



# ВЛИЯНИЕ ТРОПИЗМА ДУГООТРОСТЧАТЫХ СУСТАВОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ГРЫЖ МЕЖПОЗВОНКОВЫХ ДИСКОВ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

В.А. Бывальцев<sup>1–4</sup>, И.А. Степанов<sup>1</sup>, А.К. Оконешикова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Иркутский государственный медицинский университет, Иркутск, Россия

<sup>2</sup>Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский, Иркутск, Россия

<sup>3</sup>Иркутский научный центр хирургии и травматологии, Иркутск, Россия

<sup>4</sup>Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, Иркутск, Россия

**Цель исследования.** Оценка влияния тропизма дугоотростчатых суставов на формирование грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела, определение зависимости между асимметрией дугоотростчатых суставов и типом грыж поясничных дисков.

**Материал и методы.** Исследовано 64 пациента 23–47 лет с грыжами поясничных межпозвонковых дисков на одном из уровней (L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub>, L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub>, L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub>). Вычисление значений углов дугоотростчатых суставов выполнено на аксиальных срезах МРТ. Тропизм верифицировали при разнице между значениями углов правого и левого суставов более 10°.

**Результаты.** При подсчете значений углов дугоотростчатых суставов тропизм выявлен в 22 (34,3 %) случаях. Однофакторный анализ влияния тропизма на формирование грыж межпозвонковых дисков на всех трех уровнях показал, что имеется достоверное влияние ( $p = 0,0017$ ; отношение шансов – 7,416; 95 % доверительный интервал – 3,11–22,64). Анализ влияния тропизма на формирование грыж межпозвонковых дисков для каждого уровня показал, что статистически значим данный фактор лишь для межпозвонковых дисков L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub> ( $p = 0,0224$ ; отношение шансов – 13,537; 95 % доверительный интервал – 2,419–98,475).

**Заключение.** Тропизм дугоотростчатых суставов достоверно влияет на формирование грыж межпозвонковых дисков при анализе для пояснично-крестцового отдела позвоночника на всех трех уровнях в целом, но не влияет на тип грыжи поясничных дисков.

**Ключевые слова:** дугоотростчатые суставы, тропизм, асимметрия, межпозвонковый диск, грыжа межпозвонкового диска.

INFLUENCE OF FACET JOINT TROPISM  
ON THE FORMATION OF INTERVERTEBRAL DISC  
HERNIATION IN THE LUMBOSACRAL SPINE

V.A. Byvaltsev<sup>1–4</sup>, I.A. Stepanov<sup>1</sup>, A.K. Okoneshnikova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russia; <sup>2</sup>Road Clinical Hospital at «Irkutsk-Passazhirskiy» station of JSCo «Russian Railways», Irkutsk, Russia; <sup>3</sup>Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, Irkutsk, Russia; <sup>4</sup>Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education, Irkutsk, Russia

**Objective.** To evaluate the influence of facet joint tropism on the formation of intervertebral disc hernias in the lumbosacral spine, and to determine the relationship between facet joint asymmetry and the type of hernia of the lumbar intervertebral discs. **Material and Methods.** Sixty-four patients aged 23–47 years with herniated lumbar intervertebral discs at one level (L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub>, L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub> or L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub>) were examined. Calculation of facet angles was performed on MRI axial slices. Tropism was verified when the difference between the angles of the right and left joints exceeded 10°. **Results.** When calculating the facet joint angles, tropism was detected in 22 (34.3 %) cases. One-factor analysis of the effect of facet joint tropism on the intervertebral disc hernia formation at all three levels revealed its significant influence ( $p = 0.0017$ ; OR 7.416; 95 % CI 3.11–22.64). Analysis of the effect of facet joint tropism on the formation of intervertebral disc hernias at each level has shown that statistically significant effect is exerted only on L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub> intervertebral discs ( $p = 0.0224$ ; OR 13.537; 95 % CI 2.419–98.475).

**Conclusion.** Facet joint tropism significantly influences the formation of intervertebral disc hernias at all three levels of the lumbosacral spine as a whole but does not affect the type of lumbar intervertebral disc hernia.

**Key Words:** facet joints, tropism, asymmetry, intervertebral disc, intervertebral disc herniation.

Для цитирования: Бывальцев В.А., Степанов И.А., Оконешикова А.К. Влияние тропизма дугоотростчатых суставов на формирование грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника. // Хирургия позвоночника. 2018. Т. 15. № 1. С. 49–54.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2018.1.49-54>.

Please cite this paper as: Byvaltsev VA, Stepanov IA, Okoneshnikova AK. Influence of facet joint tropism on the formation of intervertebral disc herniation in the lumbosacral spine. *Hir. Pozvonoc.* 2018;15(1):49–54. In Russian. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2018.1.49-54>.

На протяжении многих лет тропизм, или асимметрия дугоотростчатых суставов (ДС), является объектом особого внимания спинальных нейрохирургов из-за его влияния на биомеханику позвоночного столба. Как известно, изменение нормальной биомеханики позвоночника индуцирует развитие дегенерации ДС и межпозвонковых дисков (МПД), что является наиболее частой причиной развития болевого синдрома в нижней части спины [1, 2].

Впервые термин «тропизм ДС» введен Brailsford [7] в 1928 г. Под ним автор понимал асимметрию между правым и левым ДС или более сагиттальную ориентацию одного из ДС. К настоящему времени известно несколько клинических исследований, посвященных зависимости тропизмом ДС от их дегенерации [5]. Farfan et al. [12] первыми выявили корреляционную связь между тропизмом ДС и формированием грыж МПД пояснично-крестцового отдела позвоночника [13]. Более того, авторы пришли к заключению, что грыжи поясничных МПД возникают на стороне ДС с наименьшим углом, так как при такой ориентации ДС не способен к уменьшению торсионных нагрузок, воздействующих на фиброзное кольцо при движениях. Тем не менее многие авторы не согласны с данным утверждением [15–16, 22].

В исследовании Masharawi et al. [20] наглядно продемонстрировано, что тропизм ДС – одна из нормальных биомеханических характеристик грудного отдела позвоночника. Наличие тропизма ДС в пояснично-крестцовом отделе позвоночника может являться причиной развития дегенеративных процессов.

Частота встречаемости тропизма ДС пояснично-крестцового отдела позвоночника, по данным литературы [4, 6, 8, 14, 17, 23], варьирует в широких пределах – от 10 до 70 %. Во многом это связано с различными методиками подсчета значений углов ДС, что приводит к неоднозначной оценке влияния данного параметра на дегенерацию как самих ДС, так и МПД. Отсутствии единой методики определения

тропизма ДС приводит к противоречиям между имеющимися исследованиями. На наш взгляд, наиболее точным методом определения тропизма ДС является оригинальная методика Karacan et al. [17]. Этому мнению придерживаются и другие исследователи [17, 18, 21].

Цель исследования – оценка влияния тропизма ДС на формирование грыж МПД пояснично-крестцового отдела, определение зависимости между асимметрией ДС и типом грыж поясничных МПД.

### Материал и методы

В исследование включены 64 пациента (36 мужчин, 28 женщин) 23–47 лет (средний возраст  $36,7 \pm 5,9$  года) с грыжами поясничных МПД на одном из уровней ( $L_3-L_4$ ,  $L_4-L_5$ ,  $L_5-S_1$ ). Всем пациентам провели оперативное лечение по поводу основного заболевания в объеме изолированной декомпрессии невралых структур на базе Центра нейрохирургии Дорожной клинической больницы на ст. Иркутск-Пассажирский в период с сентября 2016 г. по май 2017 г. Критериями исключения из исследования являлись множественные грыжи МПД пояснично-крестцового отдела позвоночника, рецидивы грыж поясничных МПД, признаки нестабильности позвоночно-двигательного сегмента, различные виды спондилолистеза, травмы позвоночника, оперативные вмешательства на позвоночнике в анамнезе и анкилозирующий спондилоартрит (болезнь Бехтерева).

При поступлении в стационар всем пациентам с клинико-неврологическими проявлениями грыж поясничных МПД выполняли МРТ-исследование пояснично-крестцового отдела позвоночника в стандартных T1- и T2-взвешенных изображениях с помощью аппарата МРТ 1,5 Тл. Толщина срезов составляла 4 мм.

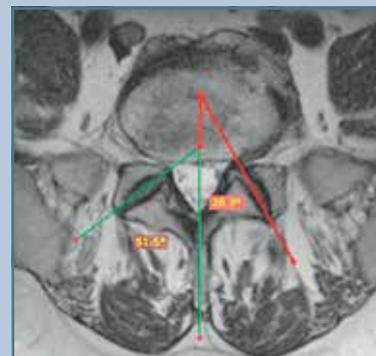
Вычисление значений углов ДС выполнено на аксиальных срезах МРТ с помощью программного обеспечения «RadiAnt DICOM Viewer» по оригинальной методике Karacan et al. [17]

(рис.). Тропизм ДС верифицировали при разнице между значениями углов правого и левого ДС более  $10^\circ$ .

Значения разницы углов между ДС на уровне грыж МПД сравнивали с таковыми на уровне контрольных МПД. В качестве контрольной группы использовали ДС на уровне смежных с грыжевым выпячиванием МПД (то есть для МПД  $L_3-L_4$  контрольным был уровень  $L_4-L_5$ , для  $L_4-L_5$  –  $L_3-L_4$  или  $L_5-S_1$  и для  $L_5-S_1$  –  $L_4-L_5$ ).

Исследование одобрено этическим комитетом Иркутского государственного медицинского университета. Все пациенты, включенные в исследование, дали письменное информированное согласие.

Статистическую обработку данных выполняли с помощью программного обеспечения «Microsoft Excel 2010». Для сравнения категориальных переменных использовали точный критерий Фишера. Сравнение значений углов ДС производили с помощью t-теста. Достоверными считали различия  $p < 0,05$ . С целью оценки влияния



### Рис.

Методика подсчета значений углов дугоотростчатых суставов по методике Karacan et al. [17] с помощью программы «RadiAnt DICOM Viewer»: угол дугоотростчатого сустава образован пересечением линий, проведенных через середину суставной щели дугоотростчатого сустава и линии, проведенной через центр межпозвонкового диска и совпадающей с осью остистого отростка

тропизма ДС на развитие грыж провели однофакторный анализ. Факторы риска со значением  $p < 0,05$  исследовали методом бинарной логистической регрессии.

### Результаты и их обсуждение

В исследуемой группе пациентов грыжи МПД пояснично-крестцового отдела позвоночника представлены следующими типами: у 17 (26,5 %) – парамедианные, у 28 (43,7 %) – латеральные левосторонние, у 19 (29,6 %) – латеральные правосторонние. Большая часть грыж поясничных МПД располагалась на уровне  $L_5-S_1$  – 38 (59,3 %) случаев, на уровне  $L_4-L_5$  – 18 (28,1 %), на уровне  $L_3-L_4$  – 8 (12,5 %).

При подсчете значений углов ДС тропизм выявлен в 22 (34,3 %) случаях, а на уровнях контрольных МПД – лишь в 6 (9,3 %). Однофакторный анализ влияния тропизма ДС на формирование грыж МПД на всех трех уровнях подтвердил достоверное влияние:  $p = 0,0017$ ; отношение шансов (ОШ) – 7,416; 95 % доверительный интервал (ДИ) – 3,11–22,64 (табл. 1).

Анализ влияния тропизма ДС на формирование грыж МПД для каждого уровня показал, что статистически значим он лишь для МПД  $L_5-S_1$  ( $p = 0,0224$ ; ОШ – 13,537; 95 % ДИ – 2,419–98,475). Для уровней МПД  $L_3-L_4$ ,  $L_4-L_5$  достоверного влияния не получено ( $p = 0,184$ ; ОШ – 9,483; 95 % ДИ – 4,627–16,091 и  $p = 0,247$ ; ОШ – 8,063; 95 % ДИ – 6,318–12,074 соответственно; табл. 2).

Таблица 1

Ассоциация тропизма дугоотростчатых суставов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков и нормальными межпозвонковыми дисками на всех трех уровнях,  $n$

Межпозвонковый диск	Наличие тропизма дугоотростчатых суставов	Отсутствие тропизма дугоотростчатых суставов
С грыжей	22	42
Нормальный	6	58

$p = 0,0017$ .

При анализе зависимости асимметрии ДС от типа грыж поясничных МПД получены следующие результаты: в 17 из 22 случаев тропизма ДС грыжи МПД имели ориентацию в сторону ДС с наименьшим углом. Однако статистическая обработка полученных данных не подтвердила указанной зависимости ( $p = 0,619$ ).

На сегодняшний день известно несколько исследований, посвященных изучению связи между тропизмом ДС и формированием грыж поясничных МПД. Часть авторов [12, 10, 17, 21, 24] утверждает, что тропизм ДС представляет собой один из важнейших предрасполагающих факторов к дегенерации МПД. Другие исследователи [3, 8, 11, 14, 23] такой зависимости не наблюдают.

Как отмечалось ранее, Farfan et al. [12] в клинической серии доказали корреляционную связь между тропизмом ДС и формированием грыж поясничных МПД. Однако последующие работы в данном направлении во многом имели противоречивый характер.

В исследовании Cyron et al. [10] продемонстрировано влияние тропизма ДС на развитие нестабильности в позвоночно-двигательном сегменте. Позже Van Shaik et al. [24] в клинической серии из 100 пациентов оценивали влияние тропизма ДС на локализацию грыж поясничных МПД. Авторы пришли к заключению, что при разнице углов ДС менее  $11^\circ$  грыжи МПД располагались как на стороне ДС с наименьшим углом, так и на стороне ДС с наибольшим углом. Также при тропизме ДС более  $11^\circ$  грыжи поясничных МПД располагались преимущественно на стороне ДС с наибольшим углом. В работе Noren et al. [21] отмечено, что тропизм ДС является доказанным фактором риска дегенерации поясничных МПД на всех уровнях. В подтверждение данному исследованию Karacan et al. [17] показали, что у пациентов с грыжами поясничных МПД достоверно чаще встречается тропизм ДС, при этом указанные изменения более характерны для пациентов с ростом более 180 см.

Таблица 2

Ассоциация тропизма дугоотростчатых суставов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков и нормальными межпозвонковыми дисками для каждого уровня,  $n$

Уровень межпозвонкового диска	Грыжа межпозвонкового диска	Тропизм дугоотростчатых суставов		$p$
		присутствует	отсутствует	
$L_3-L_4$	присутствует	8	0	0,184
	отсутствует	23	5	
$L_4-L_5$	присутствует	18	7	0,247
	отсутствует	19	29	
$L_5-S_1$	присутствует	38	15	0,0224
	отсутствует	22	24	

Стоит отметить, что другая часть исследователей опровергает зависимость тропизма ДС от дегенерации МПД. Так, Adams et al. [3] в наблюдении, основанном на биомеханическом анализе, не обнаружили достоверного влияния тропизма ДС на развитие грыж пояснично-крестцового отдела позвоночника. Do et al. [11] также пришли к выводу, что ориентация ДС не влияет на дегенерацию поясничных МПД. Более того, исследователи утверждают, что при любой ориентации ДС последние нивелируют нагрузку, действующую на фиброзное кольцо при движениях, предотвращая его дегенеративное поражение. Того же мнения придерживаются Hagg et al. [14], Cassidy et al. [8], Vanharanta et al. [23]. Статистически значимой зависимости тропизма ДС от дегенерации МПД у взрослых и подростков нет, за исключением уровня L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub> в группе взрослых пациентов. Согласно нашим данным, тропизм ДС достоверно влияет на формирование грыж поясничных МПД на всех трех уровнях МПД. Тем не менее при анализе влияния данного параметра на каждый МПД пояснично-крестцового отдела позвоночника оно статистически значимо лишь для МПД L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub>.

Несмотря на общепринятое определение тропизма ДС, пороговое значение разницы углов ДС трактуется многими авторами по-разному. Например, Noren et al. [21] за пороговое значение тропизма ДС принимают разницу углов более 5°. Suron et al. [10] отметили, что асимметрия ДС имеется при значении разницы углов более 1°. Некоторые авторы [9, 17–18, 21, 23]

верифицируют тропизм ДС при разнице углов более 10°. В клинической практике мы также придерживаемся указанного порогового значения.

Работы Farfan et al. [12] и Loback et al. [19] наглядно продемонстрировали связь между локализацией грыж поясничных МПД и ориентацией ДС. Hagg et al. [14] и Cassidy et al. [8] не выявили данной зависимости. В наблюдении Kenesi et al. [18] прослежена достоверная связь между более сагиттально ориентированными ДС и стороной грыж МПД на уровне L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub>. Авторы отметили данную зависимость у трети пациентов. В нашем наблюдении не обнаружено достоверной зависимости асимметрии ДС от типа грыжи поясничных МПД. Тем не менее в 17 из 22 случаев тропизма ДС грыжи имели ориентацию в сторону ДС с наименьшим значением угла.

Безусловно, настоящее исследование не лишено недостатков. Во-первых, оно выполнено на небольшом количестве респондентов, что отразилось на результатах статистической обработки полученных данных. Во-вторых, использование аппарата МРТ с индукцией магнитного поля в 1,5 Тл позволяет получать изображения с малой разрешающей способностью, в отличие от аппаратов МРТ с индукцией в 3 Тл [9, 25]. Таким образом, изображения низкого качества могли повлиять на результаты подсчета разницы углов ДС. В-третьих, использование ДС на уровне смежных МПД у исследуемой группы пациентов в качестве контроля не вполне корректно, так как при развитии дегенеративного заболевания МПД изменяет-

ся биомеханика не только на уровне пораженного сегмента, но и во всем пояснично-крестцовом отделе позвоночника. В таком случае использование ДС у пациентов без клинико-рентгенологических признаков дегенеративного заболевания последних в качестве контрольной группы представляется наиболее объективным.

## Заключение

Проведенное исследование показало, что тропизм ДС при одноуровневых грыжах МПД пояснично-крестцового отдела встречается в 34,3 % случаев. Тропизм ДС достоверно влияет на формирование грыж МПД в пояснично-крестцовом отделе позвоночника на всех трех уровнях в целом. Статистически значимое влияние тропизма ДС на формирование грыж выявлено лишь для уровня L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub>. При этом он не влияет на тип грыжи поясничных МПД.

Таким образом, в настоящей клинической серии предпринята попытка оценить влияние ДС на дегенерацию МПД как одного из важнейших биомеханических структур позвоночного столба. Бесспорно, для более детальной оценки влияния изучаемых параметров требуются крупные мультицентровые исследования на большом количестве респондентов и с использованием контрольной группы здоровых пациентов.

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

## Литература/References

1. **Бывальцев В.А., Калинин А.А., Оконешникова А.К., Керимбаев Т.Т., Белых Е.Г.** Фасеточная фиксация в комбинации с межтеловым спондилодезом: сравнительный анализ и клинический опыт нового способа хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника // Вестник РАМН. 2016. Т. 71. № 5. С. 375–384. [Byvaltsev VA, Kalinin AA, Okoneshnikova AK, Kerimbayev TT, Belykh EG. Facet fixation combined with lumbar interbody fusion: comparative analysis of clinical experience and a new method of surgical treatment of patients with lumbar degenerative diseases. Annals of the Russian academy of medical sciences. 2016;71(5):375–384. In Russian]. DOI: 10.15690/vramn738.
2. **Бывальцев В.А., Степанов И.А., Калинин А.А., Белых Е.Г.** Диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография в диагностике дегенерации межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника // Вестник рентгенологии и радиологии. 2016. Т. 97. № 6. С. 357–364. [Byvaltsev VA, Stepanov IA, Kalinin AA, Belykh EG. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the diagnosis of intervertebral disc degeneration in the lumbosacral

- spine. Vestnik Rentgenologii i Radiologii. 2016;97(6):357–364. In Russian]. DOI: 10.20862/0042-4676-2016-97-6-357-364.
3. **Adams MA, Hutton WC.** The relevance of torsion to the mechanical derangement of the lumbar spine. Spine. 1981;6:241–248. DOI: 10.1097/00007632-198105000-00006.
  4. **Arjmand N, Shirazi-Adl A.** Biomechanics of changes in lumbar posture in static lifting. Spine. 2005;30:2637–2648. DOI: 10.1097/01.brs.0000187907.02910.4f.
  5. **Badgley CE.** The articular facets in relation to low-back pain and sciatic radiation. J Bone Joint Surg. 1941;23:481–496.
  6. **Boden SD, Riew KD, Yamaguchi K, Branch TP, Schellinger D, Wiesel SW.** Orientation of the lumbar facet joints: association with degenerative disc disease. J Bone Joint Surg Am. 1996;78:403–411.
  7. **Brailsford JF.** Deformities of the lumbosacral region of the spine. Br J Surg. 1928;16:562–627.
  8. **Cassidy JD, Loback D, Yong-Hing K, Tchang S.** Lumbar facet joint asymmetry. Intervertebral disc herniation. Spine. 1992;17:570–574.
  9. **Chadha M, Sharma G, Arora SS, Kochar V.** Association of facet tropism with lumbar disc herniation. Eur Spine J. 2013;22:1045–1052. DOI: 10.1007/s00586-012-2612-5.
  10. **Cyron BM, Hutton WC.** Articular tropism and stability of the lumbar spine. Spine. 1980;5:168–172. DOI: 10.1097/00007632-198003000-00011.
  11. **Do DH, Taghavi CE, Fong W, Kong MH, Morishita Y, Wang JC.** The relationship between degree of facet tropism and amount of dynamic disc bulge in lumbar spine of patients symptomatic for low back pain. Eur Spine J. 2011;20:71–78. DOI: 10.1007/s00586-010-1558-8.
  12. **Farfan HF, Sullivan JD.** The relation of facet orientation to intervertebral disc failure. Can J Surg. 1967;10:179–185.
  13. **Ferguson AB.** The clinical and rentgenographic interpretation of lumbosacral anomalies. Radiology. 1934;22:548–558.
  14. **Hagg O, Wallner A.** Facet joint asymmetry and protrusion of intervertebral disc. Spine. 1990;15:356–359.
  15. **Hirsch C.** Etiology and pathogenesis of low back pain. Isr J Med Sci. 1966;2:362–370.
  16. **Howard LG.** Low back pain and the lumbosacral joint. Med Clin N Am. 1942;26:1551–1579.
  17. **Karacan I, Aydin T, Sahin Z, Cidem M, Koyuncu H, Aktas I, Uludağ M.** Facet angles in lumbar disc herniation: their relation to anthropometric features. Spine. 2004;29:1132–1136. DOI: 10.1097/00007632-200405150-00016.
  18. **Kenesi C, Lesur E.** Orientation of the articular processes at L4, L5, and S1. Possible role in pathology of the intervertebral disc. Anat Clin. 1985;7:43–47.
  19. **Loback D, Young-Hing K, Cassidy D, Tchang S.** The relationship between facet orientation and lumbar disc herniation: the role of torsion in intervertebral disc failure. Orthop Trans. 1985;9:560–563.
  20. **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. 2004;29:1755–1763. DOI: 10.1097/01.BRS.0000134575.04084.EF.
  21. **Noren R, Trafimow J, Andersson GB, Huckman MS.** The role of facet joint tropism and facet angle in disc degeneration. Spine. 1991;16:530–532. DOI: 10.1097/00007632-199105000-00008.
  22. **Park JB, Chang H, Kim KW, Park SJ.** Facet tropism: a comparison between far lateral and posterolateral lumbar disc herniations. Spine. 2001;26:677–679.
  23. **Vanharanta H, Floyd T, Ohnmeiss DD, Hochschulter SH, Guyer RD.** The relationship of facet tropism to degenerative disc disease. Spine. 2012;18:1000–1005. DOI: 10.1097/00007632-199306150-00008.
  24. **Van Schaik JPJ, Verbiest H, van Schanik FDJ.** The orientation and shape of the lower lumbar facet joints: a computed tomographic study of their variation in 100 patients with low back pain and a discussion of their possible clinical implications. In: M.J. Donovan Post, ed. Computed Tomography of the Spine. Baltimore: Williams & Wilkins, 1984:495–505.
  25. **Zhao J, Krug R, Xu D, Lu Y, Link TM.** MRI of the spine: image quality and normal-neoplastic bone marrow contrast at 3 T versus 1.5 T. AJR. 2009;192:873–880. DOI: 10.2214/AJR.08.1750.

**Адрес для переписки:**

Бывальцев Вадим Анатольевич  
664082, Россия, Иркутск, а/я 62,  
byval75vadim@yandex.ru

**Address correspondence to:**

Byvaltsev Vadim Anatolyevich  
P.O.B. 62, Irkutsk, 664082, Russia,  
byval75vadim@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 03.06.2017

Рецензирование пройдено 28.07.2017

Подписана в печать 04.08.2017

Received 03.06.2017

Review completed 28.07.2017

Passed for printing 04.08.2017

Вадим Анатольевич Бывальцев, д-р мед. наук, главный нейрохирург Департамента здравоохранения ОАО «РЖД»; руководитель Центра нейрохирургии, Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД»; заведующий курсом нейрохирургии, Иркутский государственный медицинский университет; заведующий научно-клиническим отделом нейрохирургии и ортопедии, Иркутский научный центр хирургии и травматологии; профессор кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии, Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, ул. Красного Восстания, 1, 664003, Иркутск, Россия, byval75vadim@yandex.ru;  
Иван Андреевич Степанов, аспирант, Иркутский государственный медицинский университет, ул. Красного Восстания, 1, 664003, Иркутск, Россия, edmoilers@mail.ru;

Алена Константиновна Оконешикова, аспирант курса нейрохирургии, Иркутский государственный медицинский университет, ул. Красного Восстания, 1, 664003, Иркутск, Россия, alena-okoneshnikova@mail.ru.

Vadim Anatolyevich Byvaltsev, DMSc, Chief neurosurgeon of the Health Department of JSCo «Russian Railways», head of the Centre of Neurosurgery, Road Clinical Hospital at «Irkutsk-Passazhirskiy» station of JSCo «Russian Railways»; head of scientific-clinical department of neurosurgery of the Irkutsk Scientific Centre of Surgery

*and Traumatology, Professor of the Department of Traumatology, Orthopaedics and Neurosurgery of Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education; director of the course of neurosurgery, Irkutsk State Medical University, Krasnogo Vosstaniya str., 1, 664003, Irkutsk, Russia, byval75vadim@yandex.ru;*  
*Ivan Andreevich Stepanov, postgraduate student, Irkutsk State Medical University, Krasnogo Vosstaniya str., 1, 664003, Irkutsk, Russia, edmoilers@mail.ru;*  
*Alena Konstantinovna Okonesbnikova, postgraduate student in neurosurgery, Irkutsk State Medical University, Krasnogo Vosstaniya str., 1, 664003, Irkutsk, Russia, alena-okonesbnikova@mail.ru.*