

4. Волк, Ю.В. Применение термографии при оптимизации конструкции тренажера / Ю.В.Волк, А.Г.Куклицкая, М.О.Колибаба // Приборостроение-2010. – Минск: БНТУ, 2010. – С. 278–279.

5. Госсорг, Ж. Инфракрасная термография. Основы. Техника. Применение / Ж. Госсорг. – М.: Мир, 1988. – 416 с.

УДК 615.847.8

Лечение спортивных травм с использованием магнитных полей

Сысоева И.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Проведено сравнительное изучение влияния импульсных магнитных полей высокой интенсивности и переменных магнитных полей низкой интенсивности на клинические и электронейромиографические показатели при спортивных травмах. Установлено, что высокоинтенсивная магнитотерапия существенно повышает эффективность лечения спортивных травм, обладая выраженным противовоспалительным, противоотечным, обезболивающим и миостимулирующим действием. Магнитотерапия полями высокой интенсивности в сравнении с низкоинтенсивными способствует увеличению числа функционирующих двигательных единиц за счёт возбуждающего действия магнитного поля на нервно-мышечные синапсы, на нервные и мышечные волокна непосредственно, а также за счёт рефлекторных механизмов действия.

Спортивные травмы приводят к длительным перерывам в тренировках, снижают результативность, способствуют преждевременному завершению спортивной карьеры. В структуре общей заболеваемости спортсменов травмы занимают одно из ведущих мест; при этом удельный вес острых травм составляет 25 – 40%, а хронических – 60 – 75% [1].

По данным травматологической медико-реабилитационной экспертизы ежегодно в городе Минске фиксируется 180–190 тысяч

травм, из которых 2-4% приходится на долю спортивной травмы. Анализ причин инвалидности после них свидетельствует о том, что тяжесть посттравматических осложнений во многом зависит от недооценки роли функционального восстановительного лечения [2].

Повреждения мышц в виде ушибов, растяжений, разрывов в различных видах спорта - наиболее часто встречающиеся виды спортивных травм (10-55% случаев). Эпидемиологические исследования показали, что ушибы мышц чаще проявляются в контактных видах спорта, тогда как растяжения или разрывы – в спринте и прыжковых дисциплинах. При растяжении, как правило, происходят частичные разрывы отдельных волокон, полные разрывы наблюдаются в участке миосухожильного соединения. Функциональной особенностью скелетных мышц, характеризующихся высокой скоростью и способностью к быстрому ускорению, является относительно высокий процент содержания в них быстрых, утомляемых волокон II типа [3].

Среди методов физиотерапевтического лечения последствий травм опорно-двигательного аппарата (ОДА) широкое применение в практике нашли магнитотерапия переменным низкоинтенсивным полем, ударно-волновая терапия, криотерапия. Не отрицая эффективности применения низкоинтенсивной магнитотерапии и достигнутых успехов в данной области, следует отметить особую перспективность восстановительного лечения спортсменов с использованием высокоинтенсивных импульсных магнитных полей (ВИМП). Скорость изменения таких полей и плотность наведенных электрических токов в тканях на несколько порядков больше, чем при воздействии низкочастотными магнито-терапевтическими приборами, что является их главной отличительной особенностью [4].

Метод высокоинтенсивной импульсной магнитотерапии (ВИМТ) не вызывает болевых ощущений при воздействии, поскольку в тканях индуцируются слабые токи, не достигающие порога возбуждения болевых рецепторов. Напротив, указывается на снижение чувствительности нейронов к передаче ноцицептивной информации на уровне спинного мозга в условиях действия ВИМП. Поэтому представляется возможным применение ВИМТ при двигательных нарушениях с различной степенью выраженности болевого синдрома [4].

Высокоамплитудные магнитные импульсы, вызывая кратковременные сверхпороговые изменения концентрации основных ионов на мембранах нервных и мышечных клеток, инициируют процессы

деполяризации ткани и приводят к сокращению мышечного волокна. Стимуляция скелетных мышц ВИМП, по современным представлениям, является перспективным методом немедикаментозного лечения атрофических изменений мускулатуры конечностей, вызванных гиподинамией или травмой [5].

Несмотря на это, в соответствующие схемы лечения травм ОДА у спортсменов ВИМП включаются редко. Вероятно, это связано с отсутствием научной информации о сравнительной эффективности различных методов магнитотерапии в восстановительном лечении мышечно-сухожильных повреждений у спортсменов.

Целью настоящего исследования явилось сравнительное изучение терапевтических эффектов магнитотерапевтического воздействия у студентов-спортсменов с мышечными повреждениями.

Под нашим наблюдением в Республиканском центре спортивной медицины находился 41 студент-спортсмен с мышечными повреждениями верхних конечностей. Группу наблюдения составило 20 пациентов, которым на фоне комплексного лечения проводили ВИМТ на аппарате «Нейро-МС», группу сравнения - 21 пациент, которым проводили низкочастотную магнитотерапию (НМТ) при помощи аппарата «Полус-2». Распределение пациентов в указанных группах было сопоставимо по основным клинико-функциональным показателям.

Для проведения процедур ВИМТ использовали прибор «Нейро-МС» с величиной магнитной индукции на поверхности кожи 1,1-1,4 Тл, длительностью импульсов – 250 мкс, частотой следования стимулов 0,3-0,5 Гц, длительностью серии стимулов – 1-1,6 секунды, длительностью паузы между соседними сериями стимулов – 2-3 секунды. Продолжительность воздействия на зону повреждения – по 2 минуты с интервалом 3 минуты, общее время процедуры – 15-20 минут. Курс состоял из 8 процедур, проводимых ежедневно.

НМТ осуществляли по двухиндукторной методике: магнитное поле (первые 2 процедуры) переменное (синусоидальное), частотой 50 Гц, непрерывным режимом, 2 степенью интенсивности – 1-я процедура, 3 степенью интенсивности – 2-я; с третьей процедуры магнитное воздействие пульсирующим полем, частотой 50 Гц, прерывистым режимом 2 степенью интенсивности - 3-6-я процедуры, 3-я ступень – 7-8-я. Продолжительность воздействия увеличивалась от 10-до 20 минут, курс - 8 ежедневных процедур.

При первичном обращении студентов-спортсменов и после курса магнитотерапии в обеих группах проводили клинико-инструментальное обследование по единой схеме. Всем пациентам проводили осмотр травмированной конечности, оценку тонуса мышц, болевого и отечного синдромов. Степень выраженности каждого из основных симптомов травмы при обследовании оценивалась по 4-х балльной шкале. По сумме баллов трех клинических признаков оценивали интегральный показатель выраженности травматического мышечного повреждения.

Функциональное состояние нервно-мышечного аппарата спортсменов исследовали с помощью метода электронейромиографии (ЭНМГ) на приборе «Нейро-МВП-4». Использовали методики интерференционной поверхностной миографии и стимуляционной нейромиографии. Запись ЭНМГ производил с заинтересованных скелетных мышц верхних конечностей с помощью накожных электродов: активный электрод накладывали на моторную точку мышцы; референт – на область сухожилия мышцы или костный выступ дистальнее активного электрода; заземляющий электрод располагали между отводящим и стимулирующим электродами. Тестировали следующие скелетные мышцы: *m. abductor pollicis brevis*, *m. abductor digiti minimi*, *m. extensor carpi radialis*, *m. deltoideus*, *m. biceps brachii*.

При проведении стимуляционной ЭНМГ стимулирующий биполярный электрод накладывали в зоне проекции нерва, иннервирующего данную мышцу, в месте его наиболее поверхностного расположения. Стимуляцию проводили прямоугольными импульсами тока длительностью 0,2 мс, частотой 1 Гц, силой тока (мА) до получения стойкого по амплитуде и латентности вызванного ответа мышцы (М-ответа).

Активность мышцы определяли при произвольном мышечном напряжении конечности. На миограмме оценивали амплитуду произвольного напряжения (мкВ), а также частоту импульсации травмированной и интактной мышцы (1/с); на нейромиограмме - максимальную амплитуду М-ответа (мВ), латентный период М-ответа (мс), скорость распространения возбуждения по моторным волокнам (м/с), пороговое значение силы раздражения (мА).

Сравнение зарегистрированных количественных показателей в группах наблюдения и сравнения проводили статистическими ме-

тодами по программе Biostat с использованием непараметрического критерия Уилкоксона с достоверностью различий 95% ($p < 0,05$).

Результаты и их обсуждение. Анализ данных спортивного анамнеза показал, что в 20% случаев возникновению повреждения предшествовала неадекватная (слабая) разминка, а в 46,6 % – форсированная интенсивная тренировка. В 33,3% случаев травму обследуемые связывали с охлаждением мышц к концу тренировки. У 13,3% из числа обследуемых спортсменов повреждению предшествовал период недостаточной физической активности в связи с болезнью.

Результатом травм у спортсменов были следующие клинические проявления: отечный, болевой синдромы, снижение мышечной силы.

Результаты первичного ЭНМГ-обследования у всех обследуемых выявили первый тип электромиограммы, характеризующийся частотой интерференционной кривой свыше 50 Гц и амплитудой – свыше 1000 мкВ, что указывало на отсутствие грубых структурных изменений при мышечных повреждениях. Травмы сопровождалась дисфункцией скелетных мышц, проявляющейся снижением частоты осцилляций и суммарной электрической активности мышц на стороне поражения в сравнении со здоровой конечностью. При сохранном строении нервно-мышечного аппарата наличие болевого и отечного синдрома в отдельных случаях резко ограничивало функцию мышц конечностей, что проявлялось снижением амплитуды интерференционной кривой, изменением порядка рекрутирования двигательных единиц, снижением амплитуды и формы М-ответа в виде растянутой негативной фазы кривой, увеличением длительности латентного периода. При мышечном повреждении конечности медиана максимальной амплитуды произвольного сокращения у студентов-спортсменов в группе наблюдения соответствовала 1500 мкВ, медиана частоты интерференционной кривой - 176 Гц. В группе сравнения аналогичные показатели составили 1494 мкВ и 180 Гц соответственно.

После 1-й процедуры ВИМТ в 55% случаев достигалось уменьшение интенсивности болевого синдрома. К 3-й процедуре отмечалось уменьшение отёчного синдрома (в 65%), однако происходило в течение этих суток кратковременное усиление болей, ограничивающих движение в травмированном сегменте. После 4-й процедуры у 50% обследуемых отмечалось отсутствие болей, отёка, восстановление спортивной работоспособности и возможность приступить к

тренировкам в основной группе. У 40% спортсменов, получавших ВИМТ, эти эффекты наблюдались после 5-й процедуры, у 10% - к окончанию курса лечения. По результатам применения НМТ гипоальгезирующий и противоотечный эффекты в 38% случаев были отмечены после 6-7-й процедур; в 66,6% случаев - к окончанию курса магнитного воздействия.

После курса магнитотерапии в группе наблюдения общая оценка клинических показателей травмы (болевой, отёчный синдромы и мышечная сила) в баллах оказалась достоверно ниже, чем в группе сравнения ($p < 0,02$).

Наряду с отмеченной положительной динамикой клинической картины у пациентов происходила постепенная нормализация ответных реакций ЭНМГ-ответа с заинтересованных возбудимых структур. Однако в группе спортсменов, получавших ВИМТ, к концу лечения отмечалось существенное увеличение показателей в сравнении с таковыми до лечения: амплитуды ЭМГ-паттерна к концу лечения увеличилась на 116% ($p < 0,05$), частота ЭМГ-паттерна у 85% спортсменов - на 76,6% ($p < 0,05$), амплитуда М-ответа у 85% пациентов - на 16,1%, время латентного периода М-ответа в 75% случаев сократилось на 6,8% ($p < 0,05$). Изменения этих показателей в группе сравнения отмечались аналогичной направленности, но менее выраженные: увеличение значений амплитуды и частоты ЭМГ-паттерна на 57,2% ($p < 0,05$) и 44,3% ($p > 0,05$) соответственно, амплитуды М-ответа на 3,7% ($p > 0,05$). Скорость распространения возбуждения по моторным волокнам и до лечения соответствовала аналогичным показателям интактной конечности ($p > 0,05$), поэтому незначительное их изменение в процессе проведённой магнитотерапии у пациентов обеих групп закономерно носило характер тенденции ($p > 0,05$; табл. 1).

По современным представлениям, взаимодействие ВИМП с биоэлектрическими процессами приводит к возникновению магнито-механических эффектов, оказывающих действие на рецепторный аппарат организма [4]. Можно предположить, что возможность восполнения дефицита афферентной импульсации при иммобилизации травмированных конечностей, а также нормализация процессов мышечной электрической активности тканей при действии ВИМП значительно увеличит реабилитационный потенциал спортсменов.

Таблица 1

Динамика ЭНМГ-показателей при мышечных повреждениях конечностей после проведенной магнитотерапии в группах наблюдения (n=20) и сравнения (n=21) (по значениям Медианы)

Параметры ЭНМГ	До магнитного воздействия		После магнитного воздействия	
	Группа наблюдения	Группа сравнения	ВИМТ (группа наблюдения)	НМТ (группа сравнения)
Амплитуда ЭМГ-паттерна, мкВ	1500	1494	3240*	2056
Частота ЭМГ-паттерна, 1/с	176	180	311*	254
Амплитуда М-ответа, мВ	4,82	4,9	6,6*	5,0
Скорость распространения возбуждения, м/с	52,1	53,3	55,95	55,4
Латентный период, мс	2,9	2,89	2,6*	2,85

Примечание: * – различия в группах до и после лечения достоверны; $p < 0,05$

С учётом последствий спортивных травм, проявляющихся двигательными расстройствами и изменением возбудимости нервно-мышечных структур, медицинская реабилитация с использованием методики ВИМТ с выраженным миостимулирующим эффектом будет способствовать восстановлению мышечной электрической активности и повышению работоспособности спортсменов.

Таким образом, проведённые исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Высокоинтенсивная магнитотерапия существенно повышает эффективность лечения спортивных травм в сравнении с низкочастотной низкоинтенсивной магнитотерапией, обладая выраженным противовоспалительным, противоотечным, обезболивающим и миостимулирующим действием.

2. Мышечные повреждения при спортивных травмах вызывают нарушение электрогенеза мышц и их сократительной способности. Скорость проведения нервного импульса по двигательным волокнам, иннервирующим скелетную мышцу, не нарушается, что создаёт благоприятные условия для восстановления их функциональных возможностей и ранней мобилизации.

3. Магнитотерапия полями высокой интенсивности при травмах скелетных мышц у спортсменов способствует увеличению числа функционирующих двигательных единиц за счёт возбуждающего действия магнитного поля на нервно-мышечные синапсы, на нервные и мышечные волокна непосредственно, а также за счёт рефлекторных механизмов действия.

4. ВИМТ в реабилитации спортсменов с мышечными повреждениями способствует восстановлению нормальной биоэлектрической активности периферического нервно-мышечного аппарата, что проявляется достоверным увеличением максимальной амплитуды ЭМГ-паттерна, его частоты, амплитуды М-ответа, латентного периода, а также повышением возбудимости указанных структур.

1. Макарова, Г.А. Медицинский справочник тренера / Г.А. Макарова, С.А. Локтев. – М.: Советский спорт, 2005. – 587 с.

2. Родионова, Т.Р. Современное состояние медико-социальной экспертизы пациентов после сочетанных переломов костей бедра и голени / Т.Р. Родионова // Медицина. – 2005. – № 4. – С. 59–61.

3. Спортивные травмы. Основные принципы профилактики и лечения / под общей ред. П.А.Ф.Х. Ренстрёма. – Киев: Олимпийская литература, 2002. – С. 31-34.

4. Пономаренко, Г.Н. Физические методы лечения: справ. / Г.Н. Пономаренко. – СПб.: В-МедА, 2002. – 252 с.

5. Солтанов, В.В. Модуляция функционального состояния скелетных мышц повторными раздражениями импульсными магнитными полями / В.В. Солтанов, В.А. Сергеев, И.В. Сысоева // Докл. Нац. АН Беларуси. – 2006. – Т. 50, № 5. – С.88-92.