

Заболеваемость костно-мышечной системы и возможности использования электронейростимуляции мышц

© Н.Н. Лазаренко¹, М.Ю. Герасименко², Ж.Г. Тигай¹, О.А. Доготарь¹

¹ Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация;

² Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, Российская Федерация

Обоснование. Актуальность изучения болезней костно-мышечной системы определяется не только ограничением двигательной активности пациентов и потерей их трудоспособности, но и широкой распространенностью данной патологии.

Цель — изучение влияния электронейростимуляции мышц у больных адгезивным капсулитом средней степени тяжести на фоне субкомпенсированного сахарного диабета 2-го типа с целью разработки нового комплексного лечения.

Методы. Под наблюдением находились две группы больных адгезивным капсулитом на фоне субкомпенсированного сахарного диабета 2-го типа, у которых до начала лечения преобладала сниженная электровозбудимость в подостной и надостной мышцах по спастическому типу без качественных изменений: в первую, контрольную, группу вошли 30 пациентов, во вторую, основную, — 120. У всех больных отмечались ограничение движений в плечевом суставе, болевой синдром, наличие триггерных точек в мышцах плечевого пояса. Для определения нарушения функции мышц мы использовали метод классической электродиагностики с определением электровозбудимости подостной и надостной мышцы.

Результаты. Состояние электровозбудимости рассматриваемых мышц, имеющих триггерные точки, отражало наличие в них спастичности, что сопровождалось повышением показателей всех видов использованных токов. В настоящее время известен большой арсенал лекарственных средств, эффективность которых ограничивается их побочными эффектами, поэтому в данной работе для второй группы больных в стандартное лечение дополнительно была включена электронейростимуляция мышц от аппарата OMRON E-4. Он обладает широким диапазоном частот, создающим при лечении анальгетический эффект, нормализацию электровозбудимости нервно-мышечного аппарата, увеличение объема движений в плечевом суставе. Сравнительный анализ эффективности лечения в двух группах больных выявил преимущество курса комплексного лечения (с применением указанной электростимуляции) при компенсации у 86,7% больных во 2-й группе, что подтверждалось данными клинического, электрофизиологического и регрессионного анализа, с положительным прогнозом в отдаленном периоде.

Заключение. Включение в комплексное лечение электронейростимуляции позволяет уменьшить болевой синдром и восстановить двигательный стереотип в плечевом суставе, а также достигнуть в целом компенсации клинического состояния.

Ключевые слова: заболеваемость костно-мышечной системы, адгезивный капсулит, электростимуляция, сахарный диабет, электродиагностика.

Для цитирования: Лазаренко Н.Н., Герасименко М.Ю., Тигай Ж.Г., Доготарь О.А. Заболеваемость костно-мышечной системы и возможности использования электронейростимуляции мышц. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2018;17(4):204–210.

DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1681-3456-2018-17-4-204-210>

Для корреспонденции: Лазаренко Нина Николаевна, к.м.н., зав. кафедрой физических методов лечения РУДН, Москва. E-mail: lazarenko.nina@yandex.ru

Поступила 25.04.2018

Принята в печать 17.05.2018

MUSCULOSKELETAL DISORDERS AND THE POSSIBILITY OF USING NEUROMUSCULAR ELECTRICAL STIMULATION

© N.N. Lazarenko¹, M.Yu. Gerasimenko², Zh.G. Tigay¹, O.A. Dogotar' ¹

¹ Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation;

² Russian Medical Academy of Post-Graduate Education, Moscow, Russian Federation

Background. The study of the musculoskeletal disorders is relevant not only due to the limitation of the motor activity of patients and possible disability, but also due to the widespread prevalence of this pathology.

Aim: to study the effect of neuromuscular electrical stimulation in patients with moderate adhesive capsulitis with subcompensated type 2 diabetes mellitus in order to develop a new comprehensive treatment.

Methods. The study included two groups of patients with adhesive capsulitis with subcompensated type 2 diabetes mellitus, in which, before treatment, reduced spastic type electroexcitability in the infraspinatus muscle and the supraspinatus muscle was predominant without qualitative changes; the group 1 (control) included 30 patients, the group 2 (main) included 120 patients. All patients had limited movement in the shoulder joint, pain syndrome, the presence of trigger points in the muscles of the shoulder girdle. To determine impaired muscle function, we used the classical electrodiagnostics method with the determination of electroexcitability of the infraspinatus and supraspinatus muscles.

Results. The state of electroexcitability of the muscles under consideration, having trigger points, reflected the presence of spasticity in them, which was accompanied by an increase in the performance of all types of currents

used. Currently, a wide range of drugs is known, which efficiency is limited by their side effects, therefore, in this work, for the group 2 of patients, the standard treatment additionally included neuromuscular electrical stimulation using the OMRON E-4 device. It has a wide range of frequencies, which creates an analgesic effect in the treatment, normalizes the electroexcitability of the neuromuscular apparatus, and increases the range of motion in the shoulder joint. A comparative analysis of the treatment efficiency in two groups of patients revealed the advantage of a course of comprehensive treatment (using the electrical stimulation indicated) with compensation in 86.7% of patients of the group 2, which was confirmed by clinical, electrodiagnostic and regression analysis, with a positive long term prognosis.

Conclusion. The inclusion of neuromuscular electrical stimulation in the comprehensive treatment enables to reduce the pain syndrome and restore the movement pattern in the shoulder joint, as well as achieve overall compensation for the clinical condition.

Key words: musculoskeletal disorders, adhesive capsulitis, neuromuscular electrical stimulation, diabetes mellitus, electrodiagnostics.

For citation: Lazarenko NN, Gerasimenko MYu, Tigay ZhG, Dogotar' OA. Morbidity of the musculoskeletal system and the possibility of using electroneurostimulation of muscles. *Russian Journal of the Physical Therapy, Balneotherapy and Rehabilitation*. 2018;17(4):204–210. (In Russ.)

DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1681-3456-2018-17-4-204-210>

For correspondence: Nina N. Lazarenko, PhD (Med.), Head, Chair of Physical Therapies, Peoples Friendship University of Russia, Moscow. E-mail: lazarenko.nina@yandex.ru.

Received 25 April 2018

Accepted 17 May 2018

Обоснование

Адгезивный капсулит (МКБ-10 M75.0) как проявление миофасциальной болевой дисфункции еще со времен работ Дюплея (Duplay, 1872) было принято определять как плечелопаточный периартрит, периартроз, «замороженное плечо» и др. [1–4]. Все же за столетний период изучения данного синдрома этиология его до сих пор вызывает дискуссию. В то же время среди болезней костно-мышечной системы адгезивный капсулит является наиболее частой формой и составляет 80% от числа всех проявлений миофасциальной бо-

вой дисфункции [5]. При этом причиной мышечных поражений при адгезивном капсулите могут быть как воспалительные, так и дегенеративные процессы, развивающиеся на фоне целого ряда неврологических, сосудистых, метаболических и эндокринных расстройств. Некоторые авторы отмечают, что у 1/3 больных адгезивный капсулит ассоциирован с сахарным диабетом, а инсулинорезистентность развивается главным образом в мышечной ткани [6–10].

Актуальность изучения болезней костно-мышечной системы определяется не только ограничением двигательной активности пациентов и потерей их трудоспособности, но и широкой распространенностью данной патологии. По данным статистики, в Российской Федерации в 2014 и 2015 гг. абсолютное число зарегистрированных больных с болезнями костно-мышечной системы составляло соответственно 19 667 967 и 19 429 107, что в пересчете на 100 000 всего населения составило 13 446,6 и 13 283,5 случаев. При этом, в частности, в Московской области соответствующие показатели (681 988 и 660 589, или 9431,4 и 9135,4) были существенно лучшими [11–13].

В результате анализа некоторых статистических материалов заболеваемости болезнями костно-мышечной системы населения Российской Федерации в 2015–2016 гг., можно представить показатели первичной заболеваемости болезнями костно-мышечной системы на примере населения Московской области (рис. 1).

На рис. 1 видно, что на территориях Волоколамского, Ленинского и Красногорского районов показатели первичной заболеваемости болезнями костно-мышечной системы среди подросткового населения в 2,0–3,5 раза превышали среднеобластные значения. В Ступинском, Луховицком, Каширском и Серебряно-Прудском районах эти показатели превышали среднеобластные значения в 1,3–2,0 раза, а в Можайском, Мытищинском, Павловско-Посадском, Орехово-Зуевском, Раменском, Воскресенском и Озерском районах — в 1,0–1,3 раза.

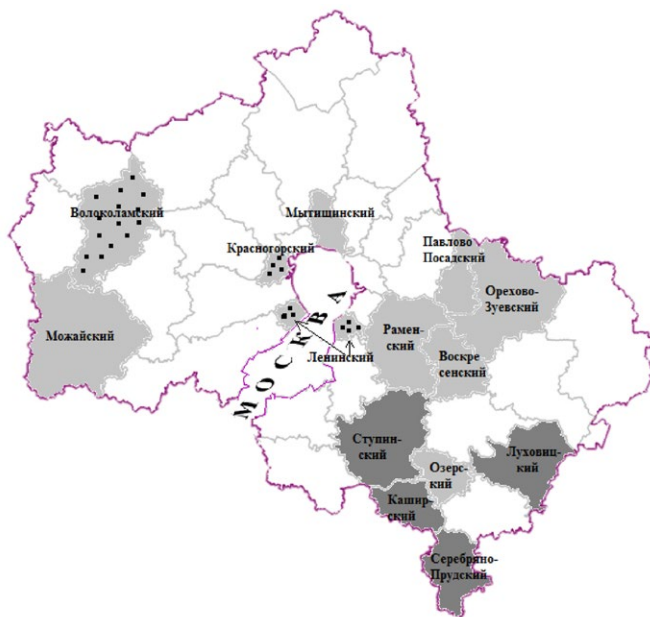


Рис. 1. Некоторые районы Московской области с повышенным уровнем первичных случаев болезней костно-мышечной системы

- — в 2,0–3,6 раза выше среднеобластного значения
- — в 1,2–2,0 раза выше среднеобластного значения
- — в 1,0–1,3 раза выше среднеобластного значения

При этом профилактические осмотры подростков показали резкое увеличение числа случаев выявления нарушений осанки у учащихся школ (рис. 2). Можно предположить, что нарушения осанки с детства создают предпосылки не только для нарушения иммунологического контроля и развития патологии внутренних органов, но и болезней костно-мышечной системы [14].

В патогенезе болезней костно-мышечной системы важная роль принадлежит костным структурам, их метаболизму, а также нарушению регуляции структурной адаптации костных структур, которые могут закладываться уже в детстве под действием экологического прессинга.

Загрязненность атмосферного воздуха, продуктов питания, а также избыточное влияние некоторых физических факторов, например шума, электромагнитного излучения и др., оказывают отрицательное влияние на иммуногенез в целом, а также ассоциируются с возникновением, в том числе, болезней эндокринной и костно-мышечной систем [15, 16]. Так, в 2015 г. в некоторых районах Московской области имелись временные отклонения, например, в питьевой воде: в частности, отмечался избыток железа на 47,6%, фтора — на 24,3%, стронция — на 13,1%, лития — на 8,0%, кремния — на 3,5%, марганца — на 0,4% [17].

Учитывая сложность этиопатогенеза отмеченных выше патологических процессов, становится очевидным, что все предлагаемые «радикальные» методы лечения данной патологии на сегодняшний день достаточно условны, поэтому идет поиск новых комплексных воздействий на основе фармакотерапии, лечебной физкультуры и физиобальнеологических факторов [18–23].

На первом этапе исследования, который был описан в одной из наших предыдущих работ, показано положительное влияние комплексного лечения, включающего в том числе электростимуляцию импульсными токами на нервно-мышечную проводимость в целом, а также на разные звенья патогенеза сахарного диабе-

та, оказывающего гликолитическое, липолитическое действие [24, 25].

Цель — изучение влияния электростимуляции мышц на больных с адгезивным капсулитом средней степени тяжести на фоне субкомпенсированного сахарного диабета 2-го типа с целью разработки нового комплексного лечения.

Методы

Дизайн исследования

Проведено независимое рандомизированное исследование двух групп пациентов с адгезивным капсулитом на фоне субкомпенсированного сахарного диабета 2-го типа. Исследование выполнено на базе ФГУЗ «Клиническая больница № 83 Федерального медико-биологического агентства».

Описание медицинского вмешательства

Все больные были разделены на две группы. Пациенты первой (контрольная, $n=30$) группы получали стандартное лечение, во второй (основная, $n=120$) дополнительно применяли электростимуляцию с использованием аппарата OMRON E-4 (Япония), частотой 1–1200 Гц, силой тока, регулируемой до умеренного сокращения мышц под электродами (до 85 мА), 4–6 полей в день, время воздействия — 15 мин на одно поле, двумя полями, два поля в день, курс 10–12 процедур в зависимости от состояния пациента и его сопутствующих заболеваний.

С помощью классической электродиагностики определялась в динамике электровозбудимость надостной и подостной мышц с двух сторон на аппарате «Магنون-Скиф» (Россия). При этом нормальный ответ подостной и надостной мышц на гальванический ток соответствовал $13,2 \pm 0,4$ и $10,8 \pm 0,2$ мА, на экспоненциальный ток — $18,7 \pm 0,1$ и $15,2 \pm 0,3$ мА, на прямоугольный ток — $16,1 \pm 0,4$ и $13,6 \pm 0,2$ мА.

Ограничениями к использованию предложенного нами метода были общие противопоказания к физиоте-

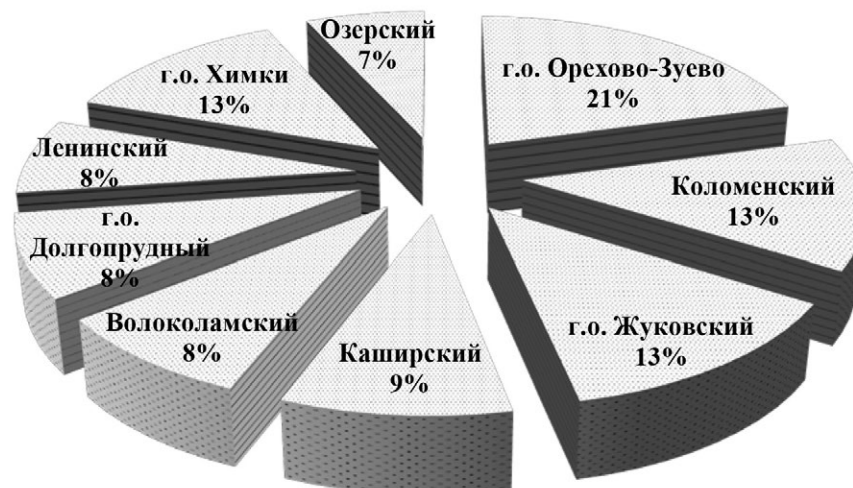


Рис. 2. Районы Московской области, в которых отмечается высокий процент детей с нарушением осанки (по данным отчетов Роспотребнадзора, 2013–2015 гг.)

рапии, в том числе повреждения и разрывы сухожилий вращающей манжеты или капсулы плечевого сустава, острота болевого синдрома, декомпенсация сопутствующих заболеваний и др.

Критериями эффективности следует считать нормализацию клинических проявлений ряда важных показателей: уменьшение степени болевого синдрома, увеличение двигательной активности в плечевом суставе, уменьшение спастичности мышц, электровозбудимости по показателям электродиагностики, а также данные статистических показателей.

Статистический анализ

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием текстового редактора Microsoft Office Word 2010, табличного редактора Microsoft Office Excel 2010, статистических пакетов прикладных программ Statistica 10.0. При этом использовался, в частности, метод наименьших квадратов, при минимизации суммы квадратических отклонений между наблюдаемыми и расчетными величинами, где R^2 — коэффициент достоверности аппроксимации. Данный метод позволил краткосрочно прогнозировать результаты упомянутых выше воздействий. При этом адекватность полученной статистической модели проверялась по t -критерию Стьюдента и F -критерию Фишера, где n — количество объектов, $p < 0,05$ — достоверность изменений между показателями в группах до лечения и нормой; $p < 0,05^*$ — достоверность изменений между значениями показателей в 1-й и 2-й группах больных в те же сроки наблюдений.

Результаты

Объекты (участники) исследования

Участники исследования ($n=150$), возраст $48,2 \pm 4,4$ года, имеющие адгезивный капсулит одного плечевого сустава средней степени тяжести на фоне субкомпенсированного сахарного диабета 2-го типа, были разделены на две группы — контрольную (группа 1, $n=30$) и основную (группа 2, $n=120$), которая дополнительно получала электронейростимуляцию от аппарата OMRON E-4. В анамнезе у большинства больных с детства отмечалась разной степени выраженности патология костно-мышечного аппарата. При осмотре пациентов беспокоили боли в области пораженного плеча, усиливающиеся ночью, а также отмечались гипотрофия мышц плечевого пояса средней степени, болезненность при пальпации и ограничение движений в плечевом суставе (на $54-58^\circ$ наружная ротация и на $42-45^\circ$ внутренняя ротация); маятниковые движения в плечевом суставе были болезненными и ограниченными; поражений контралатерального плеча не отмечалось.

На рентгенограммах у некоторых больных имелись признаки остеопороза, в мягких тканях — единичные кальцификаты, а при длительном течении заболевания — остеосклероз, единичные кистовидные просветления костной ткани в областях большого бугорка и головки плечевой кости. Наличие триггерных точек и

спастичности мышц, в которых эти триггерные точки находились, в основном имели обширную иррадиацию и захватывали преимущественно надостную и подостную мышцы.

Основные результаты исследования

В результате нервно-мышечной диагностики было установлено, что до начала лечения у большинства пациентов обеих групп электровозбудимость на все изучаемые виды токов со стороны поражения в подлопаточной и надостной мышцах была ниже нормы: на гальванический ток в 1-й группе — на 17,3 и 15,5%; во 2-й — на 17,4 и 15,7%; на экспоненциальный ток — соответственно на 17,8 и 16,6% и на 17,9 и 16,4%; на прямоугольный ток — соответственно на 10,6 и 11,9% и на 10,8 и 11,7%. (рис. 3).

Обсуждение

До начала лечения у большинства пациентов обеих групп со стороны поражения в подостной и надостной мышцах, содержащих триггерные точки, преобладали количественные изменения при отсутствии качественных показателей нервно-мышечной диагностики по типу спастических явлений, т.е. у них снижалась электровозбудимость на все изучаемые виды токов в подостной и надостной мышцах (см. рис. 3).

Известно, что наличие триггерных точек сопровождается повреждением мышечных волокон с выходом ионов кальция из саркоплазматического ретикулама [26]. Обычное поступление энергии от аденозинтрифосфата и избыток ионов кальция поддерживают устойчивое сокращение саркомеров, вовлеченных в процесс образования триггерных точек, что поддерживает спастические явления в мышцах. Отмечается также, что нарушения в работе кальциевых ионных каналов происходят и при другой патологии, в том числе при сахарном диабете [27–29].

Было выявлено, что дисбаланс между антиоксидантной системой и активностью свободных радикалов является одним из пусковых механизмов осложнений при сахарном диабете [26]. Подобный сформировавшийся окислительный стресс запускает сложный процесс повреждения, в том числе нервно-мышечной передачи. Определенную опасность при сахарном диабете представляют многокомпонентные нарушения аминокислотного транспорта, функций митохондрий, энергетического, антиоксидантного дисбаланса и др. При этом агрессия продуктов гликирования может приводить к появлению структурных и функциональных нарушений экстрацеллюлярного матрикса и синтеза белков, в том числе коллагена I типа, что отрицательно отражается на сократительных свойствах мышц, а также ведет к их гипотрофии.

Гормонально-метаболические нарушения при сахарном диабете существенно изменяют морфологические, биохимические и сократительные свойства скелетных мышц, что сопровождается гиподинамией, и в целом приводят к дегенеративным изменениям ротаторной манжеты плеча [30–32]. Электронейростиму-

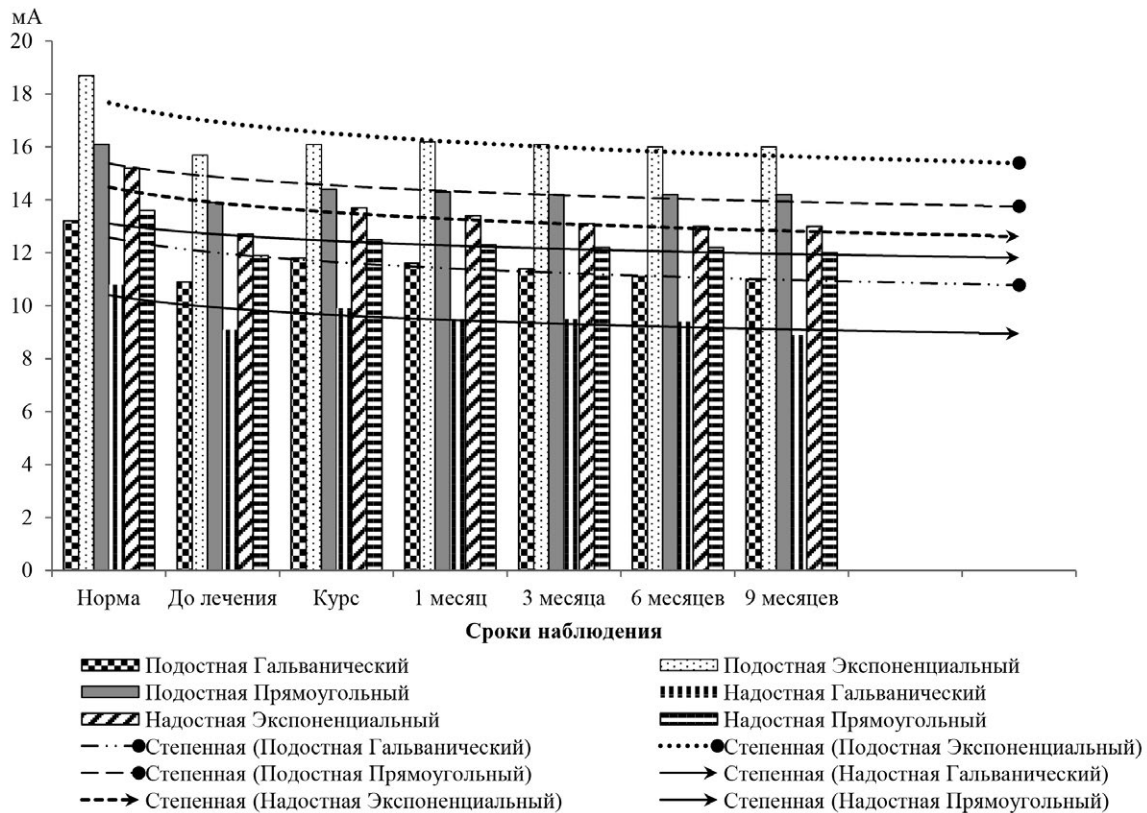


Рис. 3. Данные регрессионного анализа показателей электродиагностики во 2-й (основной) группе больных адгезивным артритом. Коэффициенты достоверности аппроксимации для подостной и надостной мышц соответственно: $R^2 = 0,5374$ и $0,5465$ для гальванического тока, $R^2 = 0,5213$ и $0,5118$ для экспоненциального тока, $R^2 = 0,5051$ и $0,5252$ для прямоугольного тока.

ления мышц также приводит к изменению ионной проводимости мембраны, обусловленному прохождением токов через натриевые, кальциевые и калиевые ионные каналы [33].

После курса примененного нами нового комплексного лечения, включающего электронейростимуляцию, состояние электровозбудимости изученных мышц существенно улучшилось (см. рис. 3), что продемонстрировано при анализе показателей наиболее физиологического для мышц экспоненциального тока. Так, в подостной мышце после курса лечения показатели этого тока увеличились на 2,5% ($p < 0,05^*$), через 1 мес — на 2,7% ($p < 0,05^*$), через 3 мес — на 2,5%, через 6 и 9 мес — на 1,9%. Эти же показатели для надостной мышцы в данные сроки были выше предыдущих показателей на 7,9% ($p < 0,05^*$), на 5,5; 3,1 и 2,4% через 1; 3; 6 и 9 мес соответственно.

Статистический регрессионный анализ показал, что у больных во 2-й (основной) группе со стороны патологии степенные тренды показателей электровозбудимости подостной мышцы на гальванический ($R^2 = 0,5374$; $p < 0,05$), экспоненциальный ($R^2 = 0,5213$; $p < 0,05$) и прямоугольный токи ($R^2 = 0,5051$; $p < 0,05$), а также надостной мышцы составляли соответственно $R^2 = 0,5465$ ($p < 0,05$), $R^2 = 0,5117$ ($p < 0,05$) и $R^2 = 0,5252$ ($p < 0,05$), стремясь к своим оптимальным значениям. При этом по направлению трендов можно было дать краткосрочный положительный прогноз клинического состояния боль-

ных на два периода вперед. У больных же в 1-й (контрольной) группе достоверной динамики этих показателей в течение более одного месяца не отмечалось, и в целом соответствующий прогноз был отрицательным.

Включение в предложенное нами комплексное лечение электронейростимуляции позволило уменьшить болевой синдром и восстановить двигательный стереотип в плечевом суставе, а также достигнуть во 2-й (основной) группе больных компенсации клинического состояния в 86,7% ($n = 104$) и субкомпенсации в 10,0% ($n = 12$) случаев. Декомпенсированным данный процесс оставался у 3,3% ($n = 4$) больных. Рецидив заболевания до 6 мес наступил у 7,8% ($n = 9$) больных с компенсацией и субкомпенсацией, рецидив до 1 года — у 9,5% ($n = 11$). У остальных больных сохранялась компенсация.

В 1-й (контрольной) группе больных компенсация возникала лишь в 20% ($n = 6$) случаев, а субкомпенсация и декомпенсация — соответственно в 43,3% ($n = 13$) и 36,7% ($n = 11$). При этом рецидив заболевания у данных больных с компенсацией и субкомпенсацией до 6 мес наступил в 36,8% ($n = 7$) случаев, рецидив до 1 года — в 26,3% ($n = 5$), что достоверно отличается от аналогичных показателей больных 2-й группы.

Заключение

Включение в комплексное лечение электронейростимуляции позволяет уменьшить болевой синдром и

DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1681-3456-2018-17-4-204-210>
Original investigations

восстановить двигательный стереотип в плечевом суставе, а также достигнуть в целом компенсации клинического состояния.

Дополнительная информация

Источник финансирования. Публикация подготовлена при поддержке Программы РУДН «5-100».

Конфликт интересов. Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Участие авторов. Все авторы внесли существенный вклад в проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию до публикации.

ЛИТЕРАТУРА

- Широков В.А. *Боль в плече: патогенез, диагностика, лечение*. Москва: МЕДпресс-информ, 2012.
- Hsu JE, Anakwenze AO, Warrander WJ, Abboud JA. Current review of adhesive capsulitis. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2011;20(3):502–14. doi: 10.1016/j.jse.2010.08.023.
- Ewald A. Adhesive capsulitis: a review. *Am Fam Physician.* 2011; 83(4):417–22.
- Gerwin R.D. The taut band and other mysteries of the trigger point: an examination of the mechanisms relevant to the development and maintenance of the trigger point. *J. Musculoskelet. Pain.* 2008;16 (1-2):115–21.
- Fleckenstein J., Zaps D., Rüter L.J. et al. Discrepancy between prevalence and perceived effectiveness of treatment methods in myofascial pain syndrome: results of a cross-sectional, nationwide survey. *BMC Musculoskelet. Disord.* 2010;11:ID 32.
- Васина А.Ю., Дидур М.Д., Ийги А.А., Утехин В.И., Чурилов Л.П. Мышечная ткань как эндокринный регулятор и проблема гиподинамии. *Вестник СПбГУ.* 2014;(2):5-15.
- Яковлева О.В., Ситдикова Г.Ф. Изменение процессов эндочитоза синаптических везикул в условиях экспериментального сахарного диабета в различных типах мышц. *Вестник науки Сибири.* 2015;(Спецвыпуск):352-5.
- Yian EH, Contreras R, Sodi JF. Effects of glycemic control on prevalence of diabetic frozen shoulder. *J. Bone Joint Surg Am.* 2012; 94(10):919–23. doi: 10.2106/JBJS.J.01930
- Cole A, Gill TK, Shanahan EM, Phillips P, Taylor AW, Hill CL. Is diabetes associated with shoulder pain or stiffness? Results from a population based study. *J. Rheumatol.* 2009;36(2):371–7. doi: 10.3899/jrheum.080349.
- Silva MBG, Skare TL. Musculoskeletal disorders in diabetes mellitus. *Rev. Bras. Reumatol.* 2012;52(4):594–609.
- Заболелаемость всего населения России в 2015 г. Статистические материалы. Часть II. М., 2015; 141.
- Щербакова Е.М. Заболелаемость населения России, 2015-2016 годы. *Демоскоп Weekly.* 2017;721-7.
- Пиксин И.Н., Давыдкин В.И., Московченко А.С., Вилков А.В., Кечайкин А.Н. Состояние костного метаболизма при заболеваниях щитовидной железы (обзор). *Медицинский альманах.* 2016;4(44):154-7.
- Коршунова Е.Ю., Белохвостикова Т.С., Дмитриева Л.А. Иммунологический контроль гомеостаза костной ткани. *Политравма.* 2011; (1): 82-5.
- Абраматец Е.А. Клинические случаи профессиональной хронической интоксикации соединениями фтора. *Acta Biomedica Scientifica.* 2010;(4):73-7.
- Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Московской области в 2015 году». Мытищи, 2016; 196.
- О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2016 году: Государственный доклад. Москва: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. 2017; 220.
- Епифанов В.А., Епифанов А.В., Котенко К.В., Корчажкина Н.Б. Артрозы и артриты. клиника, диагностика и лечение. Москва, 2016.
- Котенко К.В., Епифанов В.А., Епифанов А.В., Корчажкина Н.Б. *Заболелания и повреждения плечевого сустава*. Москва, 2017, 500 с.
- Котенко К.В., Епифанов В.А., Епифанов А.В., Корчажкина Н.Б. *Боль в суставах*. Москва, 2018, 550 с.
- Булах О. А., Филатова Е. В., Герасименко М.Ю. Физиотерапия при болях в верхней трети плеча и плечелопаточной области. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация.* 2014;(6):25-31.
- Мирютова Н.Ф., Зайцев А.А., Достовалова О.В., Абдулкин Н.Г., Голосова О.Е. Комплексная реабилитация лиц с мышечно-скелетными расстройствами, обусловленными трудовой деятельностью. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация.* 2014;(6): 38-43.
- Финк М., Шиллер Й., Бук Х., Штайн Х. Эффективность мануальной терапевтической методики по фасциально-дисторсионной модели в случаях болезненной тугоподвижности плечевого сустава («замороженного плеча»). *Травматология и ортопедия России.* 2014;(1):24-33. DOI:10.21823/2311-2905-2014-0-1-24-33
- Лазаренко Н.Н., Смирнова С.Н., Трунова О.В., Супова М.В., Прикулс В.Ф. Филатова Е.В. Эффективность чрескожной электростимуляции при лечении нейропатических и метаболических расстройств у больных сахарным диабетом. *Физиотерапия, бальнеология, реабилитация.* 2016; 15 (6): 293-7.
- Смирнова С.Н., Лазаренко Н.Н., Трунова О.В., Супова М.В., Филатова Е.В., Панкова И.А., Смирнов А.Е., Герасименко М.Ю. Ангиопротекторное действие импульсных токов у больных сахарным диабетом, перенесших инсульт. *Consilium Medicum (Ревматология. Неврология).* 2016;18(9):59-61.
- Волобуев А.Н., Сирота А.И. Биофизические принципы электростимуляции. *Вестник новых медицинских технологий.* 2008;(2): 14-7.
- Alonso MT, Villalobos C, Chamero P, Alvarez J, García-Sancho J. Calcium microdomains in mitochondria and nucleus. *Cell calcium.* 2006; 40(5-6):513-25.
- Яковлева О.В., Ситдикова Г.Ф. Изменение процессов эндочитоза синаптических везикул в условиях экспериментального сахарного диабета в различных типах мышц. *Вестник науки Сибири.* 2015; (Спецвыпуск): 352-5.
- Назаров И.П. Патофизиология болевых синдромов, принципы лечения (сообщение 1). *Сибирское медицинское обозрение.* 2006; (4):102-7.
- Занозина О. В., Боровков Н. Н., Щербатюк Т. Г. Свободно-радикальное окисление при сахарном диабете 2-го типа: источники образования, составляющие, патогенетические механизмы токсичности. *Современные технологии медицины.* 2010;(3):104-12.
- Ланкин В.З., Тихазе А.К. Итоги изучения патофизиологических последствий нарушения регуляции свободнорадикальных процессов: тупик или новый импульс? *Acta Biomedica Scientifica.* 2016;109(3-2):160-7.
- Бакулина Е. Г. Клинико-биохимическая диагностика минерального обмена и регулирующих гормонов метаболизма при соединительно-тканых костных дисплазиях. *Кубанский научный медицинский вестник.* 2009;(6):10-3.
- Васильева Е.Г. Механизм влияния электромагнитных полей на живые организмы. *Вестник Астраханского государственного технического университета.* 2008;(3):186-91.

REFERENCES

- Shirokov V.A. *Pain in the shoulder: pathogenesis, diagnosis, treatment: monograph*. Moscow; 2012. (in Russian).
- Hsu JE, Anakwenze AO, Warrander WJ, Abboud JA. Current review of adhesive capsulitis. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2011;20(3):502–14. doi: 10.1016/j.jse.2010.08.023.
- Ewald A. Adhesive capsulitis: a review. *Am Fam Physician.* 2011; 83(4):417–22.
- Gerwin R.D. The taut band and other mysteries of the trigger point: an examination of the mechanisms relevant to the development and maintenance of the trigger point. *J. Musculoskelet. Pain.* 2008;16 (1-2):115–21.
- Fleckenstein J., Zaps D., Rüter L.J. et al. Discrepancy between prevalence and perceived effectiveness of treatment methods in myofascial pain syndrome: results of a cross-sectional, nationwide survey. *BMC Musculoskelet. Disord.* 2010;11:32.
- Vasina A.Yu., Didur M.D., Iygi A.A., Utekhin V.I., Churilov L.P. Muscular tissue as an endocrine regulator and the problem of hy-

- podynamia. *Bulletin of St. Petersburg State University. Series II. Meditsina*. 2014;(2):5-15. (in Russian).
7. Yakovleva O.V., Sitdikova G.F. Change in the processes of endocytosis of synaptic vesicles under conditions of experimental diabetes mellitus in various types of muscles. *Bulletin of Vestnik nauki Sibiri*. 2015;(Spetsvypusk):352-5. (in Russian).
 8. Yian EH, Contreras R., Sodl JF. Effects of glycemic control on prevalence of diabetic frozen shoulder. *J. Bone Joint Surg Am*. 2012; 94(10):919-23. doi: 10.2106/JBJS.J.01930.
 9. Cole A, Gill TK, Shanahan EM, Phillips P, Taylor AW, Hill CL. Is diabetes associated with shoulder pain or stiffness? Results from a population based study. *J. Rheumatol*. 2009;36(2):371-377. doi: 10.3899/jrheum.080349
 10. Silva MBG, Skare TL. Musculoskeletal disorders in diabetes mellitus. *Rev Bras Reumatol*. 2012;52(4):594-609. (in Russian).
 11. Incidence of the entire population of Russia in 2015. Statisticheskie materialy. *Chast' II. Moscow*. 2015;141. (in Russian).
 12. Shcherbakova E.M. Morbidity of the population of Russia, 2015-2016. *Demoskop Weekly*. 2017;721-2. (in Russian).
 13. Piksin I.N., Davydkin V.I., Moskovchenko A.S., Vilkov A.V., Kechaykin A.N. The state of bone metabolism in diseases of the thyroid gland (review). *Meditsinskiy al'manakh*. 2016;4(44):154-7. (in Russian).
 14. Korshunova E.Yu., Belokhovostikova T.S., Dmitrieva L.A. Immunological control of bone tissue homeostasis. *Politrazvma*. 2011;(1):82-5. (in Russian).
 15. Abramats E.A. Clinical cases of occupational chronic intoxication with fluoride compounds. *Acta Biomedica Scientifica*. 2010;(4):73-7. (in Russian).
 16. State report "On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Moscow region in 2015godu." *Mytishchi*. 2016; 196. (in Russian).
 17. On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2016: State report. Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitely i blagopoluchiya cheloveka. 2017;220. (in Russian).
 18. Epifanov V.A., Epifanov A.V., Kotenko K.V., Korchazhkina N.B. Aarthrosis and arthritis. clinic, diagnosis and treatment. Moscow, 2016.
 19. Kotenko K.V., Epifanov V. A., Epifanov A.V., Korchazhkina N. *Diseases and injuries of the shoulder joint*. Moscow, 2017. 500 p.
 20. Kotenko K.V., Epifanov V. A., Epifanov A.V., Korchazhkina N.B. *Joint pain*. Moscow, 2018. 550 p.
 21. Bulakh O.A., Filatova E.V., Gerasimenko M.Yu. Physiotherapy for pain in the upper third of the shoulder and the humeroscapular region. *Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitatsiya*. 2014;(6):25-31. (in Russian).
 22. Miryutova N.F., Zaytsev A.A., Dostovalova O.V., Abdulkin N.G., Golosova O.E. Complex rehabilitation of persons with musculoskeletal disorders due to labor activity. *Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitatsiya*. 2014;(6):38-43. (in Russian).
 23. Fink M., Shiller Y., Buk Kh., Shtayn Kh. The effectiveness of the manual therapeutic technique on the fascial-distortion model in cases of painful stiffness of the shoulder joint ("frozen shoulder"). *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2014;(1):24-33. DOI: 10.21823/2311-2905-2014-0-1-24-33. (in Russian).
 24. Lazarenko N.N., Smirnova S.N., Trunova O.V., Supova M.V., Prikuls V.F., Filatova E.V. Efficacy of percutaneous electrostimulation in the treatment of neuropathic and metabolic disorders in patients with diabetes mellitus. *Fizioterapiya, bal'neologiya, reabilitatsiya*. 2016;15(6):293-7. (in Russian).
 25. Smirnova S.N., Lazarenko N.N., Trunova O.V., Supova M.V., Filatova E.V., Pankova I.A., Smirnov A.E., Gerasimenko M.Yu. Angioprotective effect of impulse currents in patients with diabetes mellitus who have suffered a stroke. *Consilium Medicum (Rheumatologiya. Nevrologiya)*. 2016; 18 (9): 59-61. (in Russian).
 26. Volobuev A.N., Sirota A.I. Biophysical principles of electrical stimulation Biophysical principles of electrical stimulation. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2008;(2):14-7. (in Russian).
 27. Alonso MT, Villalobos C, Chamero P, Alvarez J, Garcia-Sancho J. Calcium microdomains in mitochondria and nucleus. *Cell calcium*. 2006;40(5-6):513-25. (in Russian).
 28. Yakovleva O.V., Sitdikova G.F. Change in the processes of endocytosis of synaptic vesicles under conditions of experimental diabetes mellitus in various types of muscles. *Bulletin of Vestnik nauki Sibiri*. 2015;(Spetsvypusk):352-5. (in Russian).
 29. Nazarov I.P. Pathophysiology of pain syndromes, principles of treatment (communication 1). *Sibirskoe meditsinskoe obozrenie*. 2006; (4):102-7. (in Russian).
 30. Zanozina O.V., Borovkov N.N., Shcherbatyuk T.G. Free-radical oxidation in type 2 diabetes mellitus: sources of formation, components, pathogenetic mechanisms of toxicity. *Sovremennye tekhnologii meditsiny*. 2010;(3):104-12. (in Russian).
 31. Lankin V.Z., Tikhaze A.K. Results of the study of the pathophysiological consequences of a disturbance in the regulation of free radical processes: a dead end or a new impulse? *Acta Biomedica Scientifica*. 2016;109(3-2):160-7. (in Russian).
 32. Bakulina E.G. Clinical and biochemical diagnostics of mineral metabolism and regulatory hormones of metabolism in connective tissue bones dysplasia. *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik*. 2009; (6):10-13. (in Russian).
 33. Vasil'eva E.G. The Mechanism of influence of electromagnetic fields on living organisms. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2008;(3):186-191. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Лазаренко Нина Николаевна [Nina N. Lazarenko]; адрес: 129110, Москва, ул. Щепкина, д. 61/2 [address: 61/2, Shepkina street, Moscow, 129110, Russia]; SPIN-код: 3211-0443; e-mail: lazarenko.nina@yandex.ru

Герасименко Марина Юрьевна [Marina Yu. Gerasimenko]; SPIN-код: 7625-6452; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1741-7246>; e-mail: mgerasimenko@list.ru

Тигай Жанна Геннадьевна [Zhanna G. Tigay]; SPIN-код: 6302-3406

Доготарь О.А. [O.A. Dogotar]; SPIN-код: 2268-8747