



ВЗАИМОСВЯЗЬ ТРОПИЗМА И АНГУЛЯЦИИ ДУГООТРОСТЧАТЫХ СУСТАВОВ И РЕЗУЛЬТАТОВ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

В.А. Бывальцев^{1–4}, А.К. Оконешикова^{1, 2}, А.А. Калинин^{1, 2}, С.С. Рабинович^{5, 6}

¹Иркутский государственный медицинский университет, Иркутск, Россия

²Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский, Иркутск, Россия

³Иркутский научный центр хирургии и травматологии, Иркутск, Россия

⁴Иркутская государственная академия последипломного образования, Иркутск, Россия

⁵Новосибирский государственный медицинский университет, Новосибирск, Россия

⁶Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия

Цель исследования. Уточнение показаний к динамической и ригидной стабилизации на основе анализа корреляции нейровизуализационных параметров дугоотростчатых суставов с клиническими исходами хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника.

Материал и методы. Проведено хирургическое лечение 141 пациента с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника. Пациенты разделены на три группы: I (n = 48) — оперативное вмешательство с применением искусственного протеза межпозвонкового диска; II (n = 42) — с межтеловым спондилодезом, комбинированной транспедикулярной и трансфасеточной стабилизацией; III (n = 51) — с межтеловым спондилодезом и билатеральной транспедикулярной стабилизацией. Осуществлен корреляционный анализ отдаленных клинических исходов (уровень болевого синдрома по ВАШ, функциональное состояние по ODI, удовлетворенность результатом оперативного лечения по шкале MacNab) и дооперационных нейровизуализационных параметров дугоотростчатых суставов (степени дегенеративных изменений по Fujiwara, величины фасеточных углов, наличия тропизма).

Результаты. Выявлена прямая значимая непараметрическая корреляция нейровизуализационных параметров величины фасеточных углов и тропизма дугоотростчатых суставов с отдаленными клиническими исходами хирургического лечения по ВАШ и ODI. Установлено, что хорошие клинические исходы достигнуты при следующих дооперационных параметрах: группа I — фасеточный угол менее 60°, наличие тропизма не имело корреляционной зависимости; II — фасеточный угол более 60°, отсутствие тропизма дугоотростчатых суставов; III — фасеточный угол более 60°, наличие тропизма.

Заключение. При объективных нейровизуализационных параметрах фасеточного угла менее 60°, вне зависимости от наличия тропизма, возможно выполнение тотальной артропластики. При нейровизуализационных параметрах фасеточного угла более 60° показана ригидная стабилизация оперированного сегмента, при отсутствии тропизма возможна контрлатеральная трансфасеточная фиксация, а при его наличии — билатеральная транспедикулярная стабилизация.

Ключевые слова: поясничный отдел позвоночника, дегенеративные заболевания, дугоотростчатый сустав, искусственный протез межпозвонкового диска, трансфораминальный межтеловой спондилодез, фасеточная фиксация, транспедикулярная стабилизация.

Для цитирования: Бывальцев В.А., Оконешикова А.К., Калинин А.А., Рабинович С.С. Взаимосвязь тропизма и ангуляции дугоотростчатых суставов и результатов стабилизирующих операций при дегенеративных заболеваниях поясничного отдела позвоночника // Хирургия позвоночника. 2018. Т. 15. № 4. 2018;15(4):70–79.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2018.4.70-79>.

INTERRELATION OF TROPISM AND ANGULATION PARAMETERS OF FACET JOINTS AND RESULTS OF STABILIZATION SURGERIES FOR DEGENERATIVE DISEASES OF THE LUMBAR SPINE

V.A. Byvaltsev^{1–4}, A.K. Okonshnikova^{1, 2}, A.A. Kalinin^{1, 2}, S.S. Rabinovich^{5, 6}

¹Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russia; ²Irkutsk Road Clinical Hospital at «Irkutsk-Passazhirskiy» station, Irkutsk, Russia;

³Irkutsk Scientific Center for Surgery and Traumatology, Irkutsk, Russia; ⁴Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, Irkutsk, Russia;

⁵Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia; ⁶Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsvyvan, Novosibirsk, Russia

Objective. To clarify indications for dynamic and rigid stabilization based on the analysis of correlation between neuroimaging parameters of facet joints (FJ) and clinical outcomes of surgical treatment of patients with degenerative diseases of the lumbar spine.

Material and Methods. A total of 141 patients with degenerative diseases of the lumbar spine were surgically treated. Patients were divided into three groups: patients of Group I (n = 48) underwent surgical intervention with artificial intervertebral disc prosthesis; those of Group II (n = 42) – with interbody fusion and combined transpedicular and transfacetal stabilization; and those of Group III (n = 51) – with interbody fusion and bilateral transpedicular stabilization. The correlation between long-term clinical outcomes (pain syndrome according to VAS, functional state according to ODI, and satisfaction with surgical result according to MacNab scale) and preoperative neuroimaging parameters of FJ (degenerative changes according to Fujiwara, facet angle magnitudes, and the presence of tropism) was analyzed. **Results.** A direct significant nonparametric correlation of neuroimaging parameters of facet angles and FJ tropism with long-term clinical outcomes of surgical treatment according to VAS and ODI was revealed. It was established that good clinical outcomes were achieved with the following preoperative parameters: in Group I, the facet angle was less than 60°, while the presence of tropism had no correlation dependence; in Group II, the facet angle – more than 60°, in the absence of FJ tropism; and in Group III, the facet angle – more than 60°, in the presence of FJ tropism.

Conclusion. Objective neuroimaging parameters of the facet angle magnitude of less than 60°, regardless of the presence of tropism, allow performing total arthroplasty. If the facet angle is more than 60°, the rigid stabilization of the operated segment is indicated; in the absence of tropism, a contralateral transfacetal fixation is possible, and in its presence – a bilateral transpedicular stabilization is reasonable. **Key Words:** lumbar spine, degenerative diseases, facet joint, artificial intervertebral disc prosthesis, transforaminal interbody fusion, facet fixation, transpedicular stabilization.

Please cite this paper as: Byvaltsev VA, Okoneshnikova AK, Kalinin AA, Rabinovich SS. Interrelation of tropism and angulation parameters of facet joints and results of stabilization surgeries for degenerative diseases of the lumbar spine. *Hir. Pozvonoc.* 2018;15(4):70–79. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2018.4.70-79>.

Ригидная стабилизация – золотой стандарт лечения большинства дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника [1–3]. Но при этом сохраняется значительное количество неудовлетворительных клинических послеоперационных результатов, связанных с прогрессированием дегенеративного процесса в оперированном и смежных сегментах за счет биомеханических нарушений [2–4].

Дегенерация смежного уровня происходит в результате увеличения нагрузки на дугоотростчатые суставы и межпозвонковые диски, что связано с развитием патологической подвижности позвоночно-двигательного сегмента выше уровня ригидной стабилизации [1–3]. Потенциальными предрасполагающими факторами, способствующими ускоренной дегенерации смежного уровня, являются дегенеративные изменения дугоотростчатых суставов, вид и протяженность спондилодеза, изменение конфигурации позвоночного столба в сагиттальной плоскости, предшествующие хирургические манипуляции в смежном сегменте [1–4].

Brailsford [5] в 1928 г. ввел термин «тропизм дугоотростчатого сустава», определив его как асимметрию между правым и левым дугоотростчатыми

суставами или наличие более сагиттальной ориентации одного из них. Masharawi et al. [6] заявили, что тропизм дугоотростчатых суставов в грудном отделе позвоночника является одним из вариантов нормы. Тропизм сустава в пояснично-крестцовом отделе позвоночника – причина развития дегенеративных заболеваний [7–11].

Для выбора правильной тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями дугоотростчатых суставов необходимо на дооперационном этапе определить и обосновать оптимальный объем оперативного вмешательства с учетом индивидуальных дегенеративных изменений сустава, ориентации суставных поверхностей и величины фасеточного угла, наличия или отсутствия тропизма для улучшения отдаленных послеоперационных клинических исходов, минимизации послеоперационной нестабильности, восстановления нормальной биомеханики для предотвращения прогрессирования дегенеративных изменений поясничных сегментов [12–15].

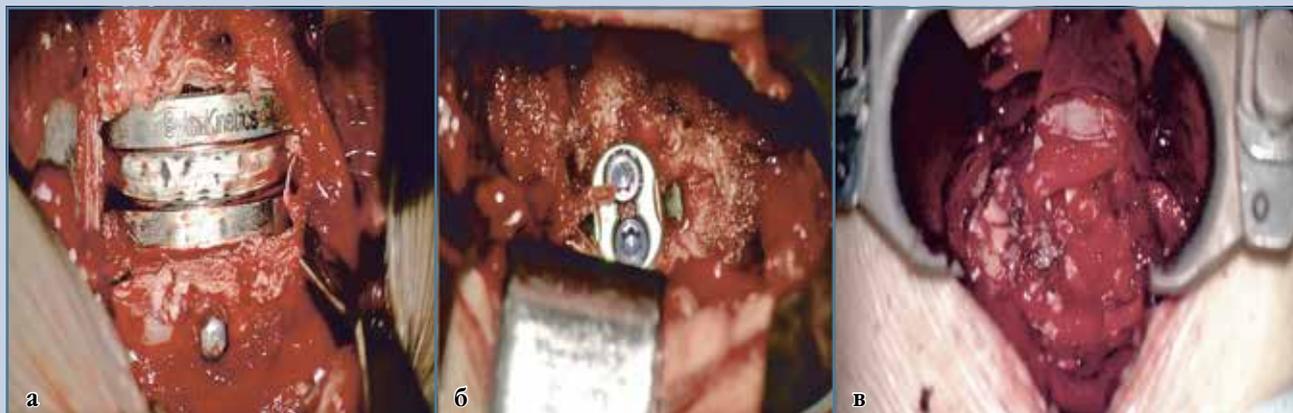
Поиск лечебно-диагностических подходов для оптимизации исходов хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничного отдела позвоноч-

ника на основе анализа клинико-морфологических параметров позвоночно-двигательного сегмента стал толчком для выполнения данной работы.

Цель исследования – уточнение показаний к динамической и ригидной стабилизации на основе анализа корреляции нейровизуализационных параметров дугоотростчатых суставов с клиническим исходом хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника.

Материал и методы

В исследование включили 141 пациента из проходивших стационарное лечение в 2013–2016 гг. Выделили три репрезентативные группы: в I (n = 48) выполняли дискэктомию из внебрюшинного параректального доступа с имплантацией протеза диска M-6 (рис. 1а); во II (n = 42) – межтеловой спондилодез кейджем T-pal по методике TLIF с ипсилатеральной транспедикулярной стабилизацией системой Viper II и контрлатеральной фиксации имплантатом Facet Wedge (рис. 1б); в III (n = 51) – межтеловой спондилодез кейджем T-pal по методике TLIF с билатеральной транспедикулярной стабилизацией контрукцией Viper II

**Рис. 1**

Виды оперативных вмешательств, выполненных при дегенеративных заболеваниях поясничного отдела позвоночника: **а** – тотальная артропластика межпозвонкового диска; **б** – трансфасеточная фиксация; **в** – межтеловой спондилодез кейджем

(рис. 1в). Всех пациентов оперировала одна хирургическая бригада.

В качестве критериев включения в исследование и исключения из него использовали показания и противопоказания к межтеловому спондилодезу для лечения клинически значимой патологической подвижности позвоночно-двигательных сегментов.

Критерии включения:

- неэффективная консервативная терапия, длительный или рецидивирующий болевой синдром, стойкий неврологический дефицит от явлений радикулоневралгии до радикулопатии с периферическими парезами;
- снижение высоты межтелового промежутка более 1/3 от высоты вышележащего;
- отсутствие признаков сегментарной нестабильности (сегментарная ангуляция более 10°, линейная трансляция более 4 мм);
- по данным нейровизуализации, одноуровневое симптоматичное дегенеративное заболевание поясничного отдела позвоночника на уровне L₄–L₅ и L₅–S₁.

Критерии исключения:

- центральный стеноз позвоночного канала;
- спондилолистез со спондилолизом или без него;
- тяжелая сопутствующая патология;

– значимый остеопороз (снижение МПКТ на 2,8 SD или более по Т-критерию ВОЗ 1995 г.);

– необходимость в коррекции сагиттального баланса;

– необходимость в хирургической коррекции двух и более сегментов поясничного отдела позвоночника.

После операции катамнез наблюдения составил минимум 24 и максимум 48 мес., медиана – 36 мес. Исследовали отдаленные клинические данные (уровень болевого синдрома по ВАШ в поясничном отделе и нижних конечностях, функциональное состояние по ODI, удовлетворенность результатом оперативного лечения по шкале MacNab) и инструментальные параметры, определяемые по МРТ поясничного отдела позвоночника (выраженность дегенеративных изменений по Fujiwara, величину фасеточного угла, наличие тропизма дугоотростчатого сустава).

Нейровизуализационные данные получили с помощью аппарата МРТ «Siemens Magnetom Essenza 1,5 Т». Значения фасеточных углов вычисляли по аксиальным МРТ в программном обеспечении «RadiAnt DICOM Viewer». Тропизм дугоотростчатых суставов верифицировали при разнице между значениями углов правого и левого суставов более 10°.

Статистическую обработку результатов производили в программах «Microsoft Excel» и «Statistica-8». Для оценки значимости различий выборочных совокупностей использовали критерии непараметрической статистики Манна – Уитни при межгрупповом сравнении, критерий Вилкоксона для зависимых выборок, χ^2 Пирсона для бинаминальных признаков, в качестве нижней границы достоверности принят уровень $p < 0,05$. Данные представлены медианой и межквартильным размахом Me (25; 75).

Принцип расчета объема популяционной выборки: для верификации наименьшей клинически значимой разницы по уровню функционального состояния по ODI в 10 баллов и при стандартном отклонении 15,80 % мощности исследования и статистической значимости 5 % достаточно 37 наблюдений в группе. С учетом этого в каждую группу набрали более 37 человек.

Результаты

Общая характеристика исследуемых пациентов по полу, возрасту, конституциональным особенностям представлена в табл. 1. Установлено, что оперированные пациенты преимущественно мужского пола (более

Таблица 1

Распределение исследуемых пациентов по полу, возрасту и конституциональным особенностям

Параметры	Группа I (n = 48)	Группа II (n = 42)	Группа III (n = 51)	
Возраст, лет	37,0 (32; 45)	39,5 (33; 49)	40,0 (34; 54)	
Пол, n (%)	мужской	34 (71)	31 (74)	38 (75)
	женский	14 (29)	11 (26)	13 (25)
Индекс массы тела, кг/м ²	25,6 (23,1; 29,6)	26,1 (23,3; 29,6)	26,5 (23,6; 29,9)	

Таблица 2

Распределение исследуемых пациентов по отдаленным результатам хирургического лечения

Параметры	Группа I (n = 48)	Группа II (n = 42)	Группа III (n = 51)	
ВАШ (поясничный отдел), мм	10,5 (6; 14)	14 (9; 24)	19 (10; 29)	
ВАШ (нижние конечности), мм	8,5 (4; 12)	14 (6; 22)	15,5 (7; 24)	
ODI, баллы	10 (6; 16)	16 (8; 26)	16 (8; 32)	
Шкала MacNab, n (%)	отлично	20 (42)	18 (43)	11 (21)
	хорошо	25 (52)	15 (36)	27 (53)
	удовлетворительно	3 (6)	7 (16)	9 (18)
	неудовлетворительно	—	2 (5)	4 (8)

70 %) с избыточной массой тела (ИМТ > 25,0).

Характеристика отдаленных клинических параметров (в среднем через 24 мес.) пациентов исследуемых групп по уровню болевого синдрома, значению функционального состояния по ODI и степени удовлетворенности проведенной операцией по шкале MacNab отражена в табл. 2. У пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов групп I–III получены в целом функционально приемлемые значения клинических параметров по ВАШ и ODI, а также преимущественно хорошие результаты по шкале субъективной удовлетворенности MacNab.

Основными клиническими параметрами, имеющими прямую взаимосвязь с клиническим послеоперационным исходом и уровнем качества жизни, являются степень болевого синдрома по ВАШ и функциональное состояние по ODI. Сравнение данных параметров со степенью дегенеративных изменений дугоотростчатых суставов по Fujiwara и величиной фасеточного угла и тропизма дугоотростчатых суставов по методике Karacan (рис. 2) показало корреляционную

зависимость отдаленного результата оперативного лечения с исследуемыми нейровизуализационными параметрами (табл. 3, 4).

Установлено, что величина фасеточного угла в группе I значимо коррелировала с клиническими параметрами (ВАШ, ODI) и выраженностью дегенеративных изменений по Fujiwara, корреляционная зависимость с показателем тропизма отсутствовала. В группах II и III отмечена обратная корреляционная зависимость со всеми исследуемыми параметрами, за исключением тропизма, где верифицирована прямая значимая корреляция.

Тропизм дугоотростчатых суставов в группе I значимо не коррелировал с исследуемыми параметрами; в группах II и III отмечена обратная корреляционная зависимость со всеми исследуемыми клиническими параметрами и значимая обратная – с тропизмом.

Таким образом, величина фасеточного угла и в ряде случаев значения тропизма дугоотростчатых суставов, определяемые методом МРТ, имеют прямое влияние на отдаленный клинический исход, что позволяет опре-

делить возможную тактику хирургического лечения.

В целях изучения влияния исследуемых инструментальных параметров на клинический результат и исследования возможности оптимизации тактики лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями ниже-

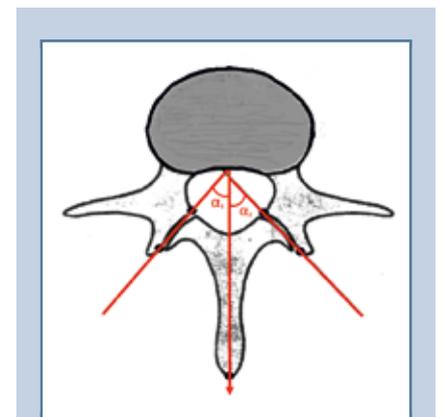


Рис. 2

Способ измерения фасеточного угла (α_1 – для правого дугоотростчатого сустава, α_2 – для левого) и тропизма дугоотростчатого сустава по методике Karacan [16]

Таблица 3

Корреляция фасеточного угла с отдаленными клиническими параметрами по ВАШ и ODI и с показателем тропизма дугоотростчатых суставов

Параметры	Группа I (n = 48)		Группа II (n = 42)		Группа III (n = 51)	
	R	p	R	p	R	p
ВАШ (поясничный отдел, 24 мес.)	0,81	0,009	-0,91	0,005	-0,90	0,002
ВАШ (нижние конечности, 24 мес.)	0,79	0,005	-0,92	0,006	-0,89	0,004
ODI (24 мес.)	0,90	0,006	-0,90	0,008	-0,85	0,009
Fujiwara	0,83	0,008	-0,63	0,003	-0,63	0,003
Тропизм дугоотростчатых суставов	0,09	0,250	0,95	0,001	0,95	0,001

R – показатель корреляции; p – уровень статистической значимости.

Таблица 4

Корреляция показателя тропизма дугоотростчатых суставов с отдаленными клиническими параметрами по ВАШ и ODI с величиной фасеточного угла

Параметры	Группа I (n = 48)		Группа II (n = 42)		Группа III (n = 51)	
	R	p	R	p	R	p
ВАШ (поясничный отдел, 24 мес.)	-0,44	0,67	-0,98	0,005	-0,99	0,001
ВАШ (нижние конечности, 24 мес.)	-0,45	0,51	-0,97	0,007	-0,97	0,004
ODI (24 мес.)	-0,18	0,70	-0,97	0,003	-0,95	0,006
Fujiwara	-0,41	0,83	-0,82	0,001	-0,82	0,002
Фасеточный угол	0,04	0,75	0,95	0,009	0,95	0,004

R – показатель корреляции; p – уровень статистической значимости.

поясничного отдела позвоночника полученные результаты разделили на хороший послеоперационный исход, характеризующийся полным или почти полным возвращением к прежнему (до начала болезни или до последнего обострения) уровню социальной и физической активности (возможно ограничение больших физических нагрузок), и неудовлетворительный – бытовая и социальная активность восстановлены не полностью, отсутствие эффекта от операции или ухудшение состояния.

Сравнительный анализ клинических данных в зависимости от послеоперационного результата в исследуемых группах пациентов представлен в табл. 5.

При анализе значимости степени влияния исследуемых инструментальных параметров на отдаленный клинический результат и исследования возможности оптимизации тактики лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничного отдела позвоночника установлено, что в группе пациентов, оперирован-

ных по методике динамической фиксации минимальные отдаленные исходы по ВАШ и ODI достигнуты при следующих дооперационных параметрах дугоотростчатых суставов: I–II ст. дегенерации по Fujiwara, фасеточный угол менее 60°, вне зависимости от наличия тропизма.

Клинический пример использования тотальной артропластики по поводу дегенеративного заболевания межпозвонкового диска L₅–S₁ представлен на рис. 3. Клиническое обследование до операции: ВАШ в поясничном отделе – 78 мм, в нижних конечностях – 82 мм, ODI – 66 баллов. Предоперационное планирование в сегменте L₅–S₁: фасеточный угол менее 60°, тропизм отсутствует. Клиническое обследование после операции: ВАШ через 24 мес. в поясничном отделе – 5 мм, в нижних конечностях – 2 мм, ODI через 24 мес. – 6 баллов, по шкале MacNab – отличный исход.

В группе пациентов, оперированных по методике ригидной стабилиза-

ции, минимальные отдаленные исходы по ВАШ и ODI достигнуты при следующих дооперационных параметрах дугоотростчатых суставов: III–IV ст. дегенерации по Fujiwara, фасеточный угол более 60°, в случае отсутствия тропизма возможна контралатеральная трансфасеточная фиксация, а при тропизме целесообразно выполнение билатеральной транспедикулярной стабилизации.

Клинический пример использования межтелового спондилодеза, комбинированной трансфасеточной и транспедикулярной стабилизации по поводу дегенеративного заболевания межпозвонкового диска L₄–L₅ представлен на рис. 4. Клиническое обследование до операции: ВАШ в поясничном отделе – 77 мм, в нижних конечностях – 84 мм, ODI – 68 баллов. Предоперационное планирование в сегменте L₄–L₅: фасеточный угол более 60°, тропизм отсутствует. Клиническое обследование после операции: ВАШ через 24 мес. в поясничном отделе 9 мм, в нижних конечностях

Таблица 5
Сравнительный анализ клинических данных в зависимости от послеоперационного результата в исследуемых группах пациентов

Параметры	Группа I (n = 48)		Группа II (n = 42)		Группа III (n = 51)		p
	хорошие исходы (n = 41)	неудовлетворительные исходы (n = 7)	хорошие исходы (n = 36)	неудовлетворительные исходы (n = 6)	хорошие исходы (n = 43)	неудовлетворительные исходы (n = 8)	
ODI (24 мес.), баллы	6 (6; 8)	16 (16; 18)	8 (6; 8)	26 (20; 28)	8 (8; 10)	32 (28; 36)	0,003
ВАШ (поясничный отдел, 24 мес.), мм	6 (5; 8)	14 (14; 16)	9 (8; 10)	24 (22; 26)	10 (10; 12)	29 (27; 30)	0,001
ВАШ (нижние конечности, 24 мес.), мм	4 (3; 5)	16 (14; 18)	6 (5; 7)	22 (21; 23)	7 (7; 8)	24 (22; 25)	0,001
Ангуляция дугоотростчатых суставов до операции, град.	50 (44; 59)	69 (62; 74)	70 (62; 78)	52 (48; 56)	69 (61; 82)	52 (49; 56)	0,008
Тропизм дугоотростчатых суставов до операции	+/-	+/-	+	+/-	-	+/-	0,002
Fujiwara	I (I; II)	II (I; II)	III (II; III)	III (III; IV)	III (III; IV)	III (II; III)	0,004

p — уровень статистической значимости.

стях – 4 мм, ODI через 24 мес. – 10 баллов, по шкале MacNab – отличный исход.

Клинический пример использования межтелового спондилодеза, транспедикулярной стабилизации при дегенеративном заболевании межпозвонкового диска L₄–L₅ представлен на рис. 5. Обследование до операции: ВАШ в поясничном отделе 73 мм, в нижних конечностях – 81 мм, ODI – 70 баллов. Предоперационное планирование в сегменте L₄–L₅: фасеточный угол более 60°, верифицирован тропизм. Обследование после операции: ВАШ через 24 мес. в поясничном отделе – 11 мм, в нижних конечностях – 5 мм, ODI через 24 мес. – 12 баллов, по шкале MacNab – отличный исход.

Для улучшения результатов хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника разработан лечебно-диагностический алгоритм (рис. 6).

Обсуждение

В спинальной хирургии выполняют различные оперативные вмешательства при дегенеративных заболеваниях дугоотростчатых суставов – от минимально-инвазивных пункционных методик до парциальной или тотальной фасетэктомии с ригидной стабилизацией, результаты которых неоднозначны [1–3, 17]. Это, в первую очередь, связано с отсутствием объективных показаний к выбору вида оперативного лечения без учета индивидуальных анатомических особенностей дугоотростчатых суставов [18].

Неудовлетворительные отдаленные клинические исходы, связанные с развитием синдрома смежного сегмента, послеоперационной нестабильностью, псевдоартрозом и рубцовыми интраканальными изменениями, стимулируют исследователей к поиску основных причин, определяющих их развитие [19, 20]. При этом подтверждено влияние параметров фасеточного угла и тропизма дугоотростчатых суставов на биомеханику позвоночного столба.

Изучение взаимосвязи индивидуальных предоперационных параметров дугоотростчатых суставов и результата хирургического вмешательства частично анализируют при выполнении тотальной артропластики поясничного отдела. Так, Shin et al. [18] при изучении данных 42 пациентов с имплантацией протеза диска «ProDisc-L» установили прямую корреляционную взаимосвязь тропизма дугоотростчатых суставов и развития выраженного клинически значимого спондилоартроза после эндопротезирования. Также встречаются исследования, указывающие на значительное прогрессирование дегенеративных изменений дугоотростчатых суставов после тотальной артропластики без детализации дооперационных изменений в суставе. Shim et al. [19] сообщили о дегенерации дугоотростчатых суставов в 36,4 % случаев после установки протеза «Charite» и в 32,0 % случаев после имплантации «ProDisc-L». Siepe et al. [20] указывают о прогрессировании дегенеративных изменений дугоотростчатых суставов в 20,0 % случаев в течение 53,4 мес. наблюдения после тотального эндопротезирования межпозвонкового диска «ProDisc-L». Park et al. [21] в своей работе отметили усугубление клинико-морфологических изменений в дугоотростчатых суставах после имплантации протеза межпозвонкового диска «ProDisc-L» у 29,3 % пациентов.

В проведенном исследовании оценивали взаимосвязь нейровизуализационных параметров дугоотростчатых суставов с кли-

ническим исходом хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника для уточнения показаний к динамической и ригидной стабилизации. При этом следует подчеркнуть, что корреляционную взаимосвязь влияния параметров фасеточного угла и тропизма дугоотростчатых суставов на отдаленный

клинический исход после межтелового спондилодеза, трансфасеточной и транспедикулярной стабилизации ранее не изучали.

Таким образом, описываемый комплексный клиничко-морфологический анализ позволяет утверждать, что определение стадии дегенерации дугоотростчатых суставов по Fujiwara с оценкой параметров фасеточного

угла и тропизма сустава по методике Кагасаи и с учетом измеряемого коэффициента диффузии по данным МРТ-ДВИ в процессе предоперационного планирования является одним из основных моментов в прогнозировании благоприятного отдаленного клинического исхода. Полученные данные позволили сформулировать лечебно-диагностический алгоритм,

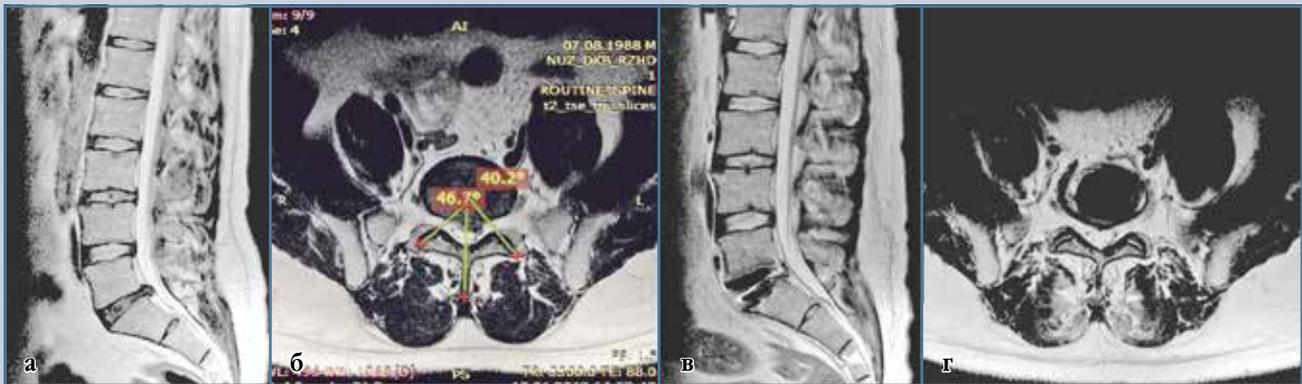


Рис. 3

МРТ пациента Р., 35 лет, с дегенеративным заболеванием поясничного отдела позвоночника на уровне L_5-S_1 : **а** – на сагиттальной МРТ грыжа межпозвонкового диска; **б** – на фронтальной МРТ методика подсчета величины фасеточного угла, тропизм дугоотростчатого сустава отсутствует; **в** – на сагиттальной МРТ состояние после дискэктомии межпозвонкового диска, тотальной артропластики искусственным протезом диска; **г** – на фронтальной МРТ состояние после дискэктомии межпозвонкового диска, тотальной артропластики искусственным протезом диска



Рис. 4

МРТ пациента Х., 43 лет, с дегенеративным заболеванием поясничного отдела позвоночника на уровне L_4-L_5 : **а** – на сагиттальной МРТ грыжа межпозвонкового диска L_4-L_5 ; **б** – на фронтальной МРТ методика подсчета величины фасеточного угла, тропизм дугоотростчатого сустава отсутствует; **в** – на сагиттальной МРТ состояние после дискэктомии межпозвонкового диска L_4-L_5 , межтелового трансфораминального спондилодеза, транспедикулярной стабилизации справа, трансфасеточной фиксации слева; **г** – на фронтальной МРТ состояние после дискэктомии межпозвонкового диска L_4-L_5 , межтелового трансфораминального спондилодеза, транспедикулярной стабилизации справа, трансфасеточной фиксации слева



Рис. 5

МРТ пациента Г., 42 лет, с дегенеративным заболеванием поясничного отдела позвоночника на уровне L_4-L_5 ; **а** – на сагиттальной МРТ грыжа межпозвоночного диска L_4-L_5 ; **б** – на фронтальной МРТ методика подсчета величины фасеточного угла, верифицирован тропизм дугоотростчатого сустава; **в** – на сагиттальной МРТ состояние после дискэктомии межпозвоночного диска L_4-L_5 , межтелового трансфораминального спондилодеза, транспедикулярной стабилизации; **г** – на фронтальной МРТ состояние после дискэктомии межпозвоночного диска L_4-L_5 , межтелового трансфораминального спондилодеза, транспедикулярной стабилизации

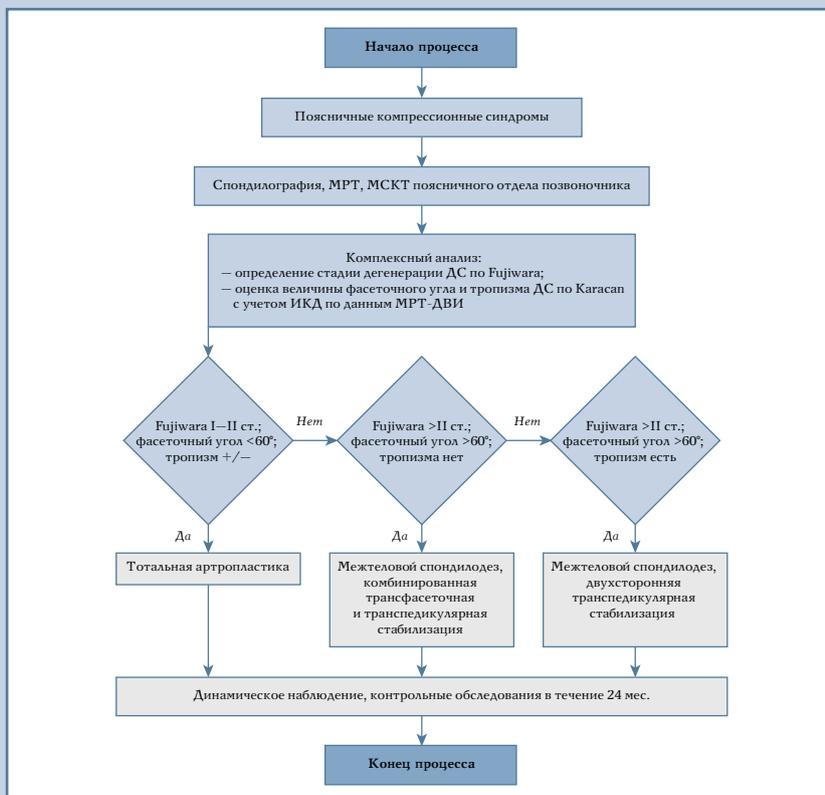


Рис. 6

Лечебно-диагностический алгоритм, основанный на предоперационном клинкоинструментальном планировании при лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника: ДС – дугоотростчатый сустав; ИКД – измеряемый коэффициент диффузии; ДВИ – диффузно-взвешенные изображения

в основу которого положены индивидуальные параметры фасеточного угла и тропизма дугоотростчатых суставов для обоснования выбора хирургической тактики. Это с клинических позиций уточняет и расширяет представления наших предшественников [18, 19, 21] о роли величины фасеточного угла и тропизма дугоотростчатых суставов в прогнозировании отдаленного послеоперационного клинического исхода у пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов.

Заключение

Параметры фасеточного угла и тропизма дугоотростчатых суставов, определяемые неинвазивным методом МРТ, позволили объективно оценить морфоструктурные характеристики дугоотростчатых суставов и определить возможную хирургическую тактику.

При нейровизуализационных параметрах фасеточного угла менее 60° , вне зависимости от наличия тропизма, возможным является выполнение тотальной артропластики межпозвоночного диска.

При нейровизуализационных параметрах фасеточного угла более 60°

показано выполнение ригидной стабилизации оперированного сегмента, при этом в случае отсутствия тропизма возможна контрлатеральная транс-

фасеточная фиксация, а при тропизме – билатеральная транспедикулярная стабилизация.

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

Литература/References

1. **Бывальцев В.А., Калинин А.А., Бельх Е.Г., Сорокиков В.А., Шепелев В.В.** Оптимизация результатов лечения пациентов с сегментарной нестабильностью поясничного отдела позвоночника при использовании малоинвазивной методики спондилодеза // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2015. № 3. С. 45–54. [Byvaltsev VA, Kalinin AA, Belykh EG, Sorokovikov VA, Shepelev VV. Optimization of segmental lumbar spine instability using minimally invasive spinal fusion technique. Zh Vopr Neurokhirimii NN Burdenko. 2015;(3):45–54. In Russian].
2. **Бывальцев В.А., Калинин А.А., Оконешникова А.К., Пестряков Ю.Я.** Анатомо-физиологические особенности фасеточных суставов. Эволюция фасеточной фиксации при лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями пояснично-крестцового отдела позвоночника // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2017. № 3. С. 56–62. [Byvaltsev VA, Kalinin AA, Okoneshnikova AK, Pestryakov YuYa. Anatomic and physiological features of facet joints. Evolution of facet fixation for the treatment of patients with lumbar spine degenerative diseases. Vestnik Travmatologii i Ortopedii imeni NN Priorova. 2017;(3):56–62. In Russian].
3. **Бывальцев В.А., Степанов И.А., Оконешникова А.К.** Влияние тропизма дугоотростчатых суставов на формирование грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника // Хирургия позвоночника. 2018. Т. 15. № 1. С. 49–54. [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: 10.14531/ss2018.149-54.
4. **Крутько А.В.** Сравнительный анализ результатов заднего межтелового спондилодеза (PLIF) и трансфораминального межтелового спондилодеза (TLIF) в сочетании с транспедикулярной фиксацией // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2012. № 1. С. 12–21. [Krutko AV. Comparative analysis of posterior interbody fusion and transforaminal interbody fusion in combination with transpedicular fixation. Vestnik Travmatologii i Ortopedii imeni NN Priorova. 2012;1:12–21. In Russian].
5. **Brailsford JF.** Deformities of the lumbosacral region of the spine. Br J Surg. 1928;16:562–627. DOI: 10.1002/bjs.1800166405.
6. **Masharawi Y, Rothschild B, Dar G, Peleg S, Robinson D, Been E, Hershkovitz I.** Facet orientation in the thoraco-lumbar spine: three-dimensional anatomic and biomechanical analysis. Spine. 2014;29:1755–1763. DOI: 10.1097/01.BRS.0000134575.04084.EF.
7. **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.
8. **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.
9. **Farfan HF, Cossette JW, Robertson GH, Wells RV, Kraus H.** The effects of torsion on the lumbar intervertebral joints: the role of torsion in the production of disc degeneration. J Bone Joint Surg Am. 1970;52:468–497.
10. **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. DOI: 10.1007/BF01654628.
11. **Vanharanta H, Floyd T, Ohnmeiss DD, Hochschuler SH, Guyer RD.** The relationship of facet tropism to degenerative disc disease. Spine. 1993;18:1000–1005. DOI: 10.1097/00007632-199306150-00008.
12. **Русова Т.В., Байков Е.С., Байкалов А.А., Крутько А.В., Рабинович С.С., Новокшонов А.В.** Биохимические особенности рецидивирующих грыж поясничных межпозвонковых дисков при различных стадиях их регенерации // Хирургия позвоночника. 2012. № 2. С. 67–92. DOI: 10.14531/ss2012.2.87-93. [Rusova TV, Baikov ES, Baikalov AA, Krutko AV, Rabinovich SS, Novokshonov AV. Biochemical features of recurrent hernias of lumbar intervertebral discs in separate stages of their regeneration. Hir. Pozvonoc. 2012;(2):67–92. In Russian].
13. **Belykh E, Kalinin AA, Martirosyan NL, Kerimbayev T, Theodore N, Preul MC, Byvaltsev VA.** Facet joint fixation and anterior, direct lateral, and transforaminal lumbar interbody fusions for treatment of degenerative lumbar disc diseases: retrospective cohort study of a new minimally invasive technique. World Neurosurg. 2018;114:e959-e968. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.03.121.
14. **Hashem S, Abdelbar A, Ibrahim H, Alaa-EldinHabib M, Abdel-Monem A, Hamdy H.** Review of device and operator related complications of transpedicular screw fixation for the thoracic and lumbar regions. Egypt J NeurolPsychiatNeurosurg. 2012;49:393–398.
15. **Yoshizawa H, O'Brien JP, Smith WT, Trumper M.** The neuropathology of intervertebral disc removed for low-back pain. J Pathol. 1980;132:95–104. DOI: 10.1002/path.1711320202.
16. **Karacan I, Aydin T, Sahin Z, Cidem M, Koyuncu H, Aktas I, Uludaq M.** Facet angles in lumbar disc herniation: their relation to anthropometric features. Spine. 2004;29:1132–1136. DOI: 10.1097/00007632-200405150-00016.
17. **Рабинович С.С.** Микродискэктомия при поясничных болях // Боль и ее лечение. 1997. № 7. С. 11–12. [Rabinovich SS. Microdiscectomy in lumbar pain. Pain and Its Treatment. 1997;(7):11–12. In Russian].
18. **Shin MH, Ryu KS, Hur JW, Kim JS, Park CK.** Association of facet tropism and progressive facet arthrosis after lumbar total disc replacement using ProDisc-L. Eur Spine J. 2013;22:1717–1722. DOI: 10.1007/s00586-012-2606-3.
19. **Shim CS, Lee SH, Shin HD, Kang HS, Choi WC, Jung B, Choi G, Ahn Y, Lee S, Lee HY.** Charite versus ProDisc: a comparative study of a minimum 3-year follow-up. Spine. 2007;32:1012–1018. DOI: 10.1097/01.brs.0000260795.57798.a0.
20. **Siepe CJ, Zelenkov P, Sauri-Barraza JC, Szeimies U, Grubinger T, Tepass A, Stabler A, Mayer MH.** The fate of facet joint and adjacent level disc degeneration following total lumbar disc replacement: a prospective clinical, X-ray, and magnetic resonance imaging investigation. Spine. 2010;35:1991–2003. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181d6f878.
21. **Park CK, Ryu KS, Jee WH.** Degenerative changes of discs and facet joints in lumbar total disc replacement using ProDisc II: minimum two-year follow-up. Spine. 2008;33:1755–1761. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31817b8f8d.

Адрес для переписки:

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

Статья поступила в редакцию 27.04.2018

Рецензирование пройдено 17.06.2018

Подписано в печать 10.07.2018

Address correspondence to:

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

Received 27.04.2018

Review completed 17.06.2018

Passed for printing 10.07.2018

Вадим Анатольевич Бывальцев, д-р мед. наук, заведующий кафедрой нейрохирургии и инновационных медицинских технологий, Иркутский государственный медицинский университет, Россия, 664003, Иркутск, ул. Красного Восстания, 1; главный нейрохирург, департамент здравоохранения ОАО «РЖД», руководитель Центра нейрохирургии, Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД», Россия, 664005, Иркутск, ул. Боткина, 10; заместитель директора по инновационной и международной деятельности, Иркутский научный центр хирургии и травматологии, Россия, 664003, Иркутск, ул. Борцов Революции, 1; профессор кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии, Иркутская государственная медицинская академия после дипломного образования, Россия, 664049, Иркутск, мкр-н Юбилейный, 100, byval75vadim@yandex.ru;

Алена Константиновна Оконежникова, аспирант кафедры нейрохирургии и инновационной медицины, Иркутский государственный медицинский университет, Россия, 664003, Иркутск, ул. Красного Восстания, 1; врач-нейрохирург Центра нейрохирургии, Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД», Россия, 664005, Иркутск, ул. Боткина, 10, alena-okonesbnikova@mail.ru;

Андрей Андреевич Калинин, канд. мед. наук, доцент кафедры нейрохирургии и инновационной медицины, Иркутский государственный медицинский университет, Россия, 664003, Иркутск, ул. Красного Восстания, 1; врач-нейрохирург Центра нейрохирургии, Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД», Россия, 664005, Иркутск, ул. Боткина, 10, andrei_doc_v@mail.ru;

Самуил Семенович Рабинович, д-р мед. наук, проф., профессор кафедры нейрохирургии, Новосибирский государственный медицинский университет, Россия, 630091, Новосибирск, Красный пр., 52; главный научный сотрудник отдела нейрохирургии, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, srab09@rambler.ru.

Vadim Anatolyevich Byvaltsev, DMSc, Head of the Department of Neurosurgery and Innovative Medical Technologies, Irkutsk State Medical University, Krasnogo Vosstaniya str., 1, Irkutsk, 664003, Russia; chief neurosurgeon, Department of Health Care of JSCo «Russian Railways»; head of Centre of Neurosurgery, Road Clinical Hospital at «Irkutsk-Passazhirskiy» station of JSCo «Russian Railways», Botkin str., 10, Irkutsk, 664005, Russia; Deputy Director for Innovation and International Activities, Irkutsk Scientific Centre for Surgery and Traumatology, Bortsov Revolyutsii str., 1, Irkutsk, 664003, Russia; Professor of the Department of Traumatology, Orthopaedics and Neurosurgery of Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, Yubilejnymicrodistrict, 100, Irkutsk, 664049, Russia, byval75vadim@yandex.ru;

Alyona Konstantinovna Okonesbnikova, postgraduate student the Department of Neurosurgery and Innovative Medical Technologies, Irkutsk State Medical University, Krasnogo Vosstaniya str., 1, Irkutsk, 664003, Russia; neurosurgeon, Centre of Neurosurgery, Road Clinical Hospital at «Irkutsk-Passazhirskiy» station of JSCo «Russian Railways», Botkin str., 10, Irkutsk, 664005, Russia; alena-okonesbnikova@mail.ru;

Andrey Andreyevich Kalinin, MD, PhD, associate professor of the Department of Neurosurgery and Innovative Medical Technologies, Irkutsk State Medical University, Krasnogo Vosstaniya str., 1, Irkutsk, 664003, Russia; neurosurgeon, Centre of Neurosurgery, Road Clinical Hospital at «Irkutsk-Passazhirskiy» station of JSCo «Russian Railways», Botkin str., 10, Irkutsk, 664005, Russia; andrei_doc_v@mail.ru;

Samuil Semyonovich Rabinovich, MD, DMSc, Prof; Professor of the Department of Neurosurgery, Novosibirsk State Medical University, Krasny Prospekt, 52, Novosibirsk, 630091, Russia; Chief Researcher of the Department of Neurosurgery, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiuyan, Frunze str., 17, Novosibirsk, 630091, Russia; srab09@rambler.ru.