

РАДЧЕНКО В.О.<sup>1</sup>, КУЦЕНКО В.О.<sup>1</sup>, ПОПОВ А.І.<sup>1</sup>, ПЕРФІЛЬЄВ О.В.<sup>1</sup>, КУЛАКОВ О.В.<sup>2</sup><sup>1</sup>ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України», м. Харків, Україна<sup>2</sup>Центр променевої діагностики, м. Харків, Україна

## МАГНІТНО-РЕЗОНАНСНА ТОМОГРАФІЯ В ПЛАНУВАННІ ЕНДОСКОПІЧНОГО ДОСТУПУ ДЛЯ ДЕНЕРВАЦІЇ ПОПЕРЕКОВИХ ДУГОВІДРОСТКОВИХ СУГЛОБІВ

**Резюме.** Метою дослідження є визначення координат вимірів на підставі магнітно-резонансної томографії з метою удосконалення ендоскопічного доступу для денервації поперекових дуговідросткових суглобів.

**Матеріал і методи.** Проаналізовано магнітно-резонансні томограми (потужність магнітного поля в 1,5 та 3,0 тесла) у 13 пацієнтів (5 чоловіків та 8 жінок віком від 29 до 78 років, середній вік — 57,8 року) з остеохондрозом та клінічно значущим синдромом спондилоартралгії поперекового відділу хребта. Дослідження проводилось у режимах T1, T2, T2fs (жиропрігнічення). Виміри для планування доступу здійснювали за допомогою програми RadiAnt DICOM Viewer 1.9.16. **Результати дослідження.** У міжфасціальних просторах для виконання малоінвазивного доступу в режимах T1, T2 та T2fs кут нахилу тубусу ендоскопа в аксіальній проекції становив від 69,4 до 84,3°, а в сагітальній — від 9,2 до 15,7°. Відступ від верхнього краю остистого відростка в поперековому напрямку становив від 36 до 57 мм. У 3 пацієнтів (23 %) в аксіальних та коронарних проекціях на рівні сегментів L4–L5 та L5–S1 медіальні гілочки візуалізувались у місці їх відходження від спинномозкових нервів, а в 10 пацієнтів (77 %) візуалізація чітко не визначалася. **Висновки.** Визначення координат за даними магнітно-резонансної томографії за допомогою програми RadiAnt DICOM Viewer 1.9.16 на кісткових орієнтирах суттєво зменшує час на виділення нервів та запобігає додатковому травмуванню підлеглих м'яких тканин, а як метод нейровізуалізації на певних зрізах в аксіальній T2 та коронарній T2fs проекціях допомагає візуалізувати медіальні гілочки задніх гілок спинномозкових нервів у 23 % випадків.

**Ключові слова:** поперекові дуговідросткові суглоби, синдром спондилоартралгії, магнітно-резонансна томографія, планування малоінвазивного доступу, нейровізуалізація, анатомічна варіація нервів.

### Вступ

Денервація дуговідросткових суглобів (ДС) у поперековому відділі хребта (ПВХ) широко застосовується в усьому світі для лікування фасет-синдрому у вигляді невротомії медіальних гілочок задніх гілок спинномозкових нервів (МГ ЗГ СМН). У літературі ретроспективні спостереження вказують на те, що ендоскопічний контроль під час денервації ДС значно підвищує відсоток позитивних результатів лікування у зв'язку з візуалізацією цільових нервів [1, 2]. У той же час ефективність ендоскопічної хірургії хребта суттєво залежить від правильного планування оперативного доступу через тісне розташування м'яких тканин переднього та заднього опорного комплексу, індивідуальні анатомічні особливості розташування нервів та судин, а також від самої ендоскопічної системи.

Магнітно-резонансна томографія (МРТ) дає можливість визначити ступінь дегенеративних змін суглобових відростків ДС [3, 4] та розташування кісткових орієнтирів, підлеглих м'яких тканин заднього опорно-

го комплексу, а саме, що важливо для планування малоінвазивного хірургічного доступу, паравертебральних м'язів та міжфасціальних просторів на МР-сканах у 3 проекціях.

Для планування оперативних доступів спочатку використовувались радіологічні координати ПВХ, у проекції яких анатомічно знаходились задні нервові гілочки СМН [5], а потім за допомогою комп'ютерної та МР-томографії провели дослідження паравертебральних м'язів та міжфасціальних просторів [6, 7], що дозволило удосконалити оперативні доступи до різних відділів ПВХ хребта, у тому числі і до ДС.

Адреса для листування з авторами:  
Перфільєв Олександр В'ячеславович  
E-mail: perfiliev.doc@mail.ru

© Радченко В.О., Куценко В.О., Попов А.І., Перфільєв О.В., Кулаков О.В., 2016

© «Травма», 2016

© Заславський О.Ю., 2016

Відомо, що МРТ також використовується як метод нейровізуалізації, але щодо визначення МГ ЗГ СМН залишається дискусійною у зв'язку з малим діаметром цих нервів [8, 9]. Результати топографо-анатомічного дослідження на 8 трупах людини показали варіації розташування МГ ЗГ СМН у ПВХ: на рівні сегментів L4–L5 — у 15,6 %, а в L5–S1 — у 25 %, що вказує на необхідність визначення цільових нервів у місці їх розгалуження від СМН для повного перетинання цільових нервів [8].

За допомогою МРТ у зв'язку з пріоритетом до передніх гілок СМН та спинномозкових гангліїв [10, 11] зображення ЗГ СМН не визначається, а можливість їх візуалізації виникала вкрай рідко та лише із залученням спеціальних приладів [12]. В атласі секційної анатомії [13] на підставі МРТ у аксіальній та сагітальній проекціях схематично зображено розгалуження ЗГ СМН, що дає привід для пошуку режимів сканування МРТ та можливості візуалізації цільових нервових гілочок з різною потужністю магнітного поля перед проведенням денервації ДС. Адже відомо, що МРТ як метод нейровізуалізації з потужністю джерела магнітного поля в 3 тесли перевищує цінність 1,5 тесли стосовно діагностики головного мозку, а щодо хребта має неоднозначне рішення та залежить від деяких конструктивних особливостей МР-томографів [14].

У даному дослідженні подано наш досвід використання вимірів за допомогою МРТ з метою удосконалення ендоскопічного доступу для денервації ДС у пацієнтів, хворих на поперековий спондилоартроз, та режимів сканування МРТ для можливості візуалізації МГ ЗГ СМН.

**Мета:** визначити координати вимірів на підставі магнітно-резонансної томографії з метою удосконалення ендоскопічного доступу для денервації поперекових дуговідросткових суглобів.

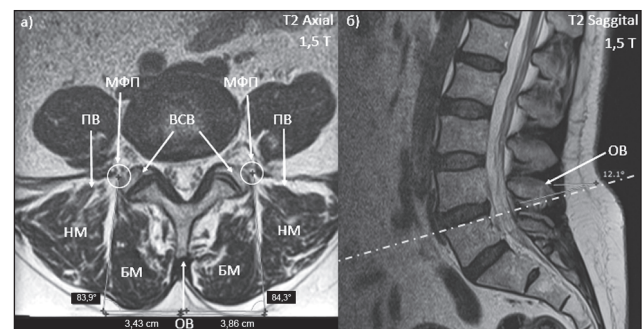
## Матеріал та методи

Досліджувана група становила 13 пацієнтів (5 чоловіків та 8 жінок віком від 29 до 78 років, середній вік — 57,8 року) з остеохондрозом та клінічно значущим синдромом спондилоартралгії поперекового відділу хребта, які перебували на лікуванні в клініці патології хребта ДУ «ІПХС ім. проф. М.І. Ситенка НАМНУ». 10 пацієнтам була виконана МРТ ПВХ із потужністю джерела магнітного поля в 1,5 тесли (Siemens Symphony 1,5T) та 3 пацієнтам — у 3,0 тесли (Phillips Achieva 3,0T). Виміри для планування доступу до ДС у ПВХ у передопераційному періоді проводились за допомогою програми для перегляду медичних зображень стандарту DICOM (RadiAnt DICOM Viewer 1.9.16), де на одному рівні відповідних хребтно-рухових сегментів одночасно в аксіальній та сагітальній проекціях за допомогою лінійки та кутоміра визначалися необхідні дані (рис. 1). МРТ-дослідження проводилось у режимах T1, T2, T2fs (жиропрігнічення) в аксіальній, сагітальній та фронтальній проекціях. Після отриман-

ня даних на підставі вимірів МРТ малоінвазивним заднім доступом виконувалася денервація ДС під ендоскопічним контролем на рівні сегментів L3–L4, L4–L5, L5–S1 згідно з клінічними проявами (рис. 2).

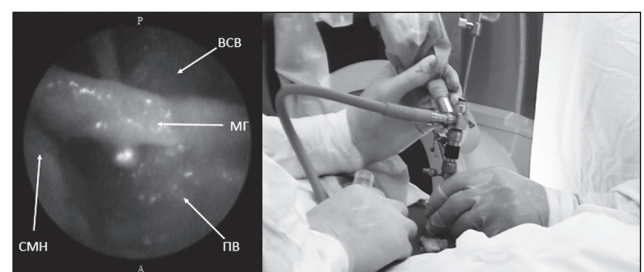
## Результати

Дослідження ПВХ у режимах T1, T2 та T2fs дозволило виявити певні дегенеративні зміни в ДС та покращити планування заднього доступу для проведення денервації ДС під ендоскопічним контролем на підставі визначення координат у аксіальній та сагітальній площинах саме в міжфасціальних просторах між m. multifidus та m. longissimus на кісткових орієнтирах хребтно-рухових сегментів у ПВХ. Для встановлення операційного тубусу ендоскопа відступ від верхнього краю остистого відростка в поперечному напрямку становив від 36 до 57 мм. Кут нахилу ендоскопа в аксіальній проекції



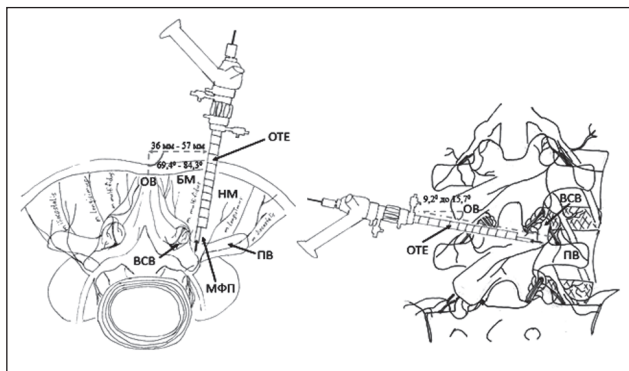
**Рисунок 1.** Виміри для планування доступу для денервації дуговідросткових суглобів за допомогою програми RadiAnt DICOM Viewer 1.9.16 на одному рівні сегмента L4–L5, що позначено пунктирною лінією: а) в аксіальній; б) сагітальній проекції

**Примітки:** МФП — мікрофасціальний простір; ОВ — остистий відросток; ПВ — поперечний відросток; ВСВ — верхній суглобовий відросток; ММ — багатороздільні м'язи; НМ — найдовші м'язи.



**Рисунок 2.** Інтраопераційне положення тубусу ендоскопа та візуалізація МГ ЗГ СМН під ендоскопічним контролем

**Примітки:** СМН — спинномозковий нерв; МГ — медіальна гілочка; ВСВ — верхній суглобовий відросток; ПВ — поперечний відросток.



**Рисунок 3. Схематичне зображення вимірів для планування доступу для денервації дуговідросткових суглобів на одному рівні сегмента L4–L5, що позначено пунктирною лінією: а) в аксіальній; б) сагітальній проекції**

**Примітки:** МФП — мікрофасціальний простір; ОВ — остистий відросток; ПВ — поперечний відросток; ВСВ — верхній суглобовий відросток; БМ — багатороздільні м'язи; НМ — найдовші м'язи; ОТЕ — операційний тубус ендоскопа.

становив від 69,4 до 84,3°, а в сагітальній — від 9,2 до 15,7° (рис. 3). Візуалізація МГ ЗГ СМН визначалась у всіх 13 пацієнтів (100 %) під ендоскопічним контролем після установки оперативного тубусу в міжфасціальних просторах, що дало можливість провести повноцінну невротомію МГ ЗГ СМН на відповідних хребтно-рухових сегментах. За допомогою ендоскопічної візуалізації відмічено, що варіація розгалуження МГ ЗГ СМН визначалась міжфасціально між *m. multifidus* та *m. longissimus* на рівні від 1/3 до 2/3 довжини верхніх суглобових відростків, поперечних відростків та крил крижових кісток. Щодо нейровізуалізації цільових нервових гілочок, лише в 3 пацієнтів (23 %) була можлива візуалізація МГ ЗГ СМН за даними МРТ у аксіальних та коронарних проекціях на рівні сегментів L4–L5 та L5–S1 — у місці їх відходження від СМН, міжфасціально — в міжпоперечних просторах ПВХ в аксіальній T2 (рис. 4) та коронарній T2fs (рис. 5) проекціях. У 10 пацієнтів (77 %) незалежно від потужності джерела магнітного поля (1,5 чи 3,0 тесла) візуалізація нервових гілочок чітко не визначалась.

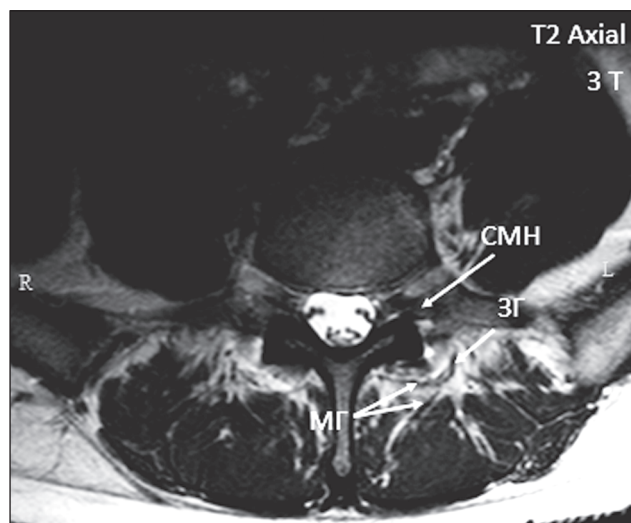
## Обговорення

За результатами дослідження стало зрозумілим те, що для планування ендоскопічного доступу достатньо використовувати координати вимірів за допомогою програми RadiAnt DICOM Viewer 1.9.16, що в 100 % випадків дозволяє установити оперативний тубус для подальшої візуалізації цільових нервових гілочок. Щодо можливості візуалізації МГ ЗГ СМН за допомогою МРТ, на нашу думку, потрібно робити розмітку площини сканування як стандартно, так і в цільових зонах, а саме — у про-

екціях міжфасціальних просторів між *m. multifidus* та *m. longissimus* у відповідних хребтово-рухових сегментах ПВХ.

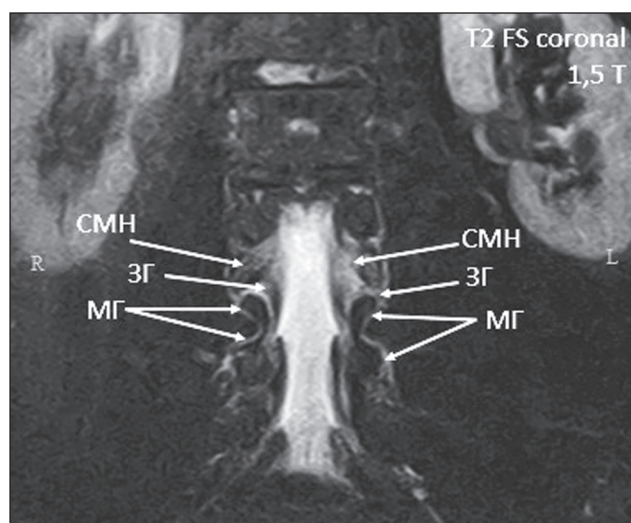
## Висновки

Визначення координат за даними МРТ за допомогою програми RadiAnt DICOM Viewer 1.9.16 покращує встановлення операційного тубусу ендоскопа та подальшу візуалізацію МГ ЗГ СМН на кісткових орієнтирах хребтно-рухових сегментів міжфасціально на рівні від 1/3 до 2/3 довжини верхніх суглобових відростків, поперечних відростків та крил крижових кісток, що суттєво доповнює перед-



**Рисунок 4. Візуалізація МГ ЗГ СМН на МРТ в аксіальній проекції**

**Примітки:** СМН — спинномозковий нерв; ЗГ — задня гілочка; МГ — медіальна гілочка.



**Рисунок 5. Візуалізація МГ ЗГ СМН на МРТ в коронарній проекції**

**Примітки:** СМН — спинномозковий нерв; ЗГ — задня гілочка; МГ — медіальна гілочка.



операційну підготовку, зменшує час на виділення нервів та запобігає додатковому травмуванню підлеглих м'яких тканин. Як метод нейровізуалізації МГ ЗГ СМН магнітно-резонансна томографія в стандартних режимах дослідження здебільшого не дає чіткої візуалізації та не залежить від потужності джерела магнітного поля (1,5 чи 3,0 тесла), що потребує подальшого вивчення та корекції цільових розміток площин сканування.

**Конфлікт інтересів.** Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

## Список літератури

1. Yeung A. Endoscopically guided foraminal and dorsal rhizotomy for chronic axial back pain based on cadaver and endoscopically visualized anatomic study / A. Yeung, S. Gore // *Int. J. Spine Surg.* — 2014. — Vol. 8. — P. 1-16. — doi: 10.14444/1023.
2. The effectiveness of endoscopic radiofrequency denervation of medial branch for treatment of chronic low back pain / S.Y. Jeong, J.S. Kim, W.S. Choi et al. // *J. Korean. Neurosurg. Soc.* — 2014. — Vol. 56(4). — P. 338-343. — doi: 10.3340/jkns.2014.56.4.338.
3. Osteoarthritis of the facet joints: accuracy of oblique radiographic assessment / M. Pathria, D.J. Sartoris, D. Resnick // *J. Radiology.* — 1987. — Vol. 164(1). — P. 227-230. — doi: 10.1148/radiology.164.1.3588910.
4. MR imaging and CT in osteoarthritis of the lumbar facet joints / D. Weishaupt, M. Zanetti, N. Boos et al. // *J. Skeletal Radiol.* — 1999. — Vol. 28(4). — P. 215-219.
5. Fox J. Identification of radiologic coordinates for the posterior articular nerve of Luschka in the lumbar spine / J. Fox, H. Rizzoli // *Surg. Neurol.* — 1973. — Vol. 1(6). — P. 343-346.
6. Multilevel magnetic resonance imaging analysis of multifidus-longissimus cleavage planes in the lumbar spine and potential clinical applications to Wiltse's paraspinal approach / D.K. Palmer, J.L. Allen, P.A. Williams et al. // *Spine.* — 2011. — Vol. 36(16). — P. 1263-1267. — doi: 10.1097/BRS.0b013e3181f520e8.
7. CT and MRI Determination of Intermuscular Space within Lumbar Paraspinal Muscles at Different Intervertebral Disc Levels / X. Deng, Y. Zhu, S. Wang et al. // *PLoS One.* — 2015. — Vol. 10(10). — P. 1-14. — doi: 10.1371/journal.pone.0140315. eCollection 2015.
8. Радченко В.О. Особливості розташування медіальних гілочок задніх гілок спинномозкових нервів (топографо-анатомічне дослідження) / В.О. Радченко, О.В. Перфільєв, В.Б. Ларічев // *Ортопедия, травматология и протезирование.* — 2016. — № 1. — С. 78-83.
9. Zhou L. The anatomy of dorsal ramus nerves and its implications in lower back pain / L. Zhou, C.D. Schneck, Z. Shao // *Neuroscience Medicine.* — 2012. — Vol. 3. — P. 192-201.
10. Hamanishi C. Dorsal root ganglia in the lumbosacral region observed from the axial views of MRI / C. Hamanishi, S. Tanaka // *Spine.* — 1993. — Vol. 18(13). — P. 1753-1756.
11. Morphologic analysis of normal human lumbar dorsal root ganglion by 3D MR imaging / J. Shen, H.Y. Wang, J.Y. Chen et al. // *Am. J. Neuroradiol.* — 2006. — Vol. 27(10). — P. 2098-2103.
12. Analysis of the posterior ramus of the lumbar spinal nerve the structure of the posterior ramus of the spinal nerve / T. Saito, H. Steinke, T. Miyaki et al. // *Anesthesiology.* — 2013. — Vol. 118(1). — P. 88-94. — doi: 10.1097/ALN.0b013e318272f40a.
13. Меллер Т.Б. Атлас секционной анатомии человека на примере КТ- и МРТ-срезов [Текст]: В 3 т. Т. 3. Позвоночник, конечности, суставы / Т.Б. Меллер, Э. Райф; пер. с англ. Ю.Е. Дронина; под общ. ред. Г.Е. Труфанова. — 2-е изд. — Москва: МЕДпресс-информ, 2013. — 344 с.
14. Shapiro M. Imaging of the spine at 3 tesla / M. Shapiro // *Neuroimaging Clin. N. Am.* — 2012. — Vol. 22(2). — P. 325-341. — doi: 10.1016/j.nic.2012.03.001.

Отримано 29.09.16 ■

Радченко В.А.<sup>1</sup>, Куценко В.А.<sup>1</sup>, Попов А.И.<sup>1</sup>, Перфильев А.В.<sup>1</sup>, Кулаков А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГУ «Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М.И. Ситенко НАМН Украины», г. Харьков, Украина

<sup>2</sup>Центр лучевой диагностики, г. Харьков, Украина

## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ПЛАНИРОВАНИИ ЭНДОСКОПИЧЕСКОГО ДОСТУПА ДЛЯ ДЕНЕРВАЦИИ ПОЯСНИЧНЫХ ДУГООТРОСТЧАТЫХ СУСТАВОВ

**Резюме.** Целью исследования является определение координат измерений на основании магнитно-резонансной томографии с целью усовершенствования эндоскопического доступа для денервации поясничных дугоотростчатых суставов. **Материал и методы.** Проанализированы магнитно-резонансные томограммы (мощность магнитного поля в 1,5 и 3,0 тесла) у 13 пациентов (5 мужчин и 8 женщин в возрасте от 29 до 78 лет, средний возраст — 57,8 года) с остеохондрозом и клинически значимым синдромом спондилоартралгии поясничного отдела позвоночника. Исследование проводилось в режимах T1, T2, T2fs (жироподавления). Замеры для планирования доступа осуществлялись

с помощью программы RadiAnt DICOM Viewer 1.9.16. **Результаты исследования.** В межфасциальных пространствах для выполнения малоинвазивного доступа в режимах T1, T2 и T2fs угол наклона тубуса эндоскопа в аксиальной проекции составлял от 69,4 до 84,3°, а в сагиттальной — от 9,2 до 15,7°. Отступ от верхнего края остистого отростка в поперечном направлении составлял от 36 до 57 мм. У 3 пациентов (23 %) в аксиальных и коронарных проекциях на уровне сегментов L4–L5 и L5–S1 медиальные веточки визуализировались в месте их отхождения от спинномозговых нервов, а у 10 пациентов (77 %) визуализация четко не определялась. **Выводы.** Определение координат по дан-

ным магнитно-резонансной томографии с помощью программы RadiAnt DICOM Viewer 1.9.16 на костных ориентирах существенно уменьшает время на выделение нервов и предотвращает дополнительное травмирование подлежащих мягких тканей, а как метод нейровизуализации на определенных срезах в аксиальной T2 и коронарной T2fs

проекциях помогает визуализировать медиальную веточку задних ветвей спинномозговых нервов в 23 % случаев.

**Ключевые слова:** поясничные дугоотростчатые суставы, синдром спондилоартралгии, магнитно-резонансная томография, планирование малоинвазивного доступа, нейровизуализация, анатомическая вариация нервов.

Radchenko V.A.<sup>1</sup>, Kutsenko V.A.<sup>1</sup>, Popov A.I.<sup>1</sup>, Perfiliev O.V.<sup>1</sup>, Kulakov A.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>State Institution «Institute of Spine and Joint Pathology named after professor M.I. Sytenko of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kharkiv, Ukraine

<sup>2</sup>Center of Radiology, Kharkiv, Ukraine

### MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN PLANNING THE ENDOSCOPIC ACCESS FOR DENERVATION OF LUMBAR FACET JOINTS

**Summary.** *The aim* of this study is the definition of coordinates of measurements on the basis of magnetic resonance imaging to improve endoscopic access for denervation of the lumbar facet joints. **Material and methods.** We have analyzed magnetic resonance scans (magnetic field power source 1.5 and 3.0 Tesla) in 13 patients (5 men and 8 women aged from 29 to 78 years, average age — 57.8 years) with osteochondrosis and clinically meaningful facet syndrome of the lumbar spine. The research was conducted in T1, T2, T2fs (fat suppression) modes. Measurements for scheduling access were performed using RadiAnt DICOM Viewer 1.9.16 program. **Results of the study.** In interfascial zones to perform minimally invasive access in modes T1, T2 and T2fs, the angle of endoscopic tubes in axial projection ranged from 69.4 to 84.3°, and in the sagittal — from 9.2 to 15.7°. Indentation from the top of spinous processes in the transverse direction was

from 36 to 57 mm. In 3 patients (23 %) in the axial and coronal projections at the level of segments L4-L5 and L5-S1, medial branches were visualized in the place of their discharge from the spinal nerves, and in 10 patients (77 %) imaging is not clearly defined. **Conclusions.** Definition of coordinates according to the magnetic resonance imaging using the program RadiAnt DICOM Viewer 1.9.16 on bone markers significantly reduces the time for release of the nerves and prevents additional injury to subjacent soft tissues, and as a method of neuroimaging in certain sections in the axial T2 and coronary T2fs projections, it helps to visualize the medial posterior branches of spinal nerves in the lumbar spine in 23 % of cases.

**Key words:** lumbar facet joints, spondylarthritis syndrome, magnetic resonance imaging, minimally invasive access planning, neurovisualization, anatomic variation of nerves.