

Дата публикации: 1.03.2021

DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_01_7

УДК 615.8+612.741

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЛИЯНИЯ АВТОРСКОЙ МЕТОДИКИ НЕПРЯМОГО МАССАЖА НА СОСТОЯНИЕ МЫШЦ ПО ДАННЫМ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ

Е.А. Сазонова¹, Е.М. Литвиченко², Е.В. Быков¹, Р.Г. Перемазова¹
ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет физической
культуры», Челябинск, Россия¹

ООО «Аватар», Центр массажных практик, г. Новосибирск²

Ключевые слова: непрямой массаж, мышцы, синергисты и антагонисты, тонус, поверхностная электромиография, биоэлектрическая активность.

Аннотация. Представлены результаты влияния авторского метода «непрямого массажа» на состояние скелетных мышц по данным поверхностной электромиографии. Выявлен высокий коррекционный эффект методики непрямого массажа. Показано, что достигшие нормальных значений показатели тонуса мышц сохранили этот эффект через месяц после проведенного курса (широчайшая мышца спины и трапециевидная в покое и в напряжении), имеющие тенденцию к положительной динамике либо остались на том же уровне (широчайшая мышца спины, передняя большеберцовая, большая грудная – при напряжении), либо улучшились (большая грудная, передняя большеберцовая, большая ягодичная в покое, икроножная, двух- и четырехглавая в покое и при напряжении). Однако, ряд полученных результатов является неоднозначным, что требует дальнейшего изучения.

RESULTS OF THE INFLUENCE OF THE AUTHOR'S METHOD OF INDIRECT MASSAGE ON THE STATE OF MUSCLES ACCORDING TO SURFACE ELECTROMYOGRAPHY

E.A. Sazonova¹, E.M. Litvichenko², E.V. Bykov¹, R.G. Peremazova²
¹FSBEI of HE “The Ural State University of Physical Culture”, Chelyabinsk,
Russia

²LLC “Avatar”, Center for Massage Practices, Novosibirsk, Russia

Key words: indirect massage, muscles, synergists and antagonists, tone, surface electromyography, electrobiological activity.

Annotation. The author's method of «indirect massage» results influence over a state of skeletal muscles according to surface electromyography are presented in the article. A high corrective effect of the indirect massage technique was revealed.

It is shown, that normal indicators of muscle tone maintained this effect in a month after the course (latissimus dorsi and trapezius at rest and in tension), which tend to positive changes either remained at the same level (latissimus dorsi, anterior tibial, pectoralis major – in tension), or improved (pectoralis major, anterior tibialis, gluteus maximus at rest, gastrocnemius, quadriceps femoris and biceps femoris at rest and in tension). However, a number of the obtained results are ambiguous, and it requires further research.

Введение. Важное место в создании коррекционной программы при восстановлении спортивной результативности занимает диагностика. Автором был разработан метод коррекции мышечно-тонического дисбаланса (непрямой массаж), который позволяет оперативно получить информацию как об исходном состоянии мышц, так и об эффективности коррекции выявленного дисбаланса [4].

Разработка новых и совершенствование традиционных спортивных и оздоровительных технологий неразрывно связаны с уровнем знаний о структуре и физиологических процессах нервно-мышечного аппарата, а также о механизмах управления движениями различной координационной сложности. Эти знания могут быть существенно углублены и расширены с помощью использования метода поверхностной электромиографии (пЭМГ) – регистрации электрической активности скелетных мышц в состоянии покоя и при выполнении произвольных двигательных действий [5,7]. Регистрируя суммарную активность всех активированных двигательных единиц, пЭМГ позволяет судить: о взаимодействии двигательных единиц одной мышцы, различных мышц (синергистов и антагонистов); дает возможность исследовать одновременно до пяти мышц; оценить распространенность поражения и степень выраженности в различных мышечных группах, и, в зависимости от полученных результатов, определить дальнейшую тактику электромиографического исследования. Количество электродов определяется мышцами, с которых записывается пЭМГ. Референтные электроды в зависимости от исследуемых мышц располагают на запястье [1].

Цель исследования. Изучить влияние авторского метода «непрямого массажа» на состояние некоторых мышц по данным поверхностной электромиографии.

Методы и организация исследования. Исследование было проведено на базе научно-исследовательской лаборатории кафедры спортивной медицины и физической реабилитации УралГУФК до и после применения методики. В исследовании приняли участие 32 студента спортсмена. Средний возраст составил $20,63 \pm 0,92$ лет. Через 1 месяц исследование повторили. Всем выполнялся курсовой авторский метод «непрямой массаж» мышц (8

процедур), участвующих в удержании вертикального положения тела в пространстве и коррекции связочного тонуса вокруг суставов ног и позвоночника [3].

Состояние мышц оценивали по данным поверхностной электромиографии, которая выполнялась на нейромиоанализаторе НМА-4-01-«НЕЙРОМИАН». При регистрации пЭМГ мышц туловища исследовали: *latissimus dorsi* (широчайшую мышцу спины), *trapezius* (трапециевидную) и *rectoralis major* (большую грудную) мышцы. При регистрации пЭМГ мышц тазового пояса и нижней конечности исследовали *gluteus maximus* (большую ягодичную), *quadriceps femoris* (четырёхглавую), *biceps femoris* (двуглавою). При регистрации пЭМГ мышц нижней части ноги и стопы исследовали *tibialis anterior* (переднюю большеберцовую), *gastrocnemius* (икроножную). Выбор набора мышц обусловлен методикой. Последовательное исследование мышц позволяет осуществить скрининг активации периферических мотонейронов и состояния надсегментарной регуляции на различных уровнях спинного мозга.

Для записи интерференционного паттерна использовались поверхностные регистрирующие электроды. Ось биполярного электрода располагается вдоль мышцы так, чтобы активный электрод находился непосредственно над областью двигательной точки мышцы. С различными типами нагрузок связаны и режимы регистрации (по Каманцеву В. Н., 2002) [2]. Запись производили одновременно с нескольких мышц, синхронно с правой и левой стороны тела. Для каждой мышцы в заданном промежутке времени анализировали различные показатели пЭМГ в покое и при напряжении, оценивая интерференционную активность произвольного сокращения, которая выражается рядом общеупотребительных параметров, таких как амплитуда и число турнов (поворотов) [6].

Ниже представлены таблицы расчетных показателей, в которых отражены следующие данные: абсолютные показатели отклонений от нормы (демонстрируют индивидуальную динамику полученных результатов), амплитуда – размах электромиографического сигнала, и число турнов (поворотов). Турн – это точка кривой, в которой происходит смена знака изменения амплитуды сигнала. Порог турна задается по умолчанию — 100 мкВ [8]. Например, с убывания кривой на возрастание и наоборот. При этом обязательным условием является, чтобы до и после этой точки на протяжении заданной величины кривая вела себя монотонно. Число турнов у здоровых – более 150. Исследование было проведено в двух режимах: покоя и максимального произвольного расслабления.

Результаты исследования и их обсуждение.

1. Режим покоя. Обследуемый находился в максимально расслабленном состоянии в положении лежа на спине или животе. Чувствительность устанавливали на уровне 5-10 мкВ/д. Затем добивались от спортсмена максимально возможной релаксации разными приемами (например, отвлекали внимание, попросив посчитать или изменив положение конечности или туловища). Значимым патологическим проявлением биоэлектрической активности мышц в покое считали потенциалы фасцикуляций с амплитудой выше 100 мкВ, ритмичной частотой разрядов (в среднем 2-6 в 1 секунду). Данные потенциалы характерны для поражения мотонейронов, однако регистрируются также при повреждении спинномозговых корешков и периферических нервов.

2. Режим максимального произвольного напряжения. Позволяет регистрировать различные виды интерференционной ЭМГ. Чувствительность устанавливали на уровне 500 мкВ/д. Произвольное напряжение – быстрое, с максимальным усилием, удерживается в течение 5-6 секунд, проводится из среднефизиологического положения конечностей с расслабленными мышцами. Амплитуду ЭМГ определяли по модальным осцилляциям, то есть таким, число которых максимально. При стандартной скорости регистрации 50 мм/с модальные колебания потенциалов формируют полностью заштрихованную область электромиограммы, над которой можно видеть только максимальные по амплитуде редкие разряды. В норме регистрируется насыщенная ЭМГ с амплитудой выше 300 мкВ. Активность менее 300 мкВ свидетельствует о патологии нейромоторного аппарата [2].

Из полученных данных видно, что в основном наблюдаются положительные изменения (таблица 1, 2).

Рассмотрим показатели конкретно по состоянию мышц в целом по группе.

При максимальном расслаблении до массажа значительно выходили за пределы установленной нормы показатели амплитуды, полученные с широчайшей мышцы спины и большой грудной мышцы (>100 мкВ). В норме этот показатель должен стремиться к нулю. В интервале от 77 до 99 мкВ были получены данные с трапециевидной мышцы, а мышцы нижних конечностей имели амплитуды значений 30-50 мкВ. После курса массажа достоверно снизилось напряжение в широчайшей и трапециевидной мышцах, в остальных - улучшение произошло на уровне тенденции.

Таблица 1

Результаты изменений показателей поверхностной электромиографии отдельных мышц под влиянием непрямого массажа

Локализация	Абсолютные показатели отклонений от нормы (абс./%)		Амплитуда (мкВ), M±m		P	Число турнов (1/сек), M±m		P
	до массажа	после массажа	до массажа	после массажа		до массажа	после массажа	
MUSCULUS LATISSIMUS DORSI (ШИРОЧАЙШАЯ МЫШЦА СПИНЫ) покой								
Слева	10 (33,3%)	5 (16,6%)	89,50±6,08	77,55±5,07	0,024	-	-	-
Справа	13 (43,3%)	7 (23,4%)	116,16±23,99	76,77±4,12	0,028	-	-	-
Общее	23	12	-	-	-	-	-	-
Асимметрия	14 (46,6%)	7 (23,4%)	-	-	-	-	-	-
MUSCULUS LATISSIMUS DORSI (ШИРОЧАЙШАЯ МЫШЦА СПИНЫ) напряжение								
Слева	21 (70%)	18 (60%)	2206,66±257,91	2008,60±223,48	0,861	134,69±5,17	145,29±4,48	0,992
Справа	27 (90%)	21 (70%)	2540,06±197,75	2312,03±165,17	0,428	141,23±4,93	150,63±3,88	0,812
Общее	48	39	-	-	-	-	-	-
Асимметрия	15 (50%)	9 (30%)	-	-	-	-	-	-
MUSCULUS TRAPEZIUS (ТРАПЕЦИЕВИДНАЯ МЫШЦА СПИНЫ) покой								
Слева	5 (16,6%)	2 (6,6%)	80,65±3,99	70,73±3,27	0,037	-	-	-
Справа	5 (16,6%)	2 (6,6%)	79,57±4,83	68,77±3,51	0,024	-	-	-
Общее	10	4	-	-	-	-	-	-
Асимметрия	2 (6,6%)	0	-	-	-	-	-	-
MUSCULUS TRAPEZIUS (ТРАПЕЦИЕВИДНАЯ МЫШЦА СПИНЫ) напряжение								
Слева	23 (76,6%)	12 (40%)	2202,40±165,46	1735,83±142,20	0,037	146,4±4,57	185,50±4,86	0,028
Справа	22 (73,3%)	10 (33,3%)	2134,73±201,45	1520,33±166,48	0,054	142,96±4,95	187,63±4,65	0,024
Общее	45	22	-	-	-	-	-	-
Асимметрия	13 (43,3%)	16 (53,3%)	-	-	-	-	-	-
MUSCULUS PECTORALIS MAJOR (БОЛЬШАЯ ГРУДНАЯ МЫШЦА) покой								
Слева	23 (76,6%)	25 (83,3%)	157,85±12,90	151,20±9,10	0,491	-	-	-
Справа	13 (43,3%)	9 (30%)	99,46±6,68	95,60±6,50	0,758	-	-	-
Общее	36	34	-	-	-	-	-	-
Асимметрия	17 (56,6%)	22 (73,3%)	-	-	-	-	-	-
MUSCULUS PECTORALIS MAJOR (БОЛЬШАЯ ГРУДНАЯ МЫШЦА) напряжение								
Слева	1 (3%)	0	1150,63±199,33	975,76±111,46	0,877	59,83±7,00	118,26±9,33	0,045

Справа	2 (6,6%)	0	1114,70±162,83	849,93±110,47	0,131	61,70±6,13	120,26±9,23	0,048
Общее	3	0	-	-	-	-	-	-
Асимметрия	7 (23,3%)	7 (23,3%)	-	-	-	-	-	-
MUSCULUS BICEPS FEMORIS (ДВУГЛАВАЯ МЫШЦА БЕДРА) покой								
Слева	0	0	38,47±3,27	35,53±3,07	0,489	-	-	-
Справа	0	0	41,7±3,66	42,97±2,96	0,703	-	-	-
Общее	0	0	-	-	-	-	-	-
Асимметрия	0	0	-	-	-	-	-	-
MUSCULUS BICEPS FEMORIS (ДВУГЛАВАЯ МЫШЦА БЕДРА) напряжение								
Слева	6 (20%)	2 (6,6%)	550,90±112,62	545,20±65,53	0,260	187,10±14,84	123,40±12,39	0,411
Справа	2 (6,6%)	0	542,87±100,57	541,57±88,99	0,141	209,77±21,46	221,23±17,32	0,062
Общее	8	2	-	-	-	-	-	-
Асимметрия	2 (6,6%)	2 (6,6%)	-	-	-	-	-	-

Таблица 2

Результаты изменений показателей поверхностной электромиографии отдельных мышц под влиянием непрямого массажа через 1 месяц

Амплитуда (мкВ), М±m		Число турнов (1/сек), М±m		P1*	P2**
MUSCULUS LATISSIMUS DORSI (ШИРОЧАЙШАЯ МЫШЦА СПИНЫ) покой					
Слева	83,22±3,89	-	-	0,858	0,441
Справа	86,44±3,82	-	-	0,858	0,767
MUSCULUS LATISSIMUS DORSI (ШИРОЧАЙШАЯ МЫШЦА СПИНЫ) напряжение					
Слева	2063,00±428,77	-	-	0,767	0,767
Справа	2329,67±568,76	-	-	0,767	0,593
Слева	-	140,00±10,53	-	0,678	0,859
Справа	-	142,33±12,08	-	0,813	0,515
MUSCULUS TRAPEZIUS (ТРАПЕЦИЕВИДНАЯ МЫШЦА СПИНЫ) покой					
Слева	61,89±7,79	-	-	0,314	0,173
Справа	66,00±5,19	-	-	0,953	0,554
MUSCULUS TRAPEZIUS (ТРАПЕЦИЕВИДНАЯ МЫШЦА СПИНЫ) напряжение					
Слева,34	1606,06±325	-	-	0,094	0,678
Справа	1457,44±436,83	-	-	0,046	0,514
Слева	-	184,56±12,16	-	0,037	0,859
Справа	-	197,33±9,23	-	0,028	0,241
MUSCULUS PECTORALIS MAJOR (БОЛЬШАЯ ГРУДНАЯ МЫШЦА) покой					

Слева	101,67±19,97	-	0,041	0,767
Справа	107,22±13,22	-	0,045	0,859
MUSCULUS PECTORALIS MAJOR (БОЛЬШАЯ ГРУДНАЯ МЫШЦА) напряжение				
Слева	903,11±191,44	-	0,575	0,767
Справа	908,33±214,80	-	0,680	0,953
Слева	-	124,67±18,37	0,037	0,953
Справа	-	130,56±16,79	0,028	0,594
MUSCULUS TIBIALIS ANTERIOR (ПЕРЕДНЯЯ БОЛЬШЕБЕРЦОВАЯ МЫШЦА) покой				
Слева	38,33±6,87	-	0,859	0,594
Справа	35,67±3,05	-	0,374	0,676
MUSCULUS TIBIALIS ANTERIOR (ПЕРЕДНЯЯ БОЛЬШЕБЕРЦОВАЯ МЫШЦА) напряжение				
Слева	1738,11±180,97	-	0,045	0,214
Справа	1990,00±337,68	-	0,049	0,441
Слева	-	220,20±13,77	0,680	0,260
Справа	-	221,11±13,66	0,953	0,173
MUSCULUS BICEPS FEMORIS (ДВУГЛАВАЯ МЫШЦА БЕДРА) покой				
Слева	32,67±4,65	-	0,515	0,554
Справа	29,63±2,48	-	0,483	0,017
MUSCULUS BICEPS FEMORIS (ДВУГЛАВАЯ МЫШЦА БЕДРА) напряжение				
Слева	860,67±264,52	-	0,214	0,953
Справа	908,22±290,27	-	0,260	0,859
Слева	-	150,89±30,29	0,214	0,859
Справа	-	159,89±33,81	0,594	0,441

Примечание: * – достоверность различий между показателями до массажа и через 1 месяц после массажа; ** – достоверность различий между показателями после массажа и спустя 1 месяц

При максимальном изометрическом напряжении имеет место два варианта реакций: недостаточное развитие мышц произвольного усилия (и тогда показатели амплитуды будут менее 300 мКв) и гиперсинхронизированная реакция (более 1500 и менее 3000 мКв). Первый вариант встретился нам примерно в 20% случаев среди выявленных отклонений, второй – в 70%. Около 10% показателей выходили за рамки гиперсинхронной реакции (более 3000 мКв). Ирритативный характер реакции можно объяснить влиянием на спинномозговой корешок (например, при наличии признаков остеохондроза), который проявляется в виде чрезмерной активации мотонейронного пула.

Отклонения от нормальных значений в сторону гиперсинхронизации чаще были выявлены при максимальном напряжении широчайшей мышцы спины, трапециевидной и передней большеберцовой мышцы, а в сторону недостаточного развития мышц произвольного усилия – четырехглавой и двуглавой мышцы бедра. После коррекционных мероприятий статистически значимое улучшение показателей (амплитуды и турнов) было получено с трапециевидной, передней большеберцовой, большой грудной мышцы (по турнам). По остальным мышцам отмечена тенденция к улучшению показателей.

Через 1 месяц было выявлено следующее: достигшие нормальных значений показатели сохранили свои позиции (широчайшая мышца спины и трапециевидная в покое и в напряжении), имеющие тенденцию к положительной динамике, либо остались примерно на том же уровне (широчайшая мышца спины, передняя большеберцовая, большая грудная – при напряжении), либо улучшились (большой грудной, передней большеберцовой, большой ягодичной в покое, икроножной, 4-х главой и 2-главой и в покое и при напряжении).

Индивидуальная динамика. В таблице 1 эта информация представлена в абсолютных значениях. Больше всего признаков мышечного дисбаланса до применения массажа выявлено со стороны трех крупных мышц: широчайшей, большой грудной и передней большеберцовой. Коридор отклонений составил 46,6-76,6% (т. е. по этим мышцам отклонения встретились у 14-23 человек). Менее всего мышечный дисбаланс имел место в мышцах нижних конечностей (6,6-23,3%, 2-7 испытуемых). После коррекционных мероприятий значения имели тенденцию к снижению. В группе крупных мышц показатель снизился примерно до 30%. Исключение составила большая грудная мышца, где ряд показателей даже незначительно ухудшился. Мышечная дистония в нижних конечностях либо нивелировалась, либо не превышала 6,6% (сохранилась у 2 человек из группы).

Мы отметили наличие асимметрии исходного мышечного тонуса испытуемых с тенденцией к относительному выравниванию показателей после коррекционных мероприятий в наибольшей степени мышц туловища, что свидетельствует об эффективности процедур непрямого массажа.

Считаем важным отметить «выпадение» из общей позитивной картины данных, полученных в покое с большой грудной мышцы. Амплитуда, как до коррекции, так и после сохранилась на уровне более 150 мКв, хотя и с тенденцией к снижению. А выраженная асимметрия покоя выросла с 56,6% до 73,3%. Спустя месяц цифры не опустились ниже 100 мКв, но незначительно улучшились. На наш взгляд, это объясняется тем, что данная мышца не подвергалась массажу, а изменения, которые она претерпела, обусловлены, во всей видимости, ответом системы мышечных цепей. Но данное утверждение требует доработки.

Заключение. Таким образом, полученные нами результаты в целом свидетельствуют о высоком коррекционном эффекте авторской методики непрямого массажа, хотя ряд полученных данных требует дальнейшего изучения и физиологического обоснования.

Список литературы

1. Зенков Л.Р. Функциональная диагностика нервных болезней / Л.Р. Зенков, М.А. Ронкин // М. : МЕД-пресс-информ – 2004. – 488 с.
2. Команцев В.Н. Методические основы клинической электронейромиографии : руководство для врачей / В.Н. Команцев // СПб. : Лань. – 2006. – 134с.
3. Литвиченко Е.М. Влияние напряжения вегетативной регуляции на ответную реакцию к массажным воздействиям / Е.М. Литвиченко, Е.В. Быков // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2020. – № 4 (182). – С. 280-286.
4. Литвиченко Е.М. Физиологические эффекты применения «непрямого массажа» при реабилитации спортсменов / Е.М. Литвиченко, Е.В. Быков, М.В. Егоров // Научно-спортивный вестник Урала и Сибири. – 2017. – № 1. – С. 48–56.
5. Сазонова Е.А. Метод поверхностной миографии. Возможности в спорте / Е.А. Сазонова // Современные методы организации тренировочного процесса, оценки функционального состояния и восстановления спортсменов: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. 24–25 октября, г. Челябинск. – Челябинск: Уральская академия, 2017. – Т. 1. – С. 232–235.
6. Трёмбач А.Б. Характеристика электромиограммы двуглавой мышцы плеча у тяжелоатлетов при различном дозировании нагрузок / А.Б. Трёмбач // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 1. – С. 20–22.

7. Ципин Л.Л. Регистрация электрической активности мышц спортсменов при изучении высокоамплитудных двигательных действий / Л.Л. Ципин, Ф.Е. Захаров, М.А. Самсонов // Труды кафедры биомеханики университета им. П.Ф. Лесгафта. – СПб. : НГУ им. П.Ф. Лесгафта. – 2012. – Вып. VI. – С. 36–43.

8. Руководство пользователя [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.medicom-mtd.com> (Дата обращения 10.02.2021).

References

1. Zenkov L.R. Functional diagnostics of nervous diseases / L.R. Zenkov, M.A. Ronkin // M.: MED-press-inform – 2004. – 488 p.

2. Komantsev V.N. Methodological foundations of clinical electroneuromyography: a guide for doctors / V.N. Komantsev // St. Petersburg: Lan' –2006. – 134 p.

3. Litvichenko E.M. Vegetative regulation tension influence over the response to massage effects / E.M. Litvichenko, E.V. Bykov // Scientific notes of the P.F. Lesgaft University. – 2020. – № 4 (182). – P. 280-286.

4. Litvichenko E.M. Physiological effects of «indirect massage» use in athletes' rehabilitation / E.M. Litvichenko, E.V. Bykov, M.V. Egorov // Scientific and Sports Bulletin of the Urals and Siberia. – 2017. – № 1. – P. 48-56.

5. Sazonova E.A. Method of surface myography. Opportunities in sports / E.A. Sazonova // Modern methods of athletes' training process organizing, assessing the functional state and recovery: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, October 24-25, Chelyabinsk. – Chelyabinsk: Ural Academy. – 2017. – Vol. 1. – P. 232-235.

6. Trembach A.B. Characteristics of the biceps muscle of the shoulder electromyogram in weightlifters with different dosing loads / A.B. Trembach // Theory and practice of physical culture. – 2000. – № 1. – P. 20-22.

7. Tsipin L.L. Athletes' muscles electrical activity registration in high-amplitude motor actions study / L.L. Tsipin, F.E. Zakharov, M.A. Samsonov // Proceedings of the Department of Biomechanics of the P. F. Lesgaft University. – St. Petersburg: P.F. Lesgaft NSU – 2012. – Issue VI. – P. 36-43.

8. User guidelines [Access mode] <http://www.medicom-mtd.com> (Accessed on 10.02.2021).

Spisok literatury

1. Zenkov L.R. Funktsional'naya diagnostika nervnykh boleznej / L.R. Zenkov, M.A. Ronkin // M.: MED-press-inform – 2004. – 488 s.

2. Komantsev V.N. Metodicheskiye osnovy klinicheskoi elektroneiromiografii: rukovodstvo dlya vrachei / V.N. Komantsev // St. Petersburg: Lan' –2006. – 134 s.

3. Litvichenko E.M. Vliyaniye napryazheniya vegetativnoi regulyatsii na otvetnyuyu reaktsiyu k massazhnym vozdeystviyam / E.M. Litvichenko, E.V. Bykov // Uchyonye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta. – 2020. – № 4 (182). – S. 280-286.

4. Litvichenko E.M. Fiziologicheskiye effecty primeneniya “nepryamogo massazha” pri reabilitatsii sportsmenov / E.M. Litvichenko, E.V. Bykov, M.V. Egorov // Nauchno-sportivny vestnik Urala i Sibiri. – 2017. – № 1. – S. 48-56.

5. Sazonova E.A. Metod poverkhnostnoi miografii. Vozmozhosti v sporte / E.A. Sazonova // Sovremennyye metody organizatsii trenirovorochnogo protsessa, otsenki funktsional'nogo sostoyaniya i vosstanovleniya sportsmenov: Mater. Vseros. nauch.-praktich. konf., Oktyabr' 24-25, Chelyabinsk. – Chelyabinsk: Ural'skaya akademiya. – 2017. – T. 1. – S. 232-235.

6. Trembach A.B. Kharakteristika elektromiogrammy dvuglavoi myshtsy plecha u tyazheloatletov pri razlichnom dozirovanii nagruzok / A.B. Trembach // Teoriya i praktika fizicheskoi kul'tury. – 2000. – № 1. – S. 20-22.

7. Tsipin L.L. Registratsiya elektricheskoi aktivnosti myshts sportsmenov pri izuchenii vysokoamplitudnykh dvigatel'nykh deystvij / L.L. Tsipin, F.E. Zakharov, M.A. Samsonov // Trudy kafedry biomekhaniki universiteta im. P.F. Lesgafta. – St. Petersburg: NGU im. P.F. Lesgafta. – 2012. – Issue VI. – P. 36-43.

8. Rukovodstvo pol'zovatelya [Elektronnyy resurs] <http://www.medicom-mtd.com> (Data obrashcheniya: 10.02.2021).

Сведения об авторах: Елена Александровна Сазонова – кандидат медицинских наук, доцент, заведующий научно-исследовательской лабораторией кафедры спортивной медицины и физической реабилитации, доцент кафедры спортивной медицины и физической реабилитации Уральского государственного университета физической культуры, Челябинск e-mail: sazonovae@yandex.ru; Евгений Михайлович Литвиченко – директор ООО «Аватар», Центр массажных практик, г. Новосибирск, e-mail: elitnsk@gmail.com; Евгений Витальевич Быков – доктор медицинских наук, профессор, проректор по НИР, директор НИИ олимпийского спорта, зав. кафедрой спортивной медицины и физической реабилитации Уральского государственного университета физической культуры, Челябинск, e-mail: bev58@yandex.ru; Рамиля Ганиятовна Перемазова – научный сотрудник кафедры спортивной медицины и физической реабилитации Уральского государственного университета физической культуры.

Information about the authors: Elena Aleksandrovna Sazonova – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of Scientific and Research Laboratory of the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation of The Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, e-

mail: sazonovae@yandex.ru; **Evgeny Mikhailovich Litvichenko** – director of the LLC “Avatar”, Center of Massage Practices, Novosibirsk, e-mail: elitnsk@gmail.com; **Evgenij Vital’evich Bykov** – Doctor of Medical Sciences, Professor Vice Rector for Research Projects, Director of the SRI of Olympic Sports, Head of the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation of the Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, Chelyabinsk, e-mail: bev58@yandex.ru; **Ramilya Ganiyanovna Peramazova** – researcher of the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation of the Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk.

Publication date: 1.03.2021

DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_01_7

UDC 615.8+612.741

RESULTS OF THE INFLUENCE OF THE AUTHOR'S METHOD OF INDIRECT MASSAGE ON THE STATE OF MUSCLES ACCORDING TO SURFACE ELECTROMYOGRAPHY

E.A. Sazonova¹, E.M. Litvichenko², E.V. Bykov¹, R.G. Peramazova²

¹FSBEI of HE “The Ural State University of Physical Culture”, Chelyabinsk, Russia

²LLC “Avatar”, Center for Massage Practices, Novosibirsk, Russia

Key words: indirect massage, muscles, synergists and antagonists, tone, surface electromyography, electrobiological activity.

Annotation. The author's method of «indirect massage» results influence over a state of skeletal muscles according to surface electromyography are presented in the article. A high corrective effect of the indirect massage technique was revealed. It is shown, that normal indicators of muscle tone maintained this effect in a month after the course (latissimus dorsi and trapezius at rest and in tension), which tend to positive changes either remained at the same level (latissimus dorsi, anterior tibial, pectoralis major – in tension), or improved (pectoralis major, anterior tibialis, gluteus maximus at rest, gastrocnemius, quadriceps femoris and biceps femoris at rest and in tension). However, a number of the obtained results are ambiguous, and it requires further research.

Introduction. Diagnostics are an integral part of creation of correction program during recovery of athletic performance. The author developed the method of correction of muscle-tone imbalance (indirect massage), which allows to gather

promptly the information about initial muscle state and the efficiency of correction of revealed imbalance [4].

The development of new and improvement of traditional sports and health technologies is inseparately connected to the level of knowledge about the structure and physiological processes of the neuromuscular apparatus and about control mechanisms of movement of various coordination difficulties. Those pieces of knowledge could be significantly deepened and extended using the surface electromyography (sEMG) method – a registration of electrical activity of skeletal muscles at rest and during performance of voluntary motor actions [5, 7]. By registration of total activity of all activated motor units, the sEMG allows to view the interaction of motor units of one muscle, various muscles (synergists and antagonists), to examine up to five muscles at once, to evaluate the lesion site and the manifestation degree in various muscle groups and, depending on gathered results, to determine further tactics of the electromyographic study. The amount of electrodes is determined by the amount of muscles, from which the sEMG is recorded. Reference electrodes are placed on the wrist depending on examined muscles [1].

The purpose of the study is to research the impact of the author's method of «indirect massage» on the state of some muscles according to data of the surface electromyography.

Methods and organization. The study was conducted on the base of the Scientific and Research Laboratory of the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation of the UralSUFC before and after using the method. 32 student athletes participated in the study. The age in average was $20,63 \pm 0,92$ years. The study was repeated 1 month after. The course of the author's method of «indirect massage» (8 sessions) on all muscles, which participate in keeping the vertical position of the body in space and in correction of the ligamental tone around leg joints and spine, is performed for all subjects [3].

The state of muscles was evaluated according to data of the surface electromyography, which was performed on the NMA-4-01-“NEIROMIAN” neuromyoanalyzer. During the registration of the sEMG of torso muscles, latissimus dorsi, trapezius, and pectoralis major were examined. During the registration of the sEMG of pelvic girdle and lower extremity, gluteus maximus, quadriceps femoris, and biceps femoris were examined. During the registration of the sEMG of lower part of leg and foot, tibialis anterior and gastrocnemius were examined. The choice of set of muscles was based on the method. The consequential study of muscles allows implementing screening of activation of peripheral motor neurons and the state of suprasegmentary regulation on different levels of the spinal cord.

Surface registration electrodes were used to record the interference pattern. The axis of bipolar electrode is placed along the muscle, so that the active electrode is located above the area of the muscle motor point. Registration modes are related to various types of loads (according to Kamantsev V.N., 2002) [2]. The record was made from several muscles simultaneously, synchronized with the right and the left part of the body. For every muscle in given time interval different indicators of the sEMG at rest and in tension were analyzed, with evaluation of interference activity of voluntary contraction, which is presented through a number of parameters of common use, including amplitude and the number of turns [6].

Tables of estimated indicators are presented below, in which such data as absolute indicators of abnormality (show personal dynamics of obtained results), amplitude (range) of electromyographic signal and a number of turns, is shown. The turn is a curve point, in which the change of the signal amplitude's shift happens. Turn's threshold is set by default – 100 μV [8]. For example, it is set on the curve's decrease to its increase and vice versa. The mandatory condition is that after this point the curve should be monotonous throughout the specified value. A number of turns in healthy people is more than 150. The study was conducted in two modes: at rest and in maximum voluntary tension.

Results and discussion.

1. "At rest" mode. The subject was in maximum relaxed state, lying on their back or stomach. The sensitivity was registered at the level of 5-10 μV . Then the athlete should achieve the maximum possible relaxation by doing different actions (e.g. by keeping their attention away, asking them to count or change the position of a limb or a torso). The significant pathological manifestation of bioelectric activity of muscles at rest were fasciculation potentials with an amplitude above 100 μV , rhythmic frequency of discharge (in average it should be 2-6 per second). Given potentials are typical for lesion of motor neurons; however, they are also registered if there is a lesion of spinal roots and peripheral nerves.

2. "Maximum voluntary tension" mode. Allows to register different types of the interference EMG. The sensitivity was registered at the level of 500 μV . The voluntary tension (fast, with maximum effort) is held for 5-6 seconds and carried out in the mid-physiological position of limbs with relaxed muscles. The EMG amplitude was determined by modal oscillations (i.e. those, the number of which is the maximum). With the standard speed of registration of 50 mm/s, modal fluctuations of potentials form the fully crosshatched EMG area, above which only maximum rare discharges of amplitude can be seen. Normally, a saturated EMG with an amplitude higher than 300 μV is registered. The activity lower than 300 μV indicates a pathology of the neuromotor apparatus [2].

From the data obtained, it can be seen that mostly positive changes are revealed (Table 1, 2).

Now we need to look through indicators of specific state of muscles in the whole group.

During maximum relaxation before massage sessions, indicators of amplitude, received from record data of latissimus dorsi and pectoralis major ($>100 \mu\text{V}$), exceeded limits of the established norm. Normally, this indicator should tend to zero. In the interval of 77 to 99 μV record data from trapezius was obtained, muscles of lower extremities had amplitude values of 30-50 μV . After the massage course, the tension in latissimus dorsi and trapezius was significantly decreased; the improvement on the level of tendency was registered in the rest of muscles.

Two types of response take place in maximum isometric tension: insufficient development of voluntary effort made by the muscle (then amplitude indicators would be lower than 300 μV) and the hypersynchronous reaction (higher than 1500 and lower than 3000 μV). The first type was registered in 20% of cases among revealed abnormalities, the second one – in 70% of cases. Approximately 10% of indicators exceeded limits of the hypersynchronous reaction (higher than 3000 μV). The irritant manner of reaction could be explained by the influence on spinal roots (e.g. in case of osteochondrosis), which is manifested in the form of excessive activation of the motor neuronal pool.

The abnormalities towards hypersynchronization were mostly revealed in maximum tension of latissimus dorsi, trapezius and tibialis anterior, towards insufficient development of voluntary effort made by the muscle – in tension of quadriceps femoris and biceps femoris. After corrective measures, a statistically significant improvement of indicators (amplitude and turns) was obtained from the record data of trapezius, tibialis anterior and pectoralis major (according to turns). The tendency of improvement of indicators was registered in the rest of muscles.

In 1 month, indicators, which achieved their standard value, preserved their position (latissimus dorsi and trapezius both at rest and in tension) that showed tendency to positive dynamics, or stayed on the same approximate level (latissimus dorsi, tibialis anterior, pectoralis major – in tension), or improved (pectoralis major, tibialis anterior and gluteus maximus at rest, gastrocnemius, quadriceps femoris and biceps femoris both at rest and in tension).

Table 1

Results of changes of indicators of the surface electromyography of individual muscles under the influence of indirect massage

Localization	Absolute indicators of abnormality (abs./%)		Amplitude (μV), $M\pm m$		P	Number of turns (1/sec), $M\pm m$		P
	before massage	after massage	before massage	after massage		before massage	after massage	
MUSCULUS LATISSIMUS DORSI at rest								
Left	10 (33,3%)	5 (16,6%)	89,50 \pm 6,08	77,55 \pm 5,07	0,024	-	-	-
Right	13 (43,3%)	7 (23,4%)	116,16 \pm 23,99	76,77 \pm 4,12	0,028	-	-	-
Total	23	12	-	-	-	-	-	-
Asymmetry	14 (46,6%)	7 (23,4%)	-	-	-	-	-	-
MUSCULUS LATISSIMUS DORSI in tension								
Left	21 (70%)	18 (60%)	2206,66 \pm 257,91	2008,60 \pm 223,48	0,861	134,69 \pm 5,17	145,29 \pm 4,48	0,992
Right	27 (90%)	21 (70%)	2540,06 \pm 197,75	2312,03 \pm 165,17	0,428	141,23 \pm 4,93	150,63 \pm 3,88	0,812
Total	48	39	-	-	-	-	-	-
Asymmetry	15 (50%)	9 (30%)	-	-	-	-	-	-
MUSCULUS TRAPEZIUS at rest								
Left	5 (16,6%)	2 (6,6%)	80,65 \pm 3,99	70,73 \pm 3,27	0,037	-	-	-
Right	5 (16,6%)	2 (6,6%)	79,57 \pm 4,83	68,77 \pm 3,51	0,024	-	-	-
Total	10	4	-	-	-	-	-	-
Asymmetry	2 (6,6%)	0	-	-	-	-	-	-
MUSCULUS TRAPEZIUS in tension								
Left	23 (76,6%)	12 (40%)	2202,40 \pm 165,46	1735,83 \pm 142,20	0,037	146,4 \pm 4,57	185,50 \pm 4,86	0,028
Right	22 (73,3%)	10 (33,3%)	2134,73 \pm 201,45	1520,33 \pm 166,48	0,054	142,96 \pm 4,95	187,63 \pm 4,65	0,024
Total	45	22	-	-	-	-	-	-
Asymmetry	13 (43,3%)	16 (53,3%)	-	-	-	-	-	-
MUSCULUS PECTORALIS MAJOR at rest								
Left	23 (76,6%)	25 (83,3%)	157,85 \pm 12,90	151,20 \pm 9,10	0,491	-	-	-
Right	13 (43,3%)	9 (30%)	99,46 \pm 6,68	95,60 \pm 6,50	0,758	-	-	-
Total	36	34	-	-	-	-	-	-
Asymmetry	17 (56,6%)	22 (73,3%)	-	-	-	-	-	-
MUSCULUS PECTORALIS MAJOR in tension								

Left	1 (3%)	0	1150,63±199,33	975,76±111,46	0,877	59,83±7,00	118,26±9,33	0,045
Right	2 (6,6%)	0	1114,70±162,83	849,93±110,47	0,131	61,70±6,13	120,26±9,23	0,048
Total	3	0	-	-	-	-	-	-
Asymmetry	7 (23,3%)	7 (23,3%)	-	-	-	-	-	-
MUSCULUS BICEPS FEMORIS at rest								
Left	0	0	38,47±3,27	35,53±3,07	0,489	-	-	-
Right	0	0	41,7±3,66	42,97±2,96	0,703	-	-	-
Total	0	0	-	-	-	-	-	-
Asymmetry	0	0	-	-	-	-	-	-
MUSCULUS BICEPS FEMORIS in tension								
Left	6 (20%)	2 (6,6%)	550,90±112,62	545,20±65,53	0,260	187,10±14,84	123,40±12,39	0,411
Right	2 (6,6%)	0	542,87±100,57	541,57±88,99	0,141	209,77±21,46	221,23±17,32	0,062
Total	8	2	-	-	-	-	-	-
Asymmetry	2 (6,6%)	2 (6,6%)	-	-	-	-	-	-

Table 2

Results of changes of indicators of the surface electromyography of individual muscles under the influence of indirect massage after 1 month

Amplitude (μ V), M±m		Number of turns (1/sec), M±m		P1*	P2**
MUSCULUS LATISSIMUS DORSI at rest					
Left	83,22±3,89	-		0,858	0,441
Right	86,44±3,82	-		0,858	0,767
MUSCULUS LATISSIMUS DORSI in tension					
Left	2063,00±428,77	-		0,767	0,767
Right	2329,67±568,76	-		0,767	0,593
Left	-	140,00±10,53		0,678	0,859
Right	-	142,33±12,08		0,813	0,515
MUSCULUS TRAPEZIUS at rest					
Left	61,89±7,79	-		0,314	0,173
Right	66,00±5,19	-		0,953	0,554
MUSCULUS TRAPEZIUS in tension					
Left, 34	1606,06±325	-		0,094	0,678
Right	1457,44±436,83	-		0,046	0,514

Left	-	184,56±12,16	0,037	0,859
Right	-	197,33±9,23	0,028	0,241
MUSCULUS PECTORALIS MAJOR at rest				
Left	101,67±19,97	-	0,041	0,767
Right	107,22±13,22	-	0,045	0,859
MUSCULUS PECTORALIS MAJOR in tension				
Left	903,11±191,44	-	0,575	0,767
Right	908,33±214,80	-	0,680	0,953
Left	-	124,67±18,37	0,037	0,953
Right	-	130,56±16,79	0,028	0,594
MUSCULUS TIBIALIS ANTERIOR at rest				
v	38,33±6,87	-	0,859	0,594
At right	35,67±3,05	-	0,374	0,676
MUSCULUS TIBIALIS ANTERIOR in tension				
Left	1738,11±180,97	-	0,045	0,214
Right	1990,00±337,68	-	0,049	0,441
Left	-	220,20±13,77	0,680	0,260
Right	-	221,11±13,66	0,953	0,173
MUSCULUS BICEPS FEMORIS at rest				
Left	32,67±4,65	-	0,515	0,554
Right	29,63±2,48	-	0,483	0,017
MUSCULUS BICEPS FEMORIS in tension				
Left	860,67±264,52	-	0,214	0,953
Right	908,22±290,27	-	0,260	0,859
Left	-	150,89±30,29	0,214	0,859
Right	-	159,89±33,81	0,594	0,441

Note: * – significance of differences between indicators before massage sessions and 1 month after; ** – significance of differences between indicators after massage sessions and 1 month after.

We also noted a presence of asymmetry of initial muscle tone of subjects with a tendency to relative balancing of indicators after corrective measures mostly in torso muscles, which indicates an efficiency of indirect massage sessions.

We also consider it important to note an “exclusion” from the overall positive image of record data received from pectoralis major. The amplitude, both before and after the correction, was preserved on the level of higher than 150 μ V, although there was a tendency for decrease. A pronounced asymmetry at rest was increased from 56,6% to 73,3%. After a month, the values did not went lower than 100 μ V, but they were improved insignificantly. In our opinion, it can be explained by the fact that this muscle was not massaged, and the changes that it had undergone were probably due to response of muscle chains system. However, this statement requires further development.

Conclusion. Thus, the obtained results reveal a high corrective effect of the author’s method of “indirect massage”, although the number of received data requires further research and physiological justification.

References

1. Zenkov L.R. Functional diagnostics of nervous diseases / L.R. Zenkov, M.A. Ronkin // M.: MED-press-inform – 2004. – 488 p.
2. Komantsev V.N. Methodological foundations of clinical electroneuromyography: a guide for doctors / V.N. Komantsev // St. Petersburg: Lan' –2006. – 134 p.
3. Litvichenko E.M. Vegetative regulation tension influence over the response to massage effects / E.M. Litvichenko, E.V. Bykov // Scientific notes of the P.F. Lesgaft University. – 2020. – № 4 (182). – P. 280-286.
4. Litvichenko E.M. Physiological effects of «indirect massage» use in athletes' rehabilitation / E.M. Litvichenko, E.V. Bykov, M.V. Egorov // Scientific and Sports Bulletin of the Urals and Siberia. – 2017. – № 1. – P. 48-56.
5. Sazonova E.A. Method of surface myography. Opportunities in sports / E.A. Sazonova // Modern methods of athletes' training process organizing, assessing the functional state and recovery: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, October 24-25, Chelyabinsk. – Chelyabinsk: Ural Academy. – 2017. – Vol. 1. – P. 232-235.
6. Trembach A.B. Characteristics of the biceps muscle of the shoulder electromyogram in weightlifters with different dosing loads / A.B. Trembach // Theory and practice of physical culture. – 2000. – № 1. – P. 20-22.
7. Tsipin L.L. Athletes' muscles electrical activity registration in high-amplitude motor actions study / L.L. Tsipin, F.E. Zakharov, M.A. Samsonov // Proceedings of the Department of Biomechanics of the P. F. Lesgaft University. – St. Petersburg: P.F. Lesgaft NSU – 2012. – Issue VI. – P. 36-43.

8. User guidelines [Access mode] <http://www.medicom-mtd.com> (Accessed on 10.02.2021).

Spisok literatury

1. Zenkov L.R. Funktsional'naya diagnostika nervnykh boleznej / L.R. Zenkov, M.A. Ronkin // M.: MED-press-inform – 2004. – 488 s.

2. Komantsev V.N. Metodicheskiye osnovy klinicheskoi elektroneiromiografii: rukovodstvo dlya vrachei / V.N. Komantsev // St. Petersburg: Lan' –2006. – 134 s.

3. Litvichenko E.M. Vliyaniye napryazheniya vegetativnoi regulyatsii na otvetnyuyu reaktsiyu k massazhnym vozdeystviyam / E.M. Litvichenko, E.V. Bykov // Uchyonye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta. – 2020. – № 4 (182). – S. 280-286.

4. Litvichenko E.M. Fiziologicheskiye effecty primeneniya “nepryamogo massazha” pri reabilitatsii sportsmenov / E.M. Litvichenko, E.V. Bykov, M.V. Egorov // Nauchno-sportivny vestnik Urala i Sibiri. – 2017. – № 1. – S. 48-56.

5. Sazonova E.A. Metod poverkhnostnoi miografii. Vozmozhosti v sporte / E.A. Sazonova // Sovremennye metody organizatsii trenirovorochnogo protsessa, otsenki funktsional'nogo sostoyaniya i vosstanovleniya sportsmenov: Mater. Vseros. nauch.-praktich. konf., Oktyabr' 24-25, Chelyabinsk. – Chelyabinsk: Ural'skaya akademiya. – 2017. – T. 1. – S. 232-235.

6. Trembach A.B. Kharakteristika elektromiogrammy dvuglavoi myshtsy plecha u tyazheloatletov pri razlichnom dozirovanii nagruzok / A.B. Trembach // Teoriya i praktika fizicheskoi kul'tury. – 2000. – № 1. – S. 20-22.

7. Tsipin L.L. Registratsiya elektricheskoi aktivnosti myshts sportsmenov pri izuchenii vysokoamplitudnykh dvigatel'nykh deystvij / L.L. Tsipin, F.E. Zakharov, M.A. Samsonov // Trudy kafedry biomekhaniki universiteta im. P.F. Lesgafta. – St. Petersburg: NGU im. P.F. Lesgafta. – 2012. – Issue VI. – P. 36-43.

8. Rukovodstvo pol'zovatelya [Elektronny resurs] <http://www.medicom-mtd.com> (Data obrashcheniya: 10.02.2021).

Information about the authors: Elena Aleksandrovna Sazonova – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of Scientific and Research Laboratory of the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation of The Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, e-mail: sazonovae@yandex.ru; **Evgeny Mikhailovich Litvichenko** – director of the LLC “Avatar”, Center of Massage Practices, Novosibirsk, e-mail: elitnsk@gmail.com; **Evgeniy Vital'evich Bykov** – Doctor of Medical Sciences, Professor Vice Rector for Research Projects, Director of the SRI of Olympic Sports, Head of the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation of the Ural

State University of Physical Culture, Chelyabinsk, Chelyabinsk, e-mail: bev58@yandex.ru; **Ramilya Ganiyanovna Peramazova** – researcher of the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation of the Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk.