

**Оригинальная статья = Original article = Оригінальна стаття**

Ukr Neurosurg J. 2019;25(2):33-39

doi: 10.25305/unj.157002

**Пульсовая радиочастотная абляция ганглиев задних спинальных корешков (PRF DRG) в лечении хронической поясничной радикулярной боли**Павлов Б.Б.<sup>1</sup>, Фищенко Я.В.<sup>2</sup><sup>1</sup> Клиника «Нейромед», Киев, Украина<sup>2</sup> Отделение спинальной хирургии, Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины, Киев, Украина

Поступила в редакцию 19.02.2019

Принята к публикации 09.05.2019

**Адрес для переписки:**Фищенко Яков Витальевич,  
Отделение спинальной хирургии,  
Институт травматологии и ортопедии, ул. Бульварно-Кудрявская, 27, Киев, 01601, Украина, e-mail: fishchenko@gmail.com

Корешковая поясничная боль занимает значительное место среди болевых синдромов и является одной из наиболее частых причин обращения к врачу. Консервативное лечение данной патологии эффективно у 60% пациентов. В остальных случаях боль становится хронической, что приводит к снижению трудоспособности. Это стимулировало разработку малоинвазивных процедур, обладающих достаточной эффективностью при низком риске потенциальных осложнений. Наибольшее распространение из них получило интервенционное радиочастотное лечение.

**Цель:** изучить динамику болевого синдрома и социальной адаптации у пациентов, страдающих хронической поясничной радикулярной болью, при использовании в их лечении пульсовой радиочастотной абляции ганглиев задних спинальных корешков (pulsed radiofrequency of dorsal root ganglion (PRF DRG)).

**Материалы и методы.** В ретроспективное исследование включены 42 пациента в возрасте от 27 до 78 лет (средний возраст –  $(49,7 \pm 14,8)$  года), пролеченных в 2016–2017 гг. в клинике «Нейромед» (Киев) и Институте травматологии и ортопедии НАМН Украины. Обследованы пациенты, страдающие пояснично-крестцовой радикулярной болью вследствие дегенеративно-дистрофического поражения позвоночника. Болевой синдром оценивали по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) до манипуляции, непосредственно после нее и через 6 мес. Манипуляции проводили в операционной в положении больного на животе. Флуороскопический контроль осуществляли С-аркой (Philips BV Endura). Для радиочастотной обработки использовали генератор Radionics RFG 3C Plus, электроды Cosman 100 мм и канюли с рабочей частью 5 мм. Для определения социальной адаптации применяли опросник Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire.

**Результаты.** Осложнений не зарегистрировали. Все пациенты отмечали уменьшение болевого синдрома. Большинство пациентов до манипуляции характеризовали боль как «очень сильную» ( $(7,14 \pm 0,68)$  балла по ВАШ), а после процедуры – как «среднюю» ( $(4,02 \pm 0,81)$  балла). Подобная тенденция сохранялась через полгода после лечения ( $(1,85 \pm 0,78)$  балла). До манипуляции индекс нарушения жизнедеятельности из-за болевого синдрома составлял  $71,42 \pm 6,83$ , через 6 мес после проведения процедуры индекс уже составлял –  $18,57 \pm 7,83$ .

**Выводы.** Радиочастотное пульсовое воздействие на ганглии заднего спинального корешка является безопасным и эффективным методом лечения хронической поясничной радикулярной болью.

**Ключевые слова:** поясничная радикулярная боль; пульсовая радиочастотная абляция (PRF); ганглий заднего спинального корешка (DRG)

**Pulsed radiofrequency ablation of the posterior spinal root ganglia (PRF DRG) for the treatment of chronic lumbar radicular pain**Borys B. Pavlov<sup>1</sup>, Iakiv V. Fishchenko<sup>2</sup><sup>1</sup> Neuromed Clinic, Kyiv, Ukraine<sup>2</sup> Department of Spinal Surgery, Institute of Traumatology and Orthopedics, Kyiv, Ukraine

Received: 19 February 2019

Accepted: 09 May 2019

Radicular lumbar pain constitutes a significant proportion of the total number of pain syndromes. Conservative treatment of this pathology is effective in 60 % of patients. In other cases, the pain may become chronic, leading to disability. These facts have been a stimulus for the development of minimally-invasive procedures which are sufficiently effective and have a low risk of potential complications. The most common of these is interventional radiofrequency treatment.

**The purpose** of this study is to investigate the dynamics of pain and social adaptation in patients suffering from chronic lumbar radicular pain, who have



**Address for correspondence:**

Iakiv V. Fishchenko, Department of Spinal Surgery, Institute of Traumatology and Orthopedics, 27 Bulvarno-Kudriavska str., Kyiv, 01601, Ukraine, e-mail: fishchenko@gmail.com

been treated with pulsed radiofrequency ablation of the posterior spinal root ganglia (pulsed radiofrequency of dorsal root ganglion, PRF DRG).

**Materials and methods.** A retrospective study included 42 patients aged from 27 to 78 years ( $49.7 \pm 14.8$ ) who were treated in 2016–2017 at the Neuromed Clinic in Kyiv and the Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine. The study included patients suffering from reactive lumbosacral radicular pain due to degenerative-dystrophic lesions of the spine. Pain syndrome was assessed on a visual analogue scale (VAS) before manipulation, immediately after it, and six months afterwards. Social adaptation in everyday life was objectified using the Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire.

**Results.** No complications were registered. Absolutely all patients confirmed a decrease in pain. Before the manipulation, most of the patients described their pain as "very strong" (VAS  $7.14 \pm 0.68$ ), whilst after the procedure the majority answered that their pain decreased to "average" (VAS  $4.02 \pm 0.81$ ). A similar trend persisted for six months after treatment (VAS  $1.85 \pm 0.78$ ). Before manipulation, the index of impairment due to pain (ODI) was  $71.42 \pm 6.83$ . Six months after the procedure, the ODI index was  $18.57 \pm 7.83$ .

**Conclusion.** Pulsed radiofrequency of the dorsal spinal ganglia (PRF DRG) is a safe and effective procedure for the treatment of chronic lumbar radicular pain.

**Key words:** lumbar radicular pain; pulsed radiofrequency ablation; dorsal root ganglion

## Пульсова радіочастотна абляція гангліїв задніх спінальних корінців (PRF DRG) в лікуванні хронічного поперекового радикулярного болю

Павлов Б.Б.<sup>1</sup>, Фіщенко Я.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Клініка «Нейромед», Київ, Україна  
<sup>2</sup> Відділення спінальної хірургії, Інститут травматології та ортопедії НАМН України, Київ, Україна

Надійшла до редакції 19.02.2019  
Прийнята до публікації 09.05.2019

**Адреса для листування:**

Фіщенко Яків Віталійович,  
Відділення спінальної хірургії,  
Інститут травматології та ортопедії,  
вул. Бульварно-Кудрявська, 27,  
Київ, 01601, Україна, e-mail:  
fishchenko@gmail.com

Корінцевий поперековий біль посідає значне місце серед больових синдромів і є однією з найчастіших причин звернення до лікаря. Консервативне лікування цієї патології ефективне у 60% пацієнтів. В інших випадках біль стає хронічним, що призводить до погіршення працездатності. Це стимулювало розробку малоінвазивних процедур, які мають достатню ефективність при низькому ризику потенційних ускладнень. Найбільше поширення з них отримало інтервенційне радіочастотне лікування.

**Мета:** вивчити динаміку больового синдрому і соціальної адаптації у пацієнтів, які страждають на хронічний поперековий радикулярний біль, при використанні в їх лікуванні пульсової радіочастотної абляції гангліїв задніх спінальних корінців (pulsed radiofrequency of dorsal root ganglion (PRF DRG)).

**Матеріали та методи.** У ретроспективне дослідження залучено 42 пацієнта віком від 27 до 78 років (середній вік –  $49,7 \pm 14,8$  року), пролікованих у 2016–2017 рр. у клініці «Нейромед» (Київ) та Інституті травматології та ортопедії НАМН України. Обстежено пацієнтів, котрі страждали на попереково-крижовий радикулярний біль внаслідок дегенеративно-дистрофічного ураження хребта. Больовий синдром оцінювали за візуально-аналоговою шкалою (ВАШ) до маніпуляції, безпосередньо після неї і через 6 міс. Маніпуляції проводили в операційній в положенні хворого на животі. Флуороскопічний контроль здійснювали С-аркою (Philips BV Endura). Для радіочастотної обробки використовували генератор Radionics RFG 3C Plus, електроди Cosman 100 мм та канюлі з робочою частиною 5 мм. Для визначення соціальної адаптації застосовували опитувальник Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire.

**Результати.** Ускладнень не зареєстровано. Всі пацієнти відзначали зменшення больового синдрому. Більшість пацієнтів до маніпуляції характеризували біль як «дуже сильний» ( $7,14 \pm 0,68$  бала за ВАШ), а після процедури – як «середній» ( $4,02 \pm 0,81$  бала). Подібна тенденція зберігалася через півроку після лікування ( $1,85 \pm 0,78$  бала). До маніпуляції індекс порушення життєдіяльності внаслідок больового синдрому становив  $71,42 \pm 6,83$ , через 6 міс –  $18,57 \pm 7,83$ .

**Висновки.** Радіочастотний пульсовий вплив на ганглії заднього спінального корінця (PRF DRG) є безпечним та ефективним методом лікування хронічного поперекового радикулярного болю.

**Ключові слова:** поперековий радикулярний біль; пульсова радіочастотна абляція (PRF); ганглії заднього спінального корінця (DRG)

## Введение

Корешковая поясничная боль занимает значительное место среди болевых синдромов и является одной из наиболее частых причин обращения к врачу [1,2]. Консервативное лечение (фармакотерапия и физиотерапия) данной патологии эффективно у 60% пациентов. В остальных случаях боль становится хронической, что приводит к снижению трудоспособности и финансовым потерям [2,3]. Спинальная хирургия является вариантом выбора, однако и она не решает всех проблем. Во-первых, оперативное лечение само по себе связано с большими рисками. Во-вторых, в 10–40% случаев после операции боль рецидивирует, что объясняется постламинэктомическим синдромом [3,4]. Эти факты стимулировали разработку малоинвазивных процедур, сопряженных с меньшим риском потенциальных осложнений [5]. Наибольшую распространенность из них получило интервенционное радиочастотное лечение благодаря низкой частоте осложнений (<1%), простоте применения и высокой эффективности [6]. Существуют два метода его применения: постоянный и импульсный. При радиочастотном воздействии в постоянном режиме терапевтический эффект достигается за счет нагревания электрода и коагуляционного некроза (абляции) окружающих его тканей. Такой вариант получил название радиационная абляция (radiofrequency ablation (RFA)). Во втором случае на кончике активного электрода генерируется электромагнитное поле в импульсном (пульсовом) режиме (**Рис.1**). Это вызывает вибрацию молекулярных структур и ряд изменений на клеточном уровне, препятствующих передаче потенциала действия нейронам. Такой механизм воздействия получил название PRF (pulsed radiofrequency) [7,8].

Для лечения пояснично-крестцовой радикулярной боли применяют интервенционное пульсовое радиочастотное воздействие (PRF) на ганглий заднего спинального корешка (DRG) [9]. Впервые метод использовали около 20 лет назад. За прошедшее время не зафиксировано серьезных осложнений. Отмечено, что анальгетический эффект PRF больше

и продолжительнее, чем у стероидных инъекций [9,10]. Недавнее исследование показало, что данная процедура снижает также центральную сенситизацию у пациентов, страдающих от хронической корешковой боли [11].

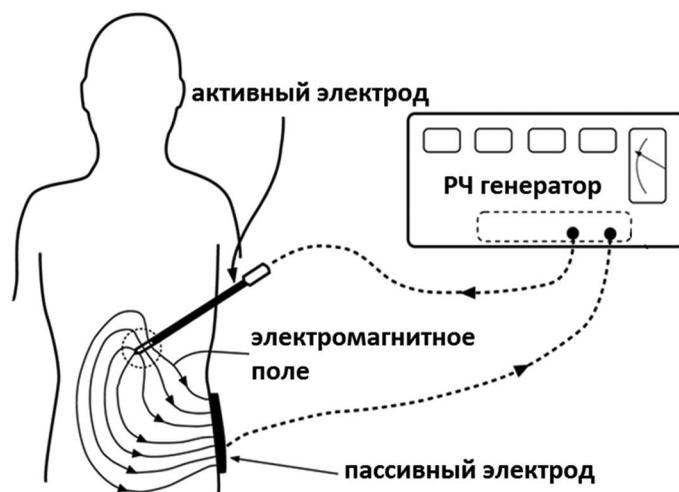
**Цель:** изучить динамику болевого синдрома и социальной адаптации у пациентов, страдающих хронической поясничной радикулярной болью, при использовании в их лечении пульсовой радиочастотной абляции ганглиев задних спинальных корешков.

## Материалы и методы

В ретроспективное исследование включены 42 пациента в возрасте от 27 до 78 лет (средний возраст –  $49,7 \pm 14,8$  года), пролеченных в 2016–2017 гг. в клинике «Нейромед» (Киев) и Институте травматологии и ортопедии НАМН Украины. Среди них преобладали женщины (64,3%).

В допроцедурный период пациенты без особого эффекта получали консервативное лечение (нестероидные противовоспалительные препараты, прегабалин, габапентин, физиотерапевтические процедуры). Все больные прошли стандартное комплексное обследование: функциональная спондилография, магнитно-резонансная томография, рентгеновская денситометрия (ДЭРА), компьютерная томография, оценка неврологического статуса.

Обследованы пациенты, страдающие пояснично-крестцовой радикулярной болью вследствие дегенеративно-дистрофического поражения позвоночника. Определены показания для проведения процедуры: наличие хронической боли в поясничной области с односторонней иррадиацией в нижнюю конечность при неэффективности консервативной терапии на протяжении более 6 нед. Критериями исключения были: проведенные ранее оперативные вмешательства на заинтересованном позвоночно-двигательном сегменте, спондилолистезы, явления спондилоартроза с выраженным фораминальным или спинальным стенозом, выраженное дискогенное стенозирование поз-



**Рис.1.** Принципиальная схема интервенционного радиочастотного лечения

Статья содержит рисунки, которые отображаются в печатной версии в оттенках серого, в электронной — в цвете.

воночного канала (более чем на треть сагиттального размера) вследствие экструзий и секвестрирования, наличие местной или генерализованной инфекции, опухолевое и травматическое поражение спинного мозга или его корешков, остеопороз, беременность, когнитивные расстройства. Относительными противопоказаниями были общесоматические причины и медикаментозная аллергия.

Болевой синдром оценивали по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) до манипуляции, непосредственно после нее и через 6 мес. Визуально-аналоговая шкала представляет собой отрезок прямой линии длиной 10 см, начальная точка которого соответствует отсутствию боли, а конечная – невыносимым болевым ощущениям. Зачастую на этом отрезке делают сантиметровые отметки. Больному предлагают отразить силу боли, которую он испытывает в период обследования, в виде отметки на отрезке. Сопоставление расстояния от начала отрезка до отметок до и после лечения позволяет оценить динамику восприятия пациентом болевых ощущений.

Для определения социальной адаптации использовали опросник Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire (по J.Fairbank, 1980), который содержит 10 разделов, описывающих как жалобы (боль), так и нарушения в разных сферах жизнедеятельности больного (самообслуживание, поднятие предметов, ходьба, сидение, стояние, сон, секс, общественная жизнь, поездки). В каждом разделе приведены по шесть описаний возможного состояния пациента, из них первый вариант оценен 0, шестой – 5 баллами. Таким образом, максимальное количество баллов соответствует наибольшему нарушению жизнедеятельности и выраженности болевых ощущений. Оценку проводят путем деления суммы полученных баллов по всем разделам на максимально возможную сумму баллов (50). Полученный показатель выражают в процентах [12].

Перед процедурой все пациенты подписывали информированное согласие на ее проведение (форма №003-6/о).

Статистические данные анализировали с применением программы Statistica 10 (StatSoft. Inc., США).

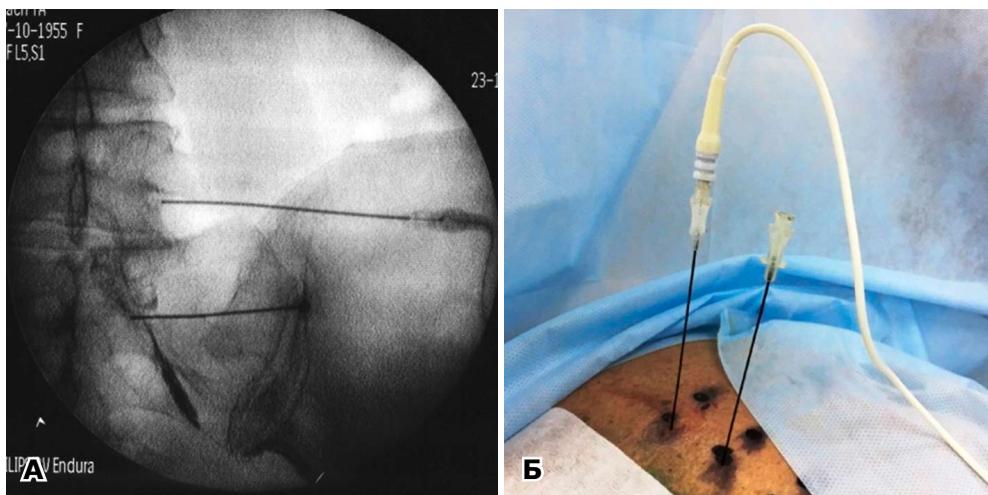
Манипуляции проводили в операционной в положении больного на животе. Флуороскопический контроль осуществляли С-аркой (Philips BV Endura). Для радиочастотной обработки использовали генератор Radionics RFG 3C Plus, электроды Cosman 100 мм и канюли с рабочей частью 5 мм.

Во всех случаях применяли трансфораминальный доступ к спинальному ганглию [9,13]. Для проведения доступа использовали методику «туннельной» визуализации. Первоначальное определение точки кожного вкола выполняли в косой проекции С-арки с углом 20–25° в ипсилатеральную сторону. После проведения местной анестезии 1% раствором лидокаина, канюлю 20G продвигали в безопасную зону межпозвонкового отверстия. Эта зона представляет собой треугольник со следующими сторонами: верхняя – корень дуги позвонка, латеральная – край тела позвонка, медиальная – край спинномозгового нерва.

Проводили аспирационную пробу на кровь и цереброспинальную жидкость. Для исключения повреждения дуральной воронки и внутрисосудистого расположения рабочей части канюли вводили 0,5–1,0 мл раствора иогексола (350 мг/мл).

Контрольную флуороскопию выполняли в двух проекциях: прямой и боковой (**Рис.2**).

Проводили тестирование в сенсорном режиме (частота – 50 Гц, импульс – 1 мс, напряжение – 0,3–0,4 В). Во время тестирования пациент отмечал парестезии в соответствующем дерматоме. Повышение напряжения до 0,5–0,6 В провоцировало радикулярную боль, на которую жаловался пациент. Это служило показателем корректного расположения электрода. Чтобы избежать интратекального или внутрисосудистого расположения электрода в канюлю вводили 0,5–1,0 мл рентген-контрастного раствора под флуороскопическим контролем. Проводили лечебное радиочастотное воздействие в пульсовом режиме. Последний уменьшает прове-



**Рис. 2.** Пульсовая радиочастотная обработка ганглиев задних спинальных корешков L5, S1 справа (PRF DRG L5, S1): А – флуороскопический контроль в прямой проекции (корешок S1 контрастирован); Б – внешний вид операционного поля

дение болевого импульса за счет влияния в первую очередь на нервные С-волокна. Выполняли две серии продолжительностью 120 с каждая, во время которых температура кончика электрода не должна превышать 42°C. Частота импульсов – 500 кГц, длительность каждого – 2 мс. Эту манипуляцию можно проводить с введением анестетиков для комфортности пациента. По окончании процедуры удаляли электроды с канюлями, предварительно вводя лекарственную смесь (4 мг дексаметазона и 2,0 мл 0,25% раствора лидокаина). На 4–6 ч накладывали асептическую повязку.

Послепроцедурное наблюдение со строгим постельным режимом длилось до 1 ч. Оно предусматривало контроль состояния сознания и показателей витальных функций, изучение динамики неврологического статуса. Критерием достаточности проведенного лечения было уменьшение боли более чем на две трети после процедуры при отсутствии моторного и сенсорного дефицита соответствующего корешка. Всем пациентам был рекомендован полупостельный режим в течение 3 суток, с ограничением объема двигательной активности.

Всего выполнено 96 радиочастотных обработок ганглиев задних спинальных корешков: на уровне L5, S1 – 14 (33,5%), на уровне L4, L5 – 5 (12,0%), на уровне L3, L4 – 3 (7,0%), на уровне L3–L5 – 8 (19,0%), на уровне L4–S1 – 8 (19,0%), на уровне L4 – 4 (9,5%) (Рис. 3).

Необходимость обработки нескольких соседних уровней была обусловлена соответствующей клинической картиной (дерматомная локализация боли) и подтверждалась в процессе тестирования в сенсорном режиме.

### Результаты и обсуждение

Ни у кого из пролеченных пациентов септических осложнений не было. Не отмечено также случаев перфорации оболочек спинного мозга и кровеносных сосудов, моторного блока или дискомфортных чувствительных расстройств.

Все пациенты отмечали уменьшение болевого синдрома. Большинство пациентов до манипуляции характеризовали боль как «очень сильную, на грани с невыносимой» ( $(7,14 \pm 0,68)$  балла по ВАШ), а после процедуры – как «среднюю» ( $(4,02 \pm 0,81)$  балла). Причем это описание не могло быть всеми четко дифференцировано с чувством неизбежного дискомфорта в месте перфорации канюлей мягких тканей. Подобная тенденция сохранялась через полгода после лечения ( $(1,85 \pm 0,78)$  балла). Пациенты описывали свою боль как «легкую, временами – умеренную» (Рис. 4).

Все работоспособные больные в течение месяца приступили к выполнению своих профессиональных обязанностей. К сожалению, наше исследование имеет такое ограничение, как отсутствие плацебо-группы. Нам это представляется неэтичным, когда речь идет о выраженном болевом синдроме. Также не изучали показатели опросника непосредственно после процедуры, так как он достаточно громоздок для быстрой ориентировки и объективная оценка многих его позиций требует значительного времени. Детальный анализ показателей опросника выявил, что большинство пациентов через 6 мес после лечения могли значительно дольше находиться в вертикальном положении, что позволяло им принимать участие в общественной жизни, а также осуществлять достаточно длительные поездки. Многие больные получили возможность обслуживать себя без приема анальгетиков. Значительная часть пациентов отметили нормализацию сна и сексуальной активности.

До манипуляции индекс нарушения жизнедеятельности из-за болевого синдрома составлял  $71,42 \pm 6,83$ , через 6 мес после процедуры –  $18,57 \pm 7,83$  (Рис. 5).

### Выводы

Радиочастотная абляция ганглия заднего спинального корешка (PRF DRG) является безопасным и эффективным методом лечения хронической поясничной радикулярной боли. Этот интервенционный способ позволяет существенно уменьшить

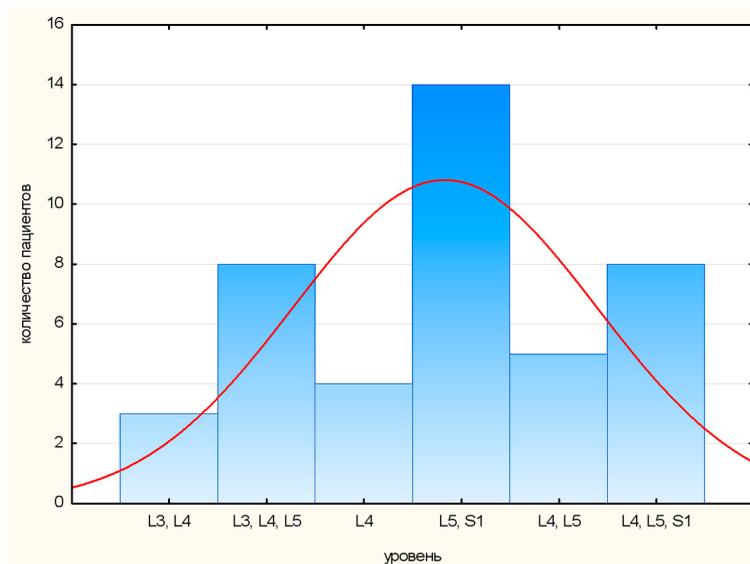
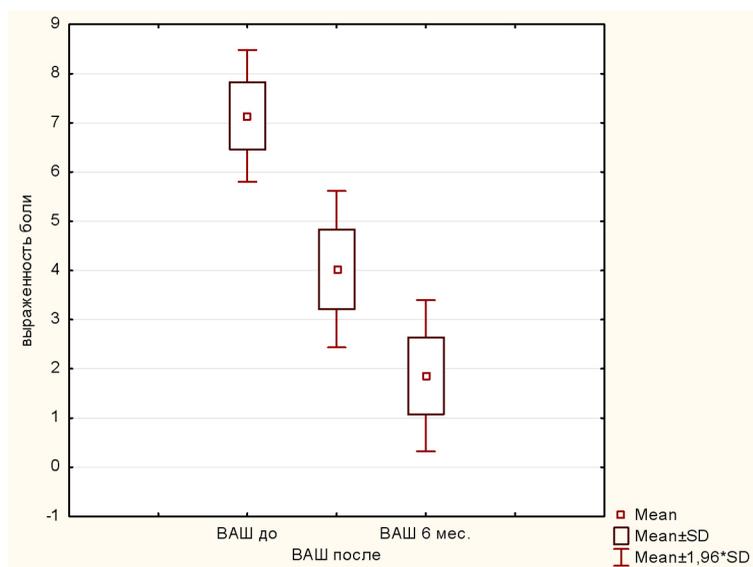
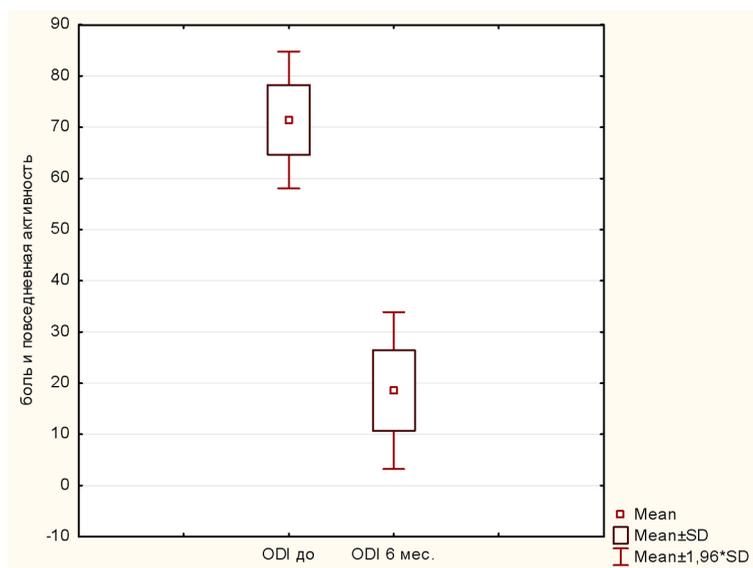


Рис. 3. Количество пациентов, которым была проведена процедура (PRF DRG) в зависимости от уровня проведения манипуляции



**Рис. 4.** Динамика выраженности боли. Указаны среднее значение (Mean), стандартные отклонения (Mean  $\pm$  SD), разброс максимальных и минимальных значений (Mean  $\pm$  1,96\*SD), оцениваемых по 10-балльной визуально-аналоговой шкале



**Рис. 5.** Динамика повседневной активности пациентов. Указаны среднее значение (Mean), стандартные отклонения (Mean  $\pm$  SD), разброс максимальных и минимальных значений (Mean  $\pm$  1,96\*SD), оцененных по Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire

интенсивность проявлений болезни на длительный период. Его применение также положительно влияет на социальную адаптацию пациентов. PRF DRG является разумной альтернативой приему больших доз нестероидных противовоспалительных препаратов и антиконвульсантов, особенно в случае корешковых болей с высокой терапевтической резистентностью.

### Раскрытие информации

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Этические нормы

Все процедуры, выполненные участникам в ходе исследования, соответствуют этическим стандартам институционального и национального комитетов по этике, Хельсинской декларации 1964 и ее более поздним поправкам или аналогичным этическим стандартам.

### Информированное согласие

Информированное согласие получено от каждого из участников, включенных в исследование.

### References

- Trinidad JM, Carnota AI, Failde I, Torres LM. Radiofrequency for the Treatment of Lumbar Radicular Pain: Impact on Surgical Indications. *Pain Res Treat.* 2015;2015:392856. doi: 10.1155/2015/392856. PubMed PMID: 26351581; PubMed Central PMCID: PMC4553181.
- Konstantinou K, Dunn KM. Sciatica: review of epidemiological studies and prevalence estimates. *Spine (Phila Pa 1976).* 2008 Oct 15;33(22):2464-72. doi: 10.1097/BRS.0b013e318183a4a2. Review. PubMed PMID: 18923325.
- Weber H. The natural course of disc herniation. *Acta Orthop Scand Suppl.* 1993;251:19-20. doi: 10.3109/17453679309160107. PubMed PMID: 8451975.
- Bossher HA, Heavner JE. Incidence and severity of epidural fibrosis after back surgery: an endoscopic study. *Pain Pract.* 2010 Jan-Feb;10(1):18-24. doi: 10.1111/j.1533-2500.2009.00311.x. PubMed PMID: 19735365.
- Van Boxem K, van Bilsen J, de Meij N, Herrler A, Kessels F, Van Zundert J, van Kleef M. Pulsed radiofrequency

- treatment adjacent to the lumbar dorsal root ganglion for the management of lumbosacral radicular syndrome: a clinical audit. *Pain Med.* 2011 Sep;12(9):1322-30. doi: 10.1111/j.1526-4637.2011.01202.x. PubMed PMID: 21812907.
6. Van Boxem K, Cheng J, Patijn J, van Kleef M, Lataster A, Mekhail N, Van Zundert J. 11. Lumbosacral radicular pain. *Pain Pract.* 2010 Jul-Aug;10(4):339-58. doi: 10.1111/j.1533-2500.2010.00370.x. PubMed PMID: 20492580.
  7. Cosman ER Jr, Cosman ER Sr. Electric and thermal field effects in tissue around radiofrequency electrodes. *Pain Med.* 2005 Nov-Dec;6(6):405-24. doi: 10.1111/j.1526-4637.2005.00076.x. PubMed PMID: 16336478.
  8. Erdine S, Bilir A, Cosman ER, Cosman ER Jr. Ultrastructural changes in axons following exposure to pulsed radiofrequency fields. *Pain Pract.* 2009 Nov-Dec;9(6):407-17. doi: 10.1111/j.1533-2500.2009.00317.x. PubMed PMID: 19761513.
  9. Kim SJ, Park SJ, Yoon DM, Yoon KB, Kim SH. Predictors of the analgesic efficacy of pulsed radiofrequency treatment in patients with chronic lumbosacral radicular pain: a retrospective observational study. *J Pain Res.* 2018 Jun 26;11:1223-1230. doi: 10.2147/JPR.S164414. PubMed PMID: 29983585; PubMed Central PMCID: PMC6027680.
  10. Van Boxem K, Huntoon M, Van Zundert J, Patijn J, van Kleef M, Joosten EA. Pulsed radiofrequency: a review of the basic science as applied to the pathophysiology of radicular pain: a call for clinical translation. *Reg Anesth Pain Med.* 2014 Mar-Apr;39(2):149-59. doi: 10.1097/AAP.0000000000000063. PubMed PMID: 24553305.
  11. Mehta V, Snidvongs S, Ghai B, Langford R, Wodehouse T. Characterization of peripheral and central sensitization after dorsal root ganglion intervention in patients with unilateral lumbosacral radicular pain: a prospective pilot study. *Br J Anaesth.* 2017 Jun 1;118(6):924-931. doi: 10.1093/bja/aex089. PubMed PMID: 28575334.
  12. Belova AN. Scales, tests and questionnaires in neurology and neurosurgery. Moscow: Antidor; 2004. Russian.
  13. Koh W, Choi SS, Karm MH, Suh JH, Leem JG, Lee JD, Kim YK, Shin J. Treatment of chronic lumbosacral radicular pain using adjuvant pulsed radiofrequency: a randomized controlled study. *Pain Med.* 2015 Mar;16(3):432-41. doi: 10.1111/pme.12624. PubMed PMID: 25530347.