

## ДИНАМИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНЕЙРОСТИМУЛЯЦИЯ В ЛЕЧЕНИИ ОСТЕОАРТРИТА КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ

Е.Ю. Кадочникова<sup>1</sup>, О.М. Лесняк<sup>2</sup><sup>1</sup> ГБУЗ Свердловской области «Нижнесергинская Центральная районная больница»,  
г. Нижние Серги, Свердловская обл.;<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова»  
Минздрава России, Санкт-Петербург

© Е.Ю. Кадочникова, О.М. Лесняк, 2018

Чрескожная электронейростимуляция является доказанным методом купирования хронической боли. Динамическая электронейростимуляция — современный вид чрескожной электронейростимуляции, заключающийся в воздействии на рефлексогенные зоны и акупунктурные точки слабыми (200–400 мкА) низкочастотными (10–200 Гц) импульсами электрического тока, форма которых зависит от динамики изменения полного электрического сопротивления (импеданса) в подэлектродном участке кожи. Проведено многоцентровое рандомизированное двойное слепое плацебо-контролируемое исследование с участием 132 пациентов. Согласно полученным результатам, динамическая электронейростимуляция приводила к быстрому снижению интенсивности боли в коленном суставе в среднем на 5–8 мм по визуально-аналоговой шкале уже сразу по окончании процедуры при отсутствии динамики боли на фоне процедуры, проводимой плацебо-аппаратом. После завершения курса лечения из 10 процедур в течение месяца последующего наблюдения интенсивность боли по визуально-аналоговой шкале у пациентов группы динамическая электронейростимуляция была ниже, чем в группе плацебо. Снижение интенсивности боли сопровождалось также уменьшением времени теста «Встань и иди» и улучшением альгофункционального индекса Лекена. Статистически значимая разница между группами по времени теста «Встань и иди» появилась к концу курса терапии и сохранялась в течение месяца после его окончания. Показано, что динамическая электронейростимуляция является эффективным и безопасным методом уменьшения боли и улучшения функции коленного сустава у пациентов с остеоартритом.

**Ключевые слова:** остеоартрит; боль; динамическая электронейростимуляция; чрескожная электронейростимуляция.

## DYNAMIC ELECTRONEUROSTIMULATION IN THE TREATMENT OF KNEE OSTEOARTHRITIS

E.Yu. Kadochnikova<sup>1</sup>, O.M. Lesnyak<sup>2</sup><sup>1</sup> Nizhneserginsky central district hospital, Sverdlovsk region, Nizhniye Sergi, Sverdlovsk region, Russia;<sup>2</sup> North-West State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

Transcutaneous electroneurostimulation is an effective method of chronic pain relief. Dynamic electrical neurostimulation is a type of transcutaneous electroneurostimulation based on the use of weak (200–400 мкА) low frequency (10–200 Hz) pulse currents. A feature of this type of physiotherapy is the pulse shape, which changes following the change of the total electrical resistance of underelectrode skin area, which enables prolonged use without “addiction”. A multicenter randomized double-blind placebo-controlled study with 132 patients was conducted. Dynamic electrical neurostimulation led to a rapid decrease in the intensity of pain in the knee joint by an average of 5–8 mm on a visual-analogue scale immediately after the end of the procedure in the absence of pain dynamics of the procedure performed by the placebo. After completing the course of treatment from 10 procedures during the month of follow-up, the intensity of pain according to visual-analogue scale in patients of the dynamic electrical neurostimulation group was lower than in placebo. The decrease in pain intensity was also accompanied by a decrease in the time of the “Get up and go” test and an improvement in the Leken index. The statistically significant difference between the groups in the time of the “Stand up and go” test appeared at the end of the course of therapy and persisted for a month after the end of the course of therapy. Dynamic electrical neurostimulation is an effective and safe method for reducing pain and improving the function of the knee joint in patients with osteoarthritis.

**Keywords:** osteoarthritis; pain; dynamic electroneurostimulation; transcutaneous electroneurostimulation.

## Введение

Остеоартрит (остеоартроз, ОА) — хроническое прогрессирующее заболевание суставов, занимающее лидирующее положение в структуре болезней костно-мышечной системы, считается самой частой проблемой, связанной с суставами, у пациентов врача общей практики. Остеоартрит в структуре инвалидности в России занимает третье место после сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний [1]. Наиболее часто ОА поражает крупные суставы нижних конечностей, особенно коленные суставы. Ведущие клинические проявления заболевания — боль и ограничение функции суставов [2].

Боль — наиболее частый симптом, по поводу которого больной с ОА обращается за медицинской помощью. На начальных стадиях заболевания болевой синдром выражен незначительно, в далеко зашедших стадиях ОА он присутствует практически постоянно [3]. Пожилой возраст пациентов, большая распространенность заболевания, медленное развитие эффекта лекарственных препаратов, необходимость проводить немедикаментозные и ортопедические мероприятия в комплексном лечении затрудняют решение проблемы болевого синдрома при ОА [3, 4]. При этом интенсивность хронической боли при ОА коррелирует с уменьшением продолжительности жизни. Так, относительный риск смерти за пять лет среди больных остеоартритом, имевших интенсивность боли более 40 мм по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), по сравнению с лицами, у которых она была ниже 40 мм, составил 4,2 при отсутствии различий по возрасту и полу [3].

Боль нарушает качество жизни пациентов, становится самым травмирующим психологическим фактором болезни. К.А. Лыткина провела оценку качества жизни, связанного со здоровьем, с использованием международного опросника EQ-5D среди 97 пациентов с ОА. У большинства наблюдались существенные отклонения по всем компонентам качества жизни. Наиболее часто они испытывали проблемы с передвижением в пространстве, самообслуживанием, выполнением повседневных дел, интенсивной болью или дискомфортом и выраженными тревогой и депрессией [5].

Таким образом, борьба с болевым синдромом при ОА является важной клинической задачей при ведении пациентов.

В зависимости от источника боли в структуре хронического болевого синдрома у больных ОА выделяют синовиальный, эндостальный (внутрикостный, венозный), связочный, миофасциальный и фасциально-капсулярный компоненты [2–4]. В формировании болевого синдрома при ОА принимают участие три типа боли: ноцицептивная, нейрогенная и психогенная. Определя-

ющей в суставном синдроме является ноцицептивная боль, при которой происходит сенситизация ноцицепторов под воздействием альгогенов, выделяющихся из поврежденных клеток: гистамина, серотонина, лейкотриенов, цитокинов, эндотелинов, простагландинов, оксида азота и др. Сенситизированные нейроны в ответ на предъявляемые раздражения не только генерируют разряды с увеличенной частотой, но и сохраняют повышенную активность более продолжительное время [2–4]. Повреждения в тканях сустава запускают каскад патофизиологических процессов, затрагивающих всю ноцицептивную систему, от тканевых рецепторов до корковых нейронов, вызывают в них стойкие изменения возбудимости и приводят к быстрому развитию первичной и вторичной гипералгезии у пожилых больных в более короткие сроки [2–4]. Мышечный синдром, проявляющийся патологическим сокращением околоуставных мышц, обусловлен повышением возбудимости ноцицептивных нейронов в структурах центральной нервной системы (ЦНС). Длительный мышечный спазм инициирует в них механизмы нейрогенного воспаления, которое проявляется участками болезненных мышечных уплотнений и значительно усиливает афферентный поток ноцицептивных импульсов в структуры ЦНС. Это ведет к еще большему количественному возбуждению центральных ноцицептивных нейронов. Этот порочный круг играет важную роль в пролонгировании соматогенной боли и развитии хронического суставного синдрома. Нейрогенная боль — это боль, возникающая при повреждении периферической нервной системы. При суставном синдроме она может прямо или косвенно свидетельствовать о мононейропатиях [3, 4]. Психогенная боль отражает психическое состояние человека и обусловлена преходящей депрессией [3–5].

Несмотря на определенные успехи, достигнутые в последние годы, проблема эффективного лечения ОА продолжает оставаться чрезвычайно острой. Снижение выраженности болевого синдрома и улучшение функционального состояния пациента — основные цели терапии ОА.

Лечение ОА включает медикаментозные и немедикаментозные методы [2, 6–9]. К немедикаментозным относятся обучение больных по индивидуальным программам или в группах, снижение массы тела, программы физических упражнений, направленные на укрепление четырехглавой мышцы бедра и увеличение объема движений, аэробные нагрузки, использование коленных ортезов, клиновидных стелек с боковым скосом, эластического бандажа легкой компрессии или адгезивной повязки, трости при ходьбе, а также методы физиотерапевтического воздействия от локальной термотерапии до акупунктуры [2, 8].

Важнейший класс лекарств, используемых для патогенетической терапии болевого синдрома, — нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП), в том числе в виде трансдермальных форм (мази, гели, кремы) [3, 4, 9, 11]. Определенным обезболивающим эффектом также обладают глюкозамин сульфат или хондроитин сульфат и внутрисуставные инъекции гиалуроновой кислоты. При наличии выпота и других признаках воспаления в суставе могут быть назначены внутрисуставные инъекции глюкокортикостероидов — метилпреднизолона или триамцинолона [8, 11].

Известно, что до 70 % пациентов постоянно принимают НПВП для купирования боли в коленных и тазобедренных суставах самостоятельно или по назначению врача [9]. Люди пожилого и старческого возраста потребляют помимо НПВП достаточное количество других лекарственных средств. В целом, частота приема медикаментов по разным оценкам неуклонно возрастает пропорционально возрасту (до 40 лет лекарственные средства используют 25,4 % населения, а в возрасте 80 лет и старше — 66,5 %), что также объясняется ростом числа сопутствующих заболеваний. Наиболее часто (27 % случаев) побочные реакции возникают при назначении НПВП: НПВП-гастропатии, НПВП-энтеропатии, НПВП-ассоциированная диспепсия, повышение риска кардиоваскулярных катастроф вследствие дестабилизации артериального давления и «про-тромбогенного» потенциала НПВП [4, 9, 11]. Вследствие этого назначение НПВП должно проводиться с учетом индивидуальной оценки баланса «польза — риск». Необходимо уделять большее внимание немедикаментозным методам лечения, в частности физиотерапии.

Главная цель физиотерапии пациентов с ОА состоит в минимизации боли и улучшении качества жизни пациентов. Общие задачи физиотерапии в лечении ОА — улучшение кровообращения в тканях сустава, обезболивающее и рассасывающее действие, восстановление функции сустава [6, 11]. Среди используемых при ОА физиотерапевтических методов — импульсная низкочастотная электротерапия, интерференц-терапия, диадинамотерапия, короткоимпульсная электроаналгезия, ультрафиолетовое облучение в эритемных дозах, локальная воздушная криотерапия, а также чрескожная электронейростимуляция (ЧЭНС) [6, 8, 11]. ЧЭНС используется наиболее часто, ее эффективность имеет наиболее серьезные доказательства.

Электронейростимуляция — вид физиотерапии, заключающийся в лечебном применении импульсных токов для восстановления функции органов и тканей. ЧЭНС — метод, применяемый для короткоимпульсной аналгезии, то есть лечебного воздействия импульсными токами на боле-

вой очаг. ЧЭНС была широко внедрена в клиническую практику в 1972 г. С тех пор в мировой медицине накоплен большой клинический опыт эффективного применения ЧЭНС для купирования болевого синдрома различной этиологии [12–17]. Об эффективности применения ЧЭНС при болевом синдроме, вызванном остеоартритом коленных суставов, свидетельствует ряд метаанализов и системных обзоров литературы [12–17].

Динамическая электронейростимуляция (ДЭНС) — вариант ЧЭНС с дифференцированным подходом к выбору зон воздействия и оптимизацией лечебного влияния электрического тока на рефлексогенные зоны и акупунктурные точки для обезболивания и лечения функциональных расстройств, разработанный российской корпорацией ГК «ДЭНАС». ДЭНС — это метод лечебного воздействия на рецепторный аппарат кожных покровов (биологически активные точки, чувствительные афферентные проводники) в зоне боли очень короткими по длительности (400 мкс) нейроподобными по форме (биполярыми) электрическими импульсами низкой частоты 10–200 Гц и низкой интенсивности (в среднем 200–400 мкА) [10, 18]. Длительное применение ДЭНС возможно благодаря изменчивости формы и амплитуды электрических импульсов в ходе стимуляции, что уменьшает эффект привыкания возбудимых тканей и обеспечивает накопительный эффект в курсовом лечении и длительное последствие. Динамически изменяющаяся форма импульсов приводит к активации нервных волокон различного диаметра, что позволяет одновременно подавлять эктопическую активность и активировать антиноцицептивную систему, в результате чего достигается стойкий анальгетический эффект в любой части спектра болевого синдрома. Это означает, что аппарат индивидуально для каждого человека для рефлексогенной зоны в определенное время подбирает конкретную форму импульса [10, 18].

При сопоставлении патогенеза болевого и воспалительного синдромов с механизмом действия ДЭНС-терапии, можно отметить влияние динамической электростимуляции на все звенья и уровни развития патологических процессов при ОА [10, 18]. В ходе проведения ДЭНС происходит оптимизация функционирования антиноцицептивных и трофических процессов в патологически измененных тканях и органах за счет местных, сегментарно-рефлекторных процессов и общих реакций. Существенную роль в формировании лечебных эффектов также играют психофизиологические феномены отвлечения и суггестивный эффект [10, 18].

**Цель исследования** — определение эффективности и безопасности ДЭНС в качестве симптоматического средства при лечении ОА коленных суставов.

## Материалы и методы

На первом этапе проведено одноцентровое пилотное рандомизированное плацебо-контролируемое исследование на базе кафедры семейной медицины ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России с участием 58 пациентов, на втором этапе — многоцентровое рандомизированное двойное слепое плацебо-контролируемое исследование (ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, г. Екатеринбург, городской ревматологический центр МАУЗ «Городская клиническая больница» № 40, г. Екатеринбург; ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой», г. Москва; ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Ярославль, ГБУЗ Свердловской области «Городская больница г. Первоуральск» с участием 132 пациентов. Пациенты, соответствующие критериям включения, были рандомизированы в две группы: группу ДЭНС, получающую лечение активным аппаратом ДиаДЭНС-ПКМ, и группу, в которой применялся плацебо-аппарат ДиаДЭНС-ПКМ, разработанный на базе завода-изготовителя ГК «ДЭНАС» в г. Екатеринбург. Аппарат плацебо по внешним характеристикам не отличался от работающего аппарата: все звуковые сигналы, надписи на дисплее были идентичны, единственное различие состояло в отсутствии продуцирования электрических сигналов. Пациенты группы ДЭНС получали лечение активным аппаратом в режиме стимуляции «Терапия», частота 77 Гц, уровень мощности — 15 единиц, продолжительность процедуры — 30 минут. Курс лечения составил 10 ежедневных процедур с перерывом на выходные дни. Проведен анализ Intention-to-treat (анализ по назначенному лечению). Статистический анализ был осуществлен с использованием лицензионного статистического пакета Stata 13. В качестве первичной конечной точки использовался индекс Лекена, в качестве вторичных — интенсивность боли по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), тест «Встань и иди» (“Stand up and go”), шкала WOMAC (The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index — специфический опросник для оценки боли в коленных суставах при остеоартрите). Дополнительно оценивались суточная потребность в НПВП, удовлетворенность лечением пациента и врача.

## Результаты

Исследование показало, что ДЭНС приводила к быстрому снижению интенсивности боли в коленном суставе в среднем на 5–8 мм по ВАШ сразу по окончании процедуры при отсутствии динамики боли на фоне процедуры, проводимой плацебо-аппаратом. В группе ДЭНС интенсивность боли по ВАШ была статистически значи-

мо ниже после каждой процедуры лечения, на которой проводилась оценка, за исключением четвертого визита, при этом различия в показателях боли по ВАШ между группами до процедуры не были выявлены. После завершения курса лечения из 10 процедур в течение месяца последующего наблюдения интенсивность боли по ВАШ у пациентов группы ДЭНС была ниже, чем в группе плацебо. Через 2 недели после окончания лечения в группе ДЭНС боль сохранялась на прежнем уровне, тогда как в группе плацебо наблюдался рост ее интенсивности. Это проявилось в статистически значимом различии данных ВАШ: показатель интенсивности боли по ВАШ был ниже в группе ДЭНС ( $p = 0,003$ ).

Статистически значимое улучшение индекса Лекена при исследовании в динамике зафиксировано только в группе ДЭНС ( $p < 0,0001$ ). При этом наблюдалось статистически значимое различие между группами при последнем визите лечения ( $p = 0,001$ ) и визите наблюдения через месяц после окончания курса терапии ( $p = 0,001$ ). В группе ДЭНС доля пациентов, у которых к концу исследования (десятому сеансу) индекс Лекена снизился, была достоверно в 2 раза выше, чем в группе плацебо ( $p = 0,001$ ).

Статистически значимые различия между группами по времени теста «Встань и иди» с меньшим временем в группе ДЭНС появились к концу курса терапии и сохранялись в течение месяца после его окончания. Статистически значимая разница между группами по времени теста «Встань и иди» появилась после шестой процедуры лечения ( $p = 0,041$ ), сохранялась до последней, десятой процедуры ( $p = 0,010$ ), на визитах наблюдения через 2 недели ( $p = 0,018$ ) и через четыре недели после окончания курса терапии ( $p = 0,025$ ). Во всех случаях различий балл теста «Встань и иди» был ниже в группе ДЭНС. В группе ДЭНС отмечено уменьшение времени теста после процедур на всех сеансах лечения.

Суммарный индекс WOMAC, индекс отдельных подшкал в ходе исследования достоверно не различался в группах ни на одном из визитов. Достоверное снижение суммарного индекса WOMAC было зарегистрировано в группе ДЭНС, начиная с третьей процедуры ( $p_{1-2} = 0,008$ ), а в группе плацебо — с шестой процедуры ( $p_{1-3} < 0,001$ ), и сохранялось до конца исследования. Снижение среднего суммарного индекса WOMAC было более выраженным и последовательным в группе ДЭНС, хотя статистически значимых различий между группами продемонстрировать не удалось. Анализ показал, что в группе плацебо улучшение суммарного индекса WOMAC происходило только за счет подшкалы боли. При этом в группе ДЭНС последовательная положительная динамика всех

подшкал была статистически значимой начиная со второго визита.

Статистически значимой разницы между группами по частоте приема НПВП не было обнаружено ни на одном из визитов.

После окончания курса терапии в исследовании была отмечена высокая удовлетворенность пациентов и лечащих врачей результатами применения ДЭНС, которая статистически значимо превосходила удовлетворенность в группе плацебо. Количество пациентов, положительно оценивших эффективность лечения, было в 1,5 раза больше в группе ДЭНС, чем в группе плацебо (57,4 % в плацебо группе против 84,6 % в ДЭНС группе;  $p = 0,004$ ). Врачи давали положительную оценку лечению в 1,7 раза чаще в группе ДЭНС: в 76,8 % случаев в группе ДЭНС и в 45,6 % случаев в группе плацебо ( $p < 0,0001$ ).

Пациенты хорошо переносили ДЭНС-терапию, частота нежелательных явлений статистически достоверно не различалась между группами ( $p = 0,999$ ).

### Обсуждение результатов

Данное исследование доказало хорошую эффективность ДЭНС-терапии для уменьшения выраженности болевого синдрома и улучшения функции при ОА коленных суставов. Эффективность ДЭНС при лечении ОА коленных суставов была изучена в 2010 г. отечественными исследователями [10, 18, 19]. Установлено, что воздействие динамической электростимуляции (однократное и курсовое) обеспечивает обезболивающих и спазмолитических эффекты у больных ОА коленных суставов, а при наличии синовита оказывает противовоспалительное действие, о чем свидетельствуют достоверные изменения и результаты оценки симптома боли самим пациентом (ВАШ), данные функционального тестирования, а также клинико-лабораторные показатели воспаления. По результатам проведенного исследования эффективность динамической электростимуляции у больных, страдающих ОА коленных суставов, составила 96 %. Терапевтический эффект ДЭНС сохранялся до 6 месяцев у больных

с умеренными и выраженными проявлениями синовита, свыше 6 месяцев — в основном у больных артрозом коленных суставов с субклиническим и слабым проявлениями синовита.

Вместе с тем данное исследование имело ряд методологических недостатков: различное количество в пациентов сравниваемых групп (в группе активного лечения — 60 человек, в группе плацебо — 30), группа плацебо получала лечение обычным выключенным аппаратом ДЭНС, что не удовлетворяет критериям плацебо, не указаны ослепление и метод разделения пациентов на группы. Важно также, что исследование было выполнено в одном центре [19]. В связи с этим для получения более достоверных данных об эффективности и безопасности применения ДЭНС при лечении ОА коленных суставов организовано многоцентровое рандомизированное двойное слепое плацебо-контролируемое исследование, в котором были устранены недостатки предыдущего [20]. В частности, в качестве плацебо применялся специально разработанный на базе завода-изготовителя аппарат, в исследовании было проведено двойное ослепление и рандомизация пациентов на группы программой случайных чисел, применены современные методы статистической обработки результатов [20].

Результаты данного исследования сопоставимы с результатами систематического обзора, включающего 18 рандомизированных клинических исследований, 14 из них вошли в метаанализ L. Chen & Z. Zhou (2015), установивших достоверное снижение боли в группах лечения ЧЭНС ( $p < 0,00001$ ) [15].

### Заключение

Таким образом, пациентам с остеоартритом коленных суставов, проявляющимся болевым синдромом, для снижения его интенсивности могут быть рекомендованы сеансы ДЭНС-терапии по 30 минут аппаратом ДиаДЭНС-ПКМ. Для быстрого снижения боли можно использовать разовые процедуры, но для улучшения функционального состояния суставов желательнее проведение стандартного курса терапии из 10 процедур.

### Литература

1. Балабанова Р.М., Эрдес Ш.Ф. Ревматические заболевания у взрослого населения в федеральных округах России // Научно-практическая ревматология. — 2014. — Т. 52. — № 1. — С. 5–7. [Balabanova RM, Erdes SF. Rheumatic diseases in the adult population in federal districts of Russia. *Science-practical rheumatology*. 2014;52(1):5-7. (In Russ.)]
2. Насонов Е.Л. Остеоартроз (остеоартрит). В кн.: Ревматология: клинические рекомендации / Под ред. Е.Л. Насонова. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2005. — С. 99–111. [Nasonov EL. Osteoartroz (osteoartrit). In: *Revmatologiya: klinicheskie rekomendatsii*. Ed. by E.L. Nasonov. Moscow: GEOTAR-Media; 2005. P. 99-111. (In Russ.)]
3. Чичасова Н.В. Проблема боли при остеоартрозе // Лечащий врач. — 2007. — № 2. — С. 50–56. [Chichasova NV. Problema boli pri osteoartroze. *Practitioner*. 2007;(2):50-56. (In Russ.)]
4. Хитров Н.А. Полиморфизм болевого синдрома при остеоартрозе, обезболивающая и противовоспалительная терапия // Трудный пациент. — 2011. — Т. 9. — № 4. — С. 49–53. [Khitrov NA. Polimorfizm bolevoogo sindroma pri osteoartroze, obezbolivayushchaya i protivovospalitel'naya terapiya. *Trudnyy patsient*. 2011;9(4):49-53. (In Russ.)]

5. Лыткина К.А., Сидорова Л.В., Воробьев П.А., и др. Качество жизни больных остеоартрозом // Проблемы стандартизации в здравоохранении. – 2007. – № 5. – С. 54–60. [Lytkina KA, Sidorova LV, Vorob'ev PA, et al. Osteoarthritis patients' quality of life. *Health care standardization problems*. 2007;(5):54–60. (In Russ.)]
6. Osiri M, Welch V, Brosseau L, et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation for knee osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2000(4):CD002823. doi: 10.1002/14651858.CD002823.
7. Физическая и реабилитационная медицина: национальное руководство / Под ред. Г.Н. Пономаренко. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. [Fizicheskaya i reabilitatsionnaya meditsina: natsional'noe rukovodstvo. Ed. by G.N. Ponomarenko. Moscow: GEOTAR-Media; 2016. (In Russ.)]
8. Остеоартрит. Диагностика и ведение больных остеоартритом коленных и тазобедренных суставов / Под ред. О.М. Лесняк. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. [Osteoartrit. Diagnostika i vedenie bol'nykh osteoartritom kolennykh i tazobedrennykh sustavov. Ed. by O.M. Lesnyak. Moscow: GEOTAR-Media; 2006. (In Russ.)]
9. Каратеев А.Е., Насонов Е.Л., Яхно Н.Н., и др. Клинические рекомендации «Рациональное применение нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП) в клинической практике» // Современная ревматология. – 2015. – Т. 9. – № 1. – С. 4–23. [Karateev AE, Nasonov EL, Yakhno NN, et al. Klinicheskie rekomendatsii "Ratsional'noe primeneniye nesteroidnykh protivovospalitel'nykh preparatov (NPVP) v klinicheskoy praktike". *Modern Rheumatology Journal*. 2015;9(1):4-23. (In Russ.)] doi: 10.14412/1996-7012-2015-1-4-23.
10. Разумов А.Н., Василенко А.М., Бобровницкий И.П., и др. Динамическая электронейростимуляция: учебное пособие для врачей. – Екатеринбург, 2008. [Razumov AN, Vasilenko AM, Bobrovnikskiy IP, et al. Dinamicheskaya elektroneurostimulyatsiya: uchebnoye posobie dlya vrachey. Ekaterinburg; 2008. (In Russ.)]
11. Рациональная фармакотерапия ревматических заболеваний: руководство для практикующих врачей / Под ред. В.А. Насоновой, Е.Л. Насонова. – М.: Литтерра, 2003. [Ratsional'naya farmakoterapiya revmaticheskikh zabolevaniy: rukovodstvo dlya praktikuyushchikh vrachey. Ed. by V.A. Nasonova, E.L. Nasonov Moscow: Litterra; 2003. (In Russ.)]
12. Rutjes AW, Nuesch E, Sterchi R, et al. Transcutaneous electrostimulation for osteoarthritis of the knee. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009(4):CD002823. doi: 10.1002/14651858.CD002823.pub2.
13. Allen RJ. Physical agents used in the management of chronic pain by physical therapists. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2006;17(2):315-345. doi: 10.1016/j.pmr.2005.12.007.
14. Vance CG, Rakel BA, Blodgett NP, et al. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain, pain sensitivity, and function in people with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Phys Ther*. 2012;92(7):898-910. doi: 10.2522/ptj.20110183.
15. Chen LX, Zhou ZR, Li YL, et al. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation in Patients With Knee Osteoarthritis: Evidence From Randomized-controlled Trials. *Clin J Pain*. 2016;32(2):146-154. doi: 10.1097/AJP.0000000000000233.
16. Johnson MI. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). Research to support clinical practice. Oxford: Oxford University Press, 2015.
17. Ng MM, Leung MC, Poon DM. The effects of electro-acupuncture and transcutaneous electrical nerve stimulation on patients with painful osteoarthritic knees: a randomized controlled trial with follow-up evaluation. *J Altern Complement Med*. 2003;9(5):641-649. doi: 10.1089/107555303322524490.
18. Практическое руководство по динамической электронейростимуляции / Под ред. С.Ю. Рявкина. – Екатеринбург: Токмас-Пресс, 2011. [Prakticheskoe rukovodstvo po dinamicheskoy elektroneurostimulyatsii. Ed. by S.Y. Ryavkin. Ekaterinburg: Tokmas-Press; 2011. (In Russ.)]
19. Кoryшев В.И., Поляев Б.А., Орус Оол В.К. Восстановительное лечение остеоартроза коленных суставов методом динамической электронейростимуляции // Вестник восстановительной медицины. – 2009. – № 4. – С. 45–49. [Koryshev VI, Polyayev BA, Orus Ool VK. Vosstanovitel'noye lecheniye osteoartroza kolennykh sustavov metodom dinamicheskoy elektroneurostimulyatsii. *Vestnik vosstanovitel'noy meditsiny*. 2009;(4):45-49. (In Russ.)]
20. Лесняк О.М., Кадочникова Е.Ю., Алексеева Л.И., и др. Эффективность динамической электронейростимуляции при остеоартрозе коленных суставов (результаты многоцентрового рандомизированного исследования). // Научно-практическая ревматология. – 2015. – Т. 53. – № 3. – С. 281–288. [Lesnyak OM, Kadochnikova EY, Alekseeva LI, et al. Efficiency of dynamic electroneurostimulation in knee osteoarthritis: Results of a multicenter randomized study. *Science-practical rheumatology*. 2013;53(3):281-288. (In Russ.)]

**Для цитирования:** Кадочникова Е.Ю., Лесняк О.М. Динамическая электронейростимуляция в лечении остеоартрита коленных суставов // Российский семейный врач. – 2018. – Т. 22. – № 4. – С. 31–36. doi 10.17816/RFD2018431-36.

**For citation:** Kadochnikova EYu, Lesnyak OM. Dynamic electroneurostimulation in the treatment of knee osteoarthritis. *Russian Family Doctor*. 2018;22(4):31-36. doi 10.17816/RFD2018431-36.

#### Информация об авторах

Екатерина Юрьевна Кадочникова — врач общей практики, ГБУЗ Свердловской области «Нижнесергинская Центральная районная больница», г. Нижние Серги, Свердловская область. E-mail: kadoch-ka1@yandex.ru.

Ольга Михайловна Лесняк — доктор медицинских наук, профессор кафедры семейной медицины, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России. E-mail: olga.m.lesnyak@yandex.ru.

#### Information about the authors

Ekaterina Yu. Kadochnikova — General Practitioner, Nizhneserginsky Central District Hospital, Nizhniye Sergi, Sverdlovsk region, Russia. E-mail: kadoch-ka1@yandex.ru.

Olga M. Lesnyak — DSc, Professor of Family Medicine Department of North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov. E-mail: olga.m.lesnyak@yandex.ru.