

Фокусированная пьезоэлектрическая ударно-волновая терапия: лечение пояснично-крестцового миофасциального болевого синдрома у спортсменов и артистов балета

С. П. Миронов, акад. РАН, директор¹

Г. М. Бурмакова, д.м.н., вед. научный сотрудник клинического отделения «Спортивная и балетная травма»¹

Г. Д. Покин'-Черета, к.м.н., врач травматолог-ортопед²

¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова» Минздрава России, г. Москва.

²Медицинский центр «Биосс», г. Москва

Focused piezoelectric shock wave therapy: treatment of lumbar and sacral myofascial pain syndrome of athletes and ballet dancers

S. P. Mironov, G. M. Burmatova, G. D. Pokin'-Chereda

Central Scientific and Research Institute for Traumatology and Orthopedics n.a. N. N. Priorov, Bioss Medical Centre Co.; Moscow, Russia

Резюме

ЭУВТ — это новый неинвазивный амбулаторный метод лечения миофасциального болевого синдрома. В статье представлен опыт лечения 375 спортсменов и артистов балета с пояснично-крестцовым МФБС с использованием пьезоэлектрических ударно-волновых установок Piezoston 100+ и Piezowave фирмы Richard Wolf (Германия). Авторами разработаны методика и необходимые параметры ударно-волнового воздействия в зависимости от патогенетического варианта МФБС, патологии позвоночника и от сочетания пораженных мышц.

Ключевые слова: ударно-волновая терапия у спортсменов и артистов балета, методика лечения пояснично-крестцового миофасциального болевого синдрома.

Summary

ESWT is a new noninvasive, out-patient method for the treatment of myofascial pain syndrome (MFPS). Experience of treatment of 375 athletes and ballet dancers with lumbar and sacral MFPS with piezoelectric shock wave using Piezoston 100+ and Piezowave units (Richard Wolf, Germany) is presented. Authors developed a technique and necessary parameters of shock wave influence depending on pathogenesis of MFPS, pathology of the spine and the combination of the affected muscles.

Key words: shock wave therapy at athletes and ballet dancers, technique of treatment of a lumbosacral myofascial pain syndrome.

Введение

Пояснично-крестцовый миофасциальный болевой синдром является одной из самых частых причин снижения спортивной работоспособности у спортсменов и артистов балета и развития их профессиональной непригодности [2, 9]. Основным клиническим проявлением является боль. В 80 % случаев это обусловлено мышечным спазмом с формированием миофасциальных триггерных точек (МФТТ). Причина возникновения МФТТ различна. Высокие физические нагрузки приводят к первичной перегрузке мышечного аппарата позвоночника, но также возможно и вторичное формирование МФТТ на фоне дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника. При продолжении профессиональных сверхнагрузок миофасциальный пояснично-крестцовый болевой синдром (МФПКБС) становится хроническим, что значительно ограничивает функциональное состояние спортсмена или артиста балета. Проблеме лечения миофасциальных болей посвящены большое количество работ [1, 5, 6, 16], но она все еще остается актуальной в связи с высокой частотой заболевания и отсутствием радикальных методов лечения. Спортсмены и артисты балета представляют собой особую группу пациентов, к функции опорно-двигательного

аппарата которых предъявляются повышенные требования. Традиционные методы лечения миофасциального болевого синдрома (мануальная терапия, иглорефлексотерапия, различные физиопроцедуры, обезболивающие блокады) у спортсменов и артистов балеты, учитывая уровень их функциональных притязаний и необходимость продолжения тренировок и репетиций, зачастую оказывают только кратковременный эффект [3, 12, 16]. В последние годы широкую популярность получил метод ударно-волновой терапии. Однако в литературных данных приводятся очень разноречивые мнения о методике и параметрах экстракорпоральной ударно-волновой терапии (ЭУВТ) при МФПКБС. В связи с отсутствием единой тактики и в то же время дифференцированного подхода в использовании ЭУВТ при МФПКБС целью настоящего исследования явилась разработка методики проведения ЭУВТ и оценка ее эффективности при различных формах пояснично-крестцового МФБС у спортсменов и артистов балета.

Материал и методы исследования

Под нашим наблюдением за период с 2009-го по 2017 год находились 375 спортсменов и артистов балета с пояснично-крестцовым МФБС в возрасте от 15

до 38 лет. Среди них 214 мужчин и 161 женщин. Это были легкоатлеты, гимнасты, тяжелоатлеты, артисты балета т.д. Большинство спортсменов имели высшую спортивную квалификацию (мастера спорта, мастера спорта международного класса, заслуженные мастера спорта).

В работе были применены следующие методы исследования: клинико-неврологическое, рентгенологическое, ультрасонография, компьютерная термография, магнитно-резонансная томография, электромиография [3].

Все пациенты с пояснично-крестцовым МФПКБС были разделены на три группы. Первую группу (197 человек) составили пациенты с первичным миофасциальным болевым синдромом. Критерием для определения данной группы являлось отсутствие клинических и рентгенологических признаков дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника. Ко второй группе (141 человек) были отнесены пациенты с наличием спондилоартроза пояснично-крестцового отдела позвоночника по клиническим проявлениям и данным лучевых методов обследования. Третью группу (37 человек) составили пациенты с остеохондрозом, а именно с наличием протрузий дисков от 5 до 8 мм на уровнях L1–S1 без двигательных и чувствительных нарушений.

В данном исследовании использовалась пьезоэлектрические ударно-волновые установки Piezoston 100+ и Piezowave фирмы Richard Wolf (Германия). Данные установки являются аналоговыми и различаются цифровым обозначением уровней энергии. Piezoston 100+ позволяет осуществлять терапевтическое воздействие на 25 энергетических уровнях (Low 1–5 и 1–20) с плотностью потока энергии 0,03–1,05 мДж/мм² и давлением от 11 до 126 МПа и частотой до 8 Гц. Piezowave позволяет осуществлять терапевтическое воздействие на 20 энергетических уровнях (1–20) с плотностью потока энергии 0,032–0,822 мДж/мм² и давлением от 11 до 82,5 МПа и частотой до 8 Гц. Глубина проникновения ударной волны от 5 до 40 мм, что определяется толщиной съемной силиконовой насадки.

Оценка эффективности лечения основывалась на анализе динамики болевого синдрома, определяемого по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) в покое и при движениях, а также данных ЭМГ и термографии.

Результаты

Основной жалобой пациентов с пояснично-крестцовым миофасциальным болевым синдромом являлась боль в одной или нескольких мышцах поясничной, ягодичной областей, нижних конечностей, которая усиливалась при определенных движениях и при попытке растяжения мышцы. Боли в ряде случаев сопровождались локальным жжением или покалыванием. У всех пациентов выявлены триггерные точки (ТТ), которые определяются как локальный узел при прощупывании уплотненного пучка мышечных волокон. При надавливании на него возникала болезненность с характерной областью отраженной боли. При щипковой пальпации миофасциальной ТТ, расположенной в таком уплотненном пучке, у 320

пациентов выявлена локальная судорожная реакция мышечных волокон. 71 пациент отметили слабость и повышенную утомляемость мышц, в которых обнаружены ТТ. Снижение эластичности мышц проявлялось в виде ограничения объема движений в позвоночнике и в тазобедренных суставах. Например, поражение мышцы, выпрямляющей позвоночник, сопровождалось ограничением сгибания и ротации поясничного отдела позвоночника; квадратной мышцы поясницы — ограничением латерофлексии туловища в противоположную сторону. ТТ в ягодичных и грушевидной мышцах вызывали ограничение внутренней ротации тазобедренного сустава на стороне поражения.

Известно, что ТТ клинически подразделяются на активные и латентные [4]. При наличии активной ТТ пациент ощущал боль в покое, которая усиливалась при функционировании пораженной мышцы. Латентные ТТ были болезненны только при их пальпации. У 63 спортсменов выявлена тендопериостеопатия в месте прикрепления пораженной мышцы.

Исходя из анализа полученных с помощью поверхностной ЭМГ и термографии данных, выделены два патогенетических варианта МФПКБС. При первом варианте усилены микроциркуляция и сократительная активность мышцы, что обусловлено воспалительными явлениями. Для второго варианта было характерно снижение как микроциркуляции, так и сократительной активности мышц вследствие развития дистрофических изменений [3, 4].

Согласно нашим наблюдениям в качестве причины возникновения МФБС отмечены хроническая мышечная перегрузка, погрешности в методике тренировочного процесса, эмоциональный стресс. Наиболее часто ТТ диагностировались в мышце, выпрямляющей позвоночник, ягодичных мышцах.

Показанием для проведения ударно-волновой терапии в нашем исследовании был миофасциальный пояснично-крестцовый болевой синдром.

Противопоказаниями для проведения ударно-волновой терапии (по данным литературы) являются общая и местная инфекция, коллагенозы, опухоли, коагулопатия, хронические заболевания нервной системы, беременность [7].

Методика проведения процедуры ЭУВТ

При проведении процедуры ЭУВТ пациент находится в положении лежа на животе или на боку. Пальпаторно выявляется наиболее болезненный уплотненный пучок в мышце по методу обратной связи (biofeedback). Затем на кожу наносится гель, применяемый для ультразвукового исследования, который является проводящей средой и предупреждает рассеивание энергии на границе раздела сред. В зависимости от предполагаемой глубины проникновения ударных волн подбирается соответствующая силиконовая насадка.

В начале процедуры уточняется локализация триггерных точек с помощью следующих параметров ударных волн: плотность потока энергии — 0,18 мДж/мм², частота импульсов — 2 Гц. Опытным путем было выявлено, что

при аппликации ударных волн с данными параметрами на любую ТТ (активную или латентную) возникает провокационная боль, локальная и отраженная, что является подтверждением корректного положения терапевтической головки. Во время диагностики и проведения процедуры с пациентом постоянно поддерживается вербальный контакт для обеспечения точности ударно-волнового воздействия, а также для определения максимальной интенсивности плотности энергии, которую может вынести пациент.

После уточнения локализации ТТ устанавливаются параметры ударных волн, необходимые для терапевтического воздействия. Начальный уровень плотности потока энергии определяется болевыми ощущениями пациента. Они индивидуальны, зависят от особенностей восприятия боли, локализации ТТ, степени выраженности болевого синдрома, варианта патогенеза МФПКБС. Во время процедуры должна ощущаться терпимая боль, что соответствует 6–7 баллам по ВАШ. Важным диагностическим критерием было возникновение или усиление во время ударно-волнового воздействия отраженной боли, которая явилась поводом для обращения к врачу. На установке Piezoston 100+ параметрами ударно-волнового воздействия были энергетические уровни Low 1–8, что соответствовало плотности потока энергии 0,03–0,304 мДж/мм². На установке Piezowave соответственно 1–10-й уровни, что составляло 0,032–0,35 мДж/мм², максимальная частота в обоих случаях — 4 Гц.

Количество ударов на ТТ и изменение энергетического уровня зависели от патогенеза МФПКБС. Согласно нашим наблюдениям при преобладании воспалительного компонента наиболее толерантным и вместе с тем эффективным является воздействие 600 импульсов на триггерную точку с сохранением одного уровня плотности потока энергии в течение всей процедуры. При наличии дистрофических явлений оптимальным является следующий режим: 900 импульсов на триггерную точку с постепенным повышением уровня плотности потока энергии на один уровень в течение процедуры [3, 4]. Во время проведения процедуры для уменьшения болезненности ударно-волнового воздействия производятся плавные медленные круговые перемещения терапевтической головки в пределах очага боли. Максимальное количество ударов за процедуру составляло 4 тысячи.

При этом важными являются не только параметры ударных волн, но и какие именно ТТ подвергаются ударно-волновому воздействию. Наличие взаимосвязи между ТТ внутри функциональных мышечных цепей обуславливает необходимость в ударно-волновом воздействии не только на активную триггерную точку, которая является основной причиной боли, но также и на все сопровождающие латентные точки (сателлитные) этой функциональной мышечной цепи, включая и места прикрепления соответствующих мышц.

За одну процедуру осуществляется ударно-волновое воздействие на одну активную ТТ с ее сателлитами либо при наличии нескольких ТТ на 2–3 наиболее болезненные точки в пределах одной функциональной цепи.

Курс лечения у всех больных состоял из пяти процедур, проводимых с интервалом семь дней. Продолжительность процедуры в среднем составила $26 \pm 4,5$ минуты.

Первая процедура, как правило, была болезненна. Сразу после процедуры пациенты чувствовали некоторое улучшение, что проявлялось в уменьшении боли при движениях. Значительно лучше становилось на следующий день после процедуры. У 35 пациентов в течение первых трех дней после процедуры, наоборот, боли усилились. Однако к моменту следующей процедуры болевой синдром был меньше по сравнению с исходным. Последующие процедуры у всех пациентов, несмотря на то, что применялся уже более высокий энергетический уровень, были менее болезненны.

В период лечения спортсмены и артисты балета продолжали свою профессиональную деятельность, не рекомендовались только движения, провоцирующие боль.

ЭУВТ проводилась в виде монотерапии без применения других физических методов лечения. Согласно данным экспериментальных исследований локальные методы лечения (инъекции, физиотерапия) могут изменять или блокировать действие ударных волн [8, 15, 20]. Дело в том, что эти методы оказывают противовоспалительное действие, так как снижают содержание простагландинов, цитокинов и других факторов воспаления. ЭУВТ, наоборот, вызывает образование факторов воспаления в болезненном очаге, оказывая тем самым провоспалительное действие [18]. По этой же причине не сочетаются с ударно-волновой терапией и нестероидные противовоспалительные препараты, обладающие антипростагландиновой активностью.

После лечения 324 пациента были повторно обследованы через три месяца после начала лечения. Положительный эффект, выражающийся в значительном уменьшении или купировании болевого синдрома, нормализации ЭМГ и термографии, отмечен у 291 пациентов.

На рис. 1, 2, 3 отмечена динамика болевого синдрома в течение года после проведенного лечения, примеры термограмм и ЭМГ приведены на рис. 4, 5.

Полученные данные свидетельствуют о положительном действии ЭУВТ при лечении первичного МФПКБС, что выражалось в быстром снижении болевого синдрома, полном восстановлении показателей термографии и ЭМГ в течение трех месяцев, отсутствии рецидивов болевого синдрома.

У пациентов с МФПКБС на фоне спондилоартроза положительное действие ЭУВТ также характеризовалось значительным снижением интенсивности болевого синдрома, улучшением микроциркуляции, по данным термографии, и снижением тонической активности пораженных мышц в ближайшие сроки после лечения. При оценке отдаленных результатов в ряде случаев отмечен рецидив болевого синдрома, который, однако, был уже меньшей интенсивности, чем первоначальный.

При лечении пациентов с МФПКБС на фоне остеохондроза ЭУВТ оказалась недостаточно эффективна. В ближайшие сроки отмечалось снижение болевого синдрома, но уже через три мес боли возобновлялись.

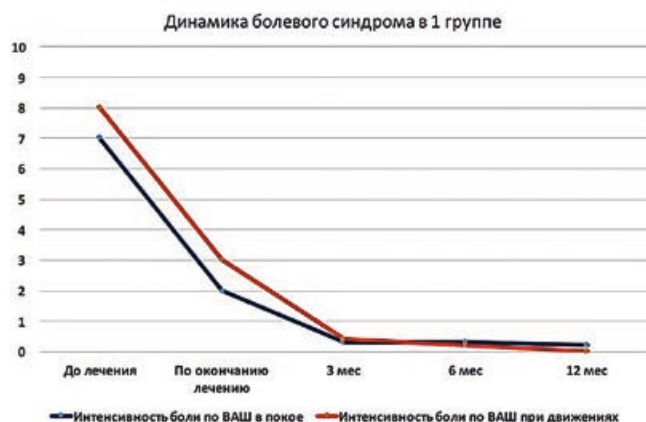


Рисунок 1. Динамика болевого синдрома в первой группе пациентов.

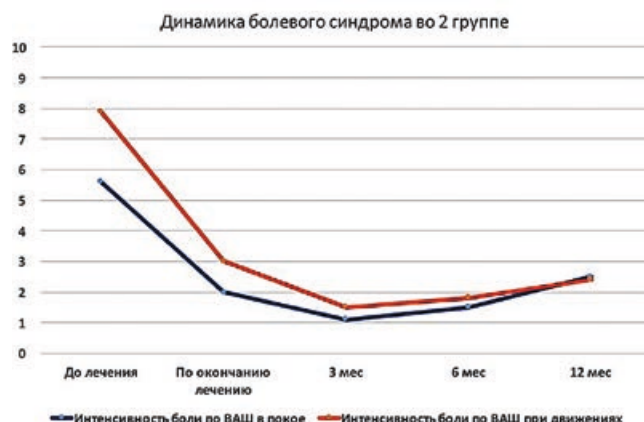


Рисунок 2. Динамика болевого синдрома во второй группе пациентов.



Рисунок 3. Динамика болевого синдрома в третьей группе пациентов.

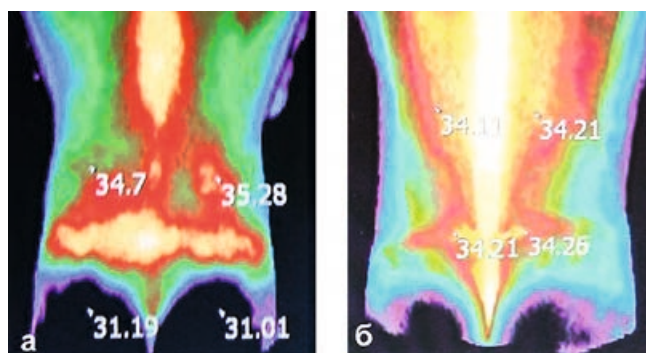


Рисунок 4. Результаты компьютерной термографии с первичным МФПКБС до (а) и через три месяца (б) после лечения.

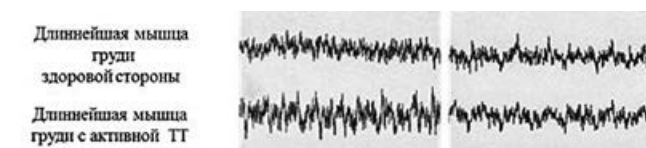


Рисунок 5. Результаты поверхностной ЭМГ с первичным МФПКБС до (а) и через три месяца (б) после лечения.

Наилучший результат после использования ЭУВТ был достигнут у пациентов с первичным МФПКБС — в 97 % случаев констатирован хороший результат в ближайшие

и отдаленные сроки после лечения. Учитывая это, мы считаем ЭУВТ методом выбора в лечении первичного МФПКБС у спортсменов и артистов балета.

У 75,2 % больных с МФПКБС на фоне спондилоартроза достигнут хороший результат, однако в 12,5 % случаев отмечен рецидив боли в отдаленном периоде. Наилучший результат получен у пациентов более молодого возраста (до 30 лет) с незначительными дегенеративно-дистрофическими изменениям суставов позвоночника. Очевидно, что у пациентов с МФПКБС на фоне поясничного спондилоартроза эффективно применение метода ЭУВТ, а при начальных дегенеративных изменениях фасеточных суставов является методом выбора.

У больных с остеохондрозом целесообразность применения ЭУВТ является сомнительной. Скорее всего, ЭУВТ снимает или уменьшает реактивное мышечное напряжение. Однако в связи с сохранением дискогенных болей и (или) дискордикулярного конфликта болевой синдром возвращается вновь. Более эффективной данная терапия оказалась у пациентов молодого возраста.

На рис. 6 представлены диаграммы, отражающие снижение болевого синдрома в результате ударно-волнового воздействия у пациентов с первым и вторым патогенетическими вариантами МФБС. Отчетливо видно, что в случае воспалительных изменений в мышцах болевой синдром купируется раньше. При развитии же дегенеративно-дистрофических изменений болевые ощущения присутствуют, хотя уже и меньшей интенсивности, после окончания курса ЭУВТ. То же самое отмечено и при сравнении данных, полученных с помощью термографии и электромиографии.

Спортивная и профессиональная работоспособность полностью восстановлена у пациентов первой группы в срок от 3 до 6 недель с момента начала лечения. У пациентов второй группы спортивная и профессиональная работоспособность восстановлена у 131 пациента в срок от 4 до 8 недель с момента начала лечения. У пациентов третьей группы профессиональная работоспособность восстановлена только у 21 пациента, остальным

понадобилось дополнительное лечение. Осложнений при проведении процедуры не было. Рецидивов болевого синдрома в течение года также не отмечено.

Обсуждение

Первые публикации о применении ударной волны в лечении миофасциальной боли появились в конце 90-х годов прошлого века [17].

Сначала для лечения МФБС использовался прибор Dolorclast EMS (Швейцария). В отличие от других ударно-волновых установок при его использовании воздействие оказывается нефокусированными линейно распространяющимися радиальными волнами, источником которых является пневмогенератор. Их энергия максимальна на поверхности кожи и уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния. В связи с потерей энергии эффективная глубина воздействия составляет не более 10 мм. Это ограничивает применение аппаратов с радиальной ударной волной при лечении пациентов с МФБС, так как глубина расположения ТТ зачастую превышает 20 мм, особенно у пациентов с развитой мускулатурой или ожирением [13]. Кроме того, одним из основных физических принципов является возникновение разницы давления [11, 14]. А у аппаратов с радиальными ударными волнами давление в очаге воздействия не превышает цифр 1 МПа, что не приводит к образованию зоны отрицательного давления и формированию тем самым необходимых биологических эффектов на уровне ткани. Это существенно снижает эффективность и спектр применения аппаратов с радиальными ударными волнами.

В 1999 году М. Kraus et al. [17] сообщили об уменьшении болевого синдрома и мышечного тонуса после аппликации на мышцы фокусированной ударной волны малой энергии. В последующем именно использование фокусированных ударных волн малой энергии получило широкое распространение при лечении МФБС [13, 19].

Единственным исследованием, в котором проводится сравнительный анализ результатов УВТ и других методов лечения миофасциального болевого синдрома, является исследование W. Baurmeister [7]. Оно свидетельствует о высокой эффективности УВТ. И если при использовании обычных терапевтических методов (растяжение мышц, блокады с анестетиками, использование хладагентов) хорошим результатом является уменьшение боли на 50 %, при проведении УВТ после первой процедуры боли уменьшаются на 26 %, после трех процедур на 58,5 % и на 67 и 85 % соответственно после 4–5 процедур.

Для получения истинных (фокусированных) ударных волн используются пьезоэлектрические, электрогидравлические или электромагнитные системы.

Фокусированная ударная волна глубоко проникает в ткани без их повреждения и оказывает точное терапевтическое воздействие в патологическом очаге. При этом не наблюдается возникновения термического эффекта, так как между отдельными ударными волнами имеется пауза.

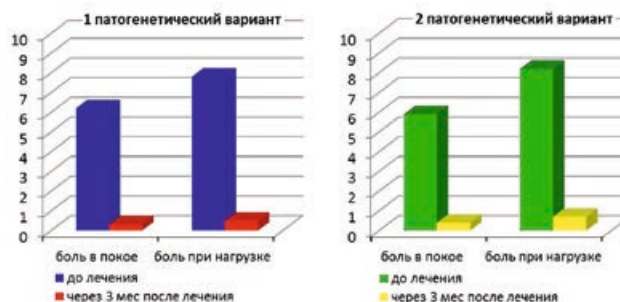


Рисунок 6. Динамика болевого синдрома у пациентов с первым и вторым патогенетическими вариантами МФПКБС.

Согласно данным литературы терапевтический эффект ударных волн при лечении МФБС складывается из нескольких компонентов: гиперстимуляционной анальгезии, стимуляции ангиогенеза, провоспалительного и метаболического эффектов [8, 10, 11, 14, 15, 18, 20, 21].

Следствием ударно-волнового воздействия являются прерывание порочного круга миофасциального болевого синдрома, устранение локального мышечного спазма, ишемии и купирование боли. Ликвидация болевого синдрома способствует восстановлению сократительной способности пораженных мышц, а следовательно, и спортивной, и профессиональной работоспособности.

Согласно данным литературы ударные волны воздействуют на все структурные составляющие живого организма (мягкие ткани, кровеносные сосуды, нервные волокна, сухожилия, связки, фасции, кости) и конкременты. Эффект воздействия ударных волн на тело пациента связан исключительно с их механическими свойствами и имеет пропорциональную зависимость от уровня энергии ударных волн [20, 21]. Зависимость эффектов воздействия от параметров ударных волн требует точного соблюдения методики выполнения процедуры. На этот счет в литературе имеются различные рекомендации.

При лечении МФБС используются гораздо меньшие значения плотности энергетического потока, чем, например, при лечении энтезопатий. Верхнее пороговое значение плотности энергетического потока составляет только 0,25–0,35 мДж/мм², более высокие значения могут вызвать деструкцию сосудов и мышечных волокон. Начальный же уровень определяется индивидуально в связи с тем, что у каждого пациента свой болевой порог. Это зависит от особенности восприятия боли, локализации МФТТ, степени выраженности болевого синдрома. Процедура должна быть болезненна, но хорошо переносима [19].

Темп нарастания потока энергии во время процедуры и при последующих сеансах в литературе не обсуждается. Тем не менее этот параметр ударно-волнового воздействия имеет важное значение для адекватной переносимости процедуры и ее эффективности. Согласно нашим наблюдениям темп увеличения энергетического воздействия не может быть одинаковым у всех

пациентов [3, 4]. Как уже указывалось, он зависит от патогенетического варианта МФПКБС у каждого больного.

Спорным вопросом является и такой показатель, как количество импульсов на одну триггерную точку. В литературе упоминаются различные цифры. М. Gleitz, U. Dreisilker, R. Rädels [11, 13] рекомендуют 200–400 импульсов на одну триггерную точку, а Н. Müller-Ehrenberg [19] — 800–1 000 импульсов, производитель ударно-волновой установки Piezason 100+ фирма R. Wolf в своем руководстве по эксплуатации рекомендует 1 500 импульсов. А W. Bauermeister [7] считает, что количество импульсов определяется индивидуально, и ударно-волновое воздействие на ТТ необходимо прекратить при исчезновении боли. Исходя из нашего опыта, необходимое количество импульсов на ТТ также зависит от патогенетического варианта МФБС. При острых проявлениях — 600 импульсов, при наличии дистрофических изменений — 900 импульсов на триггерную точку [4].

Что касается частоты ударных волн, то W. Bauermeister [7] определяет этот параметр ударных волн в зависимости от плотности потока энергии: чем выше энергия, тем меньше частота. Это, по мнению автора, позволяет исключить повреждения тканей и делает процедуру легко переносимой. При этом эффективность процедуры зависит от величины суммарной энергии, полученной мышцей. В свою очередь, М. Gleitz, U. Dreisilker, R. Rädels [11, 13], исходя из результатов экспериментального исследования, указывают, что предельно допустимой является частота в 4 Гц, так как более высокие значения могут вызвать повреждение мышечной ткани.

Как видно из приведенных данных, сведения о методике проведения процедуры УВТ очень скудные, не охватывают всех параметров ударно-волнового воздействия и весьма противоречивы.

Выводы

Исходя из анализа результатов лечения пациентов с первичным МФПКБС, методика пьезоэлектрической ударно-волновой терапии не может быть унифицированной. Она зависит от патогенетического варианта пояснично-крестцового МФБС, степени дегенеративно-дистрофических изменений позвоночника, а также от сочетания пораженных мышц в образовавшейся патологической мышечной цепи.

Полученные данные свидетельствуют, что экстракорпоральная пьезоэлектрическая ударно-волновая терапия является высокоэффективной амбулаторной неинвазивной методикой лечения первичного МФПКБС и МФПКБС на фоне спондилоартроза. Ликвидация болевого синдрома способствует восстановлению двигательной активности, а следовательно, спортивной и профессиональной работоспособности. Применение ЭУВТ при МФБС на фоне остеохондроза поясничного отдела позвоночника недостаточно эффективно.

Список литературы

1. Алексеев В.В., Солоха О.А. Миофасциальный болевой синдром: применение ботокса // Невролог. журнал. — 2001. — № 2. — С. 30–35.
2. Бурмакова Г.М. Пояснично-крестцовый болевой синдром у спортсменов и артистов балета: дифференциальная диагностика // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. — 2004. — № 1. — С. 68–71.
3. Миронов С.П., Бурмакова Г.М., Крупаткин А.И., Михайлова С.А., Покин-Черда Г.Д. Комплексная диагностика миофасциального пояснично-крестцового болевого синдрома у спортсменов и артистов балета // Вестн. травматол. ортопед. — 2012. — № 2. — С. 19–26.
4. Покин-Черда Г.Д. Экстракорпоральная ударно-волновая терапия миофасциального пояснично-крестцового болевого синдрома у спортсменов и артистов балета. // Дис. канд. мед. наук. Москва. 2013. 113с.
5. Попелянский Я.Ю. Ортопедическая неврология (Вертеброневрология). // М.: МЕДпресс-информ. — 2011.
6. Симонс Д.Г., Трэвел Д.Г., Симонс А.С. Миофасциальные боли и дисфункции. Руководство по триггерным точкам. // М.: Медицина. — 2005.
7. Bauermeister W. Diagnosis and therapy of myofascial trigger point symptoms by localization and stimulation of sensitized nociceptors with focused ultrasound shockwaves // Med. Orthop. Tech. — 2005. — Vol. 5. — P. 65–74.
8. Brümmer F., Brümmer T., Hülser D. Biological effects of shock waves // World J. Urol. — 1990. — Vol. 8. — P. 224–232.
9. Bruno-Petrina A. Myofascial Pain in Athletes // Sport Medicine. — 2008. — Feb, 8. — 231–236.
10. Buch M. Review: Extracorporeal shock waves in orthopaedics. // Berlin, 1997. — P. 3–58.
11. Dreisilker U. Shock wave therapy in practice: Enthesiopathies. // Heilbronn: Level 10. — 2011.
12. Fernandez de las Penas C., Sohrbeck Campo M., Carnero J.F. et al. Manual therapies in myofascial trigger point treatment: a systematic review // J. of Bodywork and Movement Therapies. — 2005. — Vol. 9. — P. 27–34.
13. Gleitz M. Trigger shock wave therapy with radial and focused shock waves // Current status Orthop. Prax. — 2006. — Vol. 42, № 5. — P. 303–312.
14. Gleitz M. Shock wave therapy in practice: Myofascial Syndromes and Trigger Points. // Heilbronn: Level 10. — 2011.
15. Hausdorf J. et al. Molecular basis for pain mediating properties of extracorporeal shock waves // Schmerz. — 2004. — Vol. 18 (6). — P. 492–497.
16. Hong C. Z., Hsueh T. C., Simons D. G. Difference in pain relief after trigger point injections in myofascial pain patients with and without fibromyalgia. // J. Musculoskelet. Pain. — 1995. — Vol 3 (Suppl. 1). — P. 60.
17. Kraus M., Reinhart E., Krause H., Reuther J. Low energy extracorporeal shockwave therapy (ESWT) for treatment of myogelosis of the masseter muscle // Mund Kiefer Gesichtschir. — 1999. — Vol. 3 (1). — P. 20–23.
18. Maier M., Averbek B., Milz S., Refior H. J. Substance P and prostaglandin E2 release after shock wave application to the rabbit femur // Clin. Orthop. — 2003. — № 406. — P. 237–245.
19. Müller-Ehrenberg H, Licht G. Diagnosis and therapy of myofascial pain syndrome with focused shock waves (ESWT) // Med. Orthop. Tech. — 2005. — Vol 5. P. 1–6.
20. Neuland H., Duchstein H., Mei W. Grundzüge der molekularen Wirkung der extrakorporalen Stoßwellentherapie am menschlichen Organismus- In Vitro- und In-vivo- Untersuchung // Orthop. Prax. — 2004. — Vol. 40, N9. — P. 488–492.
21. Steinbach P., Hofstaedter F. Determination of energy dependent extent of vascular damage caused by high energy shock waves in an umbilical cord model // Urol. Res. — 1993. — Vol. 21. — P. 279.

