



# РАДИОЧАСТОТНАЯ АБЛЯЦИЯ БАЗИВЕРТЕБРАЛЬНОГО НЕРВА В ЛЕЧЕНИИ ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛИ В ПОЯСНИЦЕ: АНАЛИЗ МАЛОЙ КЛИНИЧЕСКОЙ СЕРИИ

Я.В. Фищенко<sup>1</sup>, А.Р. Гармиш<sup>2</sup>, Л.Д. Кравчук<sup>1</sup>, А.И. Сапоненко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт травматологии и ортопедии, Киев, Украина

<sup>2</sup>Клиника «Консилиум Медикал», Киев, Украина

**Цель исследования.** Оценка эффективности и безопасности радиочастотной абляции базивертебрального нерва в лечении хронического болевого синдрома в пояснице, ассоциируемого с изменениями по типу Modic I, II по данным МРТ.

**Материал и методы.** Проанализированы результаты лечения 19 пациентов с хроническим болевым синдромом в пояснице продолжительностью 6 мес. и более. Пациентов лечили методом радиочастотной абляции базивертебрального нерва.

**Результаты.** Продолжительность манипуляции в среднем составляла  $28,0 \pm 4,8$  мин. У всех пациентов через 6 мес. после абляции базивертебрального нерва наблюдали уменьшение индекса Освестри в среднем на 24,3 балла ( $21,7 \pm 5,2$ ). Интенсивность болевого синдрома уменьшилась сразу после манипуляции в среднем до  $2,1 \pm 1,1$  см, то есть на 71,2 %. По шкале депрессии Бека у пациентов до процедуры наблюдались признаки легкой депрессии (субдепрессии) —  $13,8 \pm 3,6$  балла. При обследовании через 12 мес. отмечено улучшение психоэмоционального состояния до показателей нормы —  $3,4 \pm 2,7$  балла. Субъективная оценка состояния пациентов, по сравнению с исходным, показала, что 16 (84,2 %) из них определяли свое состояние как значительное улучшение с регрессом болевого синдрома более чем на 50 % на всех этапах наблюдения, 2 (10,5 %) отмечали лишь незначительное уменьшение болевого синдрома сразу после процедуры, с последующим его возобновлением до исходного уровня.

**Заключение.** Используя четкие критерии отбора пациентов к радиочастотной абляции базивертебрального нерва можно утверждать, что данный метод является эффективным в лечении хронического болевого синдрома в пояснице, ассоциируемого с изменениями по типу Modic I, II по данным МРТ. При помощи радиочастотной абляции можно добиться длительной (до 12 мес. и более) ремиссии болевого синдрома.

**Ключевые слова:** радиочастотная абляция базивертебрального нерва, хроническая боль в пояснице.

**Для цитирования:** Фищенко Я.В., Гармиш А.Р., Кравчук Л.Д., Сапоненко А.И. Радиочастотная абляция базивертебрального нерва в лечении хронической боли в пояснице: анализ малой клинической серии // Хирургия позвоночника. 2021. Т. 18. № 3. С. 61–67.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2021.3.61-67>.

## RADIOFREQUENCY ABLATION OF THE BASIVERTEBRAL NERVE IN THE TREATMENT OF CHRONIC LOW BACK PAIN: ANALYSIS OF A SMALL CLINICAL SERIES

Ia.V. Fishchenko<sup>1</sup>, A.R. Garmish<sup>2</sup>, L.D. Kravchuk<sup>1</sup>, A.I. Saponenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Consilium Medical Clinic, Kyiv, Ukraine

**Objective.** To evaluate the efficacy and safety of radiofrequency ablation of the basivertebral nerve in the treatment of chronic low back pain associated with Modic I and II changes according to MRI data.

**Material and Methods.** The results of treatment of 19 patients with chronic low back pain syndrome in the lower back lasting 6 months or more were analyzed. Patients were treated with radiofrequency ablation of basivertebral nerve.

**Results.** The duration of the manipulation averaged  $28.0 \pm 4.8$  min. In all patients, a decrease in the Oswestry index by an average of 24.3 points ( $21.7 \pm 5.2$ ) was observed at 6 months after ablation of the basivertebral nerve. The intensity of the pain syndrome decreased immediately after the manipulation to  $2.1 \pm 1.1$  cm on average, that is, by 71.2 %. According to the Beck Depression Scale, the patients showed signs of mild depression (subdepression) before the procedure ( $13.8 \pm 3.6$  points). When examined after 12 months, the patients showed an improvement in their psychoemotional state up to the normal values ( $3.4 \pm 2.7$  points). Subjective assessment of the condition of patients compared with the baseline showed that 16 (84.2 %) of them assessed their condition as a significant improvement with a significant regression of pain by more than 50 % at all stages of follow-up, and two patients (10.5 %) reported only a slight decrease in pain syndrome immediately after the procedure, followed by its resumption to the initial level.

**Conclusion.** Using clear criteria for selection of patients for radiofrequency ablation of the basivertebral nerve, it can be argued that this method is effective in the treatment of chronic low back pain associated with Modic I and II changes according to MRI data. With the help of radiofrequency ablation, it is possible to achieve long-term remission of pain syndrome up to 12 months and more.

**Key Words:** radiofrequency ablation of the basivertebral nerve, chronic lower back pain.

Please cite this paper as: Fishchenko IaV, Garmish AR, Kravchuk LD, Saponenko AI. Radiofrequency ablation of the basivertebral nerve in the treatment of chronic low back pain: analysis of a small clinical series. *Hir. Pozvonoc.* 2021;18(3):61–67. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2021.3.61-67>.

Согласно определению, данному Международной ассоциацией по изучению боли IASP (International Association for the Study of Pain), хроническим болевым синдромом в пояснице считается болевой синдром, который продолжается более 3 мес. и, как правило, не имеет анатомического субстрата [1]. В 30–40 % случаев хроническая боль носит нейропатический характер, снижая качество жизни, социальную адаптацию, трудоспособность, и часто плохо поддается лечению. Длительно существующий болевой синдром приводит к функциональным изменениям нервной системы, после чего даже неболевой импульс воспринимается как боль. При хроническом болевом синдроме в пояснице зачастую отсутствует конкретный диагноз, что усложняет выбор тактики лечения [2, 3]. Это, в свою очередь, приводит к чрезмерному либо недостаточному лечению, а следовательно, к высоким затратам и получению плохих результатов [4].

По данным различных эпидемиологических исследований, хронический болевой синдром в пояснице диагностируют у 10–13 % взрослого населения США, что в абсолютном исчислении составляет более 30 млн человек. Проявления синдрома отмечают у 19 % населения Германии, до 20 % населения стран ЕС и Северной Европы [5]. Распространенность хронической боли у лиц пожилого и старческого возраста наблюдается в 65–82 % случаев [6].

Несмотря на то что диагноз «вертеброгенная боль» является относительно новой клинической концепцией, на сегодняшний день имеется значительный объем фундаментальных научных данных, подтверждающих роль замыкательных пластин в формировании хронического болевого

синдрома в пояснице [7–11]. Иммуногистохимические исследования показали, что ноцицепторы от замыкательных пластин тянутся к базивертебральному нерву, который, в свою очередь, является ветвью синувертебрального нерва. Базивертебральный нерв был впервые описан Antonacci et al. [6] в 1998 г. Двойная роль замыкательных пластин (обеспечение трофики диска и структурная поддержка позвоночника) делает их более уязвимыми с точки зрения действия повреждающего фактора. Повреждение замыкательной пластины влечет за собой возникновение цепной реакции между иммунологически и биохимически активным ядром диска и костным мозгом тел позвонков, вызывая хроническое воспаление, что хорошо визуализируется на МРТ [7]. Это приводит к пролиферации нервных окончаний и сосудов замыкательной пластинки, что, в свою очередь, в присутствии химической сенсибилизации биологически активными веществами дегенерированного ядра диска и механической стимуляции может привести к формированию болевых сигналов, передаваемых центральной нервной системе посредством базивертебрального нерва, которая воспринимает это как боль в нижней части спины [4].

Дегенеративные изменения замыкательных пластин легко идентифицируются при стандартных режимах МРТ и классифицируются на 3 типа, впервые описанных в 1988 г. [12]. Modic I, II непосредственно связаны с дегенеративным заболеванием диска и могут проявляться стойким болевым синдромом [13]. Исследования показали, что пациенты с хроническим болевым синдромом в пояснице с Modic I, II клинически отличаются от пациентов с хроническим болевым синдромом

в пояснице без Modic I, II [14]. Пациенты с Modic I, II сообщали о большей частоте и продолжительности эпизодов хронического болевого синдрома в пояснице и более частых обращениях за помощью в специализированные медицинские учреждения [15]. Кроме того, у пациентов с хроническим болевым синдромом в пояснице и Modic I, II хуже были результаты консервативного [16, 17] и хирургического [18] лечения грыж межпозвонковых дисков.

Исследования, посвященные результатам применения радиочастотной абляции базивертебрального нерва, впервые в 2017 г. опубликовали Becker et al. [8]. Они отметили положительный результат лечения у 13 (81 %) из 16 пациентов. Авторы характеризовали метод как перспективный в лечении данной группы пациентов. Представленные материалы позволили предположить эффективность использования радиочастотной абляции базивертебрального нерва в лечении хронического поясничного болевого синдрома вертеброгенного происхождения, ассоциируемого с дегенеративными изменениями замыкательных пластин по типу Modic I.

Публикации на представленную тему крайне немногочисленны, а в русскоязычной литературе практически отсутствуют. В отличие от огромного пула работ по радиочастотной абляции и хроническим болевым синдромам артропатий различных локализаций, исследования ограничены малыми клиническими сериями, нет убедительных данных об эффективности и разбора ошибок и осложнений после проведенных процедур. Все вышесказанное и определяет актуальность нашего ретроспективного исследования.

Цель исследования – оценка эффективности и безопасности радиочастотной абляции базивертебрального нерва в лечении хронического болевого синдрома в пояснице, ассоциируемого с изменениями по типу Modic I, II по данным МРТ.

## Материал и методы

Проанализированы результаты лечения 19 пациентов (12 мужчин и 7 женщин) в возрасте  $52,6 \pm 6,9$  года с хроническим болевым синдромом в пояснице методом радиочастотной абляции базивертебрального нерва. Продолжительность болевого синдрома от 6 мес. до года отмечали 14 (73,7 %) пациентов, 1–2 года – 5 (26,3 %). Изменения по типу Modic I по данным МРТ наблюдали в 13 (68,4 %) случаях, Modic II – в 5 (26,3 %), Modic I–II – в 1 (5,3 %). Исследование проведено на базе Института травматологии и ортопедии (Киев) с декабря 2018 г. по апрель 2019 г.

Кандидатов на проведение процедуры выбирали по следующим критериям [9]:

- проявления болевого синдрома в пояснице от 6 мес. и более у пациентов, у которых не наблюдали положительной динамики после консервативного медикаментозного лечения;
- наличие у пациентов закрытых зон роста;
- наличие патологического MP- сигнала от тел  $L_3-S_1$  позвонков по типу Modic I, II;
- индекс дисабилитации по Освестри  $\geq 30$  баллов;
- болевой синдром интенсивностью больше 4 см по ВАШ;
- сроки наблюдения после процедуры 12 мес. и больше.

Критерии исключения:

- радикулярная боль, коррелирующая с компрессией нерва (по данным инструментальных методов исследования);
- перенесенные операции на пояснично-крестцовом отделе позвоночника (дискэктомия, ламинэктомия);
- клинически значимый стеноз позвоночного канала, проявляющийся

ся синдромом нейрогенной перемежающейся хромоты и подтвержденный инструментальными методами исследования (МРТ и СКТ);

- метаболические заболевания кости;
- посттравматический, остеопоротический или Mts-компрессионный перелом тела позвонка;
- воспалительные изменения позвоночника;
- экструзия межпозвонкового диска, выступающая в канал более чем на 5 мм;
- спондилолистез больше 2 мм;
- спондилолиз;
- выраженный артроз фасеточных суставов;
- наличие депрессии по шкале Бека больше 24 баллов;
- употребление наркотиков.

Радиочастотную абляцию базивертебрального нерва выполняли в условиях операционной, под местной анестезией (*Sol. Bupivacaine*, 5 мл) и внутривенной седацией. После обработки операционного поля и инфильтрации кожи, апоневроза и надкостницы раствором местного анестетика вводили трепанационную иглу G15 типа Bevel (скошенный кончик) на уровне поперечного отростка, отступив 5–6 см от срединной линии. Точкой входа иглы в тело позвонка был истмус (место пересечения поперечного и суставного отростка). Под контролем флюороскопии с помощью хирургического молотка иглу вводили в тело позвонка таким образом, чтобы ее кончик в переднезадней проекции на рентгенограммах располагался по средней линии, а в боковой проекции отстоял на 50–60 % от передней поверхности тела позвонка.

После достижения корректного расположения трепанационной иглы извлекали мадрен и вводили навигационную спицу. Трепанационную иглу извлекали, а по навигационной спице вводили изолированную канюлю (150 мм) с активным концом (10 мм) и диаметром G18 и радиочастотный электрод. После выполнения чувствительной и двигательной стимуляции проводили абляцию бази-

вертебрального нерва при температуре  $85^\circ$  в течение 15 мин. Абляцию базивертебрального нерва выполняли в двух смежных телах позвонков у 16 (84,2 %) пациентов, в трех телах позвонков – у 3 (15,8 %). В 10 (52,6 %) случаях абляцию проводили в сегменте  $L_5-S_1$ , в 6 (31,5 %) – в сегменте  $L_4-L_5$ , в 3 (15,8 %) – в сегментах  $L_4-L_5$  и  $L_5-S_1$ . Продолжительность манипуляции в среднем составляла  $28,0 \pm 4,8$  мин.

Оценку результатов лечения с помощью ВАШ, опросника Освестри и шкалы Бека проводили на следующий день, через 3, 6 и 12 мес. после процедуры. Статистическую обработку результатов исследований выполняли с применением пакета лицензионной программы Statistica for Windows 13 (StatSoft Inc., № JPZ8041382130ARCN10-J). Для всех видов анализа использовали уровень статистической значимости  $p < 0,05$ , при котором различия считали достоверными.

## Результаты

Динамика клинических показателей представлена в табл. Через 6 мес. после манипуляции всем больным проводили контрольное МРТ-исследование пояснично-крестцового отдела позвоночника. У всех пациентов ( $n = 19$ ) прослеживали регресс изменений в телах позвонков по типу Modic I, II.

Через 6 мес. после абляции базивертебрального нерва наблюдали уменьшение индекса Освестри в среднем на 24,3 балла ( $21,7 \pm 5,2$ ) во всех случаях. Интенсивность болевого синдрома уменьшилась сразу после манипуляции до  $2,1 \pm 1,1$  см в среднем, то есть на 71,2 %, на момент последнего обследования составила  $2,4 \pm 0,9$  см.

Субъективная оценка состояния пациентов по сравнению с исходным показала, что 16 (84,2 %) из них определяли свое состояние как улучшение со значительным регрессом болевого синдрома (более чем на 50 %) на всех этапах наблюдения, 2 (10,5 %) – лишь незначительное уменьшение болевого синдрома сразу после процедуры,

Таблица

Динамика клинических показателей на этапах наблюдения у исследуемых пациентов

Показатели	До процедуры	После процедуры	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Через 12 мес.
ВАШ, см	7,56 ± 2,5	2,1 ± 1,1	2,5 ± 1,1	2,3 ± 1,4	2,4 ± 0,9
Индекс Освестри, баллы	49,2 ± 14,8	27,1 ± 3,3	25,1 ± 3,3	22,3 ± 4,7	21,7 ± 5,2
Шкала депрессии Бека, баллы	13,8 ± 3,6	6,9 ± 3,1	4,3 ± 3,2	3,1 ± 2,4	3,4 ± 2,7

с последующим его возобновлением до исходного уровня.

По шкале депрессии Бека у пациентов до процедуры наблюдали признаки легкой депрессии (субдепрессии) –  $13,8 \pm 3,6$  балла, при обследовании через 12 мес. отмечали улучшение психоэмоционального состояния до показателей нормы –  $3,4 \pm 2,7$  балла.

В одном случае был получен негативный результат, обусловленный техническими погрешностями при проведении манипуляции: на этапе проведения пункционной иглы была повреждена *a. lumbalis sinistra* на уровне позвонка L<sub>4</sub>. Из поврежденной артерии в *m. Iliapsoas* сформировалась гематома (рис. 1), которая раздражала выше- и нижележащие корешки поясничного сплетения и проявлялась выраженным полирадикулярным болевым синдромом и постепенным нарастанием неврологических проявлений в правой нижней конечности.



Рис. 1  
СКТ-ангиография перфорации  
*a. lumbalis sinistra* IV

В качестве дообследования провели СКТ-ангиографию, которая выявила дефект стенки артерии и гематому в *m. Iliapsoas*. Эндоваскулярно произвели выключение артерии путем ее эмболизации клеем композитом (рис. 2).

### Обсуждение

Механизмы и пути возникновения хронической боли в пояснице, связанные с дегенеративными изменениями в межпозвонковых дисках, изучали более половины века. В отличие от специфической боли с наличием явной патологической причины, такой как грыжа диска, спондилолистез или стеноз позвоночного канала, хронический болевой синдром в пояснице возникает в процессе дегенерации диска и замыкательной пластины, которые вызваны изменениями в их физиологии и морфологии. В исследованиях было показано, что медиаторы воспаления высвобождались

из поврежденного диска, это приводило к каскаду дальнейшего воспалительного ответа через выработку цитокинов [10]. Прямые доказательства того, что тело позвонка является источником боли, были представлены Kuslich et al. [11], сообщившими о серии пациентов, которым была выполнена ламинэктомия под местной анестезией. Согласно их наблюдениям, интраоперационное механическое раздражение замыкательных пластин у бодрствующих пациентов провоцировало выраженный болевой синдром. Дополнительные доказательства роли замыкательных пластин в генерации болевых сигналов были представлены Lotz et al. [22], которые провели гистоморфологическое исследование тел позвонков пациентов и обнаружили уплотнение ноцицепторов замыкательных пластин с повышенной дегенерацией диска [23]. Heggeness и Doherty [24] наблюдали, что при проведе-

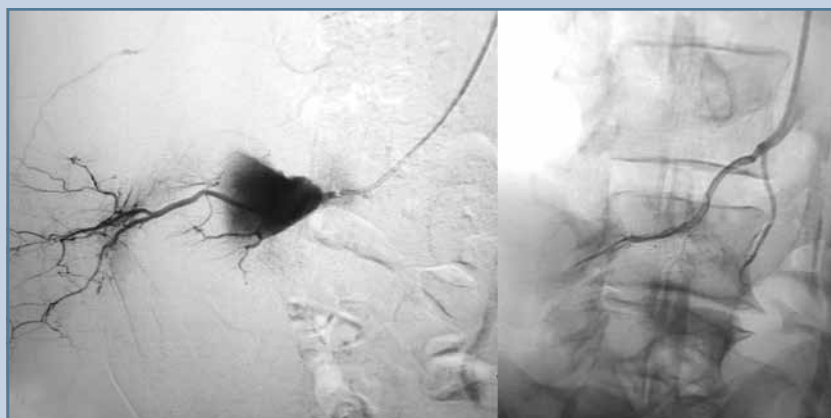
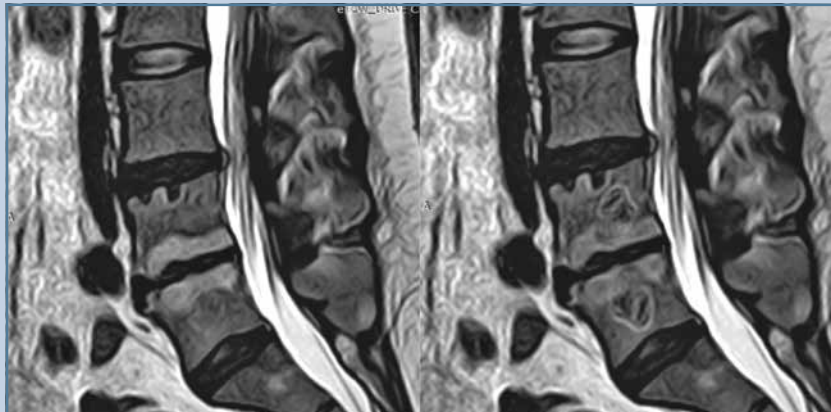


Рис. 2  
Эндоваскулярная эмболизация *a. lumbalis sinistra* V клеем композитом



**Рис. 3**

МРТ пациента до проведения радиочастотной абляции базивертебрального нерва и через 6 мес. после проведения

нии инъекции в диск, как и во время дискографии, возникали изменения в замыкательных пластинах, что позволило выдвинуть гипотезу о том, что изменения замыкательных пластин могут объяснить появление боли, испытываемой во время проведения дискографии. После предположения, что увеличение физической активности может вызвать дегенерацию диска, Adams et al. [25, 26] показали, что незначительное повреждение замыкательных пластин позвонков может привести к структурным изменениям в смежных межпозвонковых дисках. Carragee et al. [27] установили, что изменения МРТ-сигнала от замыкательных пластин свидетельствуют о внутрикостном отеке или воспалении и хорошо коррелируют с болевым синдромом в пояснице.

Из-за схожести МР-картины изменений Modic I со спондилитом существует теория его инфекционной природы [19]. Исходя из этого, Albert et al. [20] провели двойное слепое рандомизированное исследование эффективности лечения болевого синдрома на фоне костного отека Modic I методом приема антибактериального препарата Bioclavid на протяжении 100 дней. В результате группа пациентов, получающих антибиотик,

показала значительно лучшие результаты лечения хронического болевого синдрома в пояснице как сразу после лечения, так и через 12 мес. Также в группе антибиотикотерапии наблюдали регресс изменений Modic I по данным МРТ-исследования. К недостаткам данного метода следует отнести побочный эффект до стороны ЖКТ, который отмечали 65 % пациентов.

Еще один метод деструкции базивертебрального нерва методом трансфораминальной эндоскопии посредством лазера 1414 nm Nd:YAG продемонстрировали на малой серии из 14 случаев корейские хирурги [21]. Несмотря на хорошие результаты лечения (отличные и хорошие результаты по MacNab в 93 % случаев), отсутствие осложнений и побочных результатов, данный метод представляется достаточно сложным и высокотехнологичным, требующим значительных экономических затрат.

Fischgrund et al. [9] проанализировали результаты лечения 145 пациентов с хроническим болевым синдромом в пояснице, ассоциированным с изменениями по типу Modic I, II по данным МРТ, методом радиочастотной абляции базивертебрального нерва. Анализ отдаленных результатов (2 года) показал снижение болевого

синдрома по ВАШ и индексу Освестри в среднем по группе на более чем 50 %.

В 2019 г. Khalil et al. [28] опубликовали результаты проспективного рандомизированного плацебо-контролируемого исследования 140 пациентов, обследованных и лечившихся на базе 20 клиник США методом радиочастотной абляции базивертебрального нерва. В основной группе авторы отмечали значительное снижение болевого синдрома на всех этапах наблюдения по сравнению с контрольной.

Руководство Lorio et al. [29], задачей которого было определение оптимального метода лечения хронического болевого синдрома в пояснице, ассоциируемого с изменениями Modic I, II, подтвердило высокий уровень доказательной базы радиочастотной абляции базивертебрального нерва и значительное сокращение медицинских расходов для данной группы пациентов.

Результаты наших исследований показали, что у всех больных ( $n = 19$ ) после процедуры радиочастотной абляции базивертебрального нерва прослеживался регресс изменений в телах позвонков по типу Modic I, II (рис. 3).

В проанализированной литературе не было обнаружено информации об осложнениях, вызванных данной процедурой. Однако наш опыт позволяет сделать вывод, что радиочастотная абляция может быть источником серьезных осложнений, проводить ее необходимо в специализированных спинальных центрах нейрохирургического или ортопедического профиля.

### Заключение

Тщательное клиничко-лучевое сопоставление позволяет с высокой точностью идентифицировать потенциальные источники хронического болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника. Его причиной у значительной группы пациентов могут быть дегенеративно-воспалительные изменения замыкательных пластин позвонков. При четких критериях отбора

пациентов радиочастотная абляция базивертебрального нерва является эффективным методом лечения хронического болевого синдрома в пояснице, ассоциируемого с изменениями по типу Modic I и II (по данным МРТ). При помощи радиочастотной абляции

удается добиться длительной ремиссии болевого синдрома. Возможные риски потенциальных осложнений и побочных действий требуют проведения данной процедуры в высокоспециализированных центрах спинальной хирургии.

*Ограничения исследования.* Ограниченный размер выборки.

*Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

## Литература/References

1. **Ready LB, Edwards WT.** Management of Acute Pain: a Practical Guide. Taskforce on Acute Pain. Seattle: IASP Publications; 1992. DOI: 10.1016/1058-9139(92)90077-P.
2. **Shmigel A, Foley R, Ibrahim H.** Epidemiology of chronic low back pain in US adults: data from the 2009–2010 National Health and Nutrition Examination Survey. *Arthritis Care Res.* 2016;68:1688–1694. DOI: 10.1002/acr.22890.
3. **Deyo RA, Mirza SK, Turner JA, Martin BI.** Overtreating chronic back pain: time to back off? *J Am Board Fam Med.* 2009;22:62–68. DOI: 10.3122/jabfm.2009.01.080102.
4. **Cheng JS, Lee MJ, Massicotte E, Ashman B, Gruenberg M, Pilcher LE, Skelly AC.** Clinical guidelines and payer policies on fusion for the treatment of chronic low back pain. *Spine.* 2011;36(21 Suppl):S144–S163. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31822ef5b4.
5. **Яхно Н.Н., Кукушкин М.Л., Данилов А.Б., Амелин А.В., Давыдов О.С., Куликов С.М.** Результаты Российского эпидемиологического исследования распространенности невропатической боли, ее причин и характеристик в популяции амбулаторных больных, обратившихся к врачу неврологу // *Боль.* 2008. Т. 20. № 3. С. 24–32. [Yakhno NN, Kukushkin ML, Danilov AB, Amelin AV, Davydov OS, Kulikov SM. Results of the Russian epidemiological study of the prevalence of neuropathic pain, its causes and characteristics in the population of outpatients who consulted a neurologist. *Rossiiskij zhurnal boli.* 2008;3(20):24–32. In Russian].
6. **Antonacci MD, Mody DR, Heggeness MH.** Innervation of the human vertebral body: a histologic study. *J Spinal Disord.* 1998;11:526–531.
7. **Munir S, Freidin MB, Rade M, Maatta J, Livshits G, Williams FM.** Endplate defect is heritable, associated with low back pain and triggers intervertebral disc degeneration: a longitudinal study from twins UK. *Spine.* 2018;43:1496–1501. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002721.
8. **Becker S, Hadjipavlou A, Heggeness M.** Ablation of the basivertebral nerve for treatment of back pain: a clinical study. *Spine J.* 2017;17:218–223. DOI: 10.1016/j.spinee.2016.08.032.
9. **Fischgrund JS, Rhyne A, Franke J, Sasso R, Kitchel S, Bae H, Yeung C, Truumees E, Schaufele M, Yuan P, Vajkoczy P, DePalma M, Anderson DG, Thibodeau L, Meyer B.** Intraosseous basivertebral nerve ablation for the treatment of chronic low back pain: a prospective randomized double-blind sham-controlled multi-center study. *Eur Spine J.* 2018. 27:1146–1156. DOI: 10.1007/s00586-018-5496-1.
10. **Ulrich JA, Liebenberg EC, Thuillier DU, Lotz JC.** ISSLS prize winner: repeated disc injury causes persistent inflammation. *Spine.* 2017;32:2812–2819. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31815b9850.
11. **Kuslich SD, Ulstrom CL, Michael CJ.** The tissue origin of low back pain and sciatica: a report of pain response to tissue stimulation during operations on the lumbar spine using local anesthesia. *Orthop Clin N Am.* 1991;22:181–187.
12. **Modic MT, Steinberg PM, Ross JS, Masaryk TJ, Carter JR.** Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. *Radiology.* 1988;166(1 Pt 1):193–199. DOI: 10.1148/radiology.166.1.3336678.
13. **Mok FP, Samartzis D, Karppinen J, Fong DY, Luk KD, Cheung KM.** Modic changes of the lumbar spine: prevalence, risk factors, and association with disc degeneration and low back pain in a large-scale population-based cohort. *Spine J.* 2016;16:32–41. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.09.060.
14. **Kjaer P, Korsholm L, Bendix T, Sorensen JS, Leboeuf-Yde C.** Modic changes and their associations with clinical findings. *Eur Spine J.* 2006;15:1312–1319. DOI: 10.1007/s00586-006-0185-x.
15. **Jensen TS, Karppinen J, Sorensen JS, Niinimäki J, Leboeuf-Yde C.** Vertebral endplate signal changes (Modic change): a systematic literature review of prevalence and association with non-specific low back pain. *Eur Spine J.* 2008;17:1407–1422. DOI: 10.1007/s00586-008-0770-2.
16. **Jensen RK, Leboeuf-Yde C.** Is the presence of Modic changes associated with the outcomes of different treatments? A systematic critical review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2011;12:183. DOI: 10.1186/1471-2474-12-183.
17. **Jensen OK, Nielsen CV, Sorensen JS, Stengaard-Pedersen K.** Type 1 Modic changes was a significant risk factor for 1-year outcome in sick-listed low back pain patients: a nested cohort study using magnetic resonance imaging of the lumbar spine. *Spine J.* 2014;14:2568–2581. DOI: 10.1016/j.spinee.2014.02.018.
18. **Lurie JD, Moses RA, Tosteson A, Tosteson TD, Carragee EJ, Carrino JA, Kaiser JA, Herzog RJ.** Magnetic resonance imaging predictors of surgical outcome in patients with lumbar intervertebral disc herniation. *Spine.* 2013;38:1216–1225. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31828ce66d.
19. **Albert HB, Kjaer P, Jensen TS, Sorensen JS, Bendix T, Manniche C.** Modic changes, possible causes and relation to low back pain. *Med Hypotheses.* 2008;70:361–368. DOI: 10.1016/j.mehy.2007.05.014.
20. **Albert HB, Sorensen JS, Christensen BS, Manniche C.** Antibiotic treatment in patients with chronic low back pain and vertebral bone edema (Modic type 1 changes): a double-blind randomized clinical controlled trial of efficacy. *Eur Spine J.* 2013;22:697–707. DOI: 10.1007/s00586-013-2675-y.
21. **Kim HS, Adsul N, Yudoyono F, Paudel B, Kim KJ, Choi SH, Kim JH, Chung SK, Choi JH, Jang JS, Jang IT, Oh SH.** Transforaminal epiduroscopic basivertebral nerve laser ablation for chronic low back pain associated with Modic changes: a preliminary open-label study. *Pain Res Manag.* 2018;2018:6857983. DOI: 10.1155/2018/6857983.
22. **Lotz JC, Fields AJ, Liebenberg EC.** The role of the vertebral end plate in low back pain. *Global Spine J.* 2013;3:153–64. DOI: 10.1055/s-0033-1347298.
23. **Dudli S, Sing DC, Hu SS, Berven SH, Burch S, Deviren V, Cheng I, Tay BK, Alamin TF, Ith MAM, Pietras EM, Lotz JC.** ISSLS PRIZE IN BASIC SCIENCE 2017: intervertebral disc/bone marrow cross-talk with Modic changes. *Eur Spine J.* 2017;26:1362–1373. DOI: 10.1007/s00586-017-4955-4.
24. **Heggeness MH, Doherty BJ.** Discography causes end plate defection. *Spine.* 1993;18:1050–1053. DOI: 10.1097/00007632-199306150-00015.
25. **Adams MA, Dolan P.** Could sudden increases in physical activity cause degeneration of intervertebral discs? *Lancet.* 1997;350:734–735. DOI: 10.1016/s0140-6736(97)03021-3.
26. **Adams MA, Freeman BJ, Morrison HP, Nelson IW, Dolan P.** Mechanical initiation of intervertebral disc degeneration. *Spine.* 2000;25:1625–1636. DOI: 10.1097/00007632-200007010-00005.

27. Carragee EJ, Alamin TF, Miller JL, Carragee JM. Discographic, MRI and psychosocial determinants of low back pain disability and remission: a prospective study in subjects with benign persistent back pain. *Spine J.* 2005;5:24–35. DOI: 10.1016/j.spinee.2004.05.250.
28. Khalil JG, Smuck M, Koreckij T, Keel J, Beall D, Goodman B, Kalapos P, Nguyen D, Garfin S. A prospective, randomized, multicenter study of intraosse-

ous basivertebral nerve ablation for the treatment of chronic low back pain. *Spine J.* 2019;19:1620–1632. DOI: 10.1016/j.spinee.2019.05.598.

29. Lorio M, Clerk-Lamallice O, Beall DP, Julien T. International Society for the Advancement of Spine Surgery Guideline - intraosseous ablation of the basivertebral nerve for the relief of chronic low back pain. *Int J Spine Surg.* 2020;14:18–25. DOI: 10.14444/7002.

#### Адрес для переписки:

Фищенко Яков Витальевич  
01601, Украина, Киев, ул. Бульварно-Кудрявская, 27,  
Институт травматологии и ортопедии,  
fishchenko@gmail.com

#### Address correspondence to:

Fishenko Iakiv Vitalyevich  
Institute of Traumatology and Orthopedics  
of the National Academy of Medical Science of Ukraine,  
27 Bulvarno-Kudriavskaya str., Kyiv, 01601, Ukraine,  
fishchenko@gmail.com

Статья поступила в редакцию 16.06.2020

Рецензирование пройдено 09.06.2021

Подписано в печать 18.06.2021

Received 16.06.2020

Review completed 09.06.2021

Passed for printing 18.06.2021

Яков Витальевич Фищенко, д-р мед. наук, ортопед-травматолог, нейрохирург, ведущий научный сотрудник клиники хирургии позвоночника, Институт травматологии и ортопедии, Украина, 01601, Киев, ул. Бульварно-Кудрявская, 27, ORCID: 0000-0001-7446-0016, fishchenko@gmail.com;

Андрей Романович Гармис, канд. мед. наук, врач-нейрохирург клиники «Консилиум Медикал», Украина, 04050, Киев, ул. Глубоцкая, 17, ORCID: 0000-0002-8121-8292, garmish1970@gmail.com;

Людмила Дмитриевна Кравчук, реабилитолог отделения реабилитации, Институт травматологии и ортопедии, Украина, 01601, Киев, ул. Бульварно-Кудрявская, 27, ORCID: 0000-0002-5317-0420, kravchukwww@gmail.com;

Андрей Игоревич Сапоненко, ортопед-травматолог поликлинического отделения, Институт травматологии и ортопедии, Украина, 01601, Киев, ул. Бульварно-Кудрявская, 27, ORCID: 0000-0001-7257-3383, saponchikk@gmail.com.

Iakiv Vitalyevich Fishchenko, DMSc, trauma orthopedist, neurosurgeon, leading researcher, Department of Spinal Surgery, Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Science of Ukraine, 27 Bulvarno-Kudriavskaya str., Kyiv, 01601, Ukraine, ORCID: 0000-0001-7446-0016, fishchenko@gmail.com;

Andrey Romanovich Garmish, MD, PhD, neurosurgeon, Consilium Medical Clinic, 17 Glubochitskaya str., Kyiv, 04050, Ukraine, ORCID: 0000-0002-8121-8292, garmish1970@gmail.com;

Lyudmila Dmitriyevna Kravchuk, rehabilitation physician of the Rehabilitation Department, Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, 27 Bulvarno-Kudriavskaya str., Kyiv, 01601, Ukraine, ORCID: 0000-0002-5317-0420, kravchukwww@gmail.com;

Andrey Igorevich Saponenko, trauma orthopedist, Outpatient Department, Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Science of Ukraine, 27 Bulvarno-Kudriavskaya str., Kyiv, 01601, Ukraine, ORCID: 0000-0001-7257-3383, saponchikk@gmail.com.