

О. Г. Гайко

ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ «АКТИВНОСТЬ ВВЕДЕНИЯ» В НОРМЕ, ПРИ ДЕНЕРВАЦИОННЫХ И ИШЕМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ В МЫШЦАХ

ГУ «Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины»

В работе представлены результаты электромиографического исследования показателя активности введения (АВ) в денервированных и интактных мышцах конечностей у 70 больных с травматическим повреждением периферических нервов и у 46 больных с ишемической контрактурой кисти или стопы. Референсные значения АВ в здоровых мышцах находились в диапазоне 156–228 мс. Была установлена достоверная средней силы корреляционная зависимость значения показателя АВ от давности травмы ($r=-0,6$), то есть АВ прогрессивно уменьшалась с увеличением давности денервационного процесса. При ишемическом поражении мышц наблюдалась специфическая электромиографическая картина: значительно сниженная активность введения или ее отсутствие. Выделены три электромиографических варианта ишемического поражения мышц конечностей.

Ключевые слова: электромиография, активность введения, травма нерва, денервация, ишемия, ишемическая контрактура кисти и стопы.

О. G. Gayko

ELECTROMYOGRAPHIC INSERTIONAL ACTIVITY IN NORMAL, DENERVATED AND ISCEMIC MUSCLES

The results of electromyographic investigation of insertional activity (IA) in the denervated and intact muscles of the limbs in 70 patients with traumatic injury of peripheral nerves and in 46 patients with ischemic contracture of hand or foot were presented in this paper. Reference values of IA in healthy intact muscles were in the range 156–228 ms. Moderate correlation dependence of IA on terms after the injury ($r=-0,6$) with high degree of confidence has been found, IA progressively decreased with increase of denervation terms. Specific electromyographic changes have been revealed in the ischemic muscles: significantly reduced insertional activity or its absence. Three types of electromyographic changes of ischemic lesion of muscles were marked.

Key words: electromyography, insertional activity, nerve injury, denervation, ischemia, ischemic contracture of hand and foot.

Возникновение активности введения (АВ) связано с механическим раздражением или повреждением возбудимых мембран мышечных волокон, которые контактируют с иглой. Введение игольчатого электрода в мышцу вызывает активность в виде группы потенциалов (отрицательных и положительных спайков), которые заканчиваются практически сразу после прекращения перемещения иглы. В норме АВ имеет достаточно широкие диапазоны амплитуды и продолжительности. Параметры АВ зависят от силы, скорости и глубины погружения игольчатого электрода в мышцу. Наиболее важным и информативным параметром АВ является ее длительность, которая по данным разных авторов, в норме колеблется от 50 до 300 мс [6, 15, 18]. При различной патологии АВ может значительно меняться: увеличиваться или уменьшаться [7, 8, 11, 13, 14, 17]. Мы не нашли в доступной нам литературе четких данных о цифровых значениях изменений длительности АВ при денервационных и ишемических поражениях мышц.

Цель исследования – определить референсные значения АВ в норме, характер изменений АВ при патологических процессах в мышцах у больных с травмой периферических нервов и ишемической контрактурой кисти и стопы.

Материал и методы

Представлены данные электромиографического исследования АВ у 70 больных с травматическим повреждением нервов верхних (54 пациента) и нижних конечностей (16 пациентов) по типу полного аксональ-

ного повреждения. Обследование в динамике было выполнено у 33 больных. У каждого больного обследовали от 1 до 3 мышц, всего было обследовано 128 мышц с электромиографическими признаками полной денервации и функций мышцы МО. Исследование АВ выполняли в разное время – от 3 недель до 7 лет после травмы, средний срок составил $12,3 \pm 15,0$ мес.

За давностью денервации (срок после травмы) мышц были распределены на группы следующим образом:

- I группа (денервация до 3-х мес.) - 34 (26,6%);
- II группа (от 3 до 6 мес.) - 25 (19,5%);
- III группа (от 6 до 12 мес.) - 26 (20,3%);
- IV группа (от 12 до 18 мес.) - 19 (14,8%);
- V группа (свыше 18 мес.) - 24 (18,8%) мышц.

Для определения АВ в клинически здоровых мышцах контралатеральной интактной конечности было обследовано 95 мышц, среди которых 78 - верхней конечности (плеча, предплечья и кисти) и 17 - нижней (голен).

Приведены также результаты электромиографического исследования АВ у 46 больных, перенесших местный гипертензионно-ишемический синдром (МГИС) с последующим развитием ишемической контрактуры Фолькмана (ИКФ). Из них 29 пациентов с ишемическим повреждением мышц предплечья и кисти, и 17 - голени и стопы. 38 (82,6%) больных были обследованы в реактивно-восстановительном и 8 (17,4%) - в резидуальном периоде ишемической контрактуры. Средний срок после травмы больных с ИКФ в реактивно-восстановительном периоде составил $6,8 \pm 3,9$; в резидуальном - $50,3 \pm 29,7$ мес.

Всего обследовано 116 больных, из них 92 (79,3 %) мужчин и 24 (20,3 %) женщин, средний возраст которых составлял - 35,7 ± 15,2 лет.

Электромиографическое исследование выполняли на электромиографе «Neuroscreen» (Германия) и «Viking Quest» (США).

Всем больным выполняли электромиографию мышц концентрическим игольчатым электродом диаметром 0,5 мм (с площадью 0,07 мм²). Игольчатую электромиографию мышц выполняли последовательно в 2 режимах регистрации.

Режим введения игольчатого электрода. Измерение АВ у пациентов с травматическим повреждением периферических нервов выполняли в 4 точках мышцы при однократном введении иглы через кожу, усредняя все значения показателя длительности АВ. Пройдя иглой кожу, подкожную клетчатку введение иглы прекращали, на экране регистрировали небольшую активность в момент прикосновения иглы к мышечной ткани. Далее выполняли быстрое погружение иглы в мышцу, что приводило к появлению АВ. Для исследования большего количества участков мышцы при разовом введении электрода при ишемическом повреждении мышц использовали метод «квадранта»: введение электрода в одной точке в четырех направлениях на трех уровнях.

Для объективного анализа использовали количественный параметр - длительность АВ, которую измеряли от начала появления потенциалов введения до их прекращения, то есть от начала отклонения сигнала от осевой (нулевой) линии до его полного возврата к ней. Показатель длительности АВ вычисляли в абсолютных величинах (мс) и в процентном отношении к показателю интактной здоровой мышцы контралатеральной конечности у каждого больного, который принимали за норму (АВ %н). Относительный показатель АВ в пораженных мышцах вычисляли по формуле: $AB \%н = \frac{ABп}{ABи} \times 100$,

где АВп - абсолютное значение АВ в пораженной мышце, АВи - в интактной мышце.

Чувствительность составляла 100-200 мкВ, скорость развертки - 100-200 мс на деление.

Режим покоя мышцы. В норме после введения и окончательной установки электрода в мышцу не определяется никакая патологическая активность. При аксональном повреждении регистрируется спонтанная активность (СА) в виде потенциалов фибрилляций (ПФ), положительных острых волн (ПОВ). Оценка интенсивности СА выполняли с использованием шкалы полуколичественной градации ПФ и ПОВ [15]: 0 - потенциалы отсутствуют; 1 + - единичные потенциалы регистрируются в течение 2-3 секунд и более, как минимум в 2 точках; 2 + - умеренное количество потенциалов регистрируется в 3 точках или более, 3 + - много потенциалов во всех точках; 4 + - интерференционный паттерн (выделить отдельно большинство потенциалов практически невозможно). Чувствительность составляла 50 мкВ, скорость развертки - 10 мс на деление.

Статистический анализ результатов исследования выполнялся с помощью программы Statistica (StatSoft Inc., USA, 6.0)

Результаты и обсуждение

Средняя длительность АВ, исследованной в 95 интактных мышцах контралатеральной конечности у пациентов с

травматическим повреждением нервов, составила 212 ± 28 мс (M ± SD). Значение этого показателя имело довольно широкие колебания - от 140 до 300 мс. Понятие нормы в медицине всегда было предметом дискуссий, особенно в случаях инструментальных и лабораторных методов исследования. Традиционно используют подход к норме как к среднестатистическому показателю, с расчетом среднего значения величины, стандартного отклонения (SD), доверительного интервала и перцентилей. В нашем исследовании значения АВ находилось в пределах:

- 1-го стандартного отклонения M ± SD (212 ± 28 мс) - в 71 (74,7%),
- 2-х стандартных отклонений M ± 2SD (212 ± 56 мс) - в 90 (94,7%);
- 3-х стандартных отклонений M ± 3SD (212 ± 84 мс) - у 95 (100%) случаев.

Величины АВ подчинялись нормальному распределению согласно статистическому закону Гаусса. При этом, в интервал, где значение показателя колебалось в пределах M ± 2SD, попадало 95 % мышц. Диапазон референсных значений равен среднему значению показателя с вычетом (плюс-минус) двух стандартных отклонений (M ± 2SD), то есть показатели нормы определялись как 212 ± 56 мс (156-268 мс). Предполагаю, что, возможно, существуют различия АВ для мышц различных групп, локализации, иннервации, функции и др. мы проанализировали показатель АВ отдельно в дельтовидной, двуглавой мышце плеча, разгибателях пальцев и кисти, передней большеберцовой мышце. Мы не получили существенных достоверных различий значения показателя в этих группах мышц. Среднее значение показателя АВ составило: в мышцах голени - 209 ± 34 мс; в мышцах предплечья - 212 ± 28 мс; в мышцах плеча: двуглавой - 215 ± 25 мс, дельтовидной - 206 ± 17 мс.

При анализе результатов исследования АВ и АВ %н в полностью денервированных мышцах была установлена средней силы обратная корреляционная зависимость этих показателей от давности травмы (r = -0,6), при достаточно высокой вероятности (p = 0,001) (рис. 1). Как видно из представленного графика АВ прогрессивно уменьшалась со временем, т.е. с увеличением давности денервационного процесса.

Анализ длительности АВ в различные сроки после травмы показал, что значение этого показателя, хотя и имело определенную динамику во времени, при этом показывало достаточно широкие колебания в пределах каждой группы мышц. Полученные данные среднего значения и индивидуальных показателей АВ в денервированных мышцах, в зависимости от давности травмы нерва, представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Показатели АВ в денервированных и интактных мышцах в зависимости от давности денервационного процесса

Группа мышц	Давность травмы	Количество мышц	Показатель АВ, мс (M±SD)		АВ%н (M±SD)
			в денервированных мышцах	в интактных мышцах	
I	до 3 мс.	34	234±56*	202±20	116±28
II	3-6 мс.	25	184±50*	222±30	83±19
III	6-12 мс.	26	150±31*	218±26	68±11
IV	12-18 мс.	19	137±41*	224±30	60±12
V	>18 мс.	24	91±23*	214±31	43±9

Примечание * p<0,05 при сравнении показателей в денервированных и интактных мышцах

Таблица 2. АВ та АВ%н в денервированных мышцах в различные сроки после травмы нерва

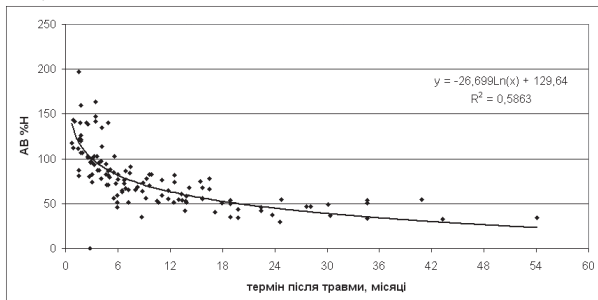
Группа мышц	АВ (количество случаев)			АВ %н (количество случаев)			Общее число мышц
	выше нормы	норма	ниже нормы	выше 100% нормы	70-71% нормы	<50% нормы	
I	7 (20,6)	25 (73,5)	2 (5,9)	24 (70,6)	10 (29,4)	-	34 (100)
II	-	18 (72,0)	7 (28,0)	4 (16,0)	17 (68,0)	3 (12,0)	25 (100)
III	-	9 (34,6)	17 (65,4)	-	10 (38,5)	16 (61,5)	26 (100)
IV	-	5 (26,3)	14 (73,7)	-	4 (21,1)	13 (68,4)	19 (100)
V	-	-	24 (100)	-	-	7 (29,2)	24 (100)

В I группе мышц, обследованных до 3-х мес. после травмы, абсолютные значения АВ в 73,5% случаев находились в пределах нормальных референсных значений, а в 20,6% случаях превышали верхнюю границу нормы. Относительный показатель АВ %н в 70,6% случаев был больше 100%, то есть в той или иной степени увеличен по сравнению с показателем контралатеральной интактной мышцы и только у 29,4% - в пределах 100-71% нормы. Среднее значение АВ денервированных мышц составило 234 ± 56 мс, было достоверно больше среднего значения интактных мышц контралатеральной конечности, АВ %н составляла $116 \pm 28\%$.

Во II группе мышц, обследованных в сроки от 3 до 6 мес. после травмы, абсолютные значения АВ в 72% случаях находились в пределах нормальных референсных значений и только у 28% были снижены. АВ %н только в 16% случаев была больше 100% нормы, у 68% - в пределах 100-71% нормы, у 12% - в пределах 70-50% нормы и у 4% - менее 50% нормы. Среднее значение АВ денервированных мышц составило 184 ± 50 мс, и было достоверно меньше среднего значения АВ интактных мышц контралатеральной конечности, АВ %н составляла $83 \pm 19\%$.

В III группе мышц, обследованных в сроки от 6 до 12 мес. после травмы, абсолютные значения АВ находились в пределах нормальных значений у 34,6% и у 65,4% случаях были снижены. АВ %н была сниженной во всех случаях, в 38,5% случаев была в пределах 100-71% нормы, в 61,5% - в пределах 70-50% нормы. Среднее значение АВ денервированных мышц составило 150 ± 31 мс, и было достоверно меньше среднего значения АВ интактных мышц контралатеральной конечности, АВ %н составляла $68 \pm 11\%$.

В IV группе мышц, обследованных в сроки от 12 до 18 мес. после травмы, абсолютные значения АВ находились в пределах нормальных значений в 26,3% случаев и 73,4% - были снижены. АВ %н во всех мышцах была



По оси Y - АВ %н, по оси X - давность денервационного процесса в месяцах.

Рис. 1. Зависимость показателя АВ %н от давности денервационного процесса

снижена, в 21,1% в пределах 100-71% нормы, в 68,4% - в пределах 70-50% нормы, у 10,5% - менее 50% нормы. Среднее значение АВ денервированных мышц составило 137 ± 41 мс, и было достоверно меньше среднего значения АВ интактных мышц контралатеральной конечности, АВ %н составляла $60 \pm 12\%$.

В V группе мышц, обследованных в сроки свыше 18 месяцев после травмы, абсолютные значения АВ во всех мышцах были снижены. АВ %н во всех мышцах также была сниженной, среди них у 29,2% - в пределах 70-50% нормы, у 70,8% - <50% нормы. Среднее значение АВ денервированных мышц составляла 91 ± 23 мс и было достоверно меньше среднего значения АВ интактных мышц контралатеральной конечности, АВ %н составляла $43 \pm 9\%$.

Только в мышцах I и II группы, обследованных в сроки до 6 мес. после травмы, было выявлено увеличение значения АВ и АВ %н. Увеличение АВ в эти сроки может быть связано с нестабильностью, повышенной возбудимостью мембран мышечных волокон, которая возникает вследствие острой денервации мышцы [13]. В большинстве случаев увеличение абсолютного значения АВ наблюдали в ранние сроки - до 3-6 недель после травмы. Постепенное снижение АВ со временем характеризовало структурные, дегенеративно-дистрофические изменения мышечной ткани. Длительная денервация приводит к атрофии мышечных волокон и увеличению процента жировой и соединительной ткани в мышце, уменьшению количества МВ, генерирующих потенциалы АВ. Именно эти структурные изменения обуславливали снижение АВ при введении игольчатого электрода. Денервационная атрофия возникает довольно рано и фиброзно-жировые изменения в мышцах могут обнаруживаться уже в первые месяцы после травмы [1, 3]. Если реиннервации не происходит, в мышце возникают необратимые структурные изменения, формирование которых происходит в течение нескольких лет. В клинической практике, после длительной денервации в течении 12 мес. и более, способность мышцы к полноценному восстановлению резко падает и в большинстве случаев функция мышц не восстанавливается или восстанавливается неэффективно, несмотря на регенерацию нервных волокон [2,4,5,10,16]. Неудовлетворительное восстановление функции мышцы после длительной денервации связывают с несколькими факторами, среди которых выделяют два основных - прогрессивное снижение регенераторной способности аксонов и необратимые денервационные изменения в мышце [9, 12]. Снижение значения абсолютного показателя АВ в денервированных мышцах регистрировали в 5,9% случаев уже в первые 3 мес., у 28% - 3-6 мес., у 65,4% - 6-12 мес., в 73,7% - 12-18 мес. после травмы и в 100% случаев - в сроки, которые превышали 18 мес. Более ранние изменения наблюдались при анализе показателя АВ %н. Снижение относительного показателя АВ %н в денервированных мышцах регистрировали в 29,4% случаев в первые 3 месяца, у 84% - 3-6 мес. после травмы и в 100% - более 6 мес. после травмы. У больных с последствиями травм конечностей выявленные изменения не могут однозначно быть связаны только с денервационным процессом. Разный уровень и тяжесть повреждения, давность травмы и хирургического вмешательства, сопутствующее ишемическое или трав-

матическое повреждение мышцы могут существенно влиять на структурное состояние мышцы и показатели АВ. Именно этим можно объяснить значительные колебания значения АВ в мышцах при одинаковой давности денервационных процесса.

Снижение абсолютного показателя АВ ниже нормальных референсных значений было обнаружено в 73 мышцах в сроки от 1,5 мес. после травмы. Во всех случаях показатели АВ %н были ниже 81% нормы. При анализе АВ в 93 мышцах с АВ %н <81% нормы было обнаружено, что при АВ в пределах 71-81% нормы (22 мышцы) абсолютный показатель АВ был снижен только в 40,9 % случаев; в пределах 70-60 % нормы (21 мышца) - уже в 66,7 % и только в группе мышц с АВ менее 60% нормы (50 мышц) значение абсолютного показателя АВ было сниженным в 100 % случаев (рис. 2).

Выявленные изменения позволили нам рассматривать АВ %н менее 60 % нормы как объективный критерий уменьшения АВ в денервированной мышце, который характеризует существенные структурные изменения мышечной ткани в виде атрофии с фиброзно-жировой перестройкой.

В полностью денервированных мышцах, клинические и электромиографические показатели функции в которых отсутствуют, АВ и спонтанная активность являются практически единственными объективными электромиографическими критериями, характеризующими структурно-функциональное состояние мышц. Количе-

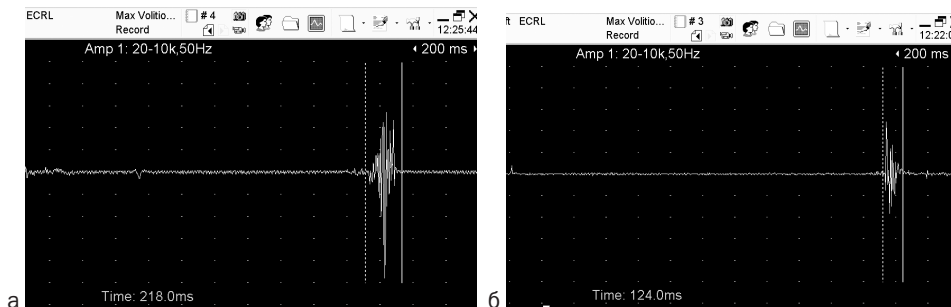


Рис. 2. Активность введения в здоровом лучевой разгибателе пальцев - 218 мс (а) и в денервированной контралатеральной мышце - 124 мс (57% нормы) через 13,4 мес. после травмы лучевого нерва (б)

ственное сравнение в динамике и точный подсчет потенциалов спонтанной активности зачастую невозможен. Поэтому основным показателем оценки глубины и давности денервационных процессов остается АВ.

Ишемическая контрактура кисти или стопы представляет собой патологическое состояние, возникающее вследствие ишемического некроза и последующего фиброзирование мышц. Первым этапом электромиографического исследования было картирование поврежденных ишемией мышц в пределах каждого футляра сегмента конечности. Игольчатая электромиография мышцы проводилась на трех уровнях мышечного брюшка (верхняя, средняя и нижняя треть). Последствия ишемического процесса были обнаружены в 194 мышцах верхней и нижней конечности. Наиболее часто в патологический процесс вовлекался волярный футляр предплечья, задний поверхностный и глубокий футляры голени (таблица 3).

Таблица 3. Распределение ишемически поврежденных мышц различных костно-фасциальных футляров

Костно-фасциальный футляр	Мышцы	Количество исследованных мышц	
		Абс	%
Передний плеча	m. biceps brachii	1	0,51
Волярный предплечья	m. palmaris longus	4	2,06
	m. flexor carpi radialis	10	5,15
	m. flexor carpi ulnaris	6	3,09
	m. flexor digitorum superficialis	25	12,89
	m. flexor digitorum profundus	26	13,4
	m. flexor pollicis longus	12	6,18
Дорсальный предплечья	m. extensor digitorum comunis	16	8,25
	m. extensor carpi ulnaris	3	1,55
	m. extensor carpi radialis	7	3,61
	m. extensor pollicis longus	5	2,58
Тенара	m. abductor pollicis brevis	6	3,09
Центральный кисти	m. lumbricalis	1	0,51
	m. adductor pollicis brevis	5	2,58
Межкостный	m. interossei	1	0,51
Передний голени	m.tibialis anterior	14	7,22
Латеральный голени	m.peroneus longus	4	2,06
Поверхностный задний голени	m. gastrocnemius	17	8,76
	m. flexor digitorum	16	8,25
Глубокий задний голени	m.flexor hallucis longus	9	4,64
	m.tibialis posterior	6	3,09
		194	100

Электромиографическая картина характеризовалась значительным полиморфизмом, зависела от места введения электрода, распространенности ишемического поражения, наличия повреждения периферических нервов. Основным электромиографическим показателем ишемического поражения мышц была активность введения.

Во всех 194 пораженных мышцах АВ была резко уменьшена или практически отсутствовала в нескольких или во всех локусах исследования. Такие изменения АВ связаны с тем, что в зонах некроза или фиброза уменьшено количество или вообще отсутствуют мышечные волокна, которые способны генерировать такую активность. В отличие от клинической классификации, где степень тяжести ишемического

поражения рассматривается с позиций поражения группы мышц и мышечных футляров, мы рассматривали каждую мышцу, как отдельный орган. На основе ретроспективного анализа клинко-электромиографической картины при первичном обследовании были выделены 3 основных варианта ишемического поражения мышцы. Первый и второй варианты наблюдались у больных с исключительно ишемическим поражением мышечной ткани, третий вариант - у пациентов с сочетанием ишемических и денервационных процессов.

Первый вариант представлял собой тотальное ишемическое поражение всей мышцы. При игольчатой электромиографии мышцы на трех уровнях во всех локусах исследования АВ была резко снижена или отсутствовала (рис.3). Отсутствие АВ наблюдали как минимум в 3 точках на каждом уровне. Следует отметить, что во многих случаях мы регистрировали непродолжительную активность введения (10-15 мс), которая напоминала по форме про-

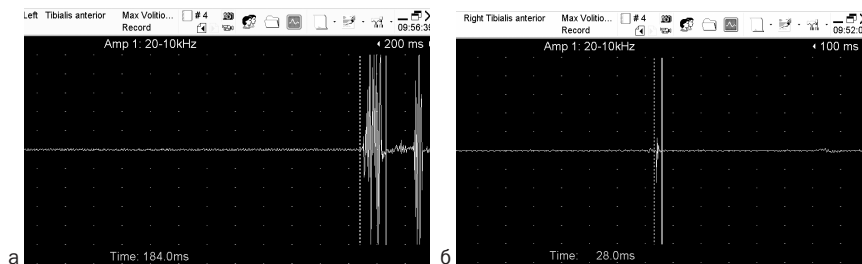


Рис. 3. Результаты исследования АВ у больного с тяжелой степенью ишемической контрактуры стопы. Показатель АВ в интактной (а) и ишемически пораженной передней большеберцовой мышце - 15% нормы (б).

стой 3-х фазный потенциал двигательной единицы. Такая активность могла возникать вследствие контакта игольчатого электрода с любой соединительной тканью (перимизием, сухожилием, фасцией и т.д.) и рассматривалась нами как артефакт. В большинстве локусов исследования АВ отсутствовала или была резко снижена до 20-50 мс, среднее значение составляло 45 ± 22 мс. Для сравнения - среднее значение АВ в полностью денервированных мышцах больных с застарелым травматическим повреждением периферических нервов в сроки, превышающие 18 месяцев после травмы, составляло 91 ± 23 мс, уменьшение АВ в этих случаях было равномерным и в мышцах никогда не выявляли зоны с полным отсутствием активности введения. Спонтанная активность в мышцах при первом варианте ишемического повреждения отсутствовала во всех точках и локусах исследования на трех уровнях мышечного брюшка. Лишь в нескольких случаях регистрировали в отдельных точках СА в виде единичных ПФ и ПОВ. Именно наличие СА и АВ, хотя и резко уменьшенной, указывали на наличие небольших участков мышечной ткани без некроза или фиброза.

Обнаруженные электромиографические изменения при первом варианте указывали на значительную распространенность патологического процесса, т.е. тяжелую степень ишемического поражения с тотальным некрозом или фиброзом мышцы. Такой вариант повреждения был обнаружен в 90 мышцах, преимущественно глубоких сгибателях пальцев, длинного сгибателя первого пальца кисти, сгибателя пальцев стопы и передней большеберцовой мышце.

Ко второму варианту мы отнесли частичное ишемическое поражение мышцы. При таком варианте в мышцах были обнаружены зоны с отсутствием «грубой» ЭМГ-патологии, что характеризовало отсутствие патологических изменений мышечных волокон. В подавляющем большинстве случаев такие изменения выявляли в верхней трети поверхностных сгибателей пальцев кисти или икроножной мышце, находящихся в поверхностных костно-фасциальных футлярах. В большинстве мышц, в средней и нижней трети были обнаружены участки с отсутствием или сниженной АВ. Следует отметить, что в большинстве точек, где регистрировали «аномальную» АВ, ее снижение было менее выраженным, чем при первом варианте поражения. В большинстве случаев показатель находился в пределах 60-130 мс, среднее значение составляло 82 ± 31 мс. В редких случаях в средней и нижней трети регистрировали слабовыраженную СА в виде ПФ, ПОВ (до 2+). Спонтанная активность на этом уровне свидетельствовала о протекающих денервационных процессах вследствие компрессионно-ишемической нейропатии соответствующего

нерва на уровне пораженного футляра. Мозаичные электромиографические изменения наблюдали не только на разных уровнях мышечного брюшка, а также на различной глубине введения игольчатого электрода. Иногда ишемическое поражение мышечной ткани распространялось только на часть мышцы. Так, например, у одного больного наблюдали ишемическое повреждение глубоких сгибателей 2-3 пальцев и сохранение практически нормальной структуры и функции сгибателей 4-5 пальцев кисти.

Второй вариант повреждения был обнаружен в 54 мышцах, большинство которых были поверхностные сгибатели пальцев кисти, локтевой сгибатель кисти, икроножная мышца, расположенные в поверхностных костно-фасциальных футлярах.

Третий вариант характеризовался ишемическими, а также денервационными изменениями в мышце вследствие травматического повреждения соответствующего нерва (проксимальнее пораженного футляра). Как и при первых двух вариантах, электромиографическая картина была полиморфной, но в мышце выявляли как признаки последствий ишемии, так и денервации. Такой вариант повреждения был обнаружен в 50 мышцах. Были выделены 2 степени тяжести указанного поражения, которые зависели от распространенности именно ишемического поражения мышцы. 3.1 вариант (23 мышцы) характеризовался следующей электромиографической картиной - на фоне выявленных зон с отсутствием АВ или ее снижением (среднее значение 76 ± 29 мс), выявляли участки с нормальной АВ. 3.2 вариант (27 мышц) отличался от предыдущего отсутствием участков мышцы с нормальной АВ, среднее значение «аномальной» АВ составляло 48 ± 25 мс. При обоих вариантах в мышце регистрировали спонтанную активность в виде ПФ и ПОВ, но в отличие от «чисто» денервационного процесса она была умеренно выражена и в большинстве случаев находилась в пределах 2-3 +. Характерной особенностью СА при сочетанном ишемически-денервационном поражении мышцы был мозаичный характер ее обнаружения: в некоторых локусах СА отсутствовала, в других была слабо выраженной или наоборот «бурной».

Таким образом, последствия ишемического поражения мышц характеризовались специфической полиморфной электромиографической картиной, которую можно обнаружить только с помощью игольчатой электромиографии мышц. Первым преимуществом этой методики является возможность отдельно исследовать все мышцы различных футляров сегмента, в том числе глубоко расположенных; второй - объективно дифференцировать характер патологического процесса в мышце (денервацию, ишемию и др.) и прогнозировать степень тяжести поражения. Основным объективным электромиографическим признаком некротических или фиброзных изменений мышечной ткани являются: отсутствие и резкое снижение активности введения в нескольких локусах исследования. В отличие от случаев снижения АВ при длительно протекающем денервационном процессе, изменения активности введения в ишемизированных мышцах бо-

лее выражены (до полного отсутствия АВ), выявляются в более ранние сроки (до 1 месяца) после травмы и неодинаковы в различных участках мышцы. При ишемическом поражении наблюдаются мозаичные изменения в мышцах: от полного «биоэлектрического молчания» в некоторых зонах (не регистрируется никакая активность) до наличия зон с отсутствием «грубой» ЭМГ-патологии. В последнем случае обнаруженные ЭМГ-изменения свидетельствуют о сохранности части мышечных волокон.

Выводы

1. Среднее значение электромиографического показателя активности введения в интактных мышцах контралатеральной конечности больных с травматическим повреждением периферических нервов составляет 212 ± 28 мс. Референсные значения абсолютного показателя активности введения в интактных мышцах конечностей находятся в интервале 156-268 мс. Показатель активности введения достоверно не отличается в мышцах предплечья, плеча и голени.

2. Определение нормальных референсных значений показателя активности введения в интактных мышцах позволяет использовать индивидуальный подход к определению и оценке относительного показателя активности введения (% нормы) в каждом конкретном случае. Активность введения менее 60% нормы может рассматриваться как объективный критерий уменьшения абсолютного показателя активности введения в денервированной мышце, который характеризует существенные структурные изменения мышечной ткани в виде атрофии с фиброзно-жировой перестройкой.

3. В денервированных мышцах больных с травматическим повреждением периферических нервов по типу полного аксонального повреждения абсолютный и относительный показатели активности введения прогрессивно уменьшались с увеличением сроков денервационного процесса. Была установлена достоверная средней силы корреляционная зависимость значения активности введения от давности травмы ($r = -0,6$).

4. При последствиях ишемического поражения мышц наблюдается специфическая электромиографическая картина, которая заключается в мозаичности изменений показателей в различных локусах исследования, значительно сниженной активности введения или ее отсутствия.

5. Выделены три основных электромиографических варианта ишемического поражения мышц конечностей: вариант частичного и тотального ишемического поражения мышц и вариант сочетанного ишемически-денервационного поражения.

Литература

1. Савельев, В. А. Отдаленные результаты восстановления периферических нервных стволов верхних конечностей : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. мед. наук : спец. 14.00.27, 14.00.13 "Хирургия", "Нервные болезни" / В. А. Савельев. – Д., 2009. – 23 с.
2. Billington, L. The recovery of long-term denervated rat muscles after Marcaine treatment and grafting / L. Billington, B. M. Carlson // *J. Neurological Sciences*. – 1996. – Vol. 144. – P. 147–155.
3. Campbell, W. W. Evaluation and management of peripheral nerve injury / W. W. Campbell // *Clinical neurophysiology*. – 2008. – Vol. 119, Issue 9. – P. 1951–1965.
4. Carlson, B. M. "The Denervated Muscle" – 45 years later / B. M. Carlson // *Basic Applied Myology*. – 2007. – Vol. 17, № 3–4. – P. 113–117.
5. Carlson, B. M. Reinnervation of long-term denervated rat muscle freely grafted into an innervated limb / B. M. Carlson, J. A. Faulkner // *Experimental neurology*. – 1988. – Vol. 102. – P. 50–56.
6. Chan, K. M. Needle EMG abnormalities in neurogenic and muscle diseases / K. M. Chan // *Clinical neurophysiology and neuromuscular diseases* / Ed. by Brown W. F., Bolton C. F., Aminoff M. J. – Philadelphia : W. B. Saunders, 2002. – P. 359–368.
7. Cuccurullo, S. J. Physical medicine and rehabilitation board review / S. J. Cuccurullo. – N.Y. : Demos Medical Publishing, 2004. – 848 p.
8. Daube, J. D. *Clinical neurophysiology* / J. D. Daube, D. J. Rubin. – N. Y. : Oxford University Press, 2009. – 3-nd edition. – 886 p.
9. Gordon, T. The basis for diminished functional recovery after delayed peripheral nerve repair / Gordon T., Tyreman N., Raji M. A. // *J. Neuroscience*. – 2011. – Vol. 31, № 14. – P. 5325–5334.
10. Harrison, D. H. Current trends in the treatment of established unilateral facial palsy / D. H. Harrison // *Annals of the Royal College of Surgeons of England*. – 1990. – Vol. 72. – P. 94–98.
11. Kimura, J. *Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscles : principles and practice* / J. Kimura. – N. Y.: Oxford University Press, 2001. – [3rd edition]. – 991 p.
12. Lu D.-X. Electron microscopic study of long-term denervated rat skeletal muscle / D.-X. Lu, S.-K. Huang, B. M. Carlson // *The anatomical record*. – 1997. – Vol. 248, № 3. – P. 355–365.
13. Mansukhani, K. A. Interpretation of electroneurophysiographic studies in diseases of neuromuscular junction and myopathies / K. A. Mansukhani, B. H. Doshi // *Neurology India*. – 2008. – Vol. 56, Issue 3. – P. 339–347.
14. Misra, U. K. *Clinical neurophysiology* / U. K. Misra, J. Kalita. – N. D. : Elsevier, 2006. – [2nd edition]. – 464 p.
15. Preston, D. C. *Needle electromyography fundamentals, normal and abnormal patterns* / D. C. Preston, B. E. Shapiro // *Neurol. Clin. N. Am.* – 2002. – № 20. – P. 361–396.
16. Quantitative study of the effects of long-term denervation on the extensor digitorum longus muscle of the rat / Viguie C. A., Lu D.-X., Huang S.-K., Carlson B. M. // *The anatomical record*. – 1997. – Vol. 248, № 3. – P. 346–354.
17. Ross, M. A. *Electromyography* / M. A. Ross // *The pediatric spine : principles and practice* / S. L. Weinstein. – N. Y.: Raven Press, 1994. – P. 1181–1199.
18. Tollison, C. D. *Practical pain management* / Tollison C. D., Satterthwaite J. R., Tollison J. W. – Philadelphia : Lippincott Williams and Wilkins, 2002. – 848 p.