

Возможности ультразвуковой навигации для радиочастотной денервации межпозвонковых суставов поясничного отдела позвоночника

И.В. Волков^{1, 2}, И.Ш. Карабаев², Д.А. Пташников^{1, 4}, Н.А. Коновалов³, К.А. Поярко²

¹ ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия

² ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова» МЧС России Ул. Оптиков, д. 54, Санкт-Петербург, 197345, Россия

³ ФГАУ «Национальный научно-практический центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава России 4-я Тверская-Ямская ул., д. 16, Москва, 125047, Россия

⁴ ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России

Ул. Кирочная, д. 41, Санкт-Петербург, 191015, Россия

Реферат

Цель исследования — оценить возможности использования УЗ-навигации при выполнении радиочастотной денервации (РЧД) межпозвонковых суставов (МПС) поясничного отдела позвоночника.

Материал и методы. Выполнено проспективное контролируемое когортное исследование. В исследование включено 50 пациентов с хроническим болевым синдромом, которым выполнялась РЧД МПС L_{III}-S_I позвонков с двух сторон. Пациенты были поделены на две группы. В основную группу вошло 25 пациентов, которым РЧД проводилась под ультразвуковой навигацией с ФС-контролем правильности установки канюль перед началом абляции. В контрольной группе, состоящей также из 25 пациентов, РЧД проводилась только под ФС-контролем. Отбор пациентов проводился на основании предварительной тестовой блокады МПС при условии снижения боли на 50% от исходного. Для оценки исходов использовалась цифровая шкала боли NRS-11 и индекс Освестри (OID), оценивалась точность попадания канюлей в необходимую зону, проводился поиск факторов, влияющих на точность попадания.

Результаты. В результате вмешательства произошло значимое снижение исследуемых показателей в обеих группах ($p < 0,001$), положительный исход достигнут у 18 (72%) пациентов основной группы и 16 (64%) контрольной группы, различия не были статистически значимыми ($p = 0,564$). Из 200 попыток проведения канюль под УЗ-контролем 169 (84,5%) были успешными при ФС-контроле, в большинстве случаев (187 из 200, 93,5%) требовалось не менее 3 попыток переустановки канюли. Среднее время выполнения вмешательства под УЗ-контролем составило $47,3 \pm 1,13$ мин. Фасеточный угол и уровень вмешательства определены в качестве предикторов точности попадания, отношение шансов 0,93 при 95% доверительном интервале 0,894–0,963, и 0,51 при 0,32–0,805 соответственно.

Выводы. Выполнение РЧД МПС поясничного отдела позвоночника с использованием УЗ-навигации позволяет достигнуть относительно высокой точности попадания канюлей в зону прохождения артикулярной ветви. Возможности навигации снижаются на уровне L_v и S_I позвонков, что определяется наличием особенностей строения МПС в виде коронарной ориентации фасеток с формированием узкого пространства между поперечным и верхним суставным отростком, затрудняющим сканирование. Недостатком УЗ-контроля является длительность процедуры и необходимость неоднократной переустановки канюль, ухудшающих переносимость пациентом вмешательства.

Ключевые слова: дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника, спондилоартроз, фасеточный болевой синдром, интервенционное лечение боли, радиочастотная денервация, ультразвуковая навигация.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-29-38

Волков И.В., Карабаев И.Ш., Пташников Д.А., Коновалов Н.А., Поярко К.А. Возможности ультразвуковой навигации для радиочастотной денервации межпозвонковых суставов поясничного отдела позвоночника. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):29-38. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-29-38.

Cite as: Volkov I.V., Karabaev I.Sh., Ptashnikov D.A., Konovalov N.A., Poyarkov K.A. [Potential of Ultrasound-Guided Lumbar Facet Radiofrequency Denervation]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):29-38. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-29-38.

✉ Волков Иван Викторович. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия / Ivan V. Volkov. 8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russian Federation; e-mail: ivanvolkov@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 28.08.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 11.10.2017.

Potential of Ultrasound-Guided Lumbar Facet Radiofrequency Denervation

I.V. Volkov^{1,2}, I.Sh. Karabaev², D.A. Ptashnikov^{1,4}, N.A. Konovalov³, K.A. Poyarkov²

¹ Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics
8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russian Federation

² Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine
54, ul. Optikov, St. Petersburg, 197345, Russian Federation

³ Burdenko National Scientific and Practical Center for Neurosurgery
16, 4th Tverskaya-Yamskaya ul., Moscow, 125047, Russian Federation

⁴ Mechnikov North-Western State Medical University
41, Kirochnaya ul., St. Petersburg, 191015, Russian Federation

Abstract

The aim of the study was to evaluate the possibility of US navigation for Radiofrequency denervation (RFD) of the lumbar facets.

Material and Methods. The authors performed a prospective controlled cohort study which included 50 patients with chronic pain syndrome who underwent RFD L_{III}-S_I facets on both sides. The main group (US) included 25 patients, who underwent US guided navigation with FScontrol of the correct placement of the cannula prior to ablation. In the control group (FS) the RFD was performed only under FS control. Patients were selected after preliminary test block of medial branch with 50% pain reduction from the baseline. Patients with overweight, spinal deformity, pronounced degenerative changes, spinal stenosis and developmental anomalies were not included in the study. For the evaluation of outcomes, the numeric pain scale NRS-11 and the Oswestry index (ODI) were used, the accuracy of the cannula position was assessed and factors determining the accuracy were searched.

Results. As a result of the intervention, there was a significant decrease of NRS-11 and ODI criteria in both groups ($p < 0.001$), a positive outcome was achieved in 18 (72%) of US patients and 16 (64%) of FS patients, $p = 0.564$. Of the 200 attempts to position the cannula under the ultrasound control, 169 (84.5%) were successful, in most cases (187 out of 200, 93.5%) at least 3 attempts were required to reposition the cannula. The average time for performing the procedure under the ultrasound control was 47.3 ± 1.13 minutes. The facet angle and procedure level were defined as predictors of the cannula positioning accuracy, odds ratio 0.93 (95% CI 0.894–0.963) and 0.51 (95% CI 0.32–0.805), respectively.

Conclusion. RFD of lumbar facet under ultrasound navigation allows to achieve a relatively high accuracy of the cannula position into the zone of passage of the articular branch. The navigation capabilities are reduced at the level of L_V and S_I vertebrae due to structural features of the joints, namely coronary orientation of the facets with the formation of a narrow space between the transverse and upper articular process, which create difficulties for scanning. The disadvantage of ultrasound control is the lengthy procedure and the need for repeated reinsertion of the cannulae worsening the patient's tolerance of procedure.

Keywords: degenerative diseases of the spine, spondyloarthritis, facet pain syndrome, interventional pain treatment, radiofrequency denervation, ultrasound navigation.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-29-38

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

Consent for publication: the patient provided voluntary consent for publication of case data.

Введение

Поражение межпозвонковых суставов (МПС) при дегенеративно-дистрофических заболеваниях позвоночника (ДДЗП) является одной из основных причин хронического болевого синдрома в поясничном отделе. Частота выявления спондилоартроза, по данным лучевого обследования и секционных находок, составляет от 24 до 82% у пациентов моложе 40 лет, достигает 100% у пациентов старше 60 лет и не имеет значимой связи с характером болевого синдрома [1, 2]. Частота фасеточного болевого синдрома составляет от 17 до 45% в популяции в целом и до 16% после хирургических вмешательств, что определено при диагностических

контролируемых блокадах [3–5]. Интервенционные методы лечения боли демонстрируют лучшие результаты в отношении фасеточного болевого синдрома по сравнению с консервативным лечением [6]. Основными интервенциями на МПС являются интраартикулярные блокады, блокады медиальных ветвей (МВ) первичной задней ветви спинальных нервов, различные виды нейротомий МВ. Радиочастотная денервация (РЧД) МПС с уровнем доказательности А-В и рекомендациями I–II класса является наиболее эффективным вмешательством [4, 7]. Использование навигации при выполнении противоболевых интервенций является обязательным условием. Наиболее часто используется

флюороскопия (ФС). Ультразвуковая (УЗ) навигация является безопасной и дешевой альтернативой флюороскопии, а также основным методом при вмешательствах на сосудах, мышцах, периферической нервной системе. Показаны возможности использования УЗ-навигации при выполнении спинальных интервенций [8]. При диагностике и лечении фасеточного болевого синдрома УЗ-навигация, по данным литературы, применяется исключительно для выполнения блокад МВ. Точность позиционирования инъекционных игл и эффективность сравнима с блокадами под контролем рентгена [9–12].

Цель исследования — проанализировать возможности использования ультразвуковой навигации при выполнении радиочастотной денервации межпозвоночных суставов поясничного отдела позвоночника.

Материал и методы

Дизайн исследования. Выполнено проспективное контролируемое когортное исследование.

Условия и сроки проведения. Исследование выполнено в период с 2016 по 2017 г., включены данные обследования 50 пациентов, разделенных на две группы. Всем пациентам выполнялась РЧД МПС L_{III}-S_I позвонков с двух сторон, что подразумевает абляцию МВ L₂-L₅ спинальных нервов. В основную группу вошли 25 пациентов, которым выполнялась радиочастотная денервация межпозвоночных суставов под УЗ-навигацией с дополнительным ФС-контролем. В контрольной группе, в которую вошли также 25 пациентов, вмешательство проводилось только под ФС-контролем.

Критерии соответствия. В исследование включали пациентов с хроническим фасеточным болевым синдромом, устойчивым к консервативному лечению, с уровнем боли 4 и более баллов по цифровой шкале боли (NRS-11) и/или нарушением жизнедеятельности из-за боли в спине 20% и более по индексу Освестри (ODI). Фасеточный характер болевого синдрома подтверждался на основании

тестовой блокады МВ L_{III}-S_I с двух сторон местным анестетиком (раствор ропивакаина 0,2%, 2 мл) под ФС-контролем при условии снижения выраженности болевого синдрома на 50% и более по шкале NRS-11 (или при уменьшении до 3 баллов и менее) и на 20% по ODI от исходного (или при уменьшении по ODI до 19% и менее) в течение 30 мин после процедуры с возобновлением боли в течение 24 ч после вмешательства.

Критерии исключения — индекс массы тела (ИМТ) более 30 кг/м², наличие деформации позвоночника и спондилолистеза, наличие аномалий развития позвоночника, наличие дегенеративного стеноза позвоночного канала, оперативное вмешательство на поясничном отделе позвоночника в анамнезе.

Описание медицинского вмешательства. Все вмешательства проводились одним исследователем в условиях операционной, оборудованной передвижным рентгеновским аппаратом с С-дугой в положении лежа на животе под местной анестезией с мониторингом витальных функций. В основной группе осуществлялось предварительное УЗ-сканирование для выявления основных анатомических ориентиров, использовался конвексный УЗ-датчик с рабочей частотой 1,4–5,5 МГц. При продольном срединном сканировании выводились остистые отростки (рис. 1), при парамедианном сканировании — межпозвоночные суставы (рис. 2) и поперечные отростки (рис. 3), что позволяло выполнить счет позвонков и определить уровень вмешательства. При поперечном сканировании основной задачей было визуализировать зону прохождения МВ — стык поперечного и верхнего суставного отростка (рис. 4). Для РЧД использовалась канюля 20G длиной 10 см с рабочим концом 10 мм. Пункция кожи производилась после обработки операционного поля с использованием стерильного УЗ-геля и стерильного чехла для УЗ-датчика. Проведение канюли осуществлялось при продольном сканировании в плоскости (рис. 5) до контакта с костью в зоне прохождения МВ.

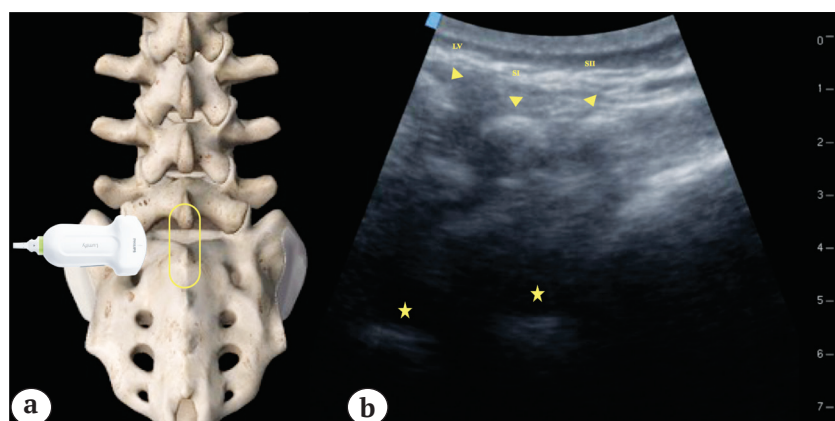


Рис. 1. Положение датчика (а) и ультрасонограмма (b) при продольном срединном сканировании. Визуализированы остистые отростки (▼) и эпидуральное пространство (★)

Fig. 1. Sensor (a) and ultrosonogram (b) positioning in longitudinal median scanning. Spinous processes (▼) and epidural space (★)

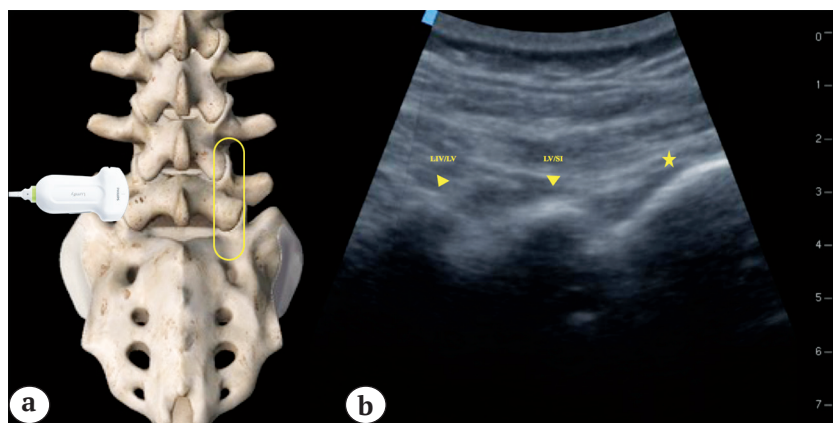


Рис. 2. Положение датчика (a) и ультрасонограмма (b) при продольном парамедианном сканировании. Визуализированы межпозвоночные суставы (▼) и задняя поверхность крестца (★)

Fig. 2. Sensor (a) and ultrosonogram (b) positioning in longitudinal paramedian scanning. Visualization of zygapophysial joints (▼) are posterior aspect of sacrum (★)

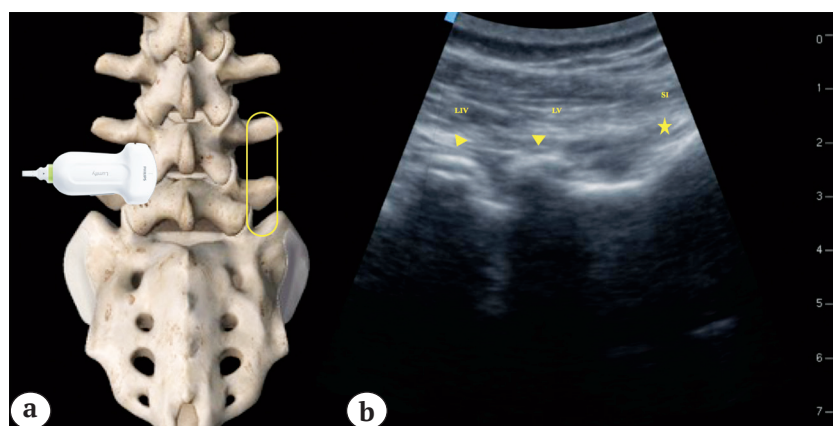


Рис. 3. Положение датчика (a) и ультрасонограмма (b) при продольном парамедианном сканировании. Визуализированы поперечные отростки (▼) и крыло крестца (★)

Fig. 3. Sensor (a) and ultrosonogram (b) positioning in longitudinal paramedian scanning. Visualization of transverse processes (▼) and sacral ala (★)

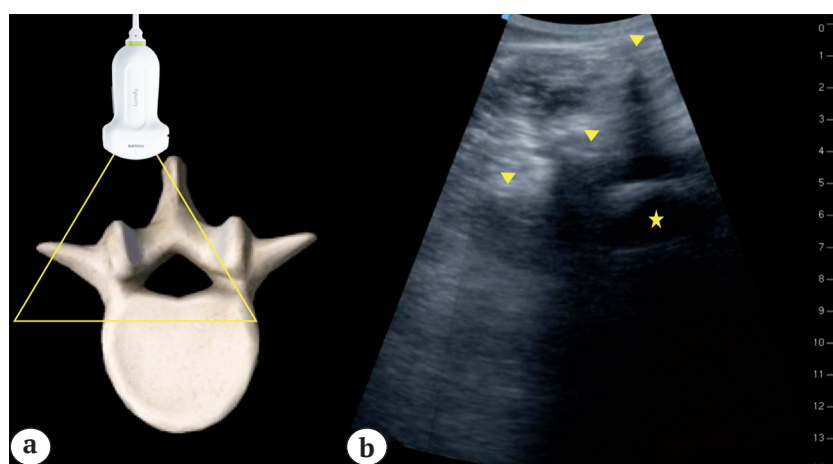


Рис. 4. Положение датчика (a) и ультрасонограмма (b) при поперечном сканировании. Визуализированы поперечный, верхний суставной и остистый отростки позвонка (▼), эпидуральное пространство (★)

Fig. 4. Sensor (a) and ultrosonogram (b) positioning intratransverse scanning. Visualization of transverse, upper articular and spinous processes (▼) and epidural space (★)

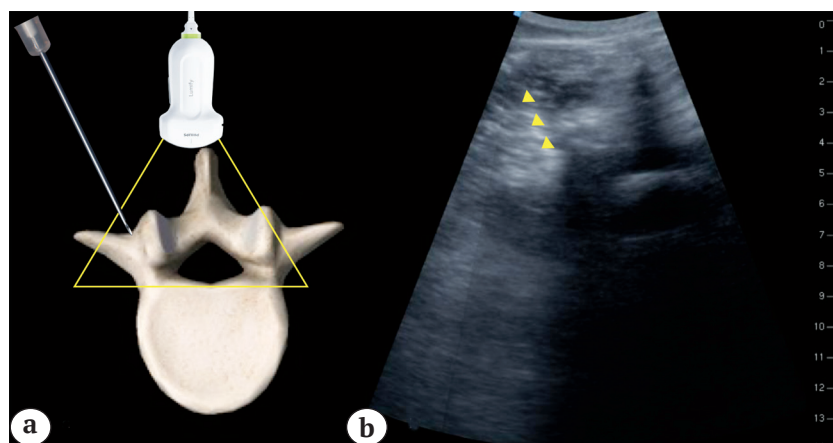


Рис. 5. Положение датчика (a) и ультрасонограмма (b) при проведении канюли. Акустическая тень от канюли (▼)

Fig. 5. Sensor (a) and ultrosonogram (b) positioning during cannula placement. Cannula acoustic shadow (▼)

После установки канюли выполнялась тестовая сенсорная стимуляция. При появлении «новых» ощущений в зоне вмешательства, напряжении менее 1 В и отсутствии ощущений в нижней конечности тест считался положительным. При моторной стимуляции проводилась проверка сокращений мышц нижней конечности при напряжении 1 В.

В случае положительной сенсорной и отрицательной моторной стимуляции делался вывод о точном попадании в зону прохождения МВ. Для обеспечения дополнительной безопасности пациента и контроля попадания выполнялась контрольная рентгенография. При неправильном положении (в том числе при неверном уровне) канюля повторно устанавливалась под ФС-контролем. Режим абляции — 90°, 90 сек. Перед абляцией для анестезии зоны деструкции вводился раствор ропивакаина 0,2%, для профилактики неврита МВ — триамцинолона ацетат 40 мг суммарно.

В случае отрицательной стимуляции производилось переустановка иглы под УЗ-контролем в краниальном направлении до ощущения «провала» с края поперечного отростка, повторялась стимуляция. При неэффективности 10 попыток установки и стимуляции выполнялась контрольная рентгенография для уточнения положения канюли. Канюля переустанавливалась под ФС-контролем, на другом уровне вновь продолжалось под УЗ-контролем.

В контрольной группе вмешательство проводилось только под ФС-контролем. Канюля устанавливалась в область стыка верхнего суставного и поперечного отростка у верхнего края последнего. В случае положительной сенсорной и отрицательной моторной стимуляции проводилась абляция МВ с теми же условиями, что и для основной группы.

Исходы лечения

Основные исходы. Клинические результаты выполненных вмешательств оценивались на основе анализа динамики болевого синдрома и нарушений жизнедеятельности по индексам NRS-11 и ODI до и через 30 дней после процедуры. Месячный интервал между вмешательством и оценкой результата был выбран с целью уменьшения количества ложноположительных результатов вследствие действия кортикостероидов. Положительным результатом считалось снижение индекса NRS-11 на 50% (или при NRS-11 <4) и ODI на 20% от исходного (или при ODI <20%). Оценка точности попадания в зону прохождения МВ (попадание/промах) в основной группе производилась при анализе контрольных рентгенограмм. Для выявления влияния строения МПС и выраженности дегенеративных изменений на точность попадания в основной группе по данным КТ или магнитно-резонансной томографии (МРТ) для каждого МПС проводилась

оценка степени дегенерации МПС по D. Weishaupt с соавторами [13] и определялась величина фасеточного угла (ФУ). ФУ измерялся по аксиальным сканам между линией, проходящей через суставную щель, и сагиттальной плоскостью.

Дополнительные исходы. Учитывались и сравнивались значения порогового напряжения при сенсорной стимуляции, количество переустановок канюль, время проведения вмешательства для обеих групп, лучевая нагрузка для контрольной группы. Исходя из Методических указаний МУ 2. 6. 1. 2944-11 о контроле эффективных доз облучения пациентов, для каждой процедуры рассчитывалась эффективная доза облучения в мкЗв по формуле:

$$E = \text{ПДП} \times K_d,$$

где E — эффективная доза облучения; ПДП — произведение дозы на площадь измеряемое проходной ионизационной камерой рентгеновского аппарата; K_d — коэффициент перехода от значения ПДП к эффективной дозе.

Статистическая обработка данных. Проверка соответствия эмпирических законов распределения исследуемых показателей показала значимое отличие большинства из них от теоретического закона нормального распределения по критерию Шапиро – Уилка ($p < 0,05$). В соответствии с этим для статистического описания показателей использовались медиана и межквартильный интервал (Me [25%;75%]), а для проверки статистических гипотез — непараметрические методы анализа. Оценка значимости различий количественных и качественных показателей между группами проводилась, соответственно, по U-критерию Манна – Уитни и χ^2 -критерию Пирсона. При малом количестве ожидаемых значений в таблице сопряженности использовался точный тест Фишера. Оценка значимости различий количественных и качественных показателей до и после лечения внутри групп — по T-критерию Уилкоксона и тесту Мак-Немара. Для выявления статистической связи между показателями проводился корреляционный анализ с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Для выявления предикторов точности попадания проводился бинарный логистический анализ с определением отношения шансов (ОШ) с доверительным интервалом (ДИ) 95%.

Этическая экспертиза. Исследование одобрено локальным этическим комитетом. Все пациенты, включенные в исследование, дали письменное информированное согласие.

Результаты

Средний возраст пациентов основной группы составил $41,4 \pm 1,82$, контрольной группы — $38,8 \pm 2,09$, женщины составили 52% (13) и 36% (9) соответственно.

Распределение МПС в зависимости от уровня и степени их дегенерации по D. Weishaupt с авторами, а также средние значения ФУ на уровнях вмешательства представлены в таблице 1. Пациентов с III степенью дегенерации в исследовании не было.

В обеих группах после выполненной РЧД произошло значимое снижение исследуемых показателей (табл. 2), статистически значимых различий между группами не выявлено. Исходя из заданных критериев, положительные результаты вмешательства достигнуты у 18 (72%) пациентов основной группы и у 16 (64%) контрольной группы. Различия не являлись статистически значимыми ($p = 0,564$).

Всем пациентам основной и контрольной групп выполнены вмешательства и проведена оценка исходов в запланированном объеме. В основной группе выполнено 200 попыток проведения канюль под УЗ-контролем, из которых 169 (84,5%) были однозначно успешны, по данным сенсорной стимуляции и контрольной рентгенографии. В 2-х случаях (1%) при отрицательной сенсорной стимуляции положение канюль было правильным

при ФС-контроле. В 9 случаях (4,5%) при положительной стимуляции на рентгенограммах выявлена ошибка уровня, в 20 случаях (10%) попытки локализовать МВ при сенсорной стимуляции были безуспешны, при контроле положение канюль было неверным. В целом у 9 пациентов из 25 (36%) была хотя бы одна ошибка установки канюли под УЗ-контролем. В большинстве случаев (187 из 200, 93,5%) требовалось не менее 3 попыток переустановки канюли. Средний порог сенсорной стимуляции составил $0,61 \pm 0,03$ В, среднее время выполнения вмешательства под УЗ-контролем составило $47,3 \pm 1,13$ мин.

В контрольной группе из 200 попыток проведения канюли в 1 (0,5%) случае получен отрицательный результат при стимуляции (порог превышал 1 В), в 136 (68%) случаях правильная установка достигнута с первой попытки. Средний порог сенсорной стимуляции составил $0,39 \pm 0,03$ В, среднее время выполнения вмешательства под ФС-контролем составило $29,8 \pm 0,45$ мин, что значимо ниже, чем в основной группе ($p < 0,001$). Средняя эффективная доза составила $0,7 \pm 0,09$ мЗв.

Таблица 1/Table 1

Распределение МПС в зависимости от степени дегенеративных изменений и величины фасеточного угла у пациентов основной группы ($n = 200$)
Distribution of zygapophysial joints depending on degeneration degree and facet angle in patients of main group ($n = 200$)

Уровень	0 степень	I степень	II степень	Фасеточный угол
L _{II} -L _{III}	24	24	2	28 [25;34]
L _{III} -L _{IV}	16	27	7	41 [28,75;49,5]
L _{IV} -L _V	15	23	12	53 [32;62,75]
L _V -S _I	18	21	11	52 [43,25;60,75]
Всего	73 (36,5%)	95 (47,5%)	32 (16%)	-

Таблица 2/Table 2

Динамика исследуемых показателей по NRS-11 и ODI после РЧД ($n = 25$)
Dynamics of investigated criteria NRS-11 and ODI after radiofrequency denervation ($n = 25$)

Шкала	Группа	До РЧД	После РЧД	P^*
NRS-11	Основная группа	6 [5;7]	3 [2;3]	<0,001
	Контрольная группа	6 [5;8]	3 [1;5]	<0,001
	p^{**}	0,641	0,969	
ODI	Основная группа	33 [28;41]	16 [8;21]	<0,001
	Контрольная группа	34 [30;42]	17 [13;22]	<0,001
	p^{**}	0,465	0,567	

* — уровень значимости различий до и после РЧД; ** — уровень значимости различий между группами.

При исследовании зависимости между факторами и исходами на точность попадания в зону прохождения МВ оказывали влияние уровень вмешательства (Спирмен: $\rho = -0,214$, $p = 0,002$) и величина ФУ (Спирмен: $\rho = -0,279$, $p < 0,001$). При наличии взаимосвязи между собой (Спирмен: $\rho = 0,593$, $p < 0,001$) эти факторы использовались для дальнейшего регрессионного анализа. Степень дегенерации МПС не имела связи с точностью попадания (Спирмен: $p = -0,124279$, $p = 0,081$). При регрессионном анализе факторов риска наилучшие показатели получены для ФУ (ОШ 0,93 при 95% ДИ; 0,894–0,963), чем для уровня вмешательства (ОШ 0,51 при 95% ДИ; 0,32–0,805). Величина ФУ оказывала влияние на форму МПС и, как следствие, на особенности строения зоны прохождения МВ (рис. 6). При более фронтальной ориентации фасеток происходило формирование «желоба» в зоне стыка поперечного (или крыла крестца) и верхнего суставного отростка, его визуализация была затруднена при УЗ-сканировании из-за костных артефактов. На уровне L_5/S_1 визуализацию также могла ограничивать подвздошная кость.

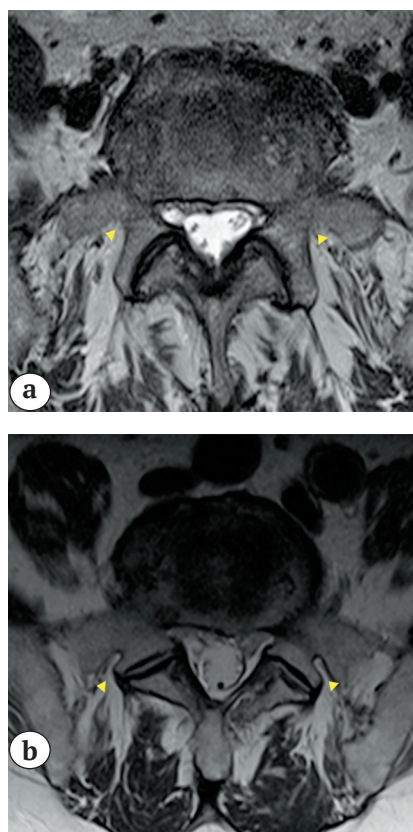


Рис. 6. Зона прохождения МВ (▼) при различной форме МПС: сагиттальная (а) и фронтальная (б) ориентация фасеток

Fig. 6. Medial branch location (▼) in various types of zygapophysial joints with sagittal (a) and frontal (b) orientation of facets

Результаты и обсуждение

По данным ряда исследований, лучевая нагрузка во время проведения интервенционного лечения боли в перерасчете соответствует средним эффективным дозам 0,3–0,5 мЗв с разбросом от 1,7 до 9,2 мЗв [14, 15]. В данной работе эффективная доза облучения при выполнении РЧД составляла около 0,7 мЗв, однако всем пациентам выполнялась тестовая блокада МВ для подтверждения фасеточного характера болевого синдрома со схожей лучевой нагрузкой. Такие значения могут превышать основные пределы эффективных доз ионизирующего излучения от техногенных источников установленные нормами радиационной безопасности (НРБ-99/2009, СанПиН 2. 6. 1. 2523-09) не более 1 мЗв/год в течение 5 последовательных лет, но не больше 5 мЗв/год, даже без учета других лучевых диагностических и лечебных процедур. Лучевая нагрузка — один из недостатков использования ФС наряду с необходимостью иметь дорогостоящее оборудование и специализированное помещение. С учетом эффективности, прогрессирующего развития и распространения противоболевых интервенций использование мобильной и относительно дешевой УЗ-навигации дает очевидные преимущества.

В представленной работе удовлетворительные результаты РЧД составили 72% в основной и 64% в контрольной группе, что сравнимо с результатами других исследований [4, 7, 16], в которых использовались схожие системы оценки исходов и отбор на вмешательство проводился на основании однократных тестовых блокад с условием снижения болевого синдрома на 50% и больше после блокады. Именно отбор пациентов на РЧД определяет эффективность процедуры, данные лучевой диагностики и клинического обследования имеют низкую значимость [17]. Наибольшую диагностическую ценность имеет тест блок с порогом снижения боли 75% и выше [4]. Использование сложных критериев отбора пациентов может увеличивать эффективность РЧД до 89–92% [18]. С учетом основной задачи настоящего исследования была использована наиболее простая и распространенная процедура отбора.

В исследованиях, посвященных блокадам МВ под УЗ-контролем, демонстрируется точное попадание иглы и адекватное распространение контраста при ФС-контроле в 62–100% случаев, результаты были ниже у пациентов с ожирением [19], спондилолистезом [20], наибольшие затруднения были при блокадах МВ L_5 [9–11]. При выполнении РЧД МПС существует необходимость точного позиционирования канюли для абляции рядом с целевым нервом, так как зона термоабляции не

превышает 5–8 мм [21], это достигается использованием сенсорной и моторной стимуляции [22]. Для увеличения вероятности точного попадания в настоящее исследование не включались пациенты с избыточным весом, деформацией позвоночника, выраженными дегенеративными изменениями суставов. Рекомендуемый порог сенсорной стимуляции составляет 0,5 В [22], однако в работе S.P. Cohen соавторами [23] отмечается отсутствие взаимосвязи и значения порога стимуляции и клинических результатов РЧД, авторы допускали увеличение этого значения до 1 В. Порог стимуляции в настоящем исследовании также был увеличен до 1 В, и средние значения сенсорного ответа были значительно выше в основной группе по сравнению с контрольной, в большинстве случаев превышая 0,5 В. Правильное положение канюли в результате принятых допущений и ограничений достигнуто в 84,5% случаев.

Основными факторами, определяющими точность попадания в зону прохождения МВ, по данным настоящего исследования, являются особенности строения МПС и уровень вмешательства. В работах Y. Masharawi с соавторами показано постепенное увеличение линейных размеров суставных отростков, расстояния между ними в коронарной плоскости и величины ФУ к нижним-поясничным сегментам [24, 25]. Это приводит к изменениям и во взаимоотношениях между верхним суставным и поперечным отростками (или крыла крестца) с формированием узкого пространства, что может затруднять УЗ-локацию. ФУ является легко определяемым параметром. При развороте фасеток в коронарную плоскость необходимо прогнозировать трудности при навигации, возможно выполнение компьютерной томографии для детальной оценки зоны прохождения МВ. Наиболее простым методом прогнозирования является, безусловно, предварительное УЗ-сканирование на этапе первичного консультирования или выполнения тестовой блокады. Вопрос о значимости дегенеративных изменений МПС для УЗ-навигации остается открытым. P. Rahimzadeh с соавторами сообщают об изменениях соаноанатомии фасеток при дегенерации в виде уменьшения расстояния между смежными МПС [26]. В настоящее исследование пациенты с крайней степенью изменений не попадали исходя из критериев отбора (отсутствие деформации, стенозов позвоночного канала). Для уточнения необходимы дальнейшие исследования.

Необходимо отметить большую длительность процедур под УЗ-контролем и большее количество переустановок канюль, что однозначно снижает переносимость процедуры пациентом.

Ограничения исследования

Исследование демонстрирует наличие технической возможности выполнения РЧД под УЗ-контролем с относительно высокой точностью попадания, однако после каждой успешной или неуспешной установки канюли производилась контрольная рентгенография, в результате чего у оператора была возможность точной ориентации и коррекции дальнейших проведений канюли под УЗ-контролем. В случае отсутствия контроля, вероятнее всего, точность была бы ниже, возможно, и с худшими клиническими результатами. Стоит отметить строгие критерии отбора, отсутствие в группах пациентов с выраженными дегенеративными изменениями, что также однозначно повлияло на результат.

Благодарности

За ценные замечания и советы в процессе подготовки статьи авторы выражают признательность М.Д. Иванову, врачу-анестезиологу ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, ведущему специалисту Клиники лечения боли «МЕДИКА»

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература / References

1. Eubanks J.D., Lee M.J., Cassinelli E., Ahn N.U. Prevalence of lumbar facet arthrosis and its relationship to age, sex, and race: an anatomic study of cadaveric specimens. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(19):2058-2062. DOI: 10.1097/brs.0b013e318145a3a9.
2. Kalichman L., Li L., Kim D.H., Guermazi A., Berkin V., O'Donnell C.J., Hoffmann U., Cole R., Hunter D.J. Facet joint osteoarthritis and low back pain in the community-based population. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33(23):2560-2565. DOI: 10.1097/brs.0b013e318184ef95.
3. Da Rocha I.D., Cristante A.F., Marcon R.M., Oliveira R.P., Letaif O.B., de Barros Filho T.E.P. Controlled medial branch anesthetic block in the diagnosis of chronic lumbar facet joint pain: the value of a three-month follow-up. *Clinics (Sao Paulo)*. 2014;69(8):529-534. DOI: 10.6061/clinics/2014(08)05.
4. Manchikanti L., Abdi S., Atluri S., Benyamin R.M., Boswell M.V., Buenaventura R.M. et al. An update of comprehensive evidence-based guidelines for interventional techniques in chronic spinal pain. Part II: guidance and recommendations. *Pain Physician*. 2013;16 (2 Suppl):S49-283.
5. Manchikanti L., Manchukonda R., Pampati V., Damron K.S., McManus C.D. Prevalence of facet joint pain in chronic low back pain in postsurgical patients by controlled comparative local anesthetic blocks. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88 (4):449-455. DOI: 10.1016/j.apmr.2007.01.015

6. Falco F.J.E., Manchikanti L., Datta S., Sehgal N., Geffert S., Onyewu O. et al. An update of the effectiveness of therapeutic lumbar facet joint interventions. *Pain Physician*. 2012;15(6):E909-953.
7. Van Zundert J., Vanelderen P., Kessels A., van Kleef M. Radiofrequency treatment of facet-related pain: Evidence and controversies. *Curr Pain Headache Rep*. 2012;16(1):19-25. DOI: 10.1007/s11916-011-0237-8.
8. Hurdle M.F. Ultrasound-Guided Spinal Procedures for Pain: A Review. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2016;27(3):673-686. DOI: 10.1016/j.pmr.2016.04.011.
9. Greher M., Scharbert G., Kamolz L.P., Beck H., Gustorff B., Kirchmair L., Kapral S. Ultrasound-guided lumbar facet nerve block: a sonoanatomic study of a new methodologic approach. *Anesthesiology*. 2004;100(5):1242-1248.
10. Greher M., Kirchmair L., Enna B., Kovacs P., Gustorff B., Kapral S., Moriggl B. Ultrasound-guided lumbar facet nerve block: accuracy of a new technique confirmed by computed tomography. *Anesthesiology*. 2004;101(5):1195-1200.
11. Shim J.K., Moon J.C., Yoon K.B., Kim W.O., Yoon D.M. Ultrasound-guided lumbar medial-branch block: a clinical study with fluoroscopy control. *Reg Anesth Pain Med*. 2006;31(5):451-454. DOI: 10.1016/j.rapm.2006.06.246.
12. Han S.H., Park K.D., Cho K.R., Park Y. Ultrasound versus fluoroscopy-guided medial branch block for the treatment of lower lumbar facet joint pain: A retrospective comparative study. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(16):e6655. DOI: 10.1097/MD.0000000000006655.
13. Weishaupt D., Zanetti M., Boos N., Hodler J. MR imaging and CT in osteoarthritis of the lumbar facet joints. *Skeletal Radiol*. 1999;28(4):215-219. DOI: 10.1007/s002560050503.
14. Hanu-Cernat D.E., Duarte R., Raphael J.H., Mutagi H., Kapur S., Senthil L. Type of interventional pain procedure, body weight, and presence of spinal pathology are determinants of the level of radiation exposure for fluoroscopically guided pain procedures. *Pain Pract*. 2012;12(6):434-439. DOI: 10.1111/j.1533-2500.2011.00521.x
15. Choi M.H., Choi B.G., Jung S.E., Byun J.Y. Factors related to radiation exposure during lumbar spine intervention. *J Korean Med Sci*. 2016;31(Suppl 1):S55-S58. DOI: 10.3346/jkms.2016.31.S1.S55.
16. Коновалов Н.А., Прошутинский С.Д., Назаренко А.Г., Королишин В.А. Радиочастотная денервация межпозвоноковых суставов при лечении болевого фасеточного синдрома. *Вопросы нейрохирургии. Журнал им. Н.Н. Бурденко*. 2011;75(2):51-55. Kononov N.A., Proshutinskii S.D., Nazarenko A.G., Korolishin V.A. [Radiofrequency denervation of intervertebral joints in management of facet pain syndrome]. *Zhurnal "Voprosy neurokhirurgii" im. N.N. Burdenko* [Burdenko's Journal of Neurosurgery]. 2011;75(2):51-55. (in Russian).
17. Rubinstein S.M., van Tulder M. A best-evidence review of diagnostic procedures for neck and low-back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2008;22(3):471-482. DOI: 10.1016/j.berh.2007.12.003.
18. Derby R., Melnik I., Lee J.E., Lee S.H. Correlation of lumbar medial branch neurotomy results with diagnostic medial branch block cutoff values to optimize therapeutic outcome. *Pain Med*. 2012;13(12):1533-1546. DOI: 10.1111/j.1526-4637.2012.01500.x.
19. Rauch S., Kasuya Y., Turan A., Neamtu A., Vinayakan A., Sessler D.I. Ultrasound-guided lumbar medial branch block in obese patients: a fluoroscopically confirmed clinical feasibility study. *Reg Anesth Pain Med*. 2009;34(4):340-342. DOI: 10.1097/aap.0b013e3181ada563.
20. Greher M., Moriggl B., Peng P.W., Minella C.E., Zacchino M., Eichenberger U. Ultrasound-guided approach for l5 dorsal ramus block and fluoroscopic evaluation in unpreselected cadavers. *Reg Anesth Pain Med*. 2015;40(6):713-717. DOI: 10.1097/AAP.0000000000000314.
21. Cosman E.R.Jr, Dolensky J.R., Hoffman R.A. Factors that affect radiofrequency heat lesion size. *Pain Med*. 2014;15(12):2020-2036. DOI: 10.1111/pme.12566.
22. Cohen S.P., Hurley R.W., Christo P.J., Winkley J., Mohiuddin M.M., Stojanovic M.P. Clinical predictors of success and failure for lumbar facet radiofrequency denervation. *Clin J Pain*. 2007;23(1):45-52. DOI:10.1097/01.ajp.0000210941.04182.ea.
23. Cohen S.P., Strassels S.A., Kurihara C., Lesnick I.K., Hanling S.R., Griffith S.R., Buckenmaier C.C., Nguyen C. Do sensory stimulation threshold affect lumbar facet radiofrequency denervation outcomes? A prospective clinical correlational study. *Anesth Analg*. 2011;113(5):1233-1241. DOI: 10.1213/ANE.0b013e31822dd379.
24. Masharawi Y., Rothschild B., Salame K., Dar G., Peleg S., Hershkovitz I. Facet tropism and interfacet shape in the thoracolumbar vertebrae: characterization and biomechanical interpretation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(11):E281-292. DOI: 10.1097/01.brs.0000164098.00201.8d
25. Masharawi Y., Rothschild B., Dar G., Peleg S., Robinson D., Been E, Hershkovitz I. Facet orientation in the thoracolumbar spine: three-dimensional anatomic and biomechanical analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29(16):1755-1763. DOI: 10.1097/01.brs.0000134575.04084.ef.
26. Rahimzadeh P., Faiz H.R., Baghaee A.R., Nader N.D. Sonoanatomic indices of lumbar facet joints in patients with facetogenic back pain in comparison to healthy subjects. *J Clin Anesth*. 2017;36:67-71. DOI: 10.1016/j.jclinane.2016.10.005.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Волков Иван Викторович — канд. мед. наук, старший научный сотрудник ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; врач-нейрохирург ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова» МЧС России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Ivan V. Volkov — Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; Neurosurgeon, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

Карбаев Игорь Шамансурович — канд. мед. наук, доцент, заведующий нейрохирургическим отделением ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова» МЧС России, Санкт-Петербург

Пташников Дмитрий Александрович — д-р мед. наук, профессор, заведующий научным отделением патологии позвоночника и костной онкологии ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р. Р. Вредена» Минздрава России; заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и ВПХ ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Коновалов Николай Александрович — член-корр. РАН, д-р мед. наук, заведующий отделением спинальной нейрохирургии ФГАУ «Национальный научно-практический центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Москва

Поярков Константин Александрович — врач-нейрохирург ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова» МЧС России, Санкт-Петербург

Igor' Sh. Karabaev — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of Neurosurgical department, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

Dmitry A. Ptashnikov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Spinal Surgery and Oncology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; Head of Traumatology and Orthopedic Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Nikolai A. Kononov — Corresponding Member of RAS, Dr. Sci. (Med.), Head of Spinal Department, Burdenko National Scientific and Practical Center for Neurosurgery, Moscow, Russian Federation

Konstantin A. Poyarkov — Neurosurgeon, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, St. Petersburg, Russian Federation