, в частности, что регистрируемые в условиях максимального расслабления спонтанные формы биоэлектрической активности у больных трех групп несколько различаются по частоте выявления, выраженной в процентах от общего количества фиксированных наблюдений. До оперативного вмешательства у больных 1-й группы средняя, рассчитанная по четырем парам отведений (*m. tibialis anterior*, *m. gastrocnemius* (c.l.), *m. rectus femoris*, *m. biceps femoris*), частота выявления ПФК составила всего 3,1 %, у больных 2-й группы – 16,8 %, у больных 3-й группы – 7,0 %. Спустя 1 месяц после оперативного вмешательства средняя частота выявления ПФК по указанным отведениям составила у больных 1-й группы 0,0 %, у больных 2-й группы – 5,0 %, у больных 3-й группы – 10,9 %. Перед снятием аппарата средняя частота выявления ПФК составила соответственно 6,3 %, 15,3 % и 13,7 %, а спустя 6 месяцев после снятия аппарата НТФ – 0,0 %, 12,5 % и 4,9 %.

Приведенные данные позволяют предположить, что основным источником фасцикуляторной активности являются сегментарные мотонейроны, расположенные непосредственно в области травмы СМ, и компримированные двигательные ко-

решки на уровне компрессии корешков «конского хвоста» (КХ) и их выходов из позвоночника.

Что касается средней частоты выявления СПА, то до операции у больных 1-й и 2-й групп она составила 0,0 %, а у больных 3-й группы – 0,7 %. Спустя 1 месяц после оперативного вмешательства распределение средней частоты выявления СПА у больных трех групп примерно соответствовало дооперационному – 0,0 %, 1,3 % и 0,0 %. Перед снятием аппарата НТФ и спустя 6 месяцев после его снятия средняя частота выявления СПА в анализируемых группах больных по сравнению с результатами предыдущих обследований несколько изменилась, составив соответственно 6,3 %, 0,0 %, 0,0 % и 0,0 %, 3,6 % и 0,0 %.

Анализ полученных распределений частоты выявления СПА позволяет заключить, что наиболее вероятной причиной возникновения СПА является дефицит тормозных нисходящих влияний (больные 1-й группы) и компримированные нейронные популяции (больные 2-й группы), лежащие в основе формирования специфического типа спонтанной мышечной активности типа «миоклонии». Судя по значениям средних частот выявления СПА, наиболее выраженные изменения в нервных структурах СМ отмечены у больных с сегментарным типом поражения (больные 2-й группы).

Таблица 1
Частота выявления потенциалов фасцикуляций (ПФК) и спастической активности (СПА) при выполнении пробы «полное расслабление» у больных трёх групп

Мышцы	Показатели	Группы больных	Сроки обследования			
			до операции	через 1 мес. после операции	перед снятием аппарата	через 6 мес. после лечения
			2n ₁ =8 2n ₂ =18 2n ₃ =68	2n ₁ =8 2n ₂ =20 2n ₃ =64	2n ₁ =8 2n ₂ =18 2n ₃ =60	2n ₁ =4 2n ₂ =14 2n ₃ =56
<i>m. tibialis anterior</i>	ПФК	1	1 (12,5 %)	НВ	1 (12,5 %)	НВ
		2	4 (22,22 %)	4 (20,0 %)	3 (16,67 %)	2 (14,29 %)
		3	3 (4,41 %)	9 (14,06 %)	10 (16,67 %)	4 (7,14 %)
	СПА	1	НВ	НВ	1 (12,5)	НВ
		2	НВ	1 (5,0 %)	НВ	НВ
		3	2 (2,94 %)	НВ	НВ	НВ
<i>m. gastrocnemius</i> (c.l.)	ПФК	1	НВ	НВ	1 (12,5 %)	НВ
		2	6 (33,33 %)	НВ	3 (16,67 %)	3 (21,43 %)
		3	6 (8,82 %)	5 (7,81 %)	10 (16,67 %)	7 (7,14 %)
	СПА	1	НВ	НВ	1 (12,5 %)	НВ
		2	НВ	НВ	НВ	НВ
		3	НВ	НВ	НВ	НВ
<i>m. rectus femoris</i>	ПФК	1	НВ	НВ	НВ	НВ
		2	1 (5,56 %)	НВ	2 (11,11 %)	1 (7,14 %)
		3	4 (5,88 %)	5 (7,81 %)	6 (10,00 %)	НВ
	СПА	1	НВ	НВ	НВ	НВ
		2	НВ	НВ	НВ	НВ
		3	НВ	НВ	НВ	НВ
<i>m. biceps femoris</i>	ПФК	1	НВ	НВ	НВ	НВ
		2	1 (5,56 %)	НВ	3 (16,67 %)	1 (7,14 %)
		3	6 (8,82 %)	9 (14,06 %)	7 (11,67 %)	3 (5,36 %)
	СПА	1	НВ	НВ	НВ	НВ
		2	НВ	НВ	НВ	2 (14,28 %)
		3	НВ	НВ	НВ	НВ

Примечание: n₁, n₂, n₃ - количество больных 1, 2 и 3 групп; НВ – не выявлено.

Анализ структуры биоэлектрической активности мышц, зарегистрированной при максимальном произвольном напряжении, позволил выделить четыре основных типа суммарной ЭМГ, встречающихся у пациентов с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы (табл. 2, а, б). Первый тип ЭМГ («насыщенная») соответствует норме, остальные типы («урезанная», «редуцированная», «треморобразная», «произвольно-спастическая» и «биоэлектрическое молчание») отражают различные по выраженности и характеру посттравматические изменения в СМ.

Первые четыре типа суммарной ЭМГ различаются, в частности, по степени смещения доминирующей частоты колебаний влево, общему виду гистограммы распределения амплитуд и характеру группирования разрядов двигательных единиц в анализируемом фрагменте суммарной ЭМГ. Про-

извольно-спастический тип ЭМГ характеризуется отчетливой задержкой в появлении и исчезновении биоэлектрической активности при выполнении теста «максимальное произвольное напряжение». Биоэлектрическое молчание (БМ) характеризуется полным отсутствием признаков биоэлектрической активности мышц при попытках ее произвольного напряжения.

До оперативного вмешательства средняя (по указанным выше четырем парам отведений) частота встречаемости насыщенного типа суммарной ЭМГ у больных 1-й группы составила 18,7 %, у больных 2-й группы – 4,2 %, у больных 3-й группы – 13,6 %: урезанного соответственно – 25,0 %, 31,9 % и 44,1 %; редуцированного – 6,3 %, 8,3 % и 9,9 %; треморообразного – 0,0 %, 0,0 % и 0,0 %; произвольно-спастического – 3,1 %, 0,0 % и 0,4 %; БМ – 46,9 %, 55,6 % и 29,5 %.

Таблица 2(а)

Частота встречаемости структурных типов суммарной ЭМГ мышц бедра у больных трех групп

Мышцы	Тип суммарной ЭМГ	Группы больных	Сроки обследования больных			
			до операции	через 1 мес. после операции	перед снятием аппарата	через 6 мес. после лечения
			2n ₁ =8 2n ₂ =18 2n ₃ =68	2n ₁ =8 2n ₂ =20 2n ₃ =64	2n ₁ =8 2n ₂ =18 2n ₃ =60	2n ₁ =4 2n ₂ =14 2n ₃ =56
m. rectus femoris	Насыщенная	1	2 (25,0 %)	НВ	НВ	НВ
		2	НВ	1 (5,0 %)	1 (5,55 %)	2 (14,29 %)
		3	9 (13,24 %)	3 (4,69 %)	5 (8,33 %)	4 (7,14 %)
	Урезанная	1	НВ	4 (50,0 %)	4 (50,0 %)	2 (50,0 %)
		2	8 (44,44 %)	8 (40,0 %)	8 (44,44 %)	2 (14,29 %)
		3	19 (27,94 %)	49 (76,56 %)	44 (73,33 %)	42 (75,0 %)
	Редуцированная	1	2 (25,0 %)	НВ	НВ	НВ
		2	2 (11,11 %)	НВ	1 (5,55 %)	НВ
		3	12 (17,65 %)	3 (4,69 %)	2 (3,33 %)	1 (1,78 %)
	Треморобразная	1	НВ	НВ	НВ	НВ
		2	НВ	НВ	НВ	НВ
		3	НВ	НВ	НВ	НВ
	Произвольно-спаст.	1	НВ	НВ	НВ	НВ
		2	НВ	НВ	НВ	НВ
		3	НВ	НВ	НВ	6 (10,71 %)
	БМ	1	4 (50,0 %)	4 (50,0 %)	4 (50,0 %)	2 (50,0 %)
		2	8 (44,44 %)	11 (55,0 %)	8 (44,44 %)	10 (71,43 %)
		3	28 (41,17 %)	9 (14,06 %)	9 (15,0 %)	5 (5,36 %)
m. biceps femoris	Насыщенная	1	1 (12,5 %)	НВ	НВ	НВ
		2	1 (5,55 %)	НВ	НВ	2 (14,28 %)
		3	3 (4,41 %)	5 (7,81 %)	8 (13,33 %)	9 (16,07 %)
	Урезанная	1	3 (37,5 %)	4 (50,0 %)	4 (50,0 %)	2 (50,0 %)
		2	5 (27,78 %)	7 (35,0 %)	7 (38,29 %)	7 (50,0 %)
		3	46 (67,65 %)	42 (65,63 %)	38 (63,33 %)	36 (64,29 %)
	Редуцированная	1	НВ	НВ	НВ	НВ
		2	НВ	2 (10,0 %)	2 (11,11 %)	3 (21,43 %)
		3	7 (10,29 %)	8 (12,5 %)	6 (10,0 %)	7 (12,50 %)
	Треморобразная	1	НВ	НВ	НВ	НВ
		2	НВ	НВ	НВ	НВ
		3	НВ	НВ	НВ	НВ
	Произвольно-спаст.	1	НВ	НВ	НВ	НВ
		2	НВ	НВ	НВ	НВ
		3	1 (1,47 %)	НВ	НВ	НВ
	БМ	1	4 (50,0 %)	4 (50,0 %)	4 (50,0 %)	2 (50,0 %)
		2	12 (66,67 %)	11 (55,0 %)	9 (50,0 %)	4 (28,57 %)
		3	11 (16,48 %)	9 (14,06 %)	8 (13,33 %)	НВ

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

Таблица 2(б)

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

Мышцы	Тип суммарной ЭМГ	Группы больных	Сроки обследования больных			
			до операции	через 1 мес. после операции	перед снятием аппарата	через 6 мес. после лечения
			2n ₁ =8 2n ₂ =20 2n ₃ =68	2n ₁ =8 2n ₂ =20 2n ₃ =64	2n ₁ =8 2n ₂ =18 2n ₃ =60	2n ₁ =4 2n ₂ =14 2n ₃ =56
m. tibialis anterior	Насыщенная	1	1 (12,5 %)	НВ	1 (12,5 %)	2 (50,0 %)
		2	2 (11,11 %)	1 (5,0 %)	3 (16,67 %)	1 (7,14 %)
		3	9 (13,24 %)	18 (28,13 %)	19 (31,67 %)	20 (35,71 %)
	Уреженная	1	3 (37,5 %)	4 (50,0 %)	3 (37,5 %)	НВ
		2	5 (27,78 %)	4 (20,0 %)	1 (5,55 %)	3 (21,43 %)
		3	36 (52,94 %)	27 (42,18 %)	23 (38,33 %)	17 (30,36 %)
	Редуцированная	1	НВ	НВ	НВ	НВ
		2	1 (5,55 %)	3 (15,0 %)	4 (22,22 %)	НВ
		3	1 (1,47 %)	2 (3,13 %)	3 (5,0 %)	4 (7,14 %)
	Треморообразная	1	НВ	НВ	НВ	НВ
		2	НВ	НВ	НВ	НВ
		3	НВ	НВ	НВ	НВ
	Произвольно-спаст.	1	1 (12,5 %)	НВ	НВ	НВ
		2	НВ	НВ	НВ	НВ
		3	НВ	НВ	НВ	НВ
	БМ	1	3 (37,5 %)	4 (50,0 %)	4 (50,0 %)	2 (50,0 %)
		2	10 (55,55 %)	12 (60,0 %)	10 (55,55 %)	10 (71,43 %)
		3	22 (32,35 %)	17 (26,56 %)	15 (25,0 %)	15 (26,79 %)
m. gastrocnemius (c.l.)	Насыщенная	1	2 (25,0 %)	1 (12,5 %)	2 (25,0 %)	2 (50,0 %)
		2	НВ	2 (10,0 %)	3 (21,43 %)	2 (14,28 %)
		3	16 (23,53 %)	12 (18,75 %)	19 (31,67 %)	16 (28,57 %)
	Уреженная	1	2 (25,0 %)	3 (37,5 %)	2 (25,0 %)	НВ
		2	5 (27,78 %)	4 (20,0 %)	3 (21,43 %)	2 (14,28 %)
		3	26 (38,24 %)	26 (40,63 %)	20 (33,33 %)	22 (39,29 %)
	Редуцированная	1	НВ	НВ	НВ	НВ
		2	3 (16,67 %)	1 (5,0 %)	НВ	НВ
		3	7 (10,29 %)	7 (10,94 %)	5 (8,33 %)	5 (8,93 %)
	Треморообразная	1	НВ	НВ	НВ	НВ
		2	НВ	НВ	НВ	НВ
		3	НВ	НВ	1 (1,67 %)	НВ
	Произвольно-спаст.	1	НВ	НВ	НВ	НВ
		2	НВ	НВ	2 (11,11 %)	НВ
		3	НВ	НВ	НВ	НВ
	БМ	1	4 (50,0 %)	4 (50,0 %)	4 (50,0 %)	2 (50,0 %)
		2	10 (55,55 %)	13 (65,0 %)	10 (55,55 %)	10 (71,43 %)
		3	19 (27,94 %)	19 (29,68 %)	15 (25,0 %)	13 (23,21 %)

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

Через 1 месяц после оперативного вмешательства характер распределения частот встречаемости типов суммарной ЭМГ в различных группах существенно изменился. Частота встречаемости насыщенной ЭМГ понизилась во всех группах обследованных больных соответственно до 3,1 %, 5,0 % и 12,7 %; уреженной возросла у больных 1-й группы и 3-й группы - 46,9 %, 28,7 % и 56,3 %. Частота встречаемости редуцированной ЭМГ заметно изменилась лишь у больных 1 группы - 0,0 %, 7,5 % и 7,8 %; треморообразной, произвольно-спастической и БМ - существенно не изменилось (соответственно 0,0 %, 0,0 %, 0,0 %; 0,0 %, 0,0 %, 0,0 %; 40,0 %, 58,7 %, 21,1 %).

Перед снятием аппарата НТФ распределение средних частот встречаемости типов суммарной ЭМГ выглядело следующим образом: насыщенная - соответственно 9,4 %, 10,9 % и 21,3 %; уре-

женная - 40,6 %, 27,4 % и 52,1 %; редуцированная - 0,0 %, 9,7 % и 6,7; треморообразная - 0,0 %, 0,0 % и 0,4 %; произвольно-спастическая - 0,0 %, 2,8 % и 0,0 %; БМ - 50,0 %, 51,4 % и 19,6 %.

Спустя 6 месяцев после снятия аппарата НТФ распределение средней частоты встречаемости различных типов суммарной ЭМГ у больных трех групп трансформировалось в следующий паттерн: насыщенная - 25,0 %, 12,5 % и 18,3 %; уреженная - 25,0 %, 25,0 % и 52,2 %; редуцированная - 0,0 %, 5,4 % и 7,6 %; треморообразная - 0,0 %, 0,0 % и 0,0 %; произвольно-спастическая - 0,0 %, 0,0 % и 2,7 %; БМ - 50,0 %, 60,7 % и 13,84 %.

Из приведенных данных становится очевидным, что как до, так и в различные сроки после оперативного вмешательства патологиче-

ские типы суммарной ЭМГ встречались преимущественно у больных 2 группы и (в меньшей степени) 3 группы. Положительная динамика после завершения лечения, выражающаяся

в приросте частоты встречаемости структурного типа суммарной ЭМГ типа «насыщенная» присутствует у больных всех групп.

Таблица 3

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

Мышцы	Показатели	Группы больных	Сроки обследования больных			
			до операции	через 1 мес. после операции	перед снятием аппарата	через 6 мес. после операции
			2n ₁ =8 2n ₂ =18 2n ₃ =68	2n ₁ =8 2n ₂ =20 2n ₃ =64	2n ₁ =8 2n ₂ =18 2n ₃ =60	2n ₁ =4 2n ₂ =14 2n ₃ =56
m. biceps femoris	CA (мВ)	1	0,39±0,23	0,43±0,27	0,40±0,24	0,63±0,63
		2	0,22±0,15 к	0,17±0,09 к	0,26±0,14 к	0,17±0,12 к
		3	0,35±0,08 к	0,42±0,07 кв	0,54±0,07 к	0,51±0,08 кв
	K _a CA (%)	1	13,75±8,0	11,31±6,97	0±0 к	16,67±16,67
		2	13,70±8,10	20,56±10,48	25,74±11,45 п	47,82±16,26
		3	36,43±5,30 пкв	33,93±5,76 п	26,46±6,44 п	35,79±6,71
	ЧСК (к/с)	1	135,0±55,0 к	185,0±10,0 к	182,50±32,50 к	240,0±0
		2	173,33±39,41 к	135,00±36,11 к	163,75±42,20 к	186,67±62,20
		3	156,61±11,63 к	154,04±11,15 пк	164,81±11,10 к	162,04±14,53 пк
	K _a ЧСК (%)	1	24,75±2,53 к	15,04±0,75	8,53±3,98	15,38±0
		2	35,30±12,33	42,07±20,18	36,05±21,52	42,10±28,95
		3	30,20±5,79 к	23,07±5,28	30,64±5,90 пк	41,41±7,22 пк
m. rectus femoris	CA (мВ)	1	0,50±0,50	0,49±0,30	0,56±0,35	0,63±0,63
		2	0,16±0,07 к	0,25±0,11 к	0,46±0,18	0,19±0,12 к
		3	0,38±0,07 кв	0,40±0,06 к	0,65±0,12	0,58±0,07 кв
	K _a CA (%)	1	0±0 к	22,50±13,15	16,07±16,07	3,85±3,85 к
		2	17,87±6,58 пк	16,65±10,48	23,76±11,52	24,35±14,26
		3	35,11±5,91 пк	26,22±6,36	27,29±4,96	26,65±4,18 п
	ЧСК (к/с)	1	165,0±0 к	155,0±10,0 к	180,0±35,0 к	240,0±0 к
		2	221,25±15,19 п	169,0±27,77 к	148,0±23,96 к	180,0±51,07
		3	174,62±12,46 кв	141,21±9,61 к	163,89±8,64 к	186,88±8,12 пк
	K _a ЧСК (%)	1	16,67±0	36,0±6,59 к	11,65±7,10	22,22±0 к
		2	9,37±3,47 п	47,44±19,14	26,51±18,59	45,67±27,27
		3	34,49±5,92 пкв	28,53±5,88 к	17,54±3,99	15,92±4,06
m. tibial anterior	CA (мВ)	1	0,82±0,058	0,66±0,39	0,63±0,36	0,60±0,60
		2	0,30±0,20 пк	0,12±0,10 к	0,28±0,16 к	0,09±0,08 к
		3	0,62±0,11 в	0,56±0,10 пв	0,77±0,12 в	0,69±0,11 в
	K _a CA (%)	1	48,33±21,15	11,67±11,67	16,67±11,06	0
		2	17,41±8,25	18,83±9,54	38,43±14,06	5,68±3,73 к
		3	28,02±5,88	30,81±5,79 к	24,68±5,66	26,84±5,74 пв
	ЧСК (к/с)	1	200,0±15,0 к	237,50±7,50 к	267,0±15,0 к	300,0 к
		2	246,67±39,41	195,00±61,10 к	246,67±39,41	152,50±47,50 пк
		3	199,79±12,05 к	190,21±12,01 пк	199,79±12,05 пк	228,0±13,26 пк
	K _a ЧСК (%)	1	9,78±5,23	5,77±5,77	9,78±5,23	0 к
		2	20,73±8,50	28,20±13,48	20,73±8,50	31,73±6,73 пк
		3	20,28±5,56	30,27±6,30 пк	20,28±5,56	29,23±7,17 пк
m. gastrocnemius (c.l.)	CA (мВ)	1	0,47±0,33	0,23±0,14	0,34±0,20	0,35±0,35
		2	0,25±0,19	0,13±0,08 пк	0,25±0,11	0,09±0,06 к
		3	0,34±0,07	0,40±0,09 в	0,45±0,09	0,38±0,07 пв
	K _a CA (%)	1	5,83±3,44 к	10,42±6,25 к	10,27±6,78	43,75±43,75
		2	21,67±9,79	20,0±10,75	21,67±9,79	14,04±11,83
		3	33,08±6,32 п	35,45±6,68 п	33,08±6,32 п	36,90±5,86
	ЧСК (к/с)	1	245,0±50,0	235,0±15,0 к	245,0±45,0	360 к
		2	171,67±36,55 к	248,33±3,33 к	213,75±37,77 к	235,0±30,0 пк
		3	209,38±13,76 к	202,38±10,63 кв	209,13±15,61 к	230,48±16,11 пк
	K _a ЧСК (%)	1	16,21±6,53	9,85±2,15	8,10±1,43 к	24,39 к
		2	37,90±31,07	8,88±2,44	33,81±22,44	4,23±0,53 пк
		3	29,42±6,30 к	23,59±4,79 пкв	38,52±11,63 пк	19,90±4,92 в

Примечание: n₁, n₂ и n₃ – количество больных 1, 2, 3 групп; буквами «п», «к» и «кв» маркированы показатели, отличие которых от соответствующих значений первой и второй групп больных, а также контрольной выборки испытуемых было статистически значимым (P<0,05).

Количественные показатели суммарной ЭМГ (табл. 3) – средняя амплитуда (СА) и частота следования колебаний (ЧСК) – в среднем по четырем парам отведений до оперативного вмешательства оказались снижены по сравнению с контрольными величинами у больных 1 группы соответственно на 18,5 % и 36,7 %, у больных 2 гр. – на 64,5 % и 30,0 %, у больных 3 группы – на 37,4 % и 36,7 %. Приведенные данные свидетельствуют о значительно более выраженных посттравматических нарушениях в системе кортико-мускулярных связей у больных с сегментарным уровнем поражения (2 группы) и несколько менее выраженных – у больных 1 и 3 групп.

Спустя 1 месяц после операции СА и ЧСК, выраженные в процентах от дооперационных величин (рис. 1), составили в среднем (по четырем парам отведений) у больных 1 группы – 84,4 % и 95,0 %, 2 группы – 81,4 % и 73,6 %, 3 группы – 108,3 % и 75,8 %.

Перед снятием аппарата НТФ соответствующие величины у больных 1 группы составили 90,9 % и 106,9 % от дооперационных величин, 2 группы – 149,7 % и 90,7 %, 3 группы – 145,5 % и 90,3 %, что свидетельствует о том, что послеоперационный прирост СА у больных 2 и 3 групп, по-видимому, в большей степени связан с эффектом синхронизации разрядов ДЕ, нежели с увеличением числа функционирующих ДЕ.

Спустя 6 месяцев после снятия аппарата НТФ зафиксирована следующая картина: СА и ЧСК у больных 1 группы составили 98,6 % и 141,0 %, у больных 2 группы – 42,2 % и 93,4 %, у больных 3 группы – 98,6 % и 97,9 %. Приведенные данные свидетельствуют о том, что реактивные изменения в СМ, связанные с компримирующими факторами оперативного вмешательства, у больных 2 группы по своей глубине и продолжительности более выражены, чем у больных 1 и 3 групп.

Обобщенная динамика усреднённых по четырем отведениям (*m. tibialis anterior*, *m. gastrocnemius* (c.l.), *m. biceps femoris*, *m. rectus femoris*) показателей СА и ЧСК в % от дооперационных величин у больных с различным уровнем локализации травмы в грудном и поясничном отделах позвоночника.

отражена на рисунке 1.

Установлено, что основная количественная характеристика (амплитуда) суммарного вызванного потенциала тестируемой мышцы (М-ответа), используемая в данной работе в качестве интегральной оценки посттравматической сохранности мотонейронных пулов как до, так и в различные сроки после оперативного вмешательства, в определенной степени зависит от уровня повреждения позвоночника (табл. 4).

В частности, у больных 1-й группы средняя (по шести парам отведений) амплитуда М-ответов, выраженная в процентах от контрольных (здоровые испытуемые) величин, составила 71,9 %, у больных 2-й группы – 66,6 %, у больных 3-й группы – 60,8 %, что, на наш взгляд, вполне согласуется с существующими представлениями о характере и последствиях вовлечения в патологический процесс различных структурных элементов кортикомускулярного тракта при различных уровнях повреждения позвоночника.

Спустя 1 месяц после оперативного вмешательства средняя амплитуда М-ответов, выраженная в процентах от дооперационных величин (рис. 2), у больных 1-й группы составила 86,6 %, 2-й группы – 55,5 %, 3 группы – 63,0 %, что свидетельствует о более выраженной реактивности сегментарных нейронных структур (больных 2 группы), составляющих основу системы кортикомускулярных связей, по сравнению с реактивностью «периферически-проводниковых» (корешки «конского хвоста» у больных 3 группы) и «центрально-проводниковых» (кортикоспинальные тракты у больных 1 группы) структур.

Перед снятием аппарата НТФ наблюдается следующая картина, отражающая общую тенденцию в изменении моторной иннервации мышц нижних конечностей: у больных 1 группы усредненная величина М-ответов (в процентах от дооперационных величин) составила 98,2 %, 2 группы – 52,5 %, 3 группы – 65,9 %. Спустя 6 месяцев после снятия аппарата эти же показатели составили у больных трех групп соответственно 91,8 %, 47,4 % и 70,4 %.

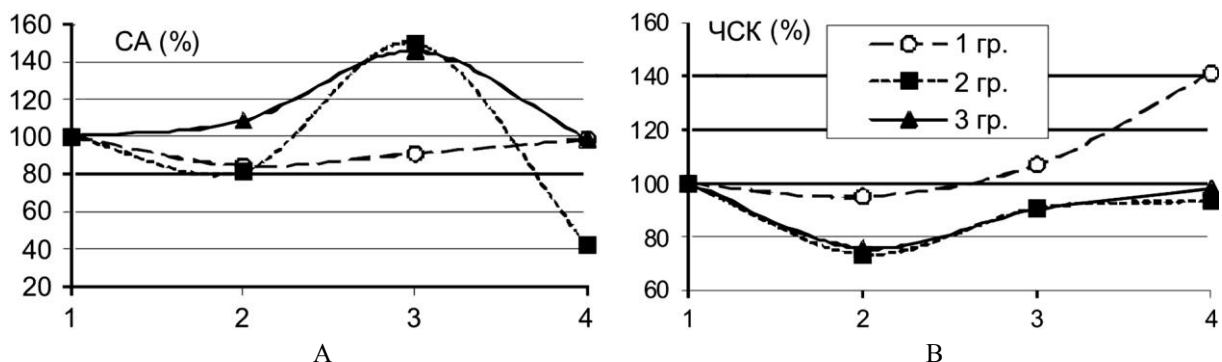


Рис. 1. Динамика усреднённых по четырем отведениям (*m. tibialis anterior*, *m. gastrocnemius* (c.l.), *m. biceps femoris*, *m. rectus femoris*) показателей СА (А) и ЧСК (В) в % от дооперационных величин у больных с различным уровнем локализации травмы в грудном и поясничном отделах позвоночника. 1 – до операции, 2 – через 1 месяц после операции, 3 – перед снятием аппарата НТФ, 4 – через 6 месяцев после лечения

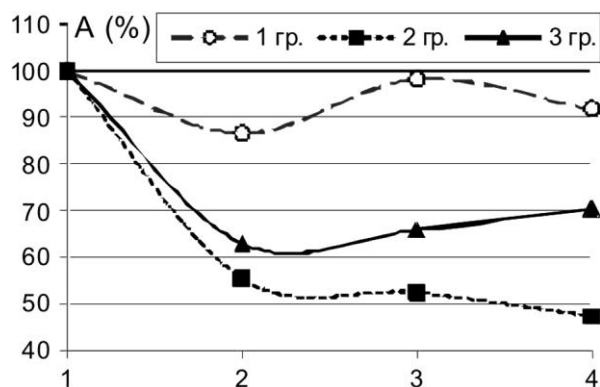


Рис. 2. Динамика усреднённых по шести отведениям (m. rectus femoris, m. tibialis anterior, m. gastrocnemius (c.l.), m. soleus, m. extensor digitorum brevis, m. flexor digitorum brevis) амплитуд М-ответов (в % от дооперационных величин) у больных с различным уровнем локализации травмы в грудном и поясничном отделах позвоночника. 1 – до операции, 2 – через 1 месяц после операции, 3 – перед снятием аппарата НТФ, 4 – через 6 месяцев после лечения

Таблица 4
Динамика амплитуды (А) и коэффициентов асимметрии (K_a) М-ответов передней группы мышц бедра, голени и тыльной поверхности стопы ($M \pm m$) у больных трёх групп

Мышцы	Показатели	Группы больных	Сроки обследования больных			
			до операции	через 1 мес. после операции	перед снятием аппарата	через 6 мес. после лечения
			$2n_1=8$ $2n_2=18$ $2n_3=68$	$2n_1=8$ $2n_2=20$ $2n_3=64$	$2n_1=8$ $2n_2=18$ $2n_3=60$	$2n_1=4$ $2n_2=14$ $2n_3=56$
m. rectus femoris	А (мВ)	1	14,47±3,38 к	14,75±4,0	14,91±3,67	16,17±3,97
		2	9,81±2,66 к	7,70 ±2,25 к	10,23±2,73 к	11,61±3,87 к
		3	10,56±1,17 к	9,32±1,28 к	12,31±1,40 к	13,57±1,27 к
	K_a (%)	1	20,58±8,47	16,75±5,92	11,92±7,19	18,19±9,20
		2	25,68±6,13 к	41,35 ±11,63 к	37,09±12,68 к	50,78±15,15 к
		3	30,59±4,65 к	33,74±5,30 пк	30,26±6,05 к	31,91±6,03 к
m. tibialis anterior	А (мВ)	1	8,58±1,46	8,30±1,39	8,59±1,00	7,38±2,43
		2	9,53±2,70	4,23±1,31 пк	4,34±1,44 пк	3,44±0,85 к
		3	6,82±0,80	4,74±0,75 пк	6,67±0,92	5,27±0,75 пк
	K_a (%)	1	11,40±7,99	15,89±4,60	18,23±1,99 к	33,11±18,54
		2	29,39±8,41	44,02±10,41 пк	37,22 ±10,05 к	31,56±6,85 к
		3	34,08±5,14 пк	38,17±7,07 пк	23,25 ±6,04	26,72±5,85 к
m. extensor digitorum brevis	А (мВ)	1	3,62±0,97 к	2,61±0,45 к	5,13±1,41 к	5,46±2,37 к
		2	5,50±2,34 к	2,02±0,89 к	2,00±1,30 к	1,34±0,52 к
		3	5,15±0,80 к	3,39±0,71 к	3,83±0,66 к	3,58±0,67 вк
	K_a (%)	1	46,43±20,93	51,98±10,42 к	57,40±7,96 к	36,61±6,27 к
		2	54,87±12,66 к	30,74±11,97	32,95±12,38	54,45±12,82 к
		3	42,56±5,60 к	45,66±6,63 к	48,91±6,60 к	37,76±6,76 к
m. gastrocnemius (c. l.)	А (мВ)	1	23,52±7,64	21,13±1,80 к	19,84±4,43 к	18,18±5,60 к
		2	19,52±3,03 к	11,96±3,54 пк	11,58±3,21 к	9,24±1,61 к
		3	16,09±1,84 к	11,64±1,92 пк	13,67±2,11 к	13,60±2,10 к
	K_a (%)	1	22,35±14,01	25,19±4,33 к	19,70±4,04	34,70±23,69
		2	26,87±4,41 к	29,65±8,83	25,20±4,45 к	18,28±7,85
		3	24,21±3,17 к	27,98±4,42 к	30,05±5,64 к	35,21±6,52 к
m. soleus	А (мВ)	1	20,75±3,46	17,60±3,42 к	18,23±4,45	15,58±5,62
		2	18,44±2,35 к	10,44±2,61 к	10,47±3,07 к	8,38±2,15 к
		3	16,18±1,97 к	10,94±1,89 к	12,77±2,02 к	12,53±2,01 к
	K_a (%)	1	11,91±4,65	23,59±5,52	13,13±4,72	38,37±17,26
		2	16,33±3,69	33,35±8,88 к	23,45±5,54	23,69±4,39 к
		3	29,24±4,74 пкв	29,86±4,89 к	28,03±5,54 пк	34,93±6,43 к
m. flexor digitorum brevis	А (мВ)	1	11,13±2,62 к	15,25 ±2,00	12,63±2,35	14,38±4,80
		2	7,98±1,55 к	5,79±2,10 пк	6,43±1,66 пк	7,51±1,22 к
		3	11,31±1,31 к	7,90±1,17 пк	9,54±1,58 к	9,47±1,59 к
	K_a (%)	1	14,12±5,72	15,91±2,66	17,38±5,55	31,44±10,84
		2	31,17±8,53	37,43±12,70	20,34±8,29	43,44±8,65 к
		3	36,54±5,39 пк	40,60±5,94 пк	36,39±5,56 пк	37,86±5,91 к

Примечания: обозначения те же, что и в таблице 3.

Представленное выше описание динамики усреднённых величин М-ответов, лишний раз убеждает в том, что наиболее чувствительными структурами к травматическим воздействиям (включая ятрогенные) являются сегментарные моторные центры СМ (область локализации мотонейронных

ядер). На второе место по глубине и характеру послеоперационных изменений можно поставить проводниковый аппарат КХ, на третье – центральные проводниковые структуры (кортико-спинальные тракты).

Определённую информацию о состоянии про-

водниково-сегментарных структур СМ содержат данные моносинаптического тестирования *m. gastrocnemius* (с.1.) и *m. soleus* (см. табл. 5).

До оперативного вмешательства у больных 1 группы амплитуда Н-рефлексов *m. gastrocnemius* (с.1.) и *m. soleus*, выраженная в процентах от контрольных величин (здоровые испытуемые), составила соответственно 84,1 % и 84,3 %, 2 группы – 31,6 % и 43,3 %, 3 группы – 32,8 % и 36,6 %.

Спустя 1 месяц после оперативного вмешательства Н-рефлексы указанных мышц, выраженные в процентах от дооперационных величин (см. рис. 3), у больных 1 группы составили соответственно 112,3 % и 98,6 %, 2 группы – 74,3 % и 59,5 %, 3 группы – 100,4 % и 88,6 %.

Перед снятием аппарата НТФ у больных 1 группы Н-рефлексы по сравнению с дооперационными значениями возросли до 125,1 % и 128,1 %, что, при некотором превышении контрольных величин (здоровые испытуемые), может рассматриваться в качестве признака ослабления

нисходящего пресинаптического тормозного тонического влияния на 1А-афференты мышечных веретен. У больных 2 группы Н-рефлексы составили 109,3 % и 89,0 %, а у больных 3 группы – 114,9 и 119,4 %.

Спустя 6 месяцев после снятия аппарата НТФ у больных 1 группы средняя амплитуда Н-рефлексов составила 120,9 % и 106,6 % от дооперационных величин, 2 группы – 152,6 % и 89,0 %, 3 группы – 111,5 % и 114,5 %, что в целом свидетельствует о выраженной послеоперационной тенденции к нормализации рефлекторной активности тестируемых мышц.

Из данных, приведенных в таблицах 3-5 видно, что K_a всех анализируемых показателей у обследованных нами больных трех групп существенно превышают аналогичным образом рассчитанные K_a у здоровых испытуемых и не зависят от уровня повреждения позвоночника.

Таблица 5

Динамика амплитуды (A) и коэффициентов асимметрии (K_a) Н-рефлексов ($M \pm m$) у больных трех групп

Мышцы	Показатели	Группы больных	Сроки обследования больных			
			до операции	через 1 мес. после операции	перед снятием аппарата	через 6 месяцев после лечения
			2n ₁ =8 2n ₂ =18 2n ₃ =68	2n ₁ =8 2n ₂ =20 2n ₃ =64	2n ₁ =8 2n ₂ =18 2n ₃ =60	2n ₁ =4 2n ₂ =14 2n ₃ =56
<i>m. gastrocnemius</i> (с.1.)	A (мВ)	1	6,02±0,76	6,76±2,00	7,53±1,68	7,28±3,85
		2	2,26±0,77 пк	1,68±0,51 пк	2,47±0,59 пк	3,45±0,88 к
		3	2,35±0,57 пк	2,36±0,66 пк	2,70±0,58 пк	2,62±0,69 к
	A (% от М-ответа)	1	30,33±9,51	32,18±10,22	36,15±4,84 к	28,17±14,02
		2	23,58±8,57	18,51±5,14	24,62±5,89	37,37±8,09 к
		3	11,13±2,28 к	23,55±4,81	15,32±3,03 к	26,56±5,39
	K_a (%)	1	19,68±7,97	27,68±14,74	11,91±8,22	44,70±28,00
		2	13,64±5,43	23,52±5,80	18,67±4,74	40,71±11,99
		3	36,23±5,59 вк	13,44±2,99 к	29,71 ±4,97	13,96±3,11 вк
<i>m. soleus</i>	A (мВ)	1	7,45±2,18	7,35±2,77	9,54±2,34	7,94±3,99
		2	3,83±1,35 к	2,28±0,70 к	3,41±0,98 пк	3,41±0,86 к
		3	3,24±0,73 к	2,87±0,72 к	3,87±0,88 пк	3,71±0,98 к
	A (% от М-ответа)	1	33,93±13,10	40,63±15,13	45,45±7,75	36,63±17,14
		2	17,63±7,19 к	25,72±7,51	30,26±8,62	47,30±12,98
		3	14,76±3,24 к	13,31±3,00 к	21,93 ±4,25 пк	20,44±4,44 к
	K_a (%)	1	21,00±10,21	33,67±11,30	7,44±1,62 к	59,30±20,35
		2	18,15±11,93	17,17±6,72	22,24±5,62 п	33,09±11,99
		3	41,48±6,07 в	21,06±3,98	27,25±5,24 п	27,79±4,82

Примечания: обозначения те же, что и в таблице 3.

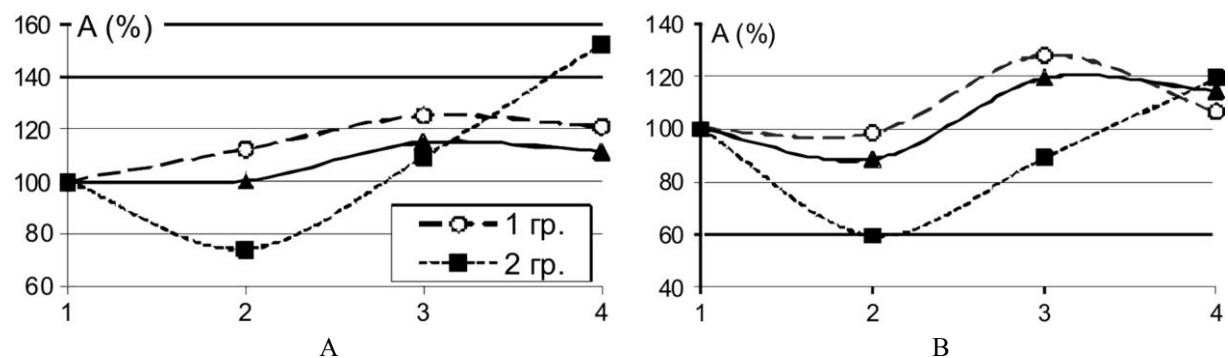


Рис. 3. Динамика усреднённых амплитуд Н-рефлексов *m. gastrocnemius* (с.1.) (А), *m. soleus* (В) (в % от дооперационных величин) у больных с различным уровнем локализации травмы в грудном и поясничном отделах позвоночника. 1 – до операции, 2 – через 1 месяц после операции, 3 – перед снятием аппарата НТФ, 4 – через 6 месяцев после лечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные в настоящей работы данные с известными оговорками и ограничениями, касающимися, прежде всего, исходной тяжести поражения невральных структур СМ, позволяют заключить, что позвоночно-спинномозговая травма с последующим развитием компрессионно-ишемического синдрома, развившегося на уровне локализации мотонейронных ядер (позвонки D_{IX}-D_{XII}), оказывает более глубокое и пролонгированное воздействие на функционирование системы кортико-мускулярных связей, чем соответствующие альтерирующие воздействия на проводниковые структуры этой системы как периферические (корешки «конского хвоста»), так и центральные (кортикоспинальные тракты). Тем не менее, отмечено, что послеоперационный рег-

ресс функциональной недостаточности отдельных структурных элементов (модулей) сенсомоторного аппарата нижних конечностей возможен и при сегментарном уровне поражения СМ, чему, по нашему мнению, в значительной мере способствует стабильная фиксация поврежденного фрагмента позвоночника аппаратом НТФ, использование мер, направленных на восстановление крово- и ликвородинамики в поврежденном участке СМ и сохранение высокой мобильности пациентов. Результаты проведенных исследований могут оказаться полезными в решении задач прогнозирования функциональных исходов оперативного лечения больных с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы различного уровня.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены особенности функциональных сдвигов в СМ у больных с различной локализацией позвоночно-спинномозговой травмы, дополнительно отраженные в послеоперационной динамике взаимодополняющих ЭМГ-характеристик посттравматического сенсомоторного дефицита.

2. Наиболее выраженные ЭМГ-признаки функциональной недостаточности в до- и после-

операционном периодах отмечены у больных с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы на уровне позвонков D_{IX}-D_{XII}, что топологически соответствует локализации нейронных популяций, образующих сегментарные моторные центры контроля произвольной и рефлекторной активности мышц нижних конечностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берснев В. П., Давыдов Е. А., Кондаков Е. Н. Хирургия позвоночника, спинного мозга и периферических нервов. СПб. : Спец. литература, 1998. 368 с.
2. Гайдышев И. П. Решение научных и инженерных задач средствами Excel VBA и C/C++. СПб. : ВХВ-Петербург, 2004. 512 с.
3. Методы диагностики и электростимуляционной терапии в комплексной реабилитации больных со свежей и застарелой травмой позвоночника и спинного мозга : пособие для врачей / МЗ РФ. РНЦ "ВТО" ; сост. : 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.] // Вестн. РАМН. 2000. № 2. С. 35-41.
5. Скоромец А. А. Топическая диагностика заболеваний нервной системы : рук. для врачей. Л. : Медицина, 1989. 320 с.
6. Угрюмов В. М. Распознавание уровня частичного повреждения и анатомического перерыва спинного мозга // Руководство по нейротравматологии. Часть II. Позвоночно-спинальная травма, повреждения периферических нервов, военно-полевая нейрохирургия / под ред. А. И. Арутюнова. М. : Медицина, 1979. С. 85-92.
7. Шевцов В. И., Худяев А. Т., Люлин С. В. Наружная транспедикулярная фиксация при лечении больных с переломами грудного и поясничного отделов позвоночника. Курган : Дамми, 2003. 207 с.
8. Шендерова Е. А. Тяжесть повреждения спинного мозга в зависимости от характера и уровня повреждения позвоночного канала // Травма позвоночника и спинного мозга (опасности, ошибки, осложнения) : материалы симпозиума. Новокузнецк, 1994. С. 125-128.
9. ЭМГ-характеристики выраженности амиотрофий в системе нижних конечностей у больных с различной степенью посттравматической компрессии спинного мозга / А. П. Шеин [и др.] // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. 2007. № 5. С. 37-42.

Рукопись поступила 01.12.08.

Сведения об авторах:

1. Шеин Александр Порфирьевич – главный научный сотрудник научного клинко-экспериментального отдела физиологии ФГУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова Росмедтехнологий», д.б.н. профессор;
2. Криворучко Галина Алексеевна – старший научный сотрудник научного клинко-экспериментального отдела физиологии ФГУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова Росмедтехнологий»;
3. Чухарева Наталья Александровна – научный сотрудник отдела сенсомоторной физиологии и профилактики, Институт медико-биологических проблем РАН (г. Москва), к.б.н.