

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЗОНАНСНОЙ ВИБРАЦИИ НА СОСТОЯНИЕ МЫШЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ КОНЕЧНОСТИ ПОСЛЕ ШВА СЕДАЛИЩНОГО НЕРВА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Карпова О.В., Писарев В.В., Шапин В.И., Герасимова И.Д.

ГБОУ ВПО «Ивановская государственная медицинская академия Минздрава России», Иваново, e-mail: karpulechka@mail.ru

Исследование проводилось на 42 белых беспородных крысах-самцах, в возрасте 2-3 месяцев, весом от 200-300 г. Были созданы три группы животных по 17 крыс в каждой. 1-я группа – лабораторные крысы здоровые, которым не производилось оперативное вмешательство (контрольная группа) – включала 8 животных, 2-я группа – после фасцикулярного шва седалищного нерва, 3-я группа – животные после фасцикулярного шва седалищного нерва и воздействия резонансной вибрации на область средней трети бедра – составляла 17 крыс. Для оценки функционального состояния нервно-мышечного аппарата использовался инструментальный метод исследования – электромиография (ЭМГ). Исследование проводилось в два этапа: первый этап – оперативный – с пересечением седалищного нерва и последующим его швом; второй этап эксперимента – исследование, начинался на 7 сутки после операции, обследование проходило еженедельно на протяжении двух месяцев. Оценивались показатели изменений мышечной активности конечности после шва седалищного нерва нижней конечности. Доказано, что резонансная вибрация оказывает положительное влияние на состояние мышечной активности крысы в периоде восстановления после сшивания седалищного нерва.

Ключевые слова: седалищный нерв, восстановление нерва после шва, резонансная вибрация.

STUDY OF THE EFFECT ON THE STATE OF THE RESONANT VIBRATION LIMB MUSCLE ACTIVITY AFTER SCIATIC NERVE SUTURE IN THE EXPERIMENT

Karpova O. V., Pisarev V.V., Shapin V.I., Gerasimova I.D.

Public budgetary educational institution of higher education «Ivanovo state medical academy of Ministry of health and social development of the Russian Federation», Ivanovo, e-mail: karpulechka@mail.ru

The study was conducted on 42 white outbred male rats, aged 2-3 months, weighing 200-300 gr. Were created three groups of animals of 17 rats each. Group 1 – lab rats healthy, which there was surgical intervention (control group) consisted of 8 animals, group 2 - fascicular suture of the sciatic nerve, group 3 – animals after fascicular suture of the sciatic nerve and the effects of resonant vibration in the region of the middle third of the thigh was 17 rats. To assess the functional state of neuromuscular apparatus was used instrumental method studies – electromyography (EMG). The study was conducted in two stages: the first stage – operational stage – from the intersection of the sciatic nerve and its subsequent suture, the second stage of the experiment the study began on day 7 after surgery, the examination was conducted weekly for two months. Were estimated changes of muscle activity of the limb after suture of the sciatic nerve of the lower limb. It is proved that the resonance vibration has a positive impact on the muscle activity of the rats during the recovery period after suturing of the sciatic nerve.

Keywords: the Sciatic nerve, restoration of a nerve after a seam, resonant vibration.

Травмы периферических нервов достаточно широко распространены. Травмы периферических нервов верхних конечностей приводят к инвалидности [2; 5]. Инвалидность от последствий травм периферических нервов составляет 1,55,3% всех случаев инвалидности пациентов с повреждениями верхней конечности. В своей повседневной жизни каждый человек постоянно сталкивается с низкочастотной вибрацией. Кратковременное её влияние на организм не ощутимо и не приводит к каким-либо последствиям [7]. Экспериментальное изучение этой проблемы показало, что умеренное применение вибрации может иметь положительное значение [6]. Вибрация является одним из самых доступных физических

факторов воздействия на физиологические системы организма. Существует мнение, что при действии вибрации может проявиться двухфазная реакция на раздражение: слабое действие – стимулирует интенсивность биологических процессов, более сильные их подавляют [1]. Существует резонансная гипотеза, согласно которой вибрация определенной частоты в организме совпадает с вибрацией определенной частоты внешней среды и приводит в резонансное состояние все системы организма [3]. Кроме того, полагают, что все рецепторы, воспринимающие механические колебания, с точки зрения механики, являются резонаторами характерных для данного вида частот. Поэтому полагают, что в основе деятельности механорецептора лежит принцип резонанса [4]. Действие вибрации будет зависеть от того, какое исходное функциональное состояние биологического объекта. Поэтому при определении действия вибрации на организм человека следует учитывать пол, возраст и другие параметры.

Целью работы явилось изучение влияния резонансной вибрации на состояние мышечной активности конечности после шва седалищного нерва в эксперименте.

Материал и методы исследований

Экспериментальное исследование проводилось на 42 белых беспородных крысах-самцах, в возрасте 2-3 месяцев, весом от 200-300 г.

Для исследования были созданы 3 группы животных.

1-я группа: лабораторные крысы здоровые, которым не производилось оперативное вмешательство (контрольная группа) - включала 8 животных.

2-я группа: лабораторные крысы после фасцикулярного шва седалищного нерва - составляла 17 крыс.

3-я группа: лабораторные крысы после фасцикулярного шва седалищного нерва и воздействия резонансной вибрации на область с/3 бедра - составляла 17 крыс.

Для оценки функционального состояния нервно-мышечного аппарата использовался инструментальный метод исследования - электромиография (ЭМГ).

Исследование проводилось в два этапа.

I этап. Оперативный метод - с пересечением седалищного нерва и последующим его швом. Под эфирным наркозом с фиксацией экспериментальной крысы на деревянном планшете с правого бедра удалялся волосяной покров; кожа трижды обрабатывалась 70° спиртовым раствором. По задней поверхности бедра проводился разрез длиной $\approx 3,5$ см, тупо и остро разделялись мышцы, выделялся седалищный нерв, который пересекался в средней его трети. Под операционным микроскопом при 25-кратном увеличении с использованием микрохирургического инструментария производился фасцикулярный шов седалищного нерва нитью пролен 8/0.

II этап эксперимента - исследование. Начинаясь на 7-е сутки после операции. Обследование происходило еженедельно на протяжении 2 месяцев (1-2-3-4-5-6-7-8 недели). Животные помещались в специально разработанный станок, где задние лапы фиксировались, при этом правая задняя лапа фиксировалась на твердо закрепленной горизонтальной площадке.

На лабораторных крысах 3-й группы была использована экспериментальная установка - вибростенд для нанесения локального резонансного вибрационного воздействия на оперированную конечность. Вибровод устанавливался в проекции шва седалищного нерва, вибродатчик располагался на 2 мм дистальнее. Задавался диапазон частоты от 20 до 40 Гц. В последующем производилось вибровоздействие на выявленной резонансной частоте в течение 10 минут на протяжении 10 дней (начиная с 7-го дня после оперативного вмешательства). На втором этапе исследования проводилась регистрация показателей ЭМГ. Запись электромиограммы и ЭНМГ проводились с помощью аппарата, предоставленного нам компаний ООО «Нейрософт», с регистрацией на компьютере при помощи программы «Нейро – МВП-4».

Результаты исследования

В течение 1 недели происходит увеличение электрической активности мышц. К увеличению амплитуды приводит перестройка двигательных единиц в мышце. У группы крыс, не подвергавшихся действию резонансной вибрации, максимальная амплитуда увеличилась ко 2-й неделе до $308,0 \pm 33,6$ (табл. 1), затем уменьшилась почти вдвое ($150,0 \pm 22,20$) и сохранялась примерно на одном уровне в течение всех 8 недель.

Таблица 1

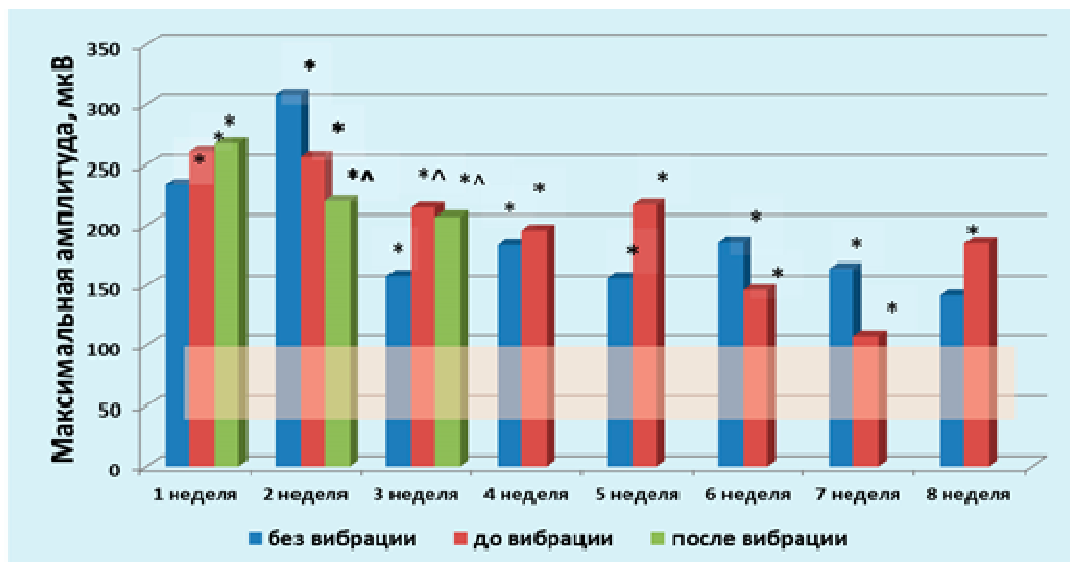
Влияние резонансной вибрации на изменения максимальной амплитуды электромиограммы мышцы крыс в периоде восстановления после сшивания седалищного нерва

Воздействие вибрацией	Контроль	Недели исследования							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Без вибрации	$61,8 \pm 11,9$	$233,9 \pm 25,2^*$	$308,0 \pm 33,6^*$	$150,0 \pm 22,20^*$	$183, \pm 1 5,5^*$	$156, \pm 2 1,9^*$	$185, \pm 25,0^*$	$164, \pm 22,7^*$	$141, \pm 21,3^*$
С вибрацией	$61,8 \pm 11,9$	$261,61 \pm 28,44^*$	$265,5 \pm 30,09^*$	$214,83 \pm 53,77^{*\wedge}$	$196, \pm 19,8^*$	$217, \pm 31,1^*$	$146, \pm 17,1^*$	$107 \pm 20,33$	$185, \pm 32,0^*$
После сеансов вибрации	$61,8 \pm 11,9$	$268,12 \pm 13,73^*$	$220,0 \pm 24,95^{*\wedge}$	$207,03 \pm 21,96^{*\wedge}$	-	-	-	-	-

Примечание: * - $p < 0,05$ по сравнению с контрольными значениями;

$\wedge$ - $p < 0,05$ по сравнению с группой без вибрации.

При применении резонансной вибрации начальное повышение максимальной амплитуды сохранялось в течение первых 6 недель (рис. 1).



Обозначения:

*- $p < 0,05$ по сравнению с контрольными значениями;

^ - $p < 0,05$ по сравнению с группой без вибрации;

— - уровень контрольных значений

Рис.1. Изменение максимальной амплитуды в течение эксперимента

На второй неделе действие локальной резонансной вибрации приводило к достоверному уменьшению максимальной амплитуды по сравнению с группой без вибрации, а на 3-й неделе она была выше ($214,83 \pm 53,77$) показателей миограммы группы крыс, не подвергавшихся действию резонансной вибрации ($150,0 \pm 22,20$). На 7-й неделе показатели практически возвращались к уровню исходных значений ($107 \pm 20,33$). На 8-й же максимальная амплитуда вновь начинала повышаться до $185, \pm 32,0$. Действие локальной резонансной вибрации стабилизирует изменения максимальной амплитуды электромиограммы мышц и приводит к тому, что к 7-й неделе максимальная амплитуда возвращалась к исходному уровню. Механические колебания вибрационных частот быстрее нормализуют биоэлектрическую активность мышцы (Н.К. Трапезникова, 1983).

Результаты по средней амплитуде электромиограммы мышцы крыс в периоде восстановления после сшивания седалищного нерва представлены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние резонансной вибрации на изменения средней амплитуды электромиограммы мышцы крыс в периоде восстановления после сшивания седалищного нерва

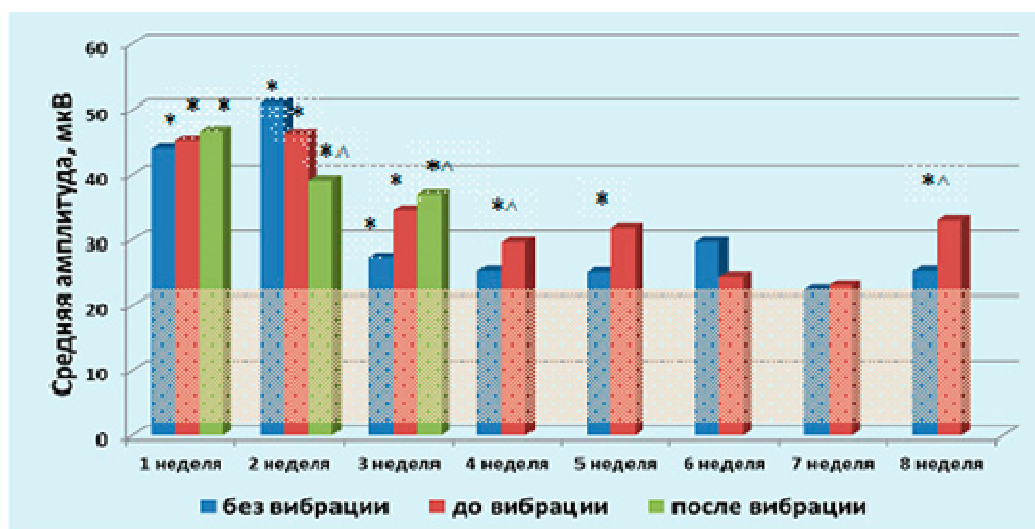
Воздействие вибрацией	Контроль	Недели исследования							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Без вибрации	20,3 1,4	43,9± 3,7*	50,9± 4,2*	27,34± 2,63*	25,3± 2,0	25,1± 2,4	29,6± 3,9	22,3± 2,8	25,3± 3,9
С вибрацией	20,3	45,10±	46,21±	34,59±	29,5±	31,8±	24,3±	22,9±	33,0±

	1,4	4,53*	4,62*	4,99*	2,27*^	4,40*	2,83	2,47	5,24*^
После сеансов вибрации	20,3	46,62±	39,08±	36,86±	-	-	-	-	-
	1,4	2,36*	3,50*^	3,29*^					

Примечание: * - $p < 0,05$ по сравнению с контрольными значениями;

^ - $p < 0,05$ по сравнению с группой без вибрации.

В течение первой недели у обеих групп крыс наблюдали повышение средней амплитуды электромиограммы мышц. У крыс, не подвергавшихся воздействию локальной резонансной вибрации, средняя амплитуда увеличивалась ко 2-й неделе до $50,9 \pm 4,2$, затем уменьшилась вдвое ($27,34 \pm 2,63$) и сохранялась примерно на этом уровне в течение восьми недель (рис. 2).



Обозначения:

* - $p < 0,05$ по сравнению с контрольными значениями;

^ - $p < 0,05$ по сравнению с группой без вибрации;

— уровень контрольных значений

Рис. 2. Изменение средней амплитуды в течение эксперимента

При применении резонансной вибрации начальное повышение средней амплитуды сохранялось в течение первых восьми недель. На 2-й неделе действие локальной резонансной вибрации приводило к достоверному уменьшению средней амплитуды по сравнению с группой без вибрации. На 6-7-й неделях данный показатель электромиограммы практически возвращался к исходному уровню значений, но на 8-й неделе вновь начинал повышаться до $33,0 \pm 5,24$.

Действие локальной резонансной вибрации стабилизирует изменение средней амплитуды электромиограммы мышцы и приводит к тому, что к 6-й неделе средняя амплитуда возвращалась к исходному уровню.

Следующим параметром изучения электромиограммы мышцы крыс была суммарная амплитуда. Результаты по ней представлены в табл. 3.

Влияние резонансной вибрации на изменения суммарной амплитуды электромиограммы мышцы крыс в периоде восстановления после сшивания седалищного нерва

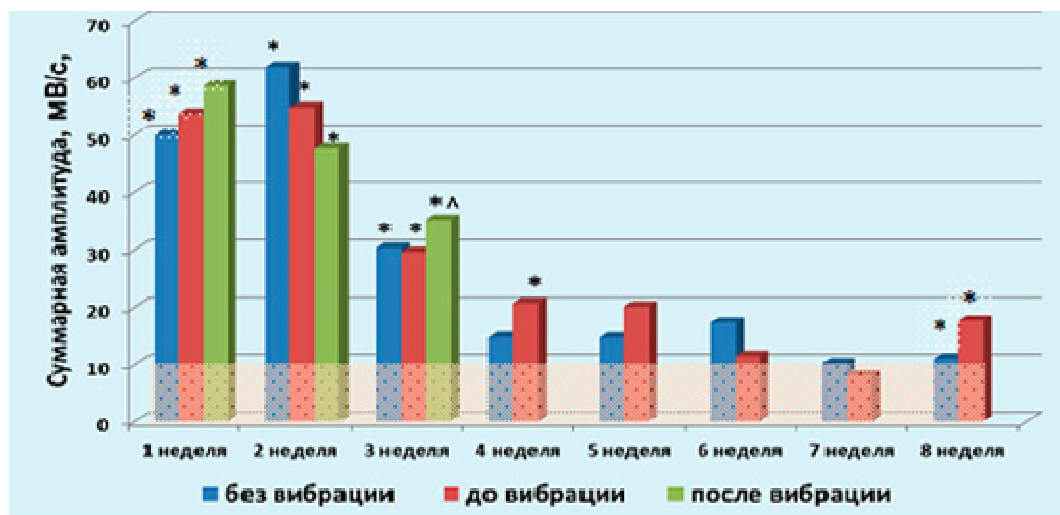
Воздействие вибрацией	Контроль	Недели исследования							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Без вибрации	10,1± 0,9	50,0± 5,5*	61,9± 6,8*	30,34± 8,33*	14,7± 2,3	14,6± 2,4	17,3± 4,3	10,2± 1,8	11,0± 2,6
С вибрацией	10,1± 0,9	53,72± 7,41*	54,83± 8,77*	29,59± 7,39*	20,6± 2,34*	20,0± 5,41	11,4± 1,73	7,98± 1,43*	17,6± 2,64*
После сеансов вибрации	10,1± 0,9	58,58± 4,87*	47,65± 7,16*	35,22± 6,07*^	-	-	-	-	-

Примечание: *- p < 0,05 по сравнению с контрольными значениями;

^ - p < 0,05 по сравнению с группой без вибрации.

В течение 1-й недели увеличивается электрическая активность мышц.

У крыс, не подвергавшихся вибровоздействию, суммарная амплитуда увеличивалась ко 2-й неделе до 61,9±6,8, затем уменьшилась вдвое (30,34±8,33) и с 4-й недели возвращалась к исходному уровню (14,6±2,4) (рис. 3).



Обозначения:

*- p < 0,05 по сравнению с контрольными значениями;

^ - p < 0,05 по сравнению с группой без вибрации;

- уровень контрольных значений

Рис. 3. Изменение суммарной амплитуды в течение эксперимента

Это обусловлено уменьшением количества мышечных волокон, способных к активации (Зенков Л.Р. и Ронкин М.А., 1982). При применении резонансной вибрации начальное повышение суммарной амплитуды сохранялось в течение первых 4 недель, но на 5-6-й неделях она практически возвращалась к исходному уровню (11,4±1,73). На седьмой же неделе была ниже контрольных значений (7,98±1,43). На 8-й неделе суммарная амплитуда электромиограммы вновь начинала повышаться с 7,98±1,43 до 17,6±2,64. Действие вибрации стабилизирует изменение суммарной амплитуды электромиограммы

мышцы и приводит к тому, что к 5-й неделе суммарная амплитуда возвращалась к уровню исходных значений.

В течение первой недели повышается электрическая активность мышцы по изменению средней частоты электромиограммы (табл. 4).

Таблица 4

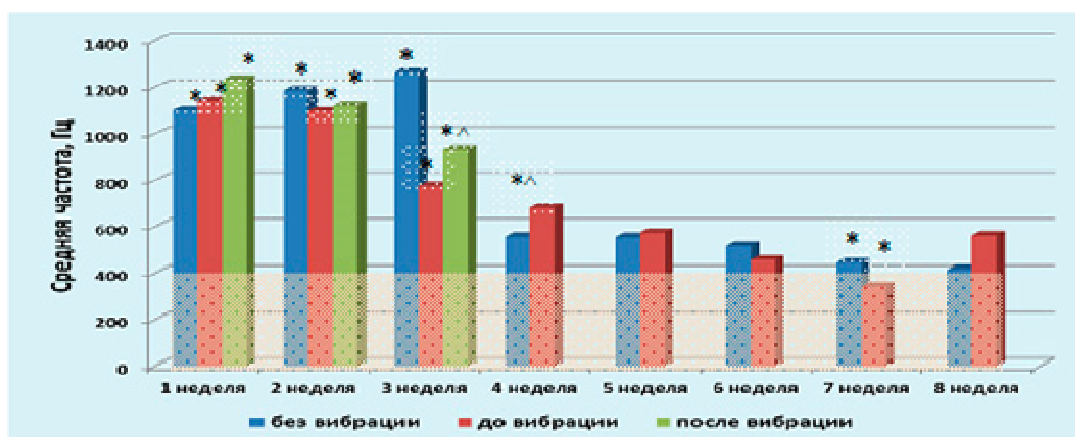
Влияние резонансной вибрации на изменения средней частоты электромиограммы мышцы крыс в периоде восстановления после сшивания седалищного нерва

Воздействие вибрацией	Контроль	Недели исследования							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Без вибрации	497,9 ± 10,5	1099,6 ± 64,2*	1187 ± 60,2*	1261,3 ± 507,2*	556,6 ± 48,6	554 ± 53,3	517,5 ± 51,7	443,8 ± 19,1*	417,4± 34,1
С вибрацией	497,9 ± 10,5	1142,06± 58,20*	1096,5 ± 76,35*	775,00 ± 60,03*	678,79 ± 42,43*^	678,7 9± 42,43	457,60 ± 35,32	342,13 ± 47,74*	561,8± 79,46
После сеансов вибрации	497,9 ± 10,5	1233,41± 56,70*	1119,5 ± 82,43*	931,60± 98,26*^	-	-	-	-	-

Примечание: *- p < 0,05 по сравнению с контрольными значениями;

^ - p < 0,05 по сравнению с группой без вибрации.

У группы крыс, не подвергавшихся воздействию локальной резонансной вибрации, средняя частота электромиограммы увеличивается к 3-й неделе до 1261,3±507,2, затем уменьшается примерно вдвое (556,6±48,6) и сохраняется на этом уровне до 6-й недели (рис. 4).



Обозначения:

*- p < 0,05 по сравнению с контрольными значениями;

^ - p < 0,05 по сравнению с группой без вибрации;

- уровень контрольных значений

Рис. 4. Изменение средней частоты электромиограммы в течение эксперимента

На 7-8-й неделе происходило снижение средней частоты по сравнению с контрольными значениями. Наступает постепенное угнетение биоэлектрической активности мышц, возможно, в дальнейшем и вплоть до полного биоэлектрического молчания, это

связано с гибелью большинства нервных волокон (Бадалян Л.О. и Скворцов И.А., 1986). При применении резонансной вибрации начальное повышение средней частоты сохранялось в течение 4 недель, но с 5-й по 7-ю неделю происходил спад средней частоты электромиограммы мышцы. На 8-й неделе вновь происходило её увеличение. Резонансная вибрация способствует большей стабилизации средней частоты электромиограммы мышцы.

Результаты по отношению амплитуды к частоте электромиограммы мышцы крыс представлены в табл. 5.

Таблица 5

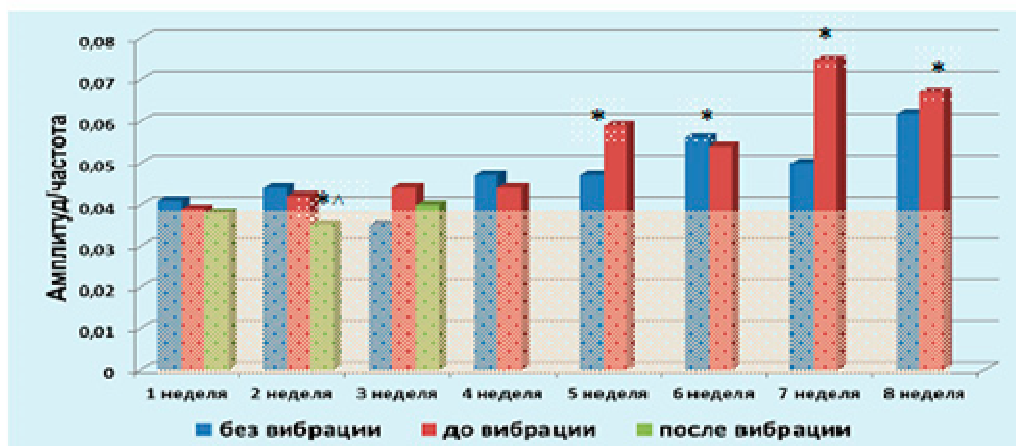
Влияние резонансной вибрации на изменения амплитуда/частота электромиограммы мышцы крыс в периоде восстановления после сшивания седалищного нерва

Воздействие вибрацией	Контроль	Недели исследования							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Без вибрации	0,041	0,041	0,044	0,035	0,047	0,047	0,056	0,050	0,06
	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0,002	0,003	0,004	0,003	0,003	0,004	0,003*	0,005	0,007^*
С вибрацией	0,041	0,039	0,042	0,044	0,044	0,059	0,054	0,075	0,07
	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,008*	0,006	0,015*	0,015
После сеансов вибрации	0,041	0,038	0,035	0,040	-	-	-	-	-
	±	±	±	±					
	0,002	0,002	0,001*^	0,003					

Примечание: *- $p < 0,05$ по сравнению с контрольными значениями;

^ - $p < 0,05$ по сравнению с группой без вибрации.

Отношение амплитуды к частоте электромиограммы у группы крыс, не подвергавшихся воздействию локальной резонансной вибрации, не стабильно, а у группы крыс с воздействием вибрации - повышается, особенно выражено это на 7-й неделе исследования ($0,075 \pm 0,015$), к 8-й же неделе вновь происходит снижение данного показателя до $0,07 \pm 0,015$ (рис. 5).



Обозначения:

*- $p < 0,05$ по сравнению с контрольными значениями;

^ - $p < 0,05$ по сравнению с группой без вибрации;

— - уровень контрольных значений

Рис. 5. Изменение отношения амплитуды к частоте в течении эксперимента

Вывод состоит в том, что резонансная вибрация оказывает положительное влияние на состояние мышечной активности крысы в периоде восстановления после сшивания седалищного нерва.

Список литературы

1. Карпова Н.И. Вибрация и нервная система. - Л. : Медицина, 1976. - 168 с.
2. Хирургическая тактика лечения больных с повреждениями нервов / А.В. Козлов и др. // Хирургия периферической нервной системы : материалы III Съезда нейрохирургов России. - СПб., 2002. — С. 526-527.
3. Микулинский А.М., Черепнов В.Л. Вибрационная болезнь // Гигиена и санитария. - 1986. - № 11. - С. 70-71.
4. Романов С.Н. Биологическое действие механических колебаний. - М. : Наука, 1983. - 219 с.
5. The biology and restorative capacity of long-term denervated skeletal muscle / B.M. Carlson et al. // Basic. Appl. Myol. - 2002. - № 12. - P. 247-254.
6. Issurin V.B., Liebermann D.G. Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility // J. Sports. Sci. - 1994. - Vol. 2. - № 6. - P. 561-566.
7. Kennedy G., Rhan F. Endothelial activation and response in patients with hand arm vibration syndrome // Eur. J. Clin. Invest. - 1999. - Vol. 29, N 7. - H. 577-581.