

DOI: 10.17650/1683-3295-2021-23-2-25-33



# ОТДАЛЕННЫЕ КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИСХОДЫ ТОТАЛЬНОЙ АРТРОПЛАСТИКИ МЕЖПОЗВОНКОВЫХ ДИСКОВ НА УРОВНЕ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОГО ПЕРЕХОДА

И.А. Степанов<sup>1,2</sup>, В.А. Белобородов<sup>1</sup>, З.С. Саакян<sup>3</sup>, И.И. Томашов<sup>4</sup>, В.Г. Трезников<sup>5</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России; Россия, 664003 Иркутск, ул. Красного Восстания, 1;

<sup>2</sup>ООО «Харламповская клиника»; Россия, 664025 Иркутск, ул. Горького, 8;

<sup>3</sup>ГБУЗ РС(Я) «Республиканская больница №2»; Россия, 677005 Якутск, ул. П. Алексеева, 83а;

<sup>4</sup>ГУЗ «Краевая клиническая больница»; Россия, 672038 Чита, ул. Коханского, 7;

<sup>5</sup>ГБУЗ «Городская клиническая больница №1»; Россия, 353915 Новороссийск, ул. Революции 1905 года, 30

**Контакты:** Иван Андреевич Степанов [stepanovivanneuro@gmail.com](mailto:stepanovivanneuro@gmail.com)

**Цель исследования** – провести анализ отдаленных клинико-рентгенологических исходов тотальной артропластики межпозвонковых дисков на уровне пояснично-крестцового перехода.

**Материалы и методы.** Выполнено многоцентровое ретроспективное наблюдательное когортное исследование. Данные получены из медицинских карт 93 пациентов (38 мужчин, 55 женщин, средний возраст  $39,9 \pm 7,5$  года), у которых выполнена тотальная артропластика межпозвонковых дисков на уровне пояснично-крестцового перехода. Оценивались как клинические параметры, так и результаты инструментальных исследований. Средняя длительность послеоперационного наблюдения составила  $33,4 \pm 9,5$  мес.

**Результаты.** Выраженность болевого синдрома в поясничном отделе позвоночного столба статистически значительно уменьшилась с  $7,3 \pm 2,5$  до  $1,9 \pm 2,2$  см по визуально-аналоговой шкале ( $p < 0,001$ ). Индекс Освестри (Oswestry Disability Index) статистически значительно снизился с  $43,4 \pm 17,6$  до  $18,9 \pm 16,0$  % ( $p < 0,001$ ), а качество жизни по шкале SF-36 (Short Form-36), включая ментальный и физический компоненты, повысилось с  $30,8 \pm 8,5$  % до  $52,3 \pm 12,4$  % ( $p < 0,001$ ). Через 12 мес после операции амплитуда движений в оперированном позвоночно-двигательном сегменте статистически значительно уменьшилась с  $5,3 \pm 3,2^\circ$  до  $4,1 \pm 3,6^\circ$  ( $p < 0,009$ ), амплитуда движений в смежном позвоночно-двигательном сегменте изменилась незначительно – с  $8,6 \pm 4,1^\circ$  до  $7,8 \pm 3,8^\circ$  ( $p > 0,05$ ). Общий угол поясничного лордоза после установки протеза межпозвонкового диска на уровне пояснично-крестцового перехода статистически значительно увеличился с  $49,1 \pm 4,8^\circ$  до  $55,6 \pm 5,5^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Протезы межпозвонковых дисков с углом лордоза  $10^\circ$  статистически значительно положительно коррелируют с увеличением значений сегментарного лордоза, в отличие от имплантатов с углом  $6^\circ$  ( $r_s = 0,86$ ,  $p = 0,04$ ). Выраженность болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника по визуально-аналоговой шкале статистически значительно отрицательно коррелировала с амплитудой движений в оперированном сегменте на поздних сроках послеоперационного наблюдения (24 и 36 мес,  $r_s = -0,74$ ,  $p = 0,015$ ).

**Заключение.** Методика тотальной артропластики поясничных межпозвонковых дисков – эффективный способ хирургического лечения пациентов с дегенеративным заболеванием позвоночника на уровне пояснично-крестцового перехода.

**Ключевые слова:** пояснично-крестцовый переход, межпозвонковый диск, дегенеративное заболевание, тотальная артропластика, отдаленные результаты

**Для цитирования:** Степанов И.А., Белобородов В.А., Саакян З.С. и др. Отдаленные клинико-рентгенологические исходы тотальной артропластики межпозвонковых дисков на уровне пояснично-крестцового перехода. Нейрохирургия 2021;23(2):25–33. DOI: 10.17650/1683-3295-2021-23-2-25-33.

## Long-term clinical and radiological outcomes after total lumbar disc replacement at the lumbosacral junction

I.A. Stepanov<sup>1,2</sup>, V.A. Beloborodov<sup>1</sup>, Z.S. Saakyan<sup>3</sup>, I.I. Tomashov<sup>4</sup>, V.G. Treznikov<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk State Medical University; 1 Krasnogo Vosstaniya St., Irkutsk 664003, Russia;

<sup>2</sup>Kharlampiev Clinic; 8 Gorkogo St., Irkutsk 664025, Russia;

<sup>3</sup>Republican Hospital №2; 83a P. Alekseeva St., Yakutsk 677005, Russia;

<sup>4</sup>Regional Clinical Hospital; Kokhanskogo St., 7, Chita 672038, Russia;

<sup>5</sup>City Clinical Hospital №1; 30 Revolutsii 1905 goda St., Novorossiysk 353915, Russia

**Contacts:** Ivan Andreevich Stepanov stepanovivanneuro@gmail.com

**The study objective** is to analyze long-term clinical and radiological outcomes in patients after performing total lumbar disc replacement at the level of the lumbosacral junction.

**Materials and methods.** A multicenter retrospective observational cohort study was performed. The study included medical records of patients who underwent total lumbar disc replacement at the level of the lumbosacral junction. Both clinical and instrumental parameters were assessed. According to the eligibility criteria, 93 patients were included in the study (38 men, 55 women, mean age  $39.9 \pm 7.5$  years). The average postoperative observation period for the respondents was  $33.4 \pm 9.5$  months.

**Results.** The severity of pain in the lumbar spine on a visual analogue scale significantly decreased (from  $7.3 \pm 2.5$  to  $1.9 \pm 2.2$  cm,  $p < 0.001$ ). The indicators of the quality of life according to the Oswestry Disability Index and according to the Short Form-36 scale (including the mental and physical components) of the studied group of respondents significantly improved (from  $43.4 \pm 17.6$  to  $18.9 \pm 16.0$  %,  $p < 0.001$  and from  $30.8 \pm 8.5$  to  $52.3 \pm 12.4$  %,  $p < 0.001$ , respectively). From the 12<sup>th</sup> month of observation of the respondents, a significant decrease in the values of the range of motions of the operated segment was noted from  $5.3 \pm 3.2^\circ$  to  $4.1 \pm 3.6^\circ$  ( $p < 0.009$ ). Also, from the 12<sup>th</sup> month of postoperative observation, a slight decrease in the values of the range of motions of the adjacent segment from  $8.6 \pm 4.1^\circ$  to  $7.8 \pm 3.8^\circ$  ( $p > 0.05$ ) was verified. The value of global lumbar lordosis after the installation of a lumbar intervertebral disc prosthesis at the level of the lumbosacral junction significantly increased from  $49.1 \pm 4.8^\circ$  to  $55.6 \pm 5.5^\circ$  ( $p < 0.001$ ). Intervertebral disc prostheses with a lordotic angle of  $10^\circ$  reliably positively correlate with an increase in the values of segmental lordosis, in contrast to implants with an angle of  $6^\circ$  ( $r_s = 0.86$ ,  $p = 0.04$ ). The severity of pain in the lumbar spine according to visual analogue scale and the range of motion of the operated segment has a significant negative correlation in the late periods of postoperative follow-up (24 and 36 months,  $r_s = -0.74$ ,  $p = 0.015$ ).

**Conclusion.** The total lumbar disc replacement technique is an effective method of surgical treatment of patients with degenerative diseases of the intervertebral discs of the lumbosacral spine, including at the level of the lumbosacral junction.

**Key words:** lumbosacral junction, intervertebral disc, degenerative disease, total disc replacement, long-term outcomes

**For citation:** Stepanov I.A., Beloborodov V.A., Saakyan Z.S. et al. Long-term clinical and radiological outcomes after total lumbar disc replacement at the lumbosacral junction. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2020;23(2): 25–33. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2021-23-2-25-33.

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день задняя ригидная поясничная стабилизация считается «золотым стандартом» хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями пояснично-крестцового отдела позвоночника [1, 2]. Однако данный вид вмешательств, как правило, ассоциирован с развитием ряда осложнений, из которых наиболее частыми являются повреждение паравертебральных мышц при выполнении хирургического доступа, изменение параметров сагиттального баланса, мальпозиция стабилизирующих конструкций, псевдоартроз и дегенерация и/или дегенеративное заболевание смежных позвоночно-двигательных сегментов [3]. Дегенерация и дегенеративное заболевание смежных сегментов после выполнения поясничной фиксации напрямую связаны с изменением нормальных биомеханических параметров пояснично-крестцового отдела позвоночника, увеличением нагрузки на смежные сегменты и развитием биомеханического «стресса» последних [4].

С целью предупреждения развития нежелательных явлений, связанных с изменением параметров биомеханики позвоночного столба после выполнения ригидной поясничной стабилизации, в начале 80-х годов

прошлого столетия была разработана и внедрена в клиническую практику методика тотальной артропластики (ТА) межпозвонковых дисков [5]. Она позволяет сохранить нормальные параметры биомеханики позвоночника и тем самым снизить частоту развития дегенерации и дегенеративного заболевания смежных позвоночно-двигательных сегментов [6, 7].

Результаты поиска в PubMed, EMBASE, Cochrane Library, eLibrary.ru свидетельствуют о наличии единичных исследований отдаленных клинико-рентгенологических исходов ТА межпозвонковых дисков на уровне пояснично-крестцового перехода [8–11]. Важно отметить, что их выводы являются неоднозначными и во многом противоречивыми, что и стало стимулом к проведению настоящего исследования.

**Цель исследования** – провести анализ отдаленных клинико-рентгенологических исходов ТА межпозвонковых дисков на уровне пояснично-крестцового перехода.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

**Дизайн исследования.** Выполнено многоцентровое ретроспективное наблюдательное когортное исследование согласно международным рекомендациям

по проведению наблюдательных исследований и представлению их результатов (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology, STROBE) [12].

**Критерии соответствия.** Данные получены из медицинских карт пациентов, которым выполнена ТА межпозвонковых дисков на уровне пояснично-крестцового перехода. Показаниями к ТА служили:

- 1) умеренная степень дегенерации межпозвонковых дисков (I–II по классификации С. Pfirrmann и соавт. [13]);
- 2) умеренная степень дегенерации дугоотростчатых суставов (I–II по классификации А. Fujiwara и соавт. [14]);
- 3) наличие болевого синдрома, устойчивого к консервативным методам лечения (длительностью не менее 4–6 нед);
- 4) сохранность высоты межтелового промежутка на указанном уровне (>50 % от вышележащего);
- 5) отсутствие признаков сегментарной нестабильности позвоночно-двигательного сегмента (линейная трансляция ≤4 мм, сагиттальная ангуляция ≤10°).

**Критерии исключения** из исследования:

- 1) дегенеративное заболевание межпозвонковых дисков на уровне L<sub>1</sub>–L<sub>5</sub>;
- 2) остеопения/остеопороз;
- 3) травмы позвоночника;
- 4) признаки нестабильности позвоночно-двигательных сегментов;
- 5) индекс массы тела >30 кг/м<sup>2</sup>;
- 6) стеноз позвоночного канала;
- 7) выраженная дегенерация дугоотростчатых суставов (III–IV степени по классификации А. Fujiwara и соавт. [14]);
- 8) снижение высоты дегенерированного межпозвонкового диска более чем на 50 %;
- 9) наличие очагов хронической инфекции.

**Участники исследования.** В исследование включены 93 пациента (38 мужчин, 55 женщин, средний возраст 39,9 ± 7,5 года). Средняя длительность послеоперационного наблюдения за респондентами составила 33,4 ± 9,5 мес.

**Условия проведения.** Исследование выполнено на базах отделения неврологии и нейрохирургии Харлампиевской клиники (Иркутск), отделения нейрохирургии Краевой клинической больницы (Чита), Центра экстренной медицинской помощи Республиканской больницы № 2 (Якутск) и отделения нейрохирургии Городской клинической больницы № 1 (Новороссийск).

**Продолжительность исследования.** Исследование проводилось в период с января 2015 г. по август 2020 г.

**Описание медицинского вмешательства.** ТА межпозвонковых дисков на уровне пояснично-крестцового перехода выполнена по общепринятой хирургической методике с применением параректального ретроперитонеального доступа. После обработки операционного поля антисептическим раствором под внутривенным

обезболиванием с искусственной вентиляцией легких в положении пациента на спине производили классический параректальный ретроперитонеальный доступ слева в проекции дегенерированного поясничного межпозвонкового диска. Кожа, подкожная жировая клетчатка и влагалище *m. rectus abdominis* рассекали проекционно. Путем тупой диссекции осуществляли собственно ретроперитонеальный доступ к передней поверхности пояснично-крестцового отдела позвоночника. Следующим этапом осуществляли мобилизацию *aa. et vv. iliaca communes*, а при необходимости и их ветвей. В тела позвонков, смежные с дегенерированным межпозвонковым диском, для полноценной визуализации последнего и отграничения магистральных сосудов устанавливали металлические ограничители с помощью специального ранорасширителя SynFrame (Synthes, Швейцария). Под операционным микроскопом выполняли тотальную микродискэктомию с билатеральной фораминотомией и обязательным иссечением задней продольной связки (*lig. longitudinale posterius*). С помощью специализированного набора инструментов формировали ложе для протеза диска M6-L (Spinal Kinetics, Швейцария). Затем в сформированное ложе имплантировали протез с центральным положением последнего. Положение установленного имплантата контролировали с помощью интраоперационной флюороскопии, а также с помощью спондилографии и мультиспиральной компьютерной томографии пояснично-крестцового отдела позвоночника в раннем послеоперационном периоде (рис. 1).

**Клинические исходы.** Оценивали следующие параметры:

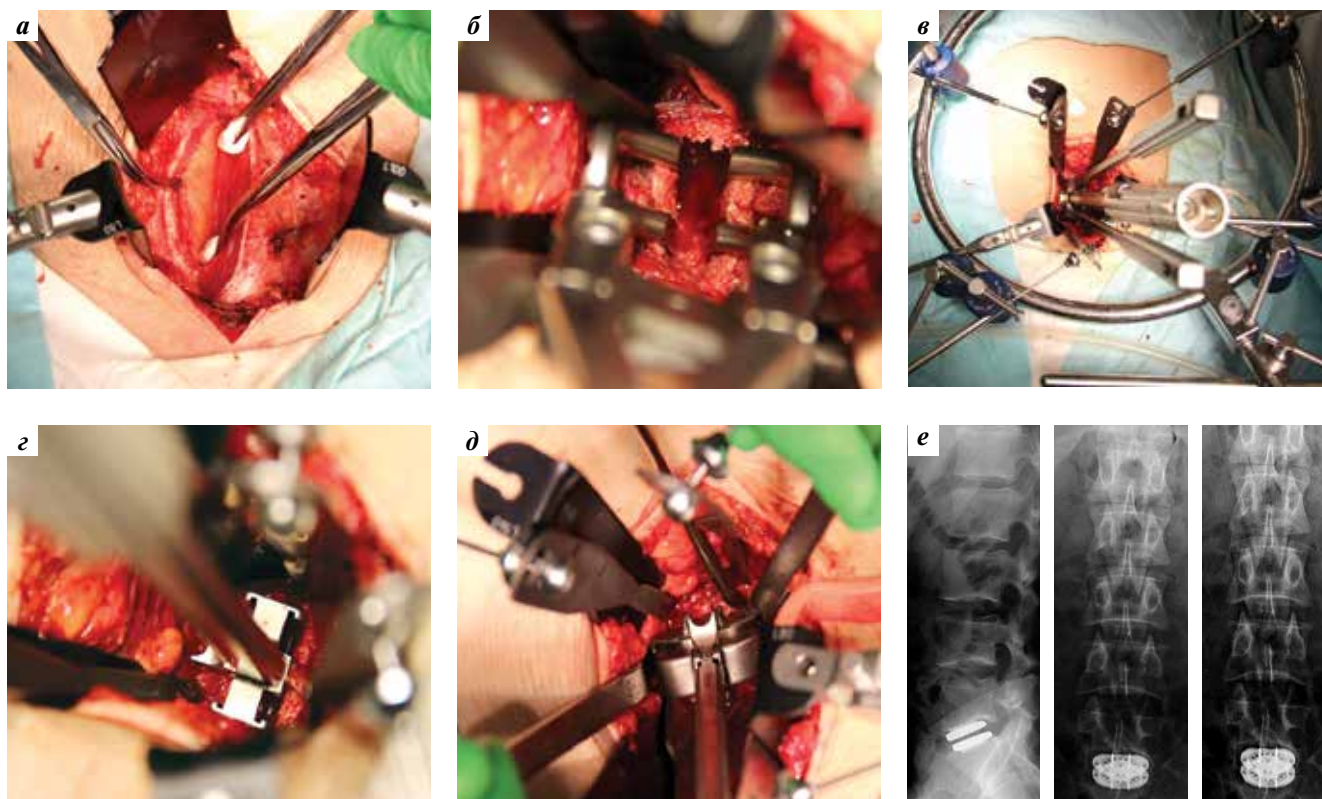
- индекс Освестри (Oswestry Disability Index);
- качество жизни пациентов по шкале SF-36 (Short Form-36), включая ментальный (Mental Health) и физический (Physical Health) компоненты;
- выраженность болевого синдрома в пояснично-крестцовом отделе позвоночника по визуально-аналоговой шкале (ВАШ).

**Рентгенологические исходы.** Анализировали амплитуду движений в оперированном и смежном (L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub>) позвоночно-двигательных сегментах, сегментарный угол поясничного лордоза, общий угол поясничного лордоза и степень изменения сегментарного угла поясничного лордоза в зависимости от геометрических особенностей протеза поясничного межпозвонкового диска.

**Нежелательные явления.** Регистрировали частоту различных нежелательных явлений в разные периоды послеоперационного наблюдения за респондентами.

**Этическая экспертиза.** Протокол исследования одобрен этическим комитетом Иркутского государственного медицинского университета.

**Статистический анализ данных** выполнен с помощью программного обеспечения Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corp., США) и SPSS 20.0 (SPSS Inc., США).



**Рис. 1.** Поясничная тотальная артропластика: а–д – этапы выполнения операции; е – послеоперационный рентгенологический контроль  
**Fig. 1.** Total lumbar disc replacement: a–d – stages of the operation; e – postoperative radiological control

Согласованность и последовательность данных проверены на нормальность с использованием квантиль-квантильных графиков. Повторные измерения выполнены с помощью дисперсионного ANOVA-теста для сравнения средних значений изучаемых параметров в различные периоды послеоперационного наблюдения. Для оценки эффектов применен метод группирования выборок с наименее значимой разницей с 95 % доверительными интервалами. Корреляционный анализ данных выполнен с применением метода Спирмена. Порог значимости  $p$  выбран равным 0,05.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

**Клинические исходы исследования.** Выраженность болевого синдрома в поясничном отделе позвоночного столба статистически значимо уменьшилась с  $7,3 \pm 2,5$  до  $1,9 \pm 2,2$  см по ВАШ ( $p < 0,001$ ). Индекс Освестри статистически значимо снизился с  $43,4 \pm 17,6$  до  $18,9 \pm 16,0$  % ( $p < 0,001$ ), а оценка по шкале SF-36 – повысилась с  $30,8 \pm 8,5$  до  $52,3 \pm 12,4$  % ( $p < 0,001$ ).

**Рентгенологические исходы исследования.** Дооперационное среднее значение амплитуды движений в оперированном позвоночно-двигательном сегменте составило  $6,7 \pm 4,2^\circ$ , а к 6-му месяцу наблюдения оно уменьшилось до  $5,9 \pm 3,7^\circ$  ( $p > 0,05$ ). Через 12 мес после операции этот показатель снизился с  $5,3 \pm 3,2^\circ$  до  $4,1 \pm 3,6^\circ$  ( $p < 0,009$ ) (рис. 2).

Предоперационное среднее значение амплитуды движений в смежном сегменте ( $L_4-L_5$ ) составило  $8,8 \pm 4,9^\circ$ , а к 6-му месяцу наблюдения оно возросло до  $10,3 \pm 4,4^\circ$  ( $p > 0,05$ ). Через 12 мес после операции этот показатель незначительно уменьшился (с  $8,6 \pm 4,1^\circ$  до  $7,8 \pm 3,8^\circ$ ), но различия не достигли уровня статистической значимости ( $p > 0,05$ ).

**Общий угол поясничного лордоза** после установки протеза межпозвонкового диска на уровне пояснично-крестцового перехода статистически значимо увеличился с  $49,1 \pm 4,8^\circ$  до  $55,6 \pm 5,5^\circ$  ( $p < 0,001$ ) (рис. 3). Это изменение, безусловно, связано со статистически значимым увеличением угла поясничного лордоза в оперированном сегменте (с  $17,8 \pm 4,7^\circ$  до  $27,7 \pm 5,9^\circ$ ,  $p < 0,001$ ) (рис. 4). Важно отметить, что изменение угла поясничного лордоза в оперированном сегменте также обусловлено и уменьшением угла лордоза в смежном сегменте (с  $19,6 \pm 4,6^\circ$  до  $17,4 \pm 4,9^\circ$ ,  $p < 0,002$ ) (рис. 5).

**Влияние геометрии имплантата на сегментарный лордоз.** При выполнении ТА межпозвонковых дисков на уровне пояснично-крестцового перехода применялись протезы с углами лордоза  $6^\circ$  и  $10^\circ$ . Анализ сегментарных углов поясничного лордоза в различные сроки после операции продемонстрировал, что статистически значимое увеличение данного рентгенологического параметра наблюдается при использовании и имплантатов с углом  $6^\circ$ , и имплантатов с углом  $10^\circ$  ( $p = 0,03$ )

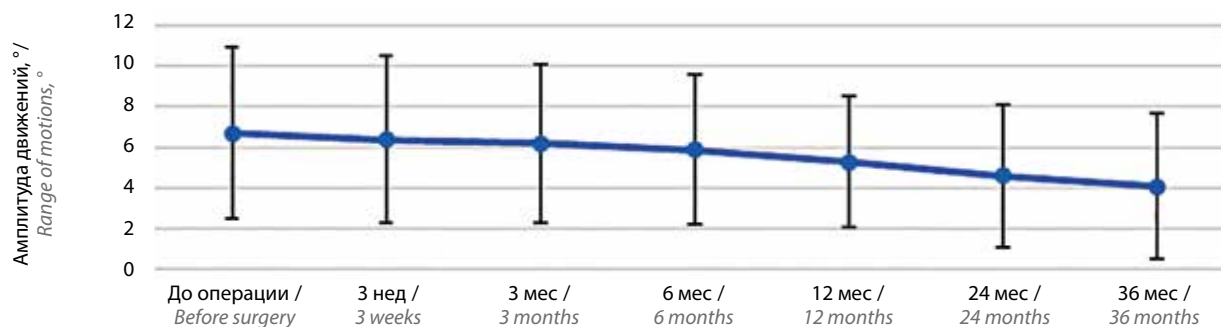


Рис. 2. Амплитуда движений в оперированном позвоночно-двигательном сегменте в период послеоперационного наблюдения

Fig. 2. Range of motions of the operated spinal segment during the postoperative follow-up

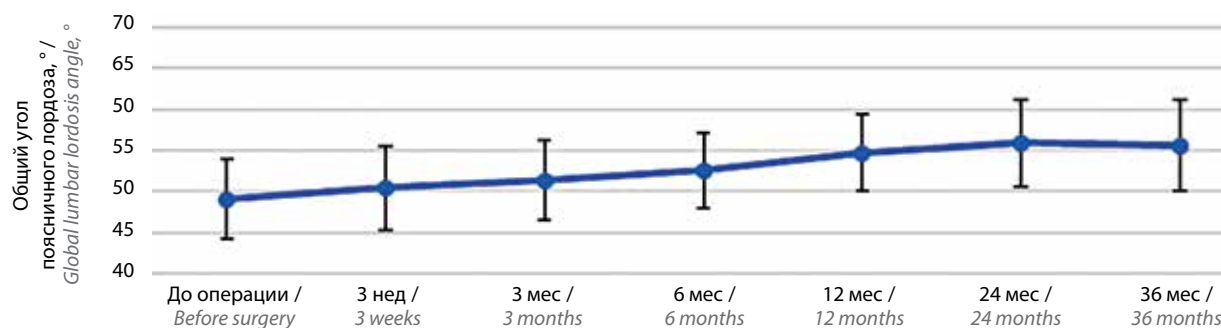


Рис. 3. Общий угол поясничного лордоза в период послеоперационного наблюдения

Fig. 3. Global lumbar lordosis angle during the postoperative follow-up

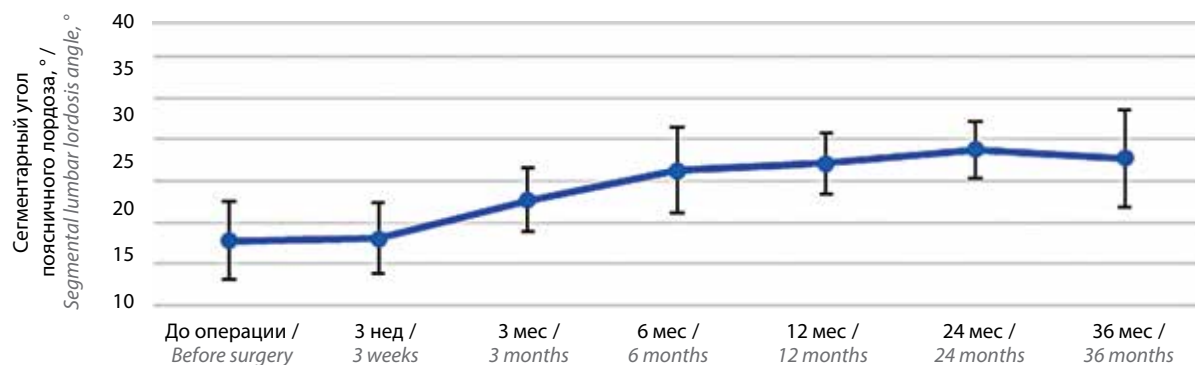


Рис. 4. Угол поясничного лордоза в оперированном сегменте в период послеоперационного наблюдения

Fig. 4. Lumbar lordosis angle of the operated segment during the postoperative follow-up

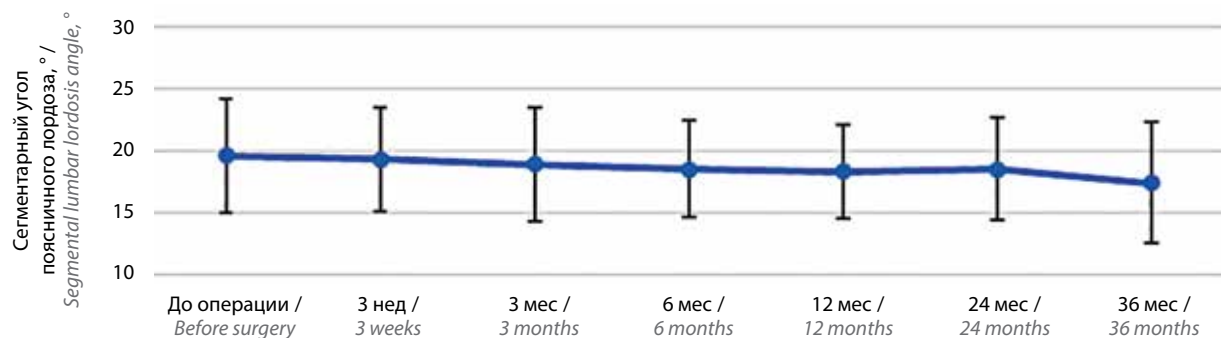


Рис. 5. Угол поясничного лордоза в смежном сегменте в период послеоперационного наблюдения

Fig. 5. Lumbar lordosis angle of the adjacent segment during the postoperative follow-up

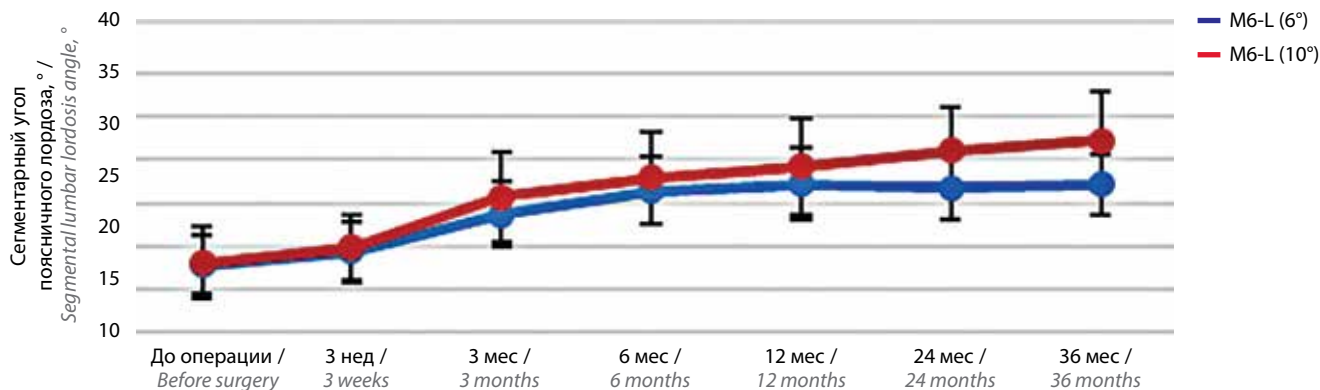


Рис. 6. Влияние геометрии протезов межпозвонковых дисков на угол поясничного лордоза в оперированном сегменте

Fig. 6. Effect of the geometry of intervertebral disc prostheses on the lumbar lordosis angle of the operated segment

(рис. 6). Тем не менее статистический анализ данных показал, что протезы межпозвонковых дисков с углом  $10^\circ$  статистически значимо положительно коррелируют с увеличением угла сегментарного лордоза, в отличие от имплантатов с углом  $6^\circ$  ( $r_s = 0,86, p = 0,04$ ).

**Влияние сегментарного угла лордоза на амплитуду движений.** Анализ рентгенологических параметров позволяет сделать вывод, что между сегментарным углом поясничного лордоза и амплитудой движений в оперированном сегменте статистически значимой корреляционной связи нет ( $r_s = 0,24, p > 0,05$ ).

**Корреляция между клиническими параметрами и амплитудой движений.** Корреляционный анализ показал, что лишь выраженность болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника по ВАШ статистически значимо отрицательно коррелирует с амплитудой движений в оперированном сегменте на поздних сроках послеоперационного наблюдения (24 и 36 мес,  $r_s = -0,74, p = 0,015$ ).

**Нежелательные явления.** В течение всего периода послеоперационного наблюдения признаки гетеротипической оссификации выявлены у 19 % пациентов (I–II степени по классификации Р. McAfee и соавт. [15]). Клинические признаки ретроградной эякуляции отмечены в 5,3 % случаев; они полностью регрессировали в раннем послеоперационном периоде. Краевое повреждение *v. iliaca communis dextra* в момент установки имплантата с формированием небольшой забрюшинной гематомы произошло у 1 пациента. При участии сосудистого хирурга выполнено наложение шва на стенку вены с аппликацией гемостатической губки и назначением в послеоперационном периоде пероральных антикоагулянтов.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Как уже отмечено выше, выполнение поясничной ригидной стабилизации, как правило, ассоциировано с различными нежелательными явлениями [3, 16], для предупреждения развития которых разработана методика ТА межпозвонковых дисков [5]. Но, несмотря на активное применение ТА у пациентов с дегене-

ративным заболеванием межпозвонковых дисков, вопрос о ее эффективности в отдаленном послеоперационном периоде по-прежнему остается спорным.

Восстановление и сохранение нормальных биомеханических параметров позвоночного столба представляют собой одну из важнейших целей современной хирургии позвоночника и ортопедии. По мнению В. Sakig и соавт. [17] и R. Huang и соавт. [18], на сегодняшний день отсутствуют убедительные данные об истинных биомеханических параметрах позвоночника после установки различных стабилизирующих имплантатов, в том числе протезов межпозвонковых дисков.

В некоторых поперечных клинических исследованиях выявлены принципиальные различия в подвижности позвоночника в зависимости от пола и возраста респондентов [19, 20]. Так, E. Trudelle-Jackson и соавт. [21] представили нормальные значения амплитуды движений в поясничном отделе позвоночника. Кроме того, авторы обнаружили половые и этнические различия в значениях амплитуды движений в пояснично-крестцовом отделе позвоночника и подтвердили факт значительного ухудшения данного биомеханического параметра с возрастом. Принимая во внимание результаты исследования E. Trudelle-Jackson и соавт. [21], можно предположить, что возрастное уменьшение амплитуды является результатом старения организма, в связи с чем применение методики ТА межпозвонковых дисков имеет строгие возрастные ограничения.

Некоторые клинические исследования, в том числе многоцентровые проспективные рандомизированные, подтверждают высокую клиническую эффективность ТА поясничных межпозвонковых дисков у пациентов с дегенеративным заболеванием последних, в том числе на уровне пояснично-крестцового соединения [8, 9, 11]. Полученные нами результаты полностью согласуются с этими данными. Важно отметить, что уменьшение амплитуды движений в оперированном сегменте не имело статистически значимой корреляционной связи с клинико-неврологическими

проявлениями в отдаленном послеоперационном периоде.

По мнению ряда авторов, увеличение сегментарного угла лордоза после выполнения ТА поясничных межпозвонковых дисков приводит к увеличению нагрузки на дугоотростчатые суставы и, как следствие, к их дегенерации [22, 23]. Более того, в работах W. Kafer и соавт. [24] и C. Siepe и соавт. [25] отмечено, что значительное увеличение угла лордоза после ТА поясничных межпозвонковых дисков может вызвать подвывих дугоотростчатых суставов. C. Siepe и соавт. [26] с помощью магнитно-резонансной томографии изучили особенности хрящевой ткани дугоотростчатых суставов на уровне менее подвижных позвоночно-двигательных сегментов. Авторы пришли к заключению, что на уровне менее подвижных сегментов происходит ускоренная дегенерация хрящевой ткани дугоотростчатых суставов. Согласно результатам настоящего исследования, увеличение общего угла поясничного лордоза и угла лордоза в оперированном сегменте не приводило к дегенерации дугоотростчатых суставов.

По мнению S. Glassman и соавт. [27], достижение нормальных параметров биомеханики поясничного отдела позвоночного столба и сагиттального баланса является обязательным условием для выполнения любого декомпрессивно-стабилизирующего оперативного вмешательства. В физиологических условиях биомеханические параметры пояснично-крестцового отдела позвоночника способны изменяться, в особенности на уровне пояснично-крестцового перехода [27]. M. Shin и соавт. [28] считают, что выполнение динамической или ригидной стабилизации на уровне пояснично-крестцового перехода будет лишь нарушать процесс физиологической коррекции биомеханики поясничного отдела позвоночника и обусловит прогрессирование дегенеративного заболевания его структур.

Применение методики передней поясничной ригидной стабилизации позволяет предупредить возникновение некоторых нежелательных явлений, развивающихся при выполнении задней поясничной фиксации: сохраняется целостность паравертебральных мышц и дугоотростчатых суставов, проводится эффективный спондилодез, отсутствует установка транспедикулярных винтовых систем. Благодаря этому обеспечивается значительный регресс клинко-неврологической симптоматики [29]. Однако в отдаленном послеоперационном периоде многие пациенты предъявляют жалобы на обострение болевого синдрома в нижней части спины и/или ногах [29]. Обострение болевого синдрома, как правило, связано с изменением нор-

мальных параметров биомеханики пояснично-крестцового отдела позвоночника при установке ригидной стабилизирующей конструкции и утратой физиологической коррекции на уровне пояснично-крестцового перехода [30, 31]. В свою очередь, методика ТА поясничных межпозвонковых дисков позволяет эффективно восстанавливать биомеханические параметры и сохраняет возможность физиологической коррекции на уровне пояснично-крестцового отдела позвоночника (и пояснично-крестцового сочленения в частности) [32]. Указанная особенность может объяснять высокую клиническую эффективность данного оперативного вмешательства у пациентов с дегенеративным заболеванием поясничных межпозвонковых дисков.

**Ограничения исследования.** Во-первых, исследование имело ретроспективный характер и включало небольшое число пациентов, что не могло не отразиться на результатах статистического анализа данных. Во-вторых, нами исследован лишь один тип протезов поясничных межпозвонковых дисков, что не позволяет экстраполировать выводы исследования на другие типы имплантатов. В-третьих, не учитывались параметры позвоночно-тазового баланса до и после установки протезов поясничных межпозвонковых дисков на уровне пояснично-крестцового перехода.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В отдаленном послеоперационном периоде уменьшается амплитуда движений как в оперированном, так и в смежных позвоночно-двигательных сегментах, но это изменение не влияет на клинко-неврологические проявления. Общий угол поясничного лордоза в течение всего периода наблюдения статистически значимо увеличился. Необходимо подчеркнуть, что изменение общего угла поясничного лордоза связано с увеличением сегментарного угла лордоза в оперированном сегменте. В свою очередь, изменение угла поясничного лордоза в оперированном сегменте зависит от значения угла лордоза в смежном сегменте.

Таким образом, ТА поясничных межпозвонковых дисков – эффективный метод хирургического лечения пациентов с дегенеративным заболеванием межпозвонковых дисков на уровне пояснично-крестцового перехода.

Безусловно, для более объективной оценки клинко-инструментальной эффективности данного вида оперативного вмешательства необходимо проведение крупных многоцентровых рандомизированных контролируемых исследований с изучением различных видов протезов межпозвонковых дисков.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Коновалов Н.А., Назаренко А.Г., Асютин Д.С. и др. Современные методы лечения дегенеративных заболеваний межпозвонкового диска. Обзор литературы. Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко 2016;4(80):102–8. [Konovalov N.A., Nazarenko A.G., Asyutin D.S. et al. Modern treatments for degenerative disc diseases of the lumbosacral spine. A literature review. Zhurnal "Voprosy neurokhirurgii" im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery 2016;4(80):102–8. (In Russ.).]
2. Schnake K.J., Rappert D., Storz B. et al. Lumbale Spondylodese – Indikationen und Techniken. Orthophade 2019;48(1):50–8. DOI: 10.1007/s00132-018-03670-w.
3. Hu W., Tang J., Wu X. et al. Minimally invasive versus open transforaminal lumbar fusion: a systematic review of complications. Int Orthop 2016;40(9):883–90. DOI: 10.1007/s00264-016-3153-z.
4. Tobert D.G., Antoci V., Patel S.P. et al. Adjacent segment disease in the cervical and lumbar spine. Clin Spine Surg 2017;30(3):94–101. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000442.
5. Salzman S.N., Plais N., Shue J., Girardi F.P. Lumbar disc replacement surgery – successes and obstacles to widespread adoption. Curr Rev Musculoskelet Med 2017;10(2):153–9. DOI: 10.1007/s12178-017-9397-4.
6. Cui X.D., Li H.T., Zhang W. et al. Mid- to long-term results of total disc replacement for lumbar degenerative disc disease: a systematic review. J Orthop Surg Res 2018;13(1):326. DOI: 10.1186/s13018-018-1032-6.
7. Lazenec J.Y., Rakover J.P., Rousseau M.A. Five-year follow-up of clinical and radiological outcomes of LP-ESP elastomeric lumbar total disc replacement in active patients. Spine J 2019;19(2):218–24. DOI: 10.1016/j.spinee.2018.05.023.
8. Blumenthal S., McAfee P.C., Guyer R.D. et al. A prospective, randomized, multicenter Food and Drug Administration investigational device exemptions study of lumbar total disc replacement with the CHARITE artificial disc versus lumbar fusion: part I: evaluation of clinical outcomes. Spine (Phila Pa 1976) 2005;30(14):E387–91. DOI: 10.1097/01.brs.0000170587.32676.0e.
9. Wuertinger C., Annes R.D.A., Hitzl W., Siepe C.J. Motion preservation following total lumbar disc replacement at the lumbosacral junction: a prospective long-term clinical and radiographic investigation. Spine J 2018;18(1):72–80. DOI: 10.1016/j.spinee.2017.06.035.
10. Zigler J.E., Blumenthal S.L., Guyer R.D. et al. Progression of adjacent-level degeneration after lumbar total disc replacement: results of a post-hoc analysis of patients with available radiographs from a prospective study with 5-year follow-up. Spine (Phila Pa 1976) 2018;43(20):1395–400. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002647.
11. Furunes H., Hellum C., Espeland A. et al. Adjacent disc degeneration after lumbar total disc replacement or nonoperative treatment: a randomized study with 8-year follow-up. Spine (Phila Pa 1976) 2018;43(24):1695–703. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002712.
12. Von Elm E., Altman D.G., Egger M. et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: guidelines for reporting observational studies. Int J Surg 2014;12(12):1495–9. DOI: 10.1016/j.ijsu.2014.07.013.
13. Pfirrmann C.W., Metzdorf A., Zanetti M. et al. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. Spine (Phila Pa 1976) 2001;26(17):1873–8. DOI: 10.1097/00007632-200109010-00011.
14. Fujiwara A., Tamai K., Yamato M. et al. The relationship between facet joint osteoarthritis and disc degeneration of the lumbar spine: an MRI study. Eur Spine J 1999;8(5):396–401. DOI: 10.1007/s005860050193.
15. McAfee P.C., Cunningham B.W., Devine J. et al. Classification of heterotopic ossification (HO) in artificial disc replacement. J Spinal Disord Tech 2003;16(4):384–9. DOI: 10.1097/00024720-200308000-00010.
16. Bozzio A.E., Johnson C.R., Fattor J.A. et al. Stand-alone anterior lumbar interbody, transforaminal lumbar interbody, and anterior/posterior fusion: analysis of fusion outcomes and costs. Orthopedics 2018;41(5):e655–2. DOI: 10.3928/01477447-20180711-06.
17. Cakir B., Schmidt R., Mattes T. et al. Index level mobility after total lumbar disc replacement: is it beneficial or detrimental? Spine (Phila Pa 1976) 2009;34(9):917–23. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31819b213c.
18. Huang R.C., Girardi F.P., Cammisa F.P.Jr. et al. Correlation between range of motion and outcome after lumbar total disc replacement: 8.6-year follow-up. Spine (Phila Pa 1976) 2005;30(12):1407–11. DOI: 10.1097/01.brs.0000166528.67425.0e.
19. McGregor A.H., McCarthy I.D., Hughes S.P. Motion characteristics of the lumbar spine in the normal population. Spine (Phila Pa 1976) 1995;20(22):2421–28. DOI: 10.1097/00007632-199511001-00009.
20. Ng J.K., Kippers V., Richardson C.A., Parnianpour M. Range of motion and lordosis of the lumbar spine: reliability of measurement and normative values. Spine (Phila Pa 1976) 2001;26(1):53–60. DOI: 10.1097/00007632-200101010-00011.
21. Trudelle-Jackson E., Fleisher L.A., Borman N. et al. Lumbar spine flexion and extension extremes of motion in women of different age and racial groups: the WIn study. Spine (Phila Pa 1976) 2010;35(16):1539–44. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181b0c3d1.
22. Cunningham B.W., Gordon J.D., Dmitriev A.E. et al. Biomechanical evaluation of total disc replacement arthroplasty: an *in vitro* human cadaveric model. Spine (Phila Pa 1976) 2003;28(20):S110–7. DOI: 10.1097/01.BRS.0000092209.27573.90.
23. McAfee P.C., Cunningham B.W., Hayes V. et al. Biomechanical analysis of rotational motions after disc arthroplasty: implications for patients with adult deformities. Spine (Phila Pa 1976) 2006;31(19 Suppl):S152–60. DOI: 10.1097/01.brs.0000234782.89031.03.
24. Kafer W., Clessienne C.B., Daxle M. et al. Posterior component impingement after lumbar total disc replacement: a radiographic analysis of 66 ProDisc-L prostheses in 56 patients. Spine (Phila Pa 1976) 2008;33(22):2444–9. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318182c37b.
25. Siepe C.J., Korge A., Grochulla F. et al. Analysis of post-operative pain patterns following total lumbar disc replacement: results from fluoroscopically guided spine infiltrations. Eur Spine J 2008;17(1):44–56. DOI: 10.1007/s00586-007-0519-3.
26. Siepe C.J., Zelenkov P., Sauri-Barraza J.C. et al. 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 (Phila Pa 1976) 2010;35(22):1991–2003. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181d6f878.
27. Glassman S.D., Bridwell K., Dimar J.R. et al. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. Spine (Phila Pa 1976) 2005;30(18):2024–9. DOI: 10.1097/01.brs.0000179086.30449.96.
28. Shin M.H., Ryu K.S., Hur J.W. et al. Comparative study of lumbopelvic sagittal alignment between patients with and without sacroiliac joint pain after lumbar interbody fusion. Spine (Phila Pa 1976) 2013;38(21):E1334–41. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182a0da47.
29. Gornet M.F., Burkus J.K., Dryer R.F. et al. Lumbar disc arthroplasty versus anterior lumbar interbody fusion: 5-year outcomes for patients in the Maverick disc investigational device exemption study. J Neurosurg Spine 2019;31(3):347–56. DOI: 10.3171/2019.2.SPINE181037.

30. Tannoury T., Kempegowda H., Haddadi K., Tannoury C. Complications associated with minimally invasive Anterior to the Psoas (ATP) fusion of the lumbosacral spine. *Spine (Phila Pa 1976)* 2019;44(19): E1122–9. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003071.
31. Qureshi R., Puvanesarajah V., Jain A. et al. A comparison of anterior and posterior lumbar interbody fusions: complications, readmissions, discharge dispositions, and costs. *Spine (Phila Pa 1976)* 2017;42(24):1865–70. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002248.
32. Beatty S. We need to talk about lumbar total disc replacement. *Int J Spine Surg* 2018;12(2):201–40. DOI: 10.14444/5029.

**Вклад авторов**

И.А. Степанов: разработка дизайна исследования, получение данных для анализа, анализ полученных данных, написание текста статьи;

В.А. Белобородов: научное редактирование статьи;

З.С. Саакян, И.И. Томашов, В.Г. Трепезников: обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи.

**Authors' contributions**

I.A. Stepanov: developing the research design, obtaining data for analysis, analysis of the obtained data, article writing;

V.A. Beloborodov: scientific editing of the article;

Z.S. Saakyan, I.I. Tomashov, V.G. Trepeznikov: reviewing of publications on the article's theme, article writing.

**ORCID авторов / ORCID of authors**

И.А. Степанов / I.A. Stepanov: <https://orcid.org/0000-0001-9039-9147>

В.А. Белобородов / V.A. Beloborodov: <https://orcid.org/0000-0002-3299-1924>

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Financing.** The study was performed without external funding.

**Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики**

Протокол исследования одобрен на заседании этического комитета Иркутского государственного медицинского университета. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

**Compliance with patient rights and principles of bioethics**

The study protocol was approved by the biomedical ethics committee of Irkutsk State Medical University. All patients gave written informed consent to participate in the study.

**Статья поступила:** 06.10.2020. **Принята к публикации:** 16.03.2021.

**Article submitted:** 06.10.2020. **Accepted for publication:** 16.03.2021.