

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ МОТОНЕЙРОННОГО ПУЛА МЫШЦ КИСТИ У БОЛЬНЫХ ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНЬЮ *

Р. П. Любимова, В. В. Косарев

*Кафедра профзаболеваний (зав. — проф. В. В. Косарев) Самарского
медицинского института имени Д. И. Ульянова*

До настоящего времени не вполне решен вопрос о роли местных и рефлекторных механизмов в развитии двигательных нарушений у больных вибропатологией. Под воздействием вибрационного фактора в условиях производства формируется мощный поток импульсов с экстеро-, интеро-, проприорецепторов [6], который изменяет функциональное состояние мотонейрона спинного мозга [3, 4, 11], образует очаг застойного возбуждения в коре и подкорковых образованиях [5, 10], нарушает функцию ретикулярной формации ствола мозга [5, 6]. Большое значение имеют и локальные механизмы воздействия вибрации: микротравматизация нервных окончаний [1, 2], эффект резонанса частот в мышечной ткани [7].

Задачей настоящей работы являлось изучение местных и рефлекторных механизмов воздействия вибрации, статического напряжения мышц на мотонейрон, аксон и синаптический аппарат мышц у больных вибрационной болезнью, возникшей под воздействием локальной вибрации.

В отделении профпатологии проведены клинические, биохимические, электронейромиографические (ЭНМГ) обследования 126 больных (107 мужчин и 19 женщин) вибрационной болезнью в I и II стадиях в результате воздействия локальной вибрации (57 — с первично установленным диагнозом, 69 — трудоустроенных).

40 больных в возрасте $41,3 \pm 1,6$ года были обрущиками, стаж работы виброинструментом, генерирующим низко- и среднечастотную вибрацию, составлял $12,2 \pm 1,0$ год, период трудоустройства — $3,6 \pm 0,4$ года. 45 больных в возрасте $49,2 \pm 1,6$ года работали клепальщиками, подвергались локальной вибрации средних, высоких частот на протяжении $25,5 \pm 1,7$ лет, период трудоустройства — $1,2 \pm 0,2$ года. Полировщики и шлифовщики (41

больной, возраст — $46,0 \pm 1,7$ года) находились под воздействием вибрации высокочастотного спектра в течение $17,6 \pm 1,6$ лет, период трудоустройства — $5,0 \pm 0,8$ лет. Статическое напряжение мышц кисти, по данным санитарно-гигиенической характеристики, выражено у всех профгрупп.

Изучали неврологический статус больных, пороги болевой, вибрационной чувствительности (альгезиметрией, паллестезиометрией), периферическое кровообращение (капилляроскопией, РВГ), состояние электролитного (калий, кальций в сыворотке крови) и белкового обмена (общий белок, белковые фракции) [7].

Функциональное состояние мотонейронного пула мышц кисти оценивали по данным стимуляционной ЭМГ (СЭМГ) локтевого, срединного нервов у запястья, в локтевом сгибе, подмышечной впадине импульсами по 0,5 мс частотой 1 Гц. Изучали амплитуду максимального и минимального М-ответов; количество ДЕ; максимальную амплитуду F-волны, отношение $F_{\text{макс.}} / M_{\text{макс.}} \%$; скорость проведения импульса в следующих сегментах: запястье — локтевой сгиб — подмышечная впадина — передний рог спинного мозга (в последнем сегменте по латентному периоду F-волны). Анализировали время нервно-мышечной передачи — резидуальную латентность (РЛ).

Контролем служили данные, полученные у рабочих предприятия, труд которых не был связан с профессиональной вредностью (20 мужчин в возрасте от 28 до 54 лет).

ЭНМГ выполняли на электромиографе фирмы «Медикор» (Венгрия); определяли средние величины, ошибку средней, достоверность по Стьюденту. Проводили корреляционный анализ показателей СЭМГ со стажем работы виброинструментом и периодом трудоустройства.

Клиника нервно-мышечных изменений при вибрационной болезни у изу-

* Расходы на публикацию данной статьи частично возмещены путем постраничной оплаты.

чаемого контингента описана нами ранее [4]. В настоящем сообщении мы укажем лишь частоту двигательных расстройств у профессиональных групп (табл. 1).

Таблица 1

Частота двигательных расстройств у профессиональных групп на 100 работающих

Синдромы двигательных расстройств	Обрубищи	Клепальщи	Полировщи, шлифовщи
Слабость мышц кистей			
(первичное обследование)	95,0	100	100
трудоустроенные	76,2	88,9	100
Утомляемость в момент статического напряжения			
(первичное обследование)	65,0	68,4	100
трудоустроенные	52,4	63,1	90,0
Гипотрофии мышц кистей			
(первичное обследование)	19,1	21,1	5,6
трудоустроенные	14,3	22,2	15,0
Низкие карпорадиальные рефлекс			
(первичное обследование)	21,4	21,1	27,8
трудоустроенные	23,8	51,9	45,0

Для всех профессиональных групп были характерны резкое снижение амплитуды максимального М-ответа и количества ДЕ, а также изменения РЛ, то есть имелись признаки аксональной дегенерации; кроме того, СПИ снижалась и в изучаемых сегментах (табл. 2).

Особенности воздействия вибрации разных частот и статического напряжения мышц на мотонейронный пул мышц кисти установлены при корреляционном анализе показателей РЛ, СПИ (в сегменте запястье — локтевой сгиб), отношения $F_{\text{макс.}}/M_{\text{макс.}}$ % со стажем работы виброинструментом и периодом трудоустройства.

Выделены 9 типов дегенеративных изменений дистального отдела аксона и миелиновой оболочки: I тип — показатели РЛ и СПИ ниже контроля; II — РЛ ниже, СПИ — в пределах контрольной группы; III тип — РЛ ниже, а СПИ выше контроля; IV тип — РЛ в пределах нормы, СПИ снижена; V тип — нормальные РЛ и СПИ; VI тип — нормальная РЛ и увеличенная СПИ; VII тип — высокая РЛ и сниженная СПИ; VIII тип — высокая РЛ и нормальная СПИ; IX тип — высокая РЛ и увеличенная СПИ. Частота ти-

пов дегенерации у обследованных профессиональных групп представлена в табл. 3.

Для характеристики патологического процесса выбраны следующие группы: с I типом изменений (6 чел.), II (5), III (2), IV (6), V (6), VI (7), VII справа (7) и слева (5), VIII (6), IX (4).

Первый тип патологических изменений терминалей аксона и миелиновой оболочки (сегмент запястье — локтевой сгиб) регистрировался у всех профессиональных групп в периоде контакта с вибрацией и трудоустройства.

Частота синдрома в периоде первичного обследования обрубищ — 18,4 на 100 больных. Стаж работы виброинструментом — от 6 до 12 лет ($10,6 \pm 0,8$). Корреляция показателей СЭМГ с периодом работы виброинструментом наиболее отчетлива для правой руки. Рассматриваемый тип дегенерации характеризовался низкими данными РЛ — $0,63 \pm 0,06$ мс ($P < 0,001$; $r = +0,95$; $P < 0,02$); СПИ — $48,7 \pm 1,2$ м/с ($P < 0,001$; $r = +0,77$; $P < 0,05$); амплитуда максимального М-ответа — $2383,0 \pm 263,8$ мкВ ($P < 0,001$); количество ДЕ — $80,1 \pm 8,1$ ($P < 0,001$). Несмотря на весьма выраженный дегенеративный характер патологии аксона, процесс имел некоторую позитивную направленность: по мере увеличения стажа работа с профессиональной вредностью прослеживалась тенденция к улучшению трофики терминалей аксона и миелиновой оболочки (табл. 2).

Возбудимость мотонейрона, по данным $F_{\text{макс.}}/M_{\text{макс.}}$, к 6 годам стажа повышалась до 15,3% (контроль — $8,5 \pm 0,9$ %), то есть отмечались симптомы ослабления пресинаптического торможения. С увеличением стажа до 11 лет F/M снижалось до 4,2%; ($r = -0,98$; $P < 0,001$).

Второй тип дегенерации аксона с низкими данными РЛ и нормальной СПИ в дистальном сегменте был также характерен для аксона, иннервирующего мышцы гипотенора, и регистрировался у всех профессиональных групп в периоде контакта с вибрацией и трудоустройства.

У клепальщиков частота синдрома при первичном обследовании — 13,2 на 100 больных, стаж работы виброинструментом — от 24 до 35 лет ($27,2 \pm 2,03$), корреляция данных СЭМГ для левой руки. РЛ составила $0,83 \pm$

Типы дегенеративных изменений дистального отдела аксона у больных вибрационной болезнью от воздействия локальной вибрации

Типы дегенераций	Р.Л. мс	М макс., мкВ	М мин., мкВ	Г/М, %	ДЕ	М, мс	СПИ, эфф. м/с	СПИ сег-мента плеча	СПИ сег-мента над-плечья
I тип обрубки, локтевой нерв справа	$0,6 \pm 0,1^{****}$ $г + 0,95^{****}$	$2383,0 \pm 263,8$ $+ 0,68$	$28,7 \pm 3,2$ $+ 0,73^*$	$9,2 \pm 2,2$ $- 0,98^{****}$	$80,1 \pm 8,1$ $+ 0,35$	$12,7 \pm 0,7$ $- 0,94^{****}$	$48,7 \pm 1,2^{****}$ $+ 0,77^{**}$	$63,9 \pm 4,8$ $- 0,91^{***}$	$78,7 \pm 3,9$ $+ 0,69$
II тип клеталышки; локте-вой нерв слева	$0,8 \pm 0,04^{****}$ $+ 0,73^*$	$1460,4 \pm 119,5$	$27,3 \pm 3,1$	$7,03 \pm 0,8$ $+ 0,87^{**}$	$57,6 \pm 7,0$ до 27 лет $+ 0,76^*$ 27-35 лет $- 0,77^*$	$11,9 \pm 0,6$	$57,9 \pm 0,7$ $- 0,9^{***}$	$97,2 \pm 5,0$ $- 0,92^{**}$	$66,4 \pm 7,1$ $+ 0,67$
III тип подпривощики, локте-вой нерв	$0,6 \pm 0,2^{****}$	$762,5 \pm 2,5$	$25,0 \pm 0$	$7,03 \pm 0,8$	$32,0 \pm 4,0$	$11,5 \pm 0,5$	$74,5 \pm 5,7$	$100,0 \pm 5,0$	$182,8 \pm 27,2$
IV тип обрубки, локте-вой нерв справа	$1,6 \pm 0,1$ $+ 0,81$	$2183,3 \pm 415,2$ $+ 0,87^{****}$	$34,0 \pm 4,8^{**}$ $+ 0,7$	$8,3 \pm 1,1$ $- 0,91^{**}$	$69,3 \pm 8,7$ $- 0,7$	$13,7 \pm 1,1$	$48,7 \pm 1,8^{***}$ $- 0,95^{***}$	$59,2 \pm 3,2^{***}$ $- 0,96^{****}$	$90,4 \pm 8,3^{**}$ $+ 0,89^{**}$
V тип обрубки, локтевой нерв слева	$1,6 \pm 0,1$ $- 0,82^{**}$	$1869,8 \pm 200,9$	$33,8 \pm 2,7^{****}$	$7,3 \pm 1,2$ $- 0,91^{**}$	$64,6 \pm 6,5$	$11,6 \pm 0,3$	$61,6 \pm 6,5$ $- 0,86^{**}$	$65,8 \pm 3,3$ $+ 0,8$	$80,7 \pm 4,4$
VI тип клеталышки трудовые, локтевой нерв	$1,7 \pm 0,2$	$2543,8 \pm 675,3$	$41,3 \pm 9,9$ $- 0,91^{***}$	$7,7 \pm 1,6$ $+ 0,82^{**}$ $10,2 \pm 0,8^{**}$ $6-12 лет$ $- 0,96^{***}$	$81,1 \pm 21,5$ $+ 0,97^{***}$ $83,6 \pm 14,8$ $+ 0,68$	$13,4 \pm 1,6$ $+ 0,45$	$69,7 \pm 1,9^*$ $+ 0,53$ $50,0 \pm 0,8^{****}$ $- 0,81^{**}$	$61,2 \pm 7,5$ $- 0,69$ $76,8 \pm 6,6^{**}$ $+ 0,73^*$	$80,7 \pm 6,7$ $+ 0,92^{***}$ $86,5 \pm 9,5$ $+ 0,74^*$
VII тип обрубки, средний нерв, правый	$2,7 \pm 0,2^{***}$ $+ 0,72^{**}$	$1887,5 \pm 361,6$ $+ 0,74^*$	$28,1 \pm 6,8$	$8,12 \pm 2,3$ $10-16 лет$ $- 0,81^*$	$61,0 \pm 8,9$ $- 0,58$	$12,5 \pm 0,04$ $+ 0,65$	$49,2 \pm 0,64^{****}$	$68,3 \pm 11,0$	$97,5 \pm 12,0^{**}$ $- 0,93^{***}$
срединый нерв, левый	$2,7 \pm 0,2^{**}$	$1896,4 \pm 204,3$ $- 0,79^*$	$34,6 \pm 5,4^{***}$ $+ 0,87^{**}$	$11,6 \pm 2,9^{**}$	$66,9 \pm 26,8$	$12,6 \pm 0,7$	$60,4 \pm 1,8$ до 12 лет $+ 0,87$ 12-20 лет $- 0,76^*$	$62,3 \pm 2,5$	$69,9 \pm 4,4$
VIII тип обрубки, средний нерв, левый	$3,04 \pm 0,2^{***}$ $+ 0,82^*$	$2278,3 \pm 701,8$ $+ 0,63$	$24,6 \pm 4,7$ $+ 0,71^*$		более 12 лет $- 0,67$				
IX тип клеталышки, трудовые, локтевой нерв слева	$2,5 \pm 0,1^{**}$	$3307,2 \pm 547,0$	$40,0 \pm 12,5$ $+ 0,78^*$	$8,4 \pm 2,2$ $+ 0,97^{****}$	$113,0 \pm 32,5$ $- 0,55$	$12,9 \pm 1,1$ $+ 0,96^{****}$	$73,1 \pm 3,3^{**}$ $- 0,98^{****}$	$89,8 \pm 14,1$ $+ 0,66$	$67,2 \pm 9,8$ $- 0,62$
Контроль локтевой нерв	$1,9 \pm 0,1$	$5232,1 \pm 210,3$	$22,9 \pm 1,8$	$8,5 \pm 0,9$	$206,8 \pm 18,3$	$13,9 \pm 0,5$	$63,2 \pm 1,6$	$69,7 \pm 1,9$	$81,6 \pm 2,2$
срединый нерв	$2,1 \pm 0,1$	$6299,5 \pm 258,2$	$21,6 \pm 0,9$	$6,8 \pm 0,7$	$266,0 \pm 13,3$	$11,7 \pm 0,3$	$57,2 \pm 0,5$	$66,2 \pm 2,2$	$79,6 \pm 2,7$

Примечание. * $P < 0,1$, ** $P < 0,05$, *** $P < 0,02$, **** $P < 0,01$.

Частота типов нервно-мышечных нарушений дистального сегмента аксона у больных вибропатологией от воздействия локальной вибрации

Профессии	Типы дегенерации	Первичное обследование				Трудоустроенные больные			
		локтевой нерв		срединный нерв		локтевой нерв		срединный нерв	
		стаж, лет	частота на 100 обследованных	стаж, лет	частота на 100 обследованных	длительность трудоустройства	частота на 100 обследованных	длительность трудоустройства	частота на 100 обследованных
Обрубки									
I тип		10,6±0,8	18,4	8,0±1,0	5,3	3,0±0,5	30,4	4,3±0,9	6,5
II		13,0±3,0	7,9	12,0	2,6	2,0	15,2	3,0	4,5
III		—	—	—	—	—	—	6,0	2,2
IV		11,2±1,3	23,7	11,2±1,0	21,1	3,3±0,9	13,0	3,5±1,3	13,0
V		10,8±0,8	28,9	12,1±0,3	10,5	4,2±0,6	23,9	4,2±0,6	19,6
VI		8,0	2,6	12,0	2,6	5,3±0,3	6,5	1,0	2,2
VII		10,0	2,6	12,1±1,3	39,5	2,0	4,4	3,1±0,4	21,7
VIII		13,3±0,7	7,9	13,0±1,5	18,4	2,0	4,4	3,8±0,6	23,9
IX		17,3±2,7	7,9	—	—	1,0	2,2	3,0±1,2	6,5
Клепальщики									
I тип		23,3±2,3	10,5	22,8±2,3	10,5	2,2±0,6	13,5	3,3±1,2	6,3
II		27,2±2,0	13,2	20,0	2,6	2,9±0,6	11,5	—	—
III		—	—	—	—	—	—	—	—
IV		27,3±0,3	7,9	26,2±0,7	18,4	4,3±0,5	30,8	3,5±0,6	27,8
V		25,5±1,8	36,8	28,3±2,6	18,4	3,3±0,6	23,1	2,6±0,5	20,8
VI		33,7±3,3	2,6	—	—	4,8±0,8	7,3	—	—
VII		29,7±1,7	13,2	28,0±1,0	13,2	—	—	3,8±0,9	18,8
VIII		26,5±3,1	10,5	26,9±2,2	31,6	4,0	3,7	3,0±0,4	25,0
IX		27,0±1,0	5,3	17,3±2,7	5,3	2,6±0,6	9,6	3,0	2,1
Полноразлички, шлифовщики									
I тип		16,0±2,4	22,2	13,0±4,0	6,3	4,8±0,4	16,7	6,5±2,5	5,6
II		17,7±2,7	38,9	—	—	4,7±2,3	8,3	—	—
III		36,0	5,6	—	—	—	—	—	—
IV		12,5±4,5	5,6	17,4±3,8	18,5	3,9±0,7	33,3	5,0±1,2	33,3
V		16,8±2,6	19,4	21,3±3,7	21,9	6,6±1,5	30,6	4,4±0,8	19,4
VI		13,0	2,8	—	—	6,0±1,0	5,6	1,0	2,8
VII		—	—	17,0±3,5	12,5	—	—	5,8±1,3	27,8
VIII		22,0	2,8	16,5±2,3	34,4	3,0	2,8	5,0	2,8
IX		22,0	2,8	10,5±2,5	6,3	5,0	2,8	4,7±1,3	8,3

$\pm 0,04$ мс ($P < 0,001$; $r = +0,73$; $P < 0,1$). СПИ — $57,9 \pm 0,7$ м/с ($r = -0,9$; $P < 0,02$), амплитуда максимального М-ответа — $1460,4 \pm 119,5$ мкВ ($P < 0,001$); количество ДЕ — $57,6 \pm 7,0$ ($P < 0,001$; r до 27 лет стажа — $+0,76$; $P < 0,1$; от 27 до 35 лет $r = -0,77$; $P < 0,1$). Процесс имел выраженный дегенеративный характер с незначительными регенераторными проявлениями в зоне терминальной аксона, усилением процессов демиелинизации у стажированных рабочих.

Возбудимость мотонейрона по данным F/M колебалась от 2,4 (стаж — 24 года) до 9,5% (стаж — 35 лет) ($r = +0,87$; $P < 0,05$).

Третий тип дегенерации (весьма редкий, табл. 3) с низкими показателями РЛ ($0,62 \pm 0,15$ мс; $P < 0,001$) и высокой СПИ ($74,5 \pm 5,7$ м/с; $P < 0,05$) зарегистрирован у полировщицы с 36-летним стажем в периоде первичного обследования. Максимальный М-ответ составил лишь $762,5 \pm 37,5$ мкВ ($P < 0,001$); количество ДЕ было снижено до $32,0 \pm 4$ ($P < 0,001$), то есть по данным СЭМГ имелась выраженная дегенерация аксона. Возбудимость мотонейрона FM составляла $7,03 \pm 0,78$ %.

Четвертый тип патологии аксона и миелиновой оболочки с РД в пределах контрольных цифр и низкой СПИ регистрировался при стимуляции локтевых и срединных нервов у всех профгрупп (табл. 2, 3).

У обрубщиков частота синдрома для локтевого нерва — 23,7 на 100 больных. Длительность воздействия профессиональной вредности — от 6 до 18 лет ($11,2 \pm 1,3$). Корреляция данных СЭМГ со стажем наиболее тесная для правой руки. РЛ — $1,61 \pm 0,08$ мс ($r = +0,81$; $P < 0,1$). СПИ снижалась до $48,7 \pm 1,8$ м/с ($P < 0,001$; $r = -0,95$; $P < 0,01$); амплитуда максимального М-ответа — до $2183,3 \pm 415,2$ мкВ ($P < 0,001$; $r = +0,87$; $P < 0,02$), количество ДЕ — до $69,3 \pm 8,7$ ($P < 0,001$; $r = -0,7$). Амплитуда минимального М-ответа увеличилась до $34,0 \pm 4,8$ ($P < 0,05$; $r = +0,7$).

Таким образом, имелись дегенеративные изменения аксона и миелиновой оболочки, которые утяжелялись с увеличением стажа.

В вышележащих сегментах плеча СПИ снижалась до $59,2 \pm 3,2$ м/с ($P < 0,02$; $r = -0,96$; $P < 0,01$), в сегменте надплечья — увеличивалась до

$90,4 \pm 8,3$ ($P < 0,05$; $r = +0,89$; $P < 0,05$).

Возбудимость мотонейрона F/M при стаже от 10 до 19 лет колебалась от 10,7 до 5,2 ($8,26 \pm 1,12$; $r = -0,91$; $P < 0,05$).

Пятый тип дегенерации с РЛ и СПИ был в пределах контроля. Регистрировался при стимуляции локтевых, срединных нервов у рабочих всех профгрупп в периоде контакта с вибрацией и трудоустройством.

Частота синдрома при стимуляции локтевых нервов у обрубщиков — 29,0 на 100 больных. Стаж работы виброструментом — $10,8 \pm 0,8$ (9–11 лет). Корреляция показателей СЭМГ со стажем для левой руки. РЛ — $1,7 \pm 0,1$ мс ($r = -0,82$; $P < 0,05$); СПИ — $61,1 \pm 0,9$ м/с ($r = -0,86$; $P < 0,02$). Амплитуда максимального М-ответа снижалась до $1869,8 \pm 200,9$ мкВ ($P < 0,001$); количество ДЕ — до $64,6 \pm 6,5$ ($P < 0,001$). Амплитуда минимального М-ответа увеличивалась до $33,8 \pm 2,7$ мкВ ($P < 0,01$).

В вышележащих сегментах плеча и надплечья СПИ была в пределах контроля: $65,8 \pm 3,3$ м/с ($r = +0,8$) и $80,7 \pm 4,4$.

Итак, для пятого типа изменений характерны дегенерация аксона, возможность развития демиелинизирующего процесса в сегменте предплечья и улучшения трофики миелиновой оболочки в сегменте плеча. Возбудимость мотонейрона FM увеличилась с 9% (стаж — 9 лет) до 15% (стаж — 11 лет).

Шестой тип дегенерации с нормальными данными РЛ и увеличением СПИ в сегменте предплечья регистрировался в основном у трудоустроенных больных (табл. 3).

У клепальщиков частота при стимуляции локтевого нерва — 7,3 на 100 больных, период трудоустройства — от 3 до 6 лет ($4,8 \pm 0,8$). Корреляция для правой руки. РЛ — $1,7 \pm 0,2$ мс, СПИ — $69,7 \pm 1,9$ ($P < 0,1$; $r = +0,53$). Амплитуда максимального М-ответа снижалась до $2543,8 \pm 675,3$ мкВ ($P < 0,001$; $r = -0,72$); минимального — увеличивалась до $41,3 \pm 9,9$ мкВ ($r = -0,91$; $P < 0,02$); количество ДЕ со стажем увеличивалось до $81,1 \pm 21,5$ ($r = +0,97$; $P < 0,01$). СПИ в сегменте плеча составляла $61,2 \pm 7,5$ м/с, в сегменте надплечья — $80,7 \pm 6,7$ м/с ($r = +0,91$; $P < 0,02$).

Возбудимость мотонейрона FM ко-

лебалась от 5,2% (3 года трудоустройства) до 10,9% (6 лет).

Итак, в периоде трудоустройства клепальщиков от 3 до 6 лет возможны реиннервационные процессы с увеличением количества ДЕ мышц гипотенора с улучшением трофики миелинной оболочки в сегменте предплечья.

Седьмой тип дегенерации аксона с высокими показателями РЛ и замедлением СПИ в дистальном сегменте регистрировался в основном при стимуляции срединных нервов у больных всех профгрупп.

Обрубщиков частота синдрома для правой руки составляла 21,0; для левой — 18,4 на 100 больных. Стаж работы виброинструментом — $12,1 \pm 1,5$ и $10,8 \pm 1,2$ лет (справа и слева — разный за счет разной частоты наблюдений).

РЛ справа повышалась до $2,7 \pm 0,2$ мс ($P < 0,02$; $r = +0,72$; $P < 0,05$); слева — до $2,7 \pm 0,2$ мс ($P < 0,05$); СПИ снижалась справа до $50,0 \pm 0,8$ м/с ($P < 0,001$; $r = -0,81$; $P < 0,05$); слева — до $49,2 \pm 0,6$ м/с ($P < 0,001$). Амплитуда максимального М-ответа уменьшалась справа до $1887,5 \pm 361,6$ мкВ ($P < 0,001$; $r = +0,74$; $P < 0,1$); слева — до $1896,4 \pm 204,3$ мкВ ($P < 0,001$; $r = +0,79$; $P < 0,1$). Амплитуда минимального М-ответа справа была в пределах контроля, слева — увеличивалась до $34,6 \pm 5,4$ мкВ ($P < 0,02$; $r = +0,87$; $P < 0,05$). Количество ДЕ уменьшалось слева до $61,0 \pm 8,9$ ($P < 0,001$), справа — до $83,0 \pm 14,8$ ($P < 0,001$).

СПИ в сегменте плеча возрастала справа до $76,8 \pm 6,6$ м/с ($P < 0,05$; $r = +0,73$; $P < 0,1$), слева — $68,3 \pm 11,0$ м/с. В сегменте надплечья СПИ составляла справа $86,5 \pm 9,5$ ($r = -0,74$; $P < 0,1$), слева — $97,5 \pm 12,0$ ($P < 0,05$; $r = +0,93$; $P < 0,02$).

Возбудимость мотонейрона ФМ справа увеличивалась до $10,2 \pm 0,8\%$ ($P < 0,05$; $r = -0,96$; $P < 0,01$) при стаже от 6 до 12 лет, при стаже от 14 до 19 лет r была равна 0,64. Наибольшее ослабление механизмов пресинаптического торможения отмечалось при стаже 6 (F/M — 18,8%) и 14 лет (F/M — 10,8%). К 12 годам возбудимость мотонейрона ФМ снижалась до 6,9%, к 19 — до 6,7%. Ослабление механизмов пресинаптического торможения сменялось снижением возбудимости мотонейрона. Слева минимальная возбудимость мотонейрона (при ста-

же 10 лет) составляла 2,7%, максимальная (при стаже 16 лет) — 13,3%; при стаже от 10 до 16 лет $-8,1 \pm 2,3\%$ ($r = +0,81$; $P < 0,1$), то есть к 16 годам стажа усиливались процессы ослабления пресинаптического торможения.

Таким образом, для седьмого типа патологии была характерна дегенерация аксона с утяжелением процесса слева и реиннервационными проявлениями терминалей справа. Процессы демиелинизации локализовались в дистальном сегменте и усиливались с увеличением стажа справа. Возбудимость мотонейрона снижалась справа и увеличивалась слева. Описанный характер патологического процесса и его течение связаны с большим воздействием отдачи пневмоинструмента на левую руку, удерживающую зубила во время обрубки.

Восьмой тип дегенерации с высокой РЛ и нормальной СПИ в дистальном сегменте также был характерен для аксона, иннервирующего мышцы тенора, и констатирован у всех профгрупп.

Частота синдрома у обрубщиков — 18,4 на 100 больных. Длительность воздействия профессиональной вредности — $13,0 \pm 1,5$ лет. Корреляция показателей СЭМГ со стажем для левой руки.

РЛ увеличивалась до $3,0 \pm 0,2$ мс ($P < 0,02$; $r = +0,82$; $P < 0,1$). СПИ составляла $60,4 \pm 1,8$ м/с (r до 12 лет контакта с профессиональной вредностью равна $+0,87$; $P < 0,05$; более 12 (13—20 лет) $r = -0,76$; $P < 0,1$). Амплитуда максимального М-ответа уменьшалась до $2278,3 \pm 701,8$ мкВ ($P < 0,001$); минимальный М-ответ — $24,6 \pm 4,7$ мкВ, $r = +0,71$; $P < 0,1$). Количество ДЕ снижалось до $66,9 \pm 26,8$ ($P < 0,001$). Длительность М-ответа увеличивалась со стажем — $12,6 \pm 1,0$ ($r = +0,96$; $P < 0,01$).

Возбудимость мотонейрона увеличивалась с 4,6% при стаже 12 лет до 22,8% при стаже 14 лет и вновь снижалась к 20 годам до 5,4%. Средний показатель F/M при стаже, равном $13,0 \pm 1,5$, составил $11,6 \pm 3,0\%$ ($P < 0,05$).

Таким образом, для восьмого типа патологии характерны дегенеративные изменения аксона, усиливающиеся с увеличением стажа. Регистрировался синдром ослабления супрасегментарных воздействий.

Девятый тип дегенерации с РЛ и СПИ выше контроля был редким. Выявлялся при стимуляции локтевых, срединных нервов у всех профессиональных групп (табл. 3).

У клепальщиков частота синдрома при стимуляции локтевых нервов — 9,6 на 100 больных. Период трудоустройства — от 1 года до 4 лет. Корреляция данных СЭМГ с периодом трудоустройства для левой руки.

При исследовании локтевых нервов у клепальщиков РЛ составила $2,5 \pm 0,1$ мс ($P < 0,05$); СПИ — $73,1 \pm 3,3$ м/с ($P < 0,05$; $r = -0,98$; $P < 0,01$); минимального — $40,0 \pm 12,5$ мкВ ($r = +0,78$; $P < 0,1$). Количество ДЕ по сравнению с данными первичного обследования возрастало до $113,0 \pm 32,5$. Длительность М-ответа имела тенденцию к увеличению: $12,9 \pm 1,1$ мс ($r = +0,96$, $P < 0,01$). Возбудимость мотонейрона усиливалась к 2,6% (2 года трудоустройства) до 12,7% (4 года) — $8,4 \pm 2,2$ ($r = +0,97$; $P < 0,001$).

Таким образом, в периоде трудоустройства у клепальщиков имелись регенераторные проявления аксона.

Выделенные девять типов дегенеративных изменений аксона и миелиновой оболочки невозможно представить по стажевым группам как стадии патологического процесса. Причиной тому является, по-видимому, реиннервационные процессы в терминалях аксона. В реальных условиях новообразования нервно-мышечных контактов протекают, как правило, параллельно с денервацией, на уровне отдельных мышечных волокон или ДЕ, являясь таким образом частью двуединного денервационно-реиннервационного процесса [8].

Процесс дифференцирован по длительности РЛ и динамике процессов демиелинизации.

Установлено, что низкая РЛ (I, II, III типы дегенерации) характерна для терминалей аксона, иннервирующих мышцы гипотенора, которые в процессе рабочей нагрузки и фиксации виброинструмента подвергаются в основном воздействию вибрации и в меньшей мере — статическому напряжению. Возбудимость мотонейрона с увеличением стажа резко снижается. Следовательно, под влиянием вибрации возникают дегенеративные изменения мотонейрона, его аксона и терминалей. В последних происходит перестройка: недостаточность иннервации компенси-

руется расширением зоны за счет образования большего количества терминалей аксона [8], общее количество выбрасываемого передатчика заметно больше, чем в контрольной группе [12].

Результатом таких денервационно-реиннервационных процессов может быть низкая РЛ у больных вибропатологией. При этом некоторые частоты вибрации (по данным корреляционного анализа) оказывают потенцирующий эффект на трофику мотонейрона, а следовательно, и на реиннервационные процессы в синапсе.

При первичном обследовании I, II, III типы дегенерации наиболее часто регистрировались у полировщиков, шлифовщиков (табл. 3), имевших контакт с высокочастотной вибрацией.

В периоде трудоустройства наибольшие реиннервационные проявления синаптических структур отмечались у обрубщиков (I, II типы; табл. 3).

Вторая особенность изменений конечных структур аксона была характерна для мотонейрона, иннервирующего мышцы тенора, которые подвержены воздействию вибрации и статического напряжения в момент рабочей нагрузки. При СЭМГ регистрировалась высокая РЛ (по данным корреляционного анализа), которая по мере увеличения стажа еще более возрастала (VII, VIII, IX типы дегенерации; табл. 2). Статическая нагрузка усиливала воздействие вибрации на мотонейрон, аксон и терминаль, особенно у обрубщиков на левой руке. Снижение возбудимости мотонейрона сменялось ослаблением механизмов пресинаптического торможения. Дегенеративные изменения аксона, его терминалей были более выраженными.

Следовательно, в развитии нервно-мышечных расстройств при вибрационной болезни большее значение имеют нервно-рефлекторные механизмы. Эту концепцию подтверждают и данные о частоте VII, VIII, IX типов дегенерации у всех трех профгрупп, имевших контакт с вибрацией разной частоты. Частота VII, VIII, IX типов дегенерации аксона оставалась высокой и в периоде трудоустройства больных, что можно объяснить недостаточностью регенераторных процессов синаптических структур в зоне иннервации срединных нервов.

В развитии VII, VIII, IX типов патологии аксона нельзя исключить зна-

чение длительности воздействия профессиональной вредности. Отмечалась достоверная разница в данных стажевых групп по сравнению с I, II, III типами нарушений ($P < 0,05$).

Процессы демиелинизации нервных стволов также имели свою особенность. Так I, IV, VII типы дегенерации с демиелинизацией дистального сегмента аксона чаще локализовались справа, II, V, VIII типы с демиелинизацией в проксимальных сегментах — слева. III, IV, IX типы с высокой СПИ в дистальном сегменте регистрировались в основном в периоде трудоустройства.

Отмечалась зависимость и от частного спектра: воздействие вибрации низких и средних частот у обрубщиков сопровождалось I, IV, VII типами дегенерации с демиелинизацией дистального сегмента аксона; средне- и высокочастотный спектр вибрации у клепальщиков, полировщиков, шлифовщиков вызывал демиелинизацию в проксимальных сегментах плеча и надплечья (V, VIII типы дегенерации).

Итак, воздействие локальной вибрации на мышцы гипотенора вызывает дегенеративные изменения мотонейрона, его аксона и терминалей, которые сопровождаются реиннервационными процессами концевых структур аксона, компенсирующих недостаток передатчика импульса. Процесс находится под контролем функции мотонейрона спинного мозга и имеет некоторую позитивную направленность.

При сочетанном воздействии вибрации и статического напряжения мышц тенора низкая возбудимость мотонейрона с увеличением стажа сменяется ослаблением механизмов пресинаптического торможения. Дегенеративные изменения аксона и его терминалей более выражены, процесс имеет тенденцию к нарастанию.

1. *Балан Г. М.* // Гиг. труда.—1986.— № 11.—С. 5—9.
2. *Журавлев А. Б., Комлева Л. М., Ниго-радзе Д. П.* // Гиг. труда.—1987.— № 9.—С. 17—20.
3. *Лебедева М. А., Поляков А. В.* // Нейрофизиология.—1991.— № 1.—С. 57—65.
4. *Любимова Р. П.* // Журн. невропатол. и психиатр.—1990.— № 10.—С. 13—18.
5. *Манасян С. М., Баклаваджан О. Г.* // Физиол. журн. СССР им. Сеченова.—1987.— № 1.—С. 20—27.
6. *Мукулинский А. М., Шейман Л. С., Радзюкевич Г. М.* Воздействие локальной вибрации и вопросы виброзащиты.—Горький, 1983.
7. *Охнянская Л. Г., Никифорова Л. Н.* // Гиг. труда.—1987.— № 1.—С. 27—30.
8. *Поздняков О. М.* Нервный контроль структурно-функциональной организации мышц.—Л., 1980.
9. *Поздняков О. М., Полгар А. А.* Механизмы нейрональной регуляции мышечной функции.—Л., 1988.
10. *Рыжкова М. Н., Артамонова В. Г.* Руководство по профессиональным заболеваниям / Ред. Измеров Н. И.—М., 1983.—Вып. 2.—С. 133—163.
11. *Claus D., Mills K. R., Murray N. M. F.* // Electroencephalogr. and clin. Neurophysiol.—1988.— Vol. 69.— P. 431—436.
12. *Slack J. R., Hopkins W. G.* // Brain Res., 1982.— Vol. 237.— P. 121—235.

Поступила 98.06.93.

FUNCTIONAL STATE OF MOTONEURONIC POOL OF HAND MUSCLES IN PATIENTS WITH VIBRATORY DISEASE

R. P. Lyubimova, V. V. Kosarev

Summary

The clinical electroneuromyographic data of examinations of 126 patients with vibratory disease as a result of the action of local vibration in the period of vibroinstrument work and job placement are analyzed. As many as 9 types of axon distal segment degeneration are provided. The motoneuron excitability in every type of degeneration is analyzed. The peculiarities of the action of vibration of low, medium and high frequencies are noted.