

Межрегиональная общественная организация  
«Ассоциация хирургов-вертебрологов» России (RASS)  
Министерство здравоохранения Иркутской области  
Иркутский научный центр хирургии и травматологии  
Иркутская государственная медицинская академия  
последипломного образования  
Иркутский государственный медицинский университет  
Департамент здравоохранения ОАО «РЖД»



# СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

**VIII** Съезд  
межрегиональной ассоциации  
хирургов-вертебрологов России  
с международным участием

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ  
АСПЕКТЫ ПОРАЖЕНИЙ  
И ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОЗВОНОЧНИКА**

**IV** Съезд  
дорожных нейрохирургов

**КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ДЕГЕНЕРАТИВНОГО ПОРАЖЕНИЯ  
МЕЖПОЗВОНКОВЫХ ДИСКОВ С ПОМОЩЬЮ КАРТ  
ДИФФУЗИОННО-ВЗВЕШЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

БЕЛЫХ Е.Г.<sup>1, 2</sup>, СТЕПАНОВ И.А.<sup>1</sup>, КАЛИНИН А.А.<sup>1, 2, 3</sup>, БЫВАЛЬЦЕВ В.А.<sup>1, 2, 3, 4</sup>

<sup>1</sup> Иркутский государственный медицинский университет, г. Иркутск

<sup>2</sup> Иркутский научный центр хирургии и травматологии, г. Иркутск

<sup>3</sup> Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский, г. Иркутск

<sup>4</sup> Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ, г. Иркутск

*Статья посвящена количественной оценке степени дегенеративного поражения межпозвонковых дисков (МПД) с помощью построения карт диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ). Определены значения коэффициентов диффузии (КД) для трёх групп поясничных межпозвонковых дисков: МПД без структурных изменений, с протрузией и экструзией/грыжей. Получены статистически значимые различия в значениях КД и построены карты ДВИ в трёх исследуемых группах МПД. Метод ДВ МРТ с вычислением КД и построением карт ДВИ может быть использован в качестве перспективного неинвазивного метода диагностики дегенерации МПД.*

**QUANTITATIVE ASSESSMENT OF INTERVERTEBRAL DISCS DEGENERATION  
WITH THE DIFFUSION-WEIGHTED IMAGING MAPS**

BELYKH E.G.<sup>1, 2</sup>, STEPANOV I.A.<sup>1</sup>, KALININ A.A.<sup>1, 2, 3</sup>, BYVALTSEV V.A.<sup>1, 2, 3, 4</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk State Medical University, Irkutsk

<sup>2</sup> Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, Irkutsk

<sup>3</sup> Railway Clinical Hospital, Irkutsk

<sup>4</sup> Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, Irkutsk

*The article is devoted to a quantitative assessment of the degree of degenerative lesion of intervertebral disks (IVD) by constructing maps of diffusion-weighted images (DWI). The values of diffusion coefficients (ADC) for three groups of lumbar IVD are determined: IVD without structural changes, with protrusion and extrusion / hernia. Statistically significant differences in ADC values were obtained and DWI maps were constructed in the three IVD groups studied. The DWI method of MRI with calculation of ADC and construction of DWI maps can be used as a promising noninvasive method for diagnosing IVD degeneration.*

**ВВЕДЕНИЕ**

Дегенерация межпозвонкового диска (МПД) является одной из основных причин развития болевого синдрома в спине, который испытывают более 85 % людей старше 35 лет всего земного шара [1, 2]. Несмотря на значительные успехи в изучении данной проблемы, до сих пор не разработаны методы количественной оценки степени дегенерации МПД. Диффузионно-взвешенная МРТ (ДВ МРТ) – это современный неинвазивный метод, основанный на измерении степени диффузии свободных молекул воды в различных тканях [4]. Количественной мерой степени диффузии молекул воды служит коэффициент диффузии (КД). Множество значений КД для данной биологической структуры представляет собой функциональную карту диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) [3]. Анализ литературных данных показал отсутствие работ, посвящённых определению КД при нарушениях структуры МПД (протрузия, экструзия/грыжа).

**ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Сравнительная оценка значений КД МПД без структурных изменений и МПД при различных степенях его выпячиваний (протрузия, экструзия/грыжа).

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В исследование включены 42 добровольца, не имеющих в анамнезе болевого синдрома в спине (женщин было 25, мужчин – 17; средний возраст –  $45,3 \pm 10,5$  года), а также 54 пациента с болью в спине (женщин – 33, мужчин – 21; средний возраст –  $47,7 \pm 9,2$  года). Критериями исключения из исследования являлись: сахарный диабет, застойная сердечная недостаточность, наличие активного инфекционного процесса, хирургические вмешательства на позвоночнике в анамнезе, переломы позвоночника, а также остеопороз. Всем пациентам выполнена МРТ поясничного отдела позвоночника на базе Центра нейрохирургии НУЗ «Дорожной клинической больницы на ст. Иркутск-Пассажирский» ОАО «РЖД». Все МПД изучены по МРТ-изображениям и разделены на три группы: МПД без структурных изменений, МПД с протрузией и МПД с экструзией/грыжей. Оценка МПД проводилась в течение одного месяца, при отсутствии клинических данных о пациенте и значений КД.

**РЕЗУЛЬТАТЫ**

В общей сложности исследовано 473 МПД пояснично-крестцового отдела позвоночника. Для всех МПД получены МРТ-изображения в Т1-

взвешенном, T2-взвешенном режиме, режиме ДВ МРТ, построены карты ДВИ и вычислены КД с помощью программы OsiriXLite. При сравнении средних значений КД поясничных МПД обнаружена следующая зависимость: каудально расположенные МПД имеют меньшее значение КД, в отличие от краиально расположенных. В то же время МПД без структурных изменений также большей частью были расположены краиально, а МПД со структурными изменениями были расположены более каудально. При исследовании корреляции между значением КД и уровнем расположения МПД нами получена слабая отрицательная зависимость ( $r = -0,23, p < 0,01$ ).

При измерении средних значений КД получены следующие результаты: КД для группы МПД без структурных изменений составил  $16,1 \pm 1,5 \times 10^{-4} \text{мм}^2/\text{с}$ , для группы с протрузией –  $14,9 \pm 1,3 \times 10^{-4} \text{мм}^2/\text{с}$  и для группы МПД с экструзией/грыжей –  $13,8 \pm 1,3 \times 10^{-4} \text{мм}^2/\text{с}$ . При этом отмечаются статистически значимые различия в значениях КД между группами МПД без структурных изменений, с протрузией и экструзией/грыжей МПД ( $p < 0,05$ ), однако нами не было отмечено статистически достоверной разницы между значением КД группы МПД с протрузией и группы МПД с экструзией/грыжей ( $p > 0,05$ ).

### ВЫВОДЫ

Таким образом, проведённое исследование показало, что значения КД отрицательно коррелиру-

ют с анатомическим уровнем МПД. При сравнении значений КД в группах МПД без структурных изменений и МПД с протрузией, а также МПД с экструзией/грыжей имеют место статистически значимые различия. Метод ДВ МРТ может быть использован в качестве перспективного неинвазивного метода диагностики дегенерации МПД.

*Исследование было поддержано грантом Российской научного Фонда 15-15-30037.*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография в диагностике дегенерации межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника / В. А. Бывальцев, И. А. Степанов, А. А. Калинин, Е. Г. Белых // Вестник рентгенологии и радиологии. 2016. Т. 97. № 6. С. 357–364.
2. Biomechanical and endplate effects on nutrient transport in the intervertebral disc / M. B. Giers, B. T. Munter, K. J. Eyster, G. D. Ide et al. // World Neurosurgery. 2017. Vol. 16, N 1. P. 78–87.
3. Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Tomography in the Diagnosis of Intervertebral Disk Degeneration / V. A. Byvaltsev, I. A. Stepanov, A. A. Kalinin, K. V. Shashkov // Biomedical Engineering. 2016. Vol. 50, N 4. P. 253–256.
4. The Role of Bone Morphogenetic Proteins 2, 7, and 14 in approaches for intervertebral disk restoration / E. Belykh, M. Giers, L. Bardonova, N. Theodore // World Neurosurg. 2015. Vol. 84, N 4. P. 871–873.