

*В.А. Бывальцев^{1, 2, 3}, А.А. Калинин¹, В.В. Шепелев¹

¹ Иркутский государственный медицинский университет, Иркутск, Российская Федерация

² Иркутский научный центр хирургии и травматологии, Иркутск, Российская Федерация

³ Иркутская государственная академия последипломного образования, Иркутск, Российская Федерация

Сравнение результатов и экономической эффективности минимально инвазивного и открытого трансфораминального поясничного межтелового спондилодеза: метаанализ проспективных когортных исследований

Обоснование. Минимально инвазивный трансфораминальный поясничный спондилодез (MIS-TLIF) становится наиболее популярным методом лечения в современной вертебрологии. Но при этом ограниченное рабочее пространство, значимая интраоперационная лучевая нагрузка и высокие риски развития периоперационных осложнений, связанные с длительной кривой обучения, являются сдерживающими факторами к широкому применению этой технологии большинством спинальных хирургов. **Цель исследования** — провести метаанализ, основанный на результатах проспективных когортных клинических исследований, которые сравнивают результаты применения методик минимально инвазивного и открытого трансфораминального межтелового спондилодеза в лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника. **Методы.** Проведен поиск рандомизированных клинических исследований в базах данных Pubmed, EMBASE, eLibrary и Cochrane Library, опубликованных в период с января 2008 по декабрь 2018 г., которые сравнивали результаты применения методик минимально инвазивного (MIS-TLIF) и открытого (Open-TLIF) трансфораминального межтелового спондилодеза в лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника. Для дихотомических переменных рассчитаны относительный риск и 95% доверительный интервал, в свою очередь для непрерывных переменных использованы стандартизированная разница средних значений и их 95% доверительных интервалов с использованием модели случайных эффектов. **Результаты.** В метаанализ вошло 21 проспективное когортное исследование, из них 3 являлись рандомизированными контролируемые клиническими. Всего оценены результаты хирургического лечения 1762 пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника. В группе MIS-TLIF верифицированы достоверно меньшие параметры длительности оперативного вмешательства ($p < 0,00001$), объема интраоперационной кровопотери ($p < 0,00001$), сроков послеоперационного стационарного лечения ($p < 0,00001$), экономических затрат на лечение ($p < 0,00001$) и количества периоперационных неблагоприятных последствий ($p = 0,006$). При этом продолжительность интраоперационной флюороскопии зарегистрирована значимо меньше в группе Open-TLIF ($p < 0,00001$). **Заключение.** Способ MIS-TLIF в сравнении с методикой Open-TLIF имеет достоверно низкие объективные показатели, характеризующие травматичность хирургического вмешательства, а также связанные с этим риски развития нежелательных последствий, продолжительность госпитализации и финансовые затраты на лечение пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника. При этом в группе MIS-TLIF подтверждено значимо большее время интраоперационного облучения, что обусловлено техническими особенностями выполнения чрескожных закрытых манипуляций при отсутствии прямой визуализации оперируемого сегмента.

Ключевые слова: поясничный отдел позвоночника, дегенеративные заболевания, трансфораминальный межтеловой спондилодез, транспедикулярная стабилизация, минимально инвазивная спинальная хирургия, метаанализ, проспективные когортные исследования, рандомизированные контролируемые исследования.

(Для цитирования: Бывальцев В.А., Калинин А.А., Шепелев В.В. Сравнение результатов и экономической эффективности минимально инвазивного и открытого трансфораминального поясничного межтелового спондилодеза: метаанализ проспективных когортных исследований. Вестник РАМН. 2019;74(2):125–135. doi: 10.15690/vramn1093)

Введение

Ригидная стабилизация поясничных сегментов является общепринятым оперативным вмешательством при большинстве клинически значимых спинальных патологий — дегенеративных заболеваниях, травматических повреждениях и деформациях позвоночника [1, 2].

В настоящее время существуют различные варианты поясничного спондилодеза, осуществляемого из переднего, бокового, заднего и заднебокового доступов [3]. При этом установлено, что техника открытого одностороннего (трансфораминального) подхода (open transforaminal

lumbar interbody fusion, Open-TLIF) сопровождается минимальной тракцией невралжных структур и эффективной реконструкцией позвоночного канала для оптимальной и безопасной прямой декомпрессии [4]. Тем не менее такой вид вмешательства сопряжен со значимым повреждением паравертебральных тканей при доступе, что сопровождается выраженным послеоперационным болевым синдромом и снижением функциональной активности пациентов [5, 6].

Минимально инвазивный трансфораминальный поясничный спондилодез (minimally invasive surgery transforaminal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF) стано-

вится наиболее популярным методом лечения в современной вертебрологии [7]. Это связано с низким ятрогенным повреждением мышц, связок и костной ткани при выполнении всех этапов оперативного вмешательства [8]. Но при этом ограниченное рабочее пространство, значимая интраоперационная лучевая нагрузка и высокое число осложнений, связанное с длительной кривой обучения, являются сдерживающими факторами для широкого применения такой технологии большинством спинальных хирургов [9, 10]. В свою очередь, накопление опыта выполнения минимально инвазивных хирургических вмешательств создает предпосылки к сокращению времени операции и предупреждению рисков развития периоперационных неблагоприятных последствий. В связи с этим анализ результатов современных клинических исследований является особенно актуальным.

В настоящее время имеется противоречивая информация о сравнении клинической эффективности методик MIS-TLIF и Open-TLIF, что в первую очередь связано со значимой долей субъективизма при интерпретации данных уровня болевого синдрома и функционального статуса [4, 9]. Для этого важным является объективная оценка минимально инвазивных и традиционных хирургических методик с целью достоверного сравнения их результатов.

При этом, несмотря на очевидную клиническую эффективность MIS-TLIF и сопоставимые рентгенологические данные о формировании полноценного костного блока с Open-TLIF [5, 6], имеются указания на

повышенную ионизирующую нагрузку при выполнении чрескожных манипуляций вследствие отсутствия прямой визуализации оперируемого сегмента [2, 11]. Это способствует повышенному интересу к изучению радиационной нагрузки на медицинский персонал и пациента при методике MIS-TLIF.

Все вышеперечисленное явилось побудительным моментом к проведению настоящего метаанализа.

Цель исследования — провести метаанализ, основанный на результатах проспективных когортных клинических исследований, которые сравнивают результаты применения методик минимально инвазивного и открытого трансфораминального межтелового спондилодеза в лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника.

Методы

Стратегия поиска и отбора литературных данных

Осуществлен поиск проспективных когортных клинических исследований в базах данных Pubmed, EMBASE, eLibrary и Cochrane Library, опубликованных в период с января 2008 по декабрь 2018 г., которые сравнивали результаты применения методик минимально инвазивного (MIS-TLIF) и открытого (Open-TLIF) трансфораминального межтелового спондилодеза в лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями

126

*V.A. Byvaltsev^{1, 2, 3}, A.A. Kalinin¹, V.V. Shepelev¹

¹ Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russian Federation

² Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, Irkutsk, Russian Federation

³ Irkutsk State Academy of Postgraduate Education, Irkutsk, Russian Federation

Comparison of Results and Cost-Effectiveness of Minimally Invasive and Open Transforaminal Lumbar Interbody Fusion: A Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies

Background: Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MIS-TLIF) is becoming the most popular treatment method in modern vertebral surgery. But at the same time, limited working space, significant intraoperative radiation exposure and high risks of developing perioperative complications associated with a long learning curve are constraints for the widespread use of this technology by most spinal surgeons. **Aims:** to conduct a meta-analysis based on the results of prospective cohort clinical studies that compare the results of the application of minimally invasive and open transforaminal interbody spinal fusion techniques in treating patients with degenerative lumbar diseases. **Materials and methods:** A search for randomized clinical trials was conducted in the Pubmed, EMBASE, eLibrary and Cochrane Library databases published from January 2008 to December 2018, which compared the results of minimally invasive (MIS-TLIF) and open (Open-TLIF) techniques transforaminal interbody fusion in treating patients with degenerative diseases of the lumbar spine. For dichotomous variables, the relative risk and 95% confidence interval were calculated; in turn, standardized difference of mean values and their 95% confidence intervals were used for continuous variables, using the random effects model. **Results:** The meta-analysis included 21 prospective cohort studies, three of which were randomized controlled clinical trials. The results of the surgical treatment of 1762 patients with degenerative diseases of the lumbar spine were evaluated in total. In the MIS-TLIF group, reliably smaller parameters of the duration of surgical intervention ($p < 0.00001$), the volume of intraoperative blood loss ($p < 0.00001$), the timing of postoperative inpatient treatment ($p < 0.00001$), the economic costs of treatment ($p < 0.00001$) and the number of perioperative adverse effects ($p = 0.006$). At the same time, the duration of intraoperative fluoroscopy is registered significantly less in the Open-TLIF group ($p < 0.00001$). **Conclusions:** The MIS-TLIF method in comparison with the Open-TLIF method has significantly lower objective indicators characterizing the invasiveness of the surgical intervention, as well as the development of undesirable consequences, the associated shorter duration of hospitalization and financial costs for treating patients with degenerative diseases of the lumbar spine. At the same time, significantly more time of intraoperative irradiation was confirmed, due to the technical features of performing transcutaneous closed manipulations in the absence of direct visualization of the operated segment in the MIS-TLIF group.

Key words: lumbar spine, degenerative diseases, transforaminal interbody spinal fusion, transpedicular stabilization, minimally-invasive spinal surgery, meta-analysis, prospective cohort studies, randomized controlled studies.

(For citation): Byvaltsev VA, Kalinin AA, Shepelev VV. Comparison of Results and Cost-Effectiveness of Minimally Invasive and Open Transforaminal Lumbar Interbody Fusion: A Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences.* 2019;74(2):125–135. doi: 10.15690/vramn1093

поясничного отдела позвоночника. Поиск литературных данных осуществлен двумя исследователями. При возникновении разногласий относительно включения работы в метаанализ, решение принималось коллегиально с участием всего авторского коллектива. Исследование выполнено в соответствии с международными рекомендациями по написанию систематических обзоров и метаанализов PRISMA [12].

На начальном этапе проводился поиск литературных источников с использованием ключевых слов «degenerative disease», «lumbar spine», «transforaminal interbody fusion», «TLIF», «minimally invasive spine surgery», «MIS», «open», «clinical outcomes», «radiological outcomes» «X-ray exposure», «cost-effectiveness» для англоязычных систем и «дегенеративные заболевания поясничного отдела позвоночника», «трансфораминальный межтеловой спондилодез», «минимально инвазивная хирургия», «открытая хирургия», «клинические исходы», «рентгенологические результаты», «интраоперационная рентгеноскопия», «экономическая эффективность» для русскоязычных баз, а также ручной отбор статей по названиям на соответствие критериям исследования. Затем просматривали абстракты статей и исключали публикации, не соответствующие критериям исследования. В последующем изучали полный текст отобранных статей на соответствие критериям включения и список литературы на наличие релевантных исследований (рис. 1).

Критерии соответствия

С целью сравнения эффективности двух указанных видов оперативных вмешательств определены следующие критерии соответствия литературных источников:

- 1) включенные исследования: проспективные когортные клинические исследования, анализирующие результаты применения методик минимально инвазивного и открытого трансфораминального межтелового спондилодеза у взрослых пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника и соответствующей неврологической симптоматикой;
- 2) виды оперативных вмешательств: исследования, сравнивающие методики минимально инвазивного и открытого трансфораминального поясничного межтелового спондилодеза с применением различных имплантатов;
- 3) исходы: исследования, анализирующие результаты выполнения указанных видов оперативных вмешательств по следующим параметрам:
 - длительность оперативного вмешательства;
 - объем интраоперационной кровопотери;
 - продолжительность интраоперационной флюороскопии;
 - сроки послеоперационного стационарного лечения;
 - экономические затраты на лечение;
 - количество нежелательных осложнений;
- 4) наличие полнотекстового формата статьи на английском или русском языках.

Оценка риска предвзятости исследований

Каждое рандомизированное клиническое исследование, включенное в данный метаанализ, оценено с помощью опции «Оценка риска предвзятости исследования» программного обеспечения Review Manager 5.3 (The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration, 2014, Копенгаген, Дания) по следующим параметрам:

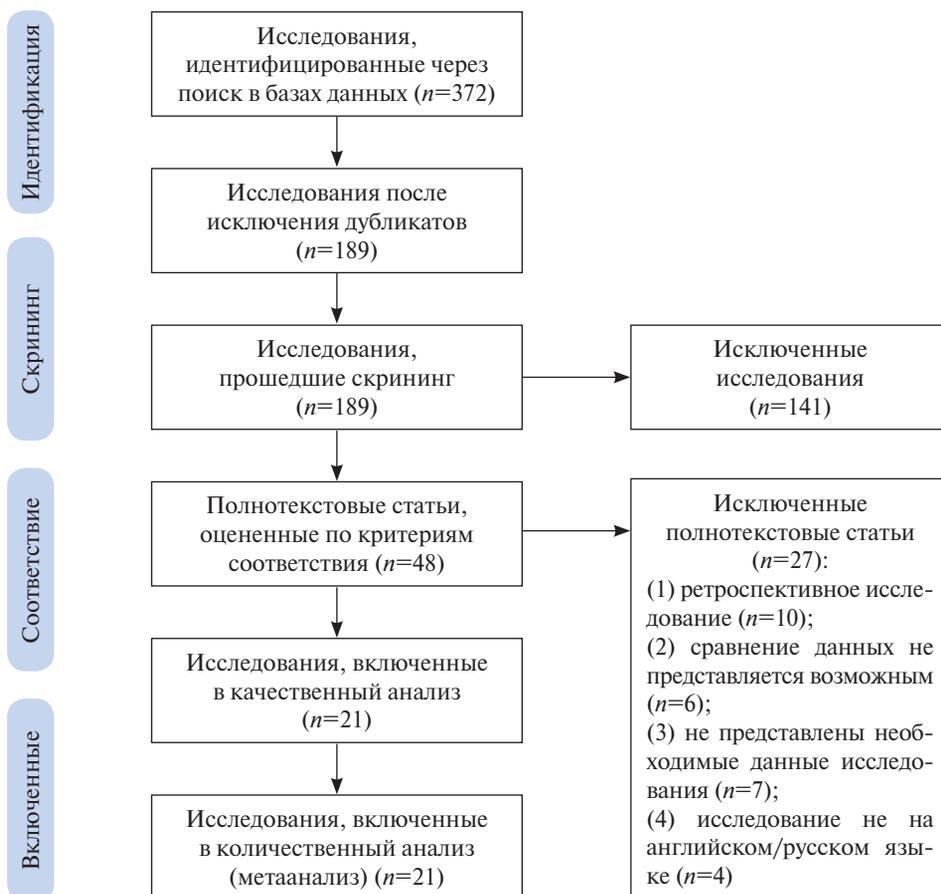


Рис. 1. Стратегия поиска и отбора литературных данных для включения в метаанализ

Исследования	Параметры предвзятости					
	Генерация последовательности данных	Сокрытие данных исследования	Использование процедуры ослепления	Неполный перечень полученных данных исследования	Выборочное представление результатов исследования	Иные параметры
[16]	■	■	■	■	■	■
[6]	■	■	■	■	■	■
[26]	■	■	■	■	■	■

Рис. 2. Оценка риска предвзятости для каждого исследования, включенного в метаанализ

Примечание. ■ — низкий риск, ■ — неопределенный риск, ■ — высокий риск.

- 1) генерация последовательности данных;
- 2) сокрытие данных исследования;
- 3) использование процедуры ослепления;
- 4) неполный перечень полученных данных исследования;
- 5) выборочное представление результатов исследования;
- 6) иные параметры предвзятости (рис. 2).

Суммарные оцененные риски предвзятости для всех исследований разделены на «низкие», «неопределенные» и «высокие» (рис. 3). Для оценки методологического качества нерандомизированных проспективных клинических исследований использована шкала Ньюкасл-Оттава (Newcastle-Ottawa Scale) [13].

Статистический анализ данных

Для дихотомических переменных рассчитаны относительный риск (ОР) и 95% доверительный интервал (95% ДИ), в свою очередь для непрерывных переменных использованы стандартизованная разница средних значений (СРС) и их 95% ДИ с использованием модели случайных эффектов (МСЭ). Оценка степени гетерогенности выполнена с помощью коэффициента I². При значении коэффициента I² менее 25% исследования считались гомогенными, от 25 до 50% — низкой степени, от 50 до 75% — умеренной степени, более 75% — высокой степени гетерогенности. Асимметрия исследования анализировалась с помощью построения воронкообразной диаграммы и линейного регрессионного теста Эггера (Egger test). Построение древовидных диаграмм выполнено с по-

мощью программного обеспечения Review Manager 5.3 (The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration, 2014, Копенгаген, Дания). Достоверными считались различия $p \leq 0,05$.

Результаты

Поиск литературных данных Согласно критериям соответствия, в настоящий метаанализ вошло 21 проспективное когортное исследование, из которых три являлись рандомизированными контролируемые клиническими исследованиями, включающими результаты хирургического лечения 1762 пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника. Общая характеристика исследований, включенных в проведенный анализ, представлена в табл.

Во всех исследованиях, соответствующих критериям включения в данный метаанализ, представлена необходимая информация о применении минимально инвазивного и открытого трансфораминального поясничного межтелового спондилодеза.

Длительность оперативного вмешательства

Информация о длительности оперативного вмешательства с использованием минимально инвазивного и открытого трансфораминального поясничного межтелового спондилодеза представлена в 19 проспективных когортных исследованиях [2, 5, 6, 8, 10, 14–27]. Отмечена статистически значимо меньшая продолжительность операции в группе MIS-TLIF: СРС=-0,48; 95% ДИ -1,41–0,45; $p < 0,00001$; I²=98% (рис. 4).

Объем интраоперационной кровопотери

В 19 проспективных когортных исследованиях, включенных в данный метаанализ [2, 5, 6, 8, 10, 14–24, 26–28], представлена информация об объеме интраоперационной кровопотери при выполнении операций ригидной стабилизации. Верифицированы меньшие значения размера кровопотери в группе MIS-TLIF: СРС=-2,33; 95% ДИ -2,96...-1,70; $p < 0,00001$; I²=96% (рис. 5).

Продолжительность интраоперационной флюороскопии

Информация о продолжительности интраоперационной флюороскопии при выполнении операции трансфораминального межтелового спондилодеза и траспедикулярной стабилизации представлена в 9 исследованиях, включенных в настоящий метаанализ [2, 5, 6, 10, 14, 16, 18, 23, 25]. В значениях длительности интраопераци-

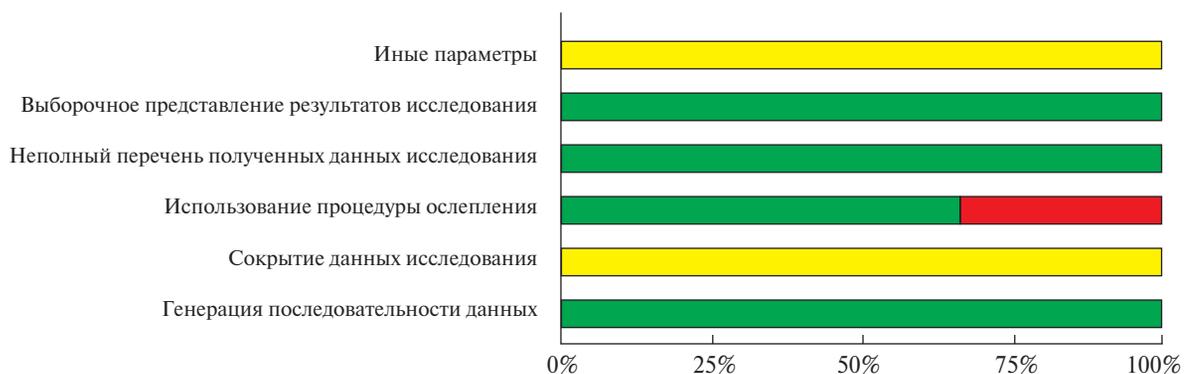


Рис. 3. Суммарные риски предвзятости для всех исследований, включенных в метаанализ

Примечание. ■ — низкий риск, ■ — неопределенный риск, ■ — высокий риск.

Таблица. Общая характеристика исследований, включенных в метаанализ

Исследование	Год	Страна	Тип исследования	Число пациентов		Средний возраст, лет		Пол муж/жен		Длительность операции, мин		Объем кровопотери, мл		Рентгеновое излучение, сек		Осложнения, %		Период наблюдения, мес	Балл по шкале Newcastle-Ottawa
				MIS-TLIF	Opep-TLIF	MIS-TLIF	Opep-TLIF	MIS-TLIF	Opep-TLIF	MIS-TLIF	Opep-TLIF	MIS-TLIF	Opep-TLIF	MIS-TLIF	Opep-TLIF				
[14]	2009	Сингапур	ПКИ	29	29	54,1 (26,4–73,6)	52,5 (23,8–71,3)	5/24	5/24	216,4±48	170,5±32	150±80	681±200	105,5±14	35,2±5	6,9	13,8	24–48	7
[28]	2009	Швейцария	ПКИ	18	18	45,5	48,1	-	-	н/д	н/д	456±532,4	961±532,4	н/д	н/д	16,7	5,6	22/24	6
[15]	2010	Китай	ПКИ	32	30	51,4±7,2	52±6,4	18/14	14/16	159,2±21,7	142,8±22,5	399,8±125,8	517±147,8	н/д	н/д	18,7	16,7	24	6
[16]	2010	Китай	ПКИ/РКИ	42	43	47,9±8,5	53,2±10,6	13/19	16/27	456±32	145±27	264±89	673±145	84±21	37±19	11,9	9,3	26,3	-
[10]	2011	Китай	ПКИ	41	38	51,4±15,3	57,3±12,1	24/17	25/15	168,7±36,4	145±26,8	207,7±57,6	258,9±122,2	92,7±13,8	43,9±10,2	7,3	13,2	24	8
[17]	2012	США	ПКИ	14	7	48,14±13,21	47,28±9,86	4/10	3/4	235±88,36	211±43,23	220,0±207,32	280±207,32	н/д	н/д	0	28,6	24	7
[18]	2012	Сингапур	ПКИ	72	72	52,2±13,8	56,6±14,6	20/52	22/50	166,4±52,1	181,8±45,4	50,6±161	447,4±519,2	49±33,9	17,6±20	9,7	12,5	24	8
[29]	2012	Австралия	ПКИ	37	30	68,56±12,99	67,48±13,19	19/18	16/14	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	5,6	35,7	11,46/18,69	8
[19]	2012	США	ПКИ	33	33	51,67±12,9	49,85±10,72	23/10	21/12	113±32,3	184,5±33,94	125,5±52,175	271±84,91	н/д	н/д	н/д	н/д	6	8
[5]	2013	Сингапур	ПКИ	40	40	56,6±1,63	56,8±1,67	7/33	7/33	185±8,7	166±7	127,3±45,7	405±80	55,2±11,3	16,4±2,1	15	20	60	8
[20]	2014	США	ПКИ	50	50	53,5±12,5	52,6±11,6	16/34	18/32	274±24,8	229±17,6	200±60	350±80	н/д	н/д	10	14	24	7
[2]	2014	Китай	ПКИ	44	38	66,4±6,7	64,1±7,8	19/25	15/23	195,5±28	186,6±23,4	248,4±94,3	576,3±176,2	45,3±11,7	28,9±8,2	11,4	13,2	20,6±4,5/20,0±3,3	8
[21]	2014	США	ПКИ	33	33	51,67	49,85	23/10	21/12	115,8±28,2	186±31	124,4±92	380,3±191,2	н/д	н/д	н/д	н/д	6	8
[22]	2014	США	ПКИ	57	11	61,1	56,4	17/40	4/7	161±7,6	375±14	95±20	786±107	н/д	н/д	7	18,2	24	7
[23]	2014	Китай	ПКИ	42	39	56,4±10,7	54,2±9,1	13/29	12/27	127±25	168±37	274±99	645±163	46±21	24±8	19	35,9	36,1 (23–57)	6
[24]	2014	Китай/США	ПКИ	144	54	61	58	61/83	25/29	123±7	225±8	115±0	485±0	н/д	н/д	33,3	87	45	7
[6]	2015	Китай	ПКИ/РКИ	50	50	58,0±13,4	56,1±11,0	18/32	23/27	178,5±17,7	146,3±18,8	183,9±24,2	490,7±75,3	59,8±4,8	22,4±3,4	10	8	24	-
[25]	2016	Индия	ПКИ	36	25	51,55	50,40	10/26	11/14	204±32,4	177,6±34,2	н/д	н/д	57,7±52	8,2±13	5,6	0	36,5	7
[26]	2017	США	ПКИ/РКИ	40	40	51,3	50,1	16/24	17/23	321,92±85,57	296,22±101,01	351,25±198,87	417,5±211,69	н/д	н/д	0	5	6	-
[27]	2017	Китай	ПКИ	30	31	48,2±9,1	48,9±8,89	16/14	23/8	159,2±20,12	113,06±23,19	142,17±72,01	231,29±109,84	н/д	н/д	6,7	6,4	25,6	6
[8]	2018	Китай	ПКИ	79	88	58,1±12,80	55,3±14,0	33/46	38/50	145,5±21,5	151,4±19,9	163,7±49,6	243,3±70,2	н/д	н/д	8,9	11,4	24	8

Примечание. ПКИ — проспективное когортное исследование, РКИ — рандомизированное клиническое исследование; MIS-TLIF — минимально инвазивный трансфораминальный спондилодез с транскутанной транспедикулярной фиксацией из парамедианного доступа, Opep-TLIF — трансфораминальный межтеловой спондилодез с открытой транспедикулярной фиксацией из срединного доступа; н/д — нет данных.

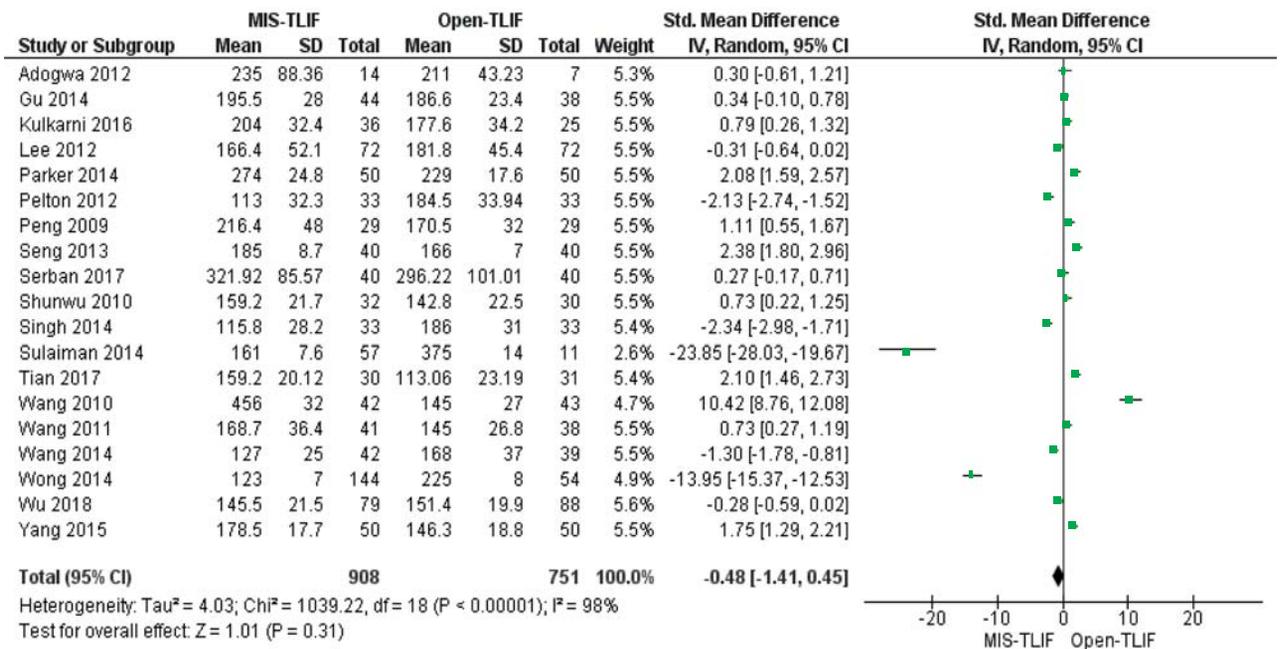


Рис. 4. Древоидная диаграмма длительности оперативного вмешательства (в мин)

Примечание. Mean — среднее значение, SD — стандартное отклонение, Weight — взвешенный размер эффекта, Total — общее количество пациентов, Std. Mean Difference — стандартизированная разница средних значений, Random — модель случайных эффектов; 95% CI — 95% доверительный интервал.

130

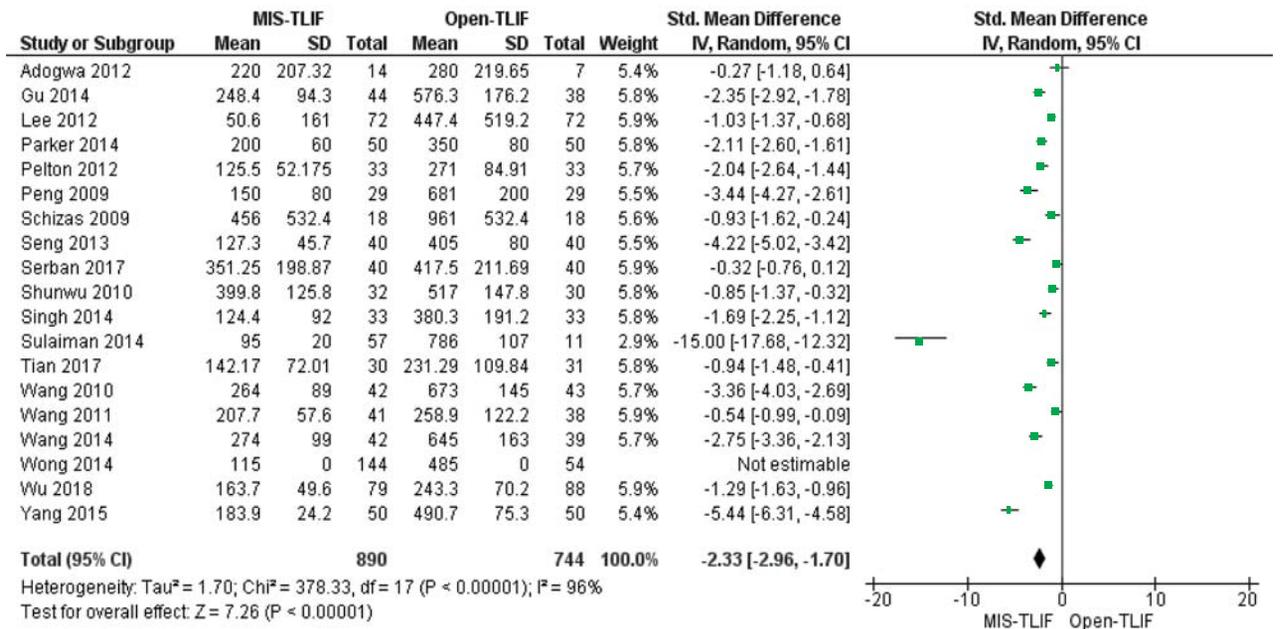


Рис. 5. Древоидная диаграмма объема интраоперационной кровопотери (в мл)

Примечание. Mean — среднее значение, SD — стандартное отклонение, Weight — взвешенный размер эффекта, Total — общее количество пациентов, Std. Mean Difference — стандартизированная разница средних значений, Random — модель случайных эффектов; 95% CI — 95% доверительный интервал.

онного использования флюороскопии между исследуемыми группами пациентов выявлено значимо меньшее время последней в группе Open-TLIF: CPC=3,41; 95% ДИ 2,27–4,55; p<0,00001; I²=97% (рис. 6).

Сроки послеоперационного стационарного лечения

Данные о сроках послеоперационного стационарного лечения представлены в 19 проспективных когортных клинических исследованиях [2, 5, 6, 8, 10, 14–22, 24–27, 29]. Объединенный анализ результатов указанных исследований показал статистически значимо меньшую продолжи-

тельность госпитализации в группе MIS-TLIF: CPC=-1,56; 95% ДИ -2,03...-1,08; p<0,00001; I²=94% (рис. 7).

Экономические затраты на лечение

Указанные данные отражены в 6 проспективных клинических исследованиях у пациентов, которым выполнены операции MIS-TLIF и Open-TLIF [5, 19–22, 24]. Выполненный метаанализ результатов указанных исследований наглядно продемонстрировал меньшие экономические затраты на лечение пациентов в группе минимально инвазивного трансфораминального пояс-

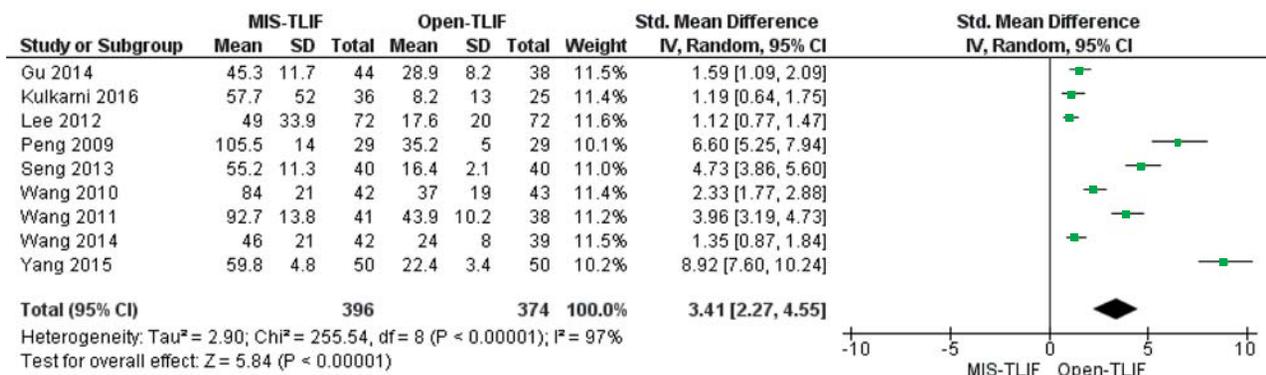


Рис. 6. Древовидная диаграмма продолжительности интраоперационной флюороскопии (в сек)

Примечание. Mean — среднее значение, SD — стандартное отклонение, Weight — взвешенный размер эффекта, Total — общее количество пациентов, Std. Mean Difference — стандартизированная разница средних значений, Random — модель случайных эффектов; 95% CI — 95% доверительный интервал.

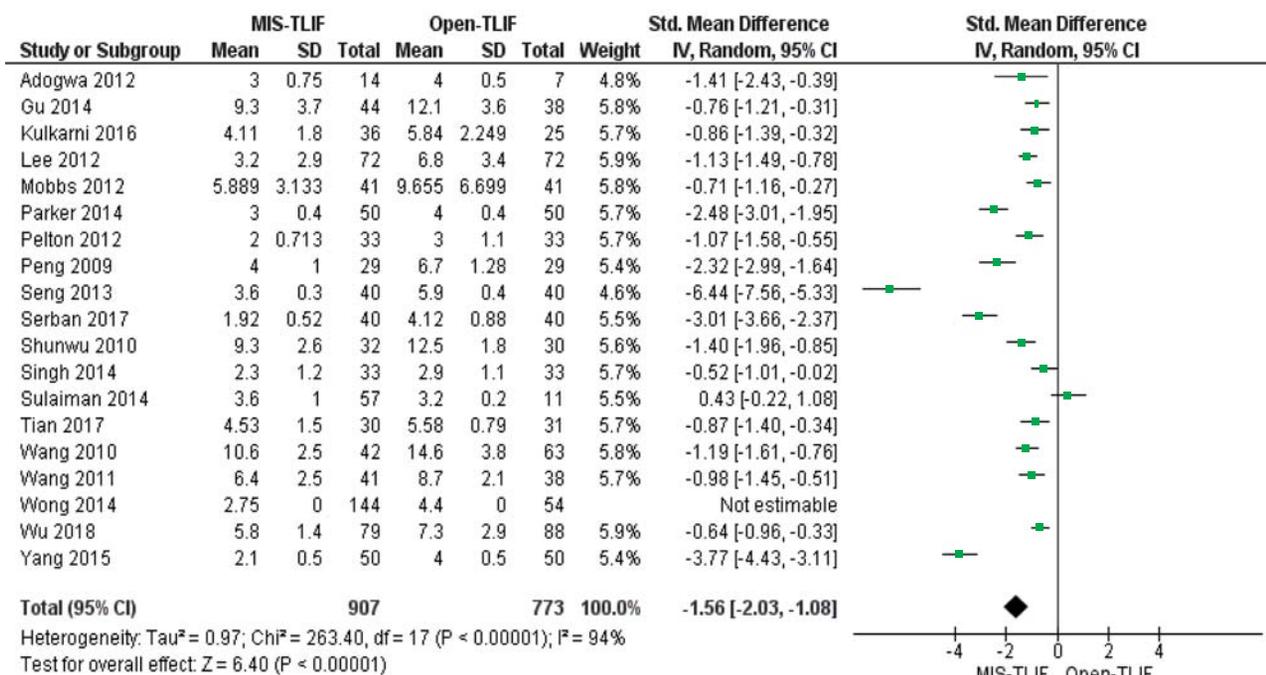


Рис. 7. Древовидная диаграмма сроков послеоперационного стационарного лечения (в днях)

Примечание. Mean — среднее значение, SD — стандартное отклонение, Weight — взвешенный размер эффекта, Total — общее количество пациентов, Std. Mean Difference — стандартизированная разница средних значений, Random — модель случайных эффектов; 95% CI — 95% доверительный интервал.

ничного межтелового спондилолиза: CPC=-1,83; 95% ДИ -3,25...-0,42; p<0,00001; I²=96% (рис. 8).

Нежелательные явления

Информация о частоте встречаемости нежелательных явлений у пациентов, которым выполнялись операции

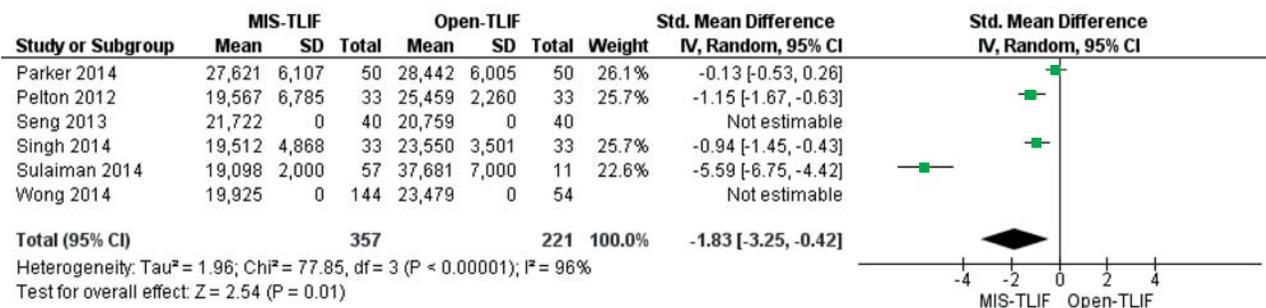
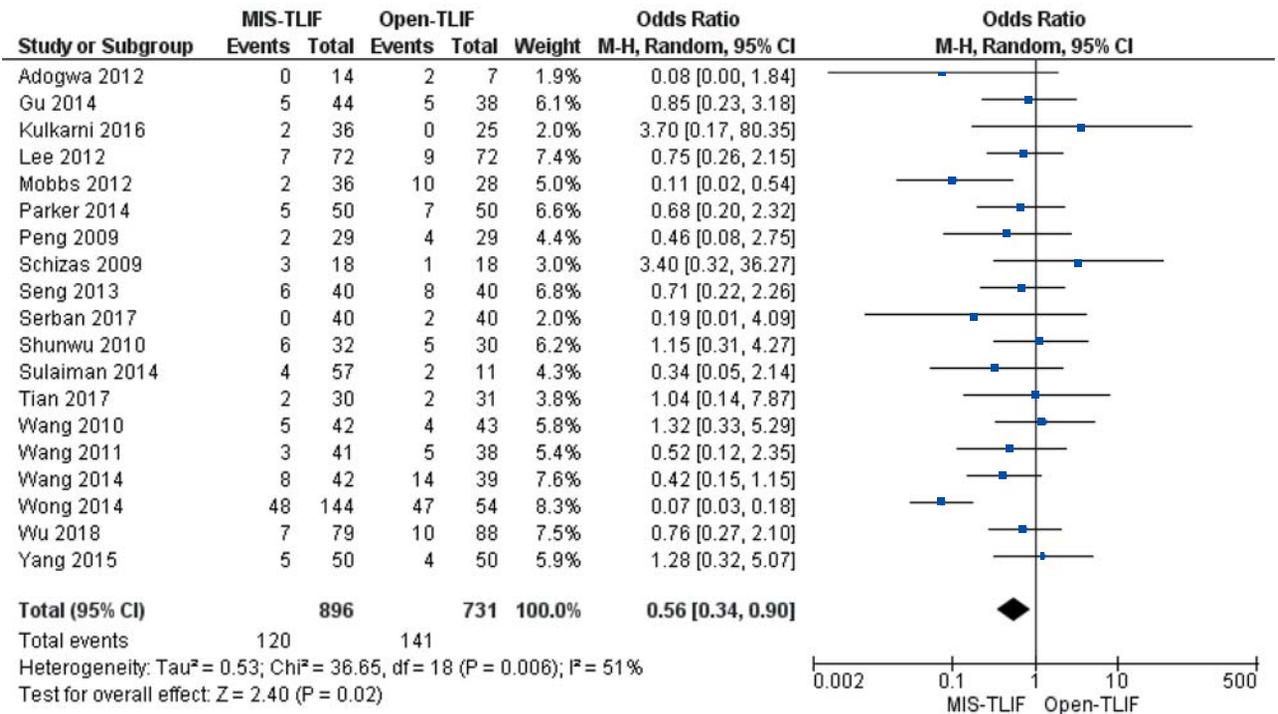


Рис. 8. Древовидная диаграмма объема экономических затрат на лечение пациентов при выполнении ригидной стабилизации

Примечание. Mean — среднее значение, SD — стандартное отклонение, Weight — взвешенный размер эффекта, Total — общее количество пациентов, Std. Mean Difference — стандартизированная разница средних значений, Random — модель случайных эффектов; 95% CI — 95% доверительный интервал.



132 **Рис. 9.** Древовидная диаграмма распространенности нежелательных явлений

Примечание. Events — количество случаев, Total — общее количество пациентов, Weight — взвешенный размер эффекта, Odds Ratio — отношение шансов, М-Н — критерий Мантеля–Хензеля, Random — модель случайных эффектов; 95% CI — 95% доверительный интервал.

трансфораминального межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации, представлена в 19 исследованиях, включенных в настоящий метаанализ [2, 5, 6, 8, 10, 14–18, 20, 22–29]. Значимо меньшее количество верифицированных осложнений между исследуемыми группами пациентов выявлено в группе MIS-TLIF: CPC=0,56; 95% ДИ 0,34–0,90; p=0,006; I²=51% (рис. 9).

Обсуждение

Поиск литературных источников в различных базах данных показал наличие нескольких метаанализов, оценивающих эффективность использования MIS-TLIF и Open-TLIF в хирургическом лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника по параметрам, соответствующим критериям включения в исследование.

N. Tian с соавт. [30] показали отсутствие разницы по длительности операции между группами MIS-TLIF и Open-TLIF (CPC=2,10; 95% ДИ 1,46–2,73). При этом Q. Xie с соавт. [31] указывают на меньшую продолжительность операции в группе MIS-TLIF по сравнению с группой Open-TLIF (CPC=-104,20; 95% ДИ -169,63...-38,76; p=0,83; I²=98%). Согласно результатам настоящего метаанализа, статистически значимо меньшая длительность оперативного вмешательства зарегистрирована в группе MIS-TLIF в сравнении с группой Open-TLIF (CPC=-0,48; 95% ДИ -1,41–0,45; p<0,00001; I²=98%). Мы считаем, что полученные данные характеризуют накопление опыта выполнения минимально инвазивных вмешательств с доминирующим характером влияния кривой обучения, которая существует в начале использования манипуляций в ограниченном пространстве без прямой визуализации оперируемого сегмента позвоночника. Кроме этого, имеют значение протяженность хирургического доступа

и время, которое необходимо затратить на ушивание операционной раны.

Q. Xie с соавт. [31] и A. Li с соавт. [32] указывают на меньшую интраоперационную кровопотерю со снижением необходимости в послеоперационном дренировании у пациентов после проведения MIS-TLIF по сравнению с Open-TLIF: CPC=-317,94; 95% ДИ -381,08...-254,80; p<0,00001; I²=94% и CPC=-291,46; 95% ДИ -366,66...-216,47; p<0,00001; I²=88,8% соответственно. Нами также выявлен статистически значимо меньший объем кровопотери у пациентов после выполнения минимально инвазивного спондилодеза (CPC=-2,33; 95% ДИ -2,96...-1,70; p<0,00001; I²=96%), что указывает на снижение повреждения кожи, паравертебральных мышц и костных структур за счет использования тубулярных ретракторных систем, специализированного инструментария и специфичной формы стабилизирующих конструкций. Это способствует осуществлению хирургических манипуляций в узком анатомическом коридоре из небольшого кожного разреза и с меньшей атрофией параспинальных мышц.

Основным недостатком MIS-TLIF, по данным S. Kim с соавт. [11], является высокая доза интраоперационного облучения хирурга и пациента — 94,21 (91,51–96,91) сек в группе MIS-TLIF против 39,42 (38,01–40,83) сек в группе Open-TLIF. Это создает риски развития злокачественных новообразований и наследственной патологии. Установлено, что теоретический риск развития онкопатологии после односегментарного ригидного спондилодеза увеличивается на 36,4×10⁻⁶ и 87,0×10⁻⁶ после Open-TLIF и MIS-TLIF соответственно [33]. При этом риски формирования наследственных заболеваний составляют 0,0001% после Open-TLIF и 0,0003% после MIS-TLIF [34]. В проведенном исследовании также верифицировано статистически значимо большее время интраоперационной флюороскопии при выполнении MIS-TLIF по сравнению с Open-TLIF (CPC=3,41; 95% ДИ 2,27–4,55; p<0,00001;

$I^2=97\%$). В связи с этим актуальным в настоящее время является поиск путей снижения лучевой нагрузки на медицинский персонал и пациента за счет использования компьютерной навигации [27] и симультанных приемов, позволяющих за один рентгеновский снимок проводить манипуляции на разных сегментах позвоночника [35].

По данным N. Khan с соавт. [36] установлена статистически значимо меньшая продолжительность пребывания пациента в стационаре после операции MIS-TLIF в сравнении с Open-TLIF (в ретроспективных когортных исследованиях: СРС=-1,32; 95% ДИ -1,39...-1,25; $p<0,00001$; $I^2=98\%$; в проспективных когортных исследованиях: СРС=-1,18; 95% ДИ -1,32...-1,04; $p<0,00001$; $I^2=91\%$). Такие же результаты получены и в проведенном метаанализе: СРС=-1,56; 95% ДИ -2,03...-1,08; $p<0,00001$; $I^2=94\%$. Это подтверждает малотравматичный характер вмешательства в группе MIS-TLIF, что сопровождается меньшим локальным болевым синдромом и способствует безопасной маршрутизации пациента на амбулаторный этап без необходимости удлинения сроков стационарного лечения.

Затраты государства на операцию и реабилитацию пациентов являются важной составляющей при выборе способа хирургического лечения [19, 20]. Немногочисленные исследования экономической эффективности MIS-TLIF в сравнении с Open-TLIF показали, что периоперационная стоимость открытых оперативных вмешательств в среднем в 2 раза выше по сравнению с минимально инвазивными [9], но при этом имеется значительный разброс экономических затрат на лечение между группами MIS-TLIF и Open-TLIF (\$19,567 и \$25,459 [19], \$27,621 и \$28,442 [20], \$19,512 и \$23,550 [21], \$19,098 и \$37,681 соответственно [22]), что обусловлено существенным влиянием на конечный экономический результат стоимости имплантатов, расходов на медикаменты и лабораторные анализы. Проведенное исследование также показало значимо меньшие экономические затраты при выполнении MIS-TLIF в сравнении с Open-TLIF (СРС=-1,83; 95% ДИ -3,25...-0,42; $p<0,00001$; $I^2=96\%$). Это объясняется быстрым возвратом к прежней трудовой деятельности за счет восстановления функциональной активности при незначимом повреждении паравертебральных тканей, меньшим употреблением медикаментов за счет снижения уровня послеоперационного болевого синдрома и меньшим числом повторных госпитализаций в связи с низким риском развития периоперационных осложнений в группе пациентов, прооперированных по методике MIS-TLIF [37–39].

При анализе специализированной литературы указывается информация о неоднородности регистрируемых осложнений после MIS-TLIF и Open-TLIF. W. Hu с соавт. показано меньшее число неблагоприятных последствий в группе минимально инвазивных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств [37], при этом в метаанализе K. Phan с соавт. [40] отмечено сопоставимое количество осложнений после MIS-TLIF и Open-TLIF (СРС=0,77; 95% ДИ 0,52–1,15; $p=0,20$; $I^2=32\%$). Для обеих хирургических методик характерными осложнениями являются мальпозиция используемых конструкций, неполноценный спондилодез, повреждение невралных структур и инфекция области хирургического вмешательства [30, 35]. По данным N. Tian с соавт. [30] установлены более высокий уровень неправильного положения имплантата и формирование псевдоартроза в группе MIS-TLIF, высокие уровни повреждения твердой мозговой оболочки и инфекционных осложнений в группе Open-

TLIF. Однако при этом ни одно из различий не было статистически значимым, статистические доказательства гетерогенности также отсутствовали ($I^2=0\%$, $p>0,1$). W. Hu с соавт. [37] в своем исследовании также акцентируют внимание на наиболее часто регистрируемых неблагоприятных последствиях — инфекциях области хирургического вмешательства, венозных тромбоэмболических осложнениях (ВТЭО), повреждении твердой мозговой оболочки и мальпозиции конструкций в 54 случаях из 455 (11,87%) в группе MIS-TLIF и в 64/446 (14,35%) в группе Open-TLIF.

При изучении специализированной литературы данные о достоверной вероятности развития осложнений в зависимости от его типа немногочисленны. Так, K. Phan с соавт. [40] описывают меньшее число инфекционных осложнений в группе MIS-TLIF по сравнению с Open-TLIF и сопоставимое число повреждений твердой мозговой оболочки (СРС=0,27; 95% ДИ 0,14–0,53; $p=0,0001$; $I^2=0\%$ и СРС=0,59; 95% ДИ 0,28–1,22; $p=0,15$; $I^2=32\%$ соответственно). N. Tian с соавт. [30] не выявили значимых различий по частоте встречаемости мальпозиции металлоконструкций, инфекции области хирургического вмешательства, травмы невралных структур и псевдоартроза ($I^2=0\%$, $p>0,1$).

Предполагается, что при достижении кривой обучения происходит снижение числа неблагоприятных последствий операции MIS-TLIF за счет сокращения осложнений, связанных с техническими особенностями вмешательства. Так, более поздние исследования, в том числе проведенный метаанализ, подтверждают меньшую регистрацию периоперационных осложнений при использовании малотравматичных технологий, но при этом отсутствуют статистически значимые межгрупповые различия (RR=0,84; 95% ДИ 0,58–1,21; $p=0,35$) [41].

Таким образом, развитие минимально инвазивной хирургии является не естественным ее преобразованием, а отдельным видом оказания специализированной нейрохирургической помощи при патологии позвоночника [4]. Целью таких вмешательств является минимизация хирургической агрессии для быстрого функционального восстановления и полноценной социально-бытовой реабилитации пациентов [1]. Несмотря на то, что технически процедура MIS-TLIF более сложна, требует длительной кривой обучения и наличия специализированного оборудования, продемонстрирована ее высокая клиническая эффективность [2, 6], в связи с чем использование минимально инвазивных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств для эффективного лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника, а также с целью снижения экономических затрат современного здравоохранения является в настоящее время перспективным направлением.

Ограничения исследования

Данное исследование имеет ряд недостатков, которые необходимо обозначить. Во-первых, в метаанализе представлены пациенты с различными дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника без учета ведущей нозологической формы патологии (спондилолистез, стеноз, нестабильность, деформация). Во-вторых, во включенных в метаанализ исследованиях отсутствовала информация о длительности обучения и степени владения спинальными хирургами навыками минимально инвазивного трансфораминального межтелового спондилодеза, что значительно снижает достоверность полученных результатов. В-третьих, анализировались все проспектив-

ные исследования, соответствующие критериям включения без учета количества оперированных сегментов. И, в-четвертых, найдено только три рандомизированных исследования, удовлетворяющих критериям включения в анализ, при этом во всех случаях не зарегистрировано низкого риска предвзятости по всем параметрам, что также могло повлиять на результаты метаанализа.

Заключение

Проведенный метаанализ показал, что способ MIS-TLIF в сравнении с методикой Open-TLIF имеет достоверно низкие объективные показатели, характеризующие травматичность хирургического вмешательства, а также связанные с этим риски развития нежелательных последствий, продолжительность госпитализации и финансовые затраты на лечение пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника. При этом подтверждено значимо большее время интраоперационного облучения, что обусловлено техническими особенностями выполнения чрескожных закрытых манипуляций без прямой визуализации оперируемого сегмента в группе MIS-TLIF. Необходимо дальнейшее вы-

полнение метаанализов, включающих методологически качественные рандомизированные клинические исследования с детальным анализом степени повреждения паравертебральных тканей при лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника, оперированных с применением технологий MIS-TLIF и Open-TLIF.

Дополнительная информация

Источник финансирования. Исследование проведено на личные средства авторского коллектива.

Конфликт интересов. Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Участие авторов: Бывальцев В.А. — разработка концепции и дизайна исследования, анализ полученных данных, редактирование; Калинин А.А. — анализ полученных данных, статистическая обработка данных, подготовка текста; Шепелев В.В. — анализ полученных данных, статистическая обработка данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Белых Е.Г., и др. Оптимизация результатов лечения пациентов с сегментарной нестабильностью поясничного отдела позвоночника при использовании малоинвазивной методики спондилодеза // *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. — 2015. — Т.79. — №3 — С. 45–54. [Byvaltsev VA, Kalinin AA, Belykh EG, et al. Optimization of segmental lumbar spine instability treatment using minimally invasive spinal fusion technique. *Zh Vopr Neurokhir im NN Burdenko*. 2015;79(3):45–54. (In Russ.)] doi: 10.17116/neiro201579345-54.
2. Gu G, Zhang H, Fan G, et al. Comparison of minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion in two-level degenerative lumbar disease. *Int Orthop*. 2014;38(4):817–824. doi: 10.1007/s00264-013-2169-x.
3. Belykh E, Kalinin AA, Martirosyan NL, et al. 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.
4. Lin EY, Kuo YK, Kang YN. Effects of three common lumbar interbody fusion procedures for degenerative disc disease: a network meta-analysis of prospective studies. *Int J Surg*. 2018;60:224–230. doi: 10.1016/j.ijsu.2018.11.009.
5. Seng C, Siddiqui MA, Wong KP, et al. Five-year outcomes of minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion: a matched-pair comparison study. *Spine*. 2013;38:2049–2055. doi:10.1097/BRS.0b013e3182a8212d.
6. Yang Y, Liu B, Rong LM, et al. Microendoscopy-assisted minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for lumbar degenerative disease: short-term and medium-term outcomes. *Int J Clin Exp Med*. 2015;8(11):21319–21326.
7. Patel AA, Zfass-Mendez M, Lebowitz NH, et al. Minimally invasive versus open lumbar fusion: a comparison of blood loss, surgical complications, and hospital course. *Iowa Orthop J*. 2015;35:130–134.
8. Wu AM, Hu ZC, Li XB, et al. Comparison of minimally invasive and open transforaminal lumbar interbody fusion in the treatment of single segmental lumbar spondylolisthesis: minimum two-year follow up. *Ann Transl Med*. 2018;6(6):105. doi: 10.21037/atm.2018.02.11.
9. Goldstein CL, Phillips FM, Rampersaud YR. Comparative effectiveness and economic evaluations of open versus minimally invasive posterior or transforaminal lumbar interbody fusion: a systematic review. *Spine*. 2016;41 Suppl 8:S74–89. doi: 10.1097/BRS.0000000000001462.
10. Wang HL, Lü FZ, Jiang JY, et al. Minimally invasive lumbar interbody fusion via MAST Quadrant retractor versus open surgery: a prospective randomized clinical trial. *Chin Med J*. 2011;124:3868–3874.
11. Kim CH, Lee CH, Kim KP. How high are radiation-related risks in minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion compared with traditional open surgery: a meta-analysis and dose estimates of ionizing radiation. *Clin Spine Surg*. 2016;29(2):52–59. doi: 10.1097/BSD.0000000000000351.
12. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *J Clin Epidemiol*. 2009;62(10):1–34. doi: 10.1016/j.jclinepi.2009.06.006.
13. Wells GA, Shea B, O’Connell D, et al. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses [Internet]. [Accessed July 31, 2018]. Available from: http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp.
14. Peng CW, Yue WM, Poh SY, et al. Clinical and radiological outcomes of minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion. *Spine*. 2009;34(13):1385–1389. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181a4e3be.
15. Shunwu F, Xing Z, Fengdong Z, Xiangqian F. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of degenerative lumbar diseases. *Spine*. 2010;35:1615–1620. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181c70fe3.
16. Wang J, Zhou Y, Zhang ZF, et al. Comparison of one-level minimally invasive and open transforaminal lumbar interbody fusion in degenerative and isthmic spondylolisthesis grades I and 2. *Eur Spine J*. 2010;19:1780–1784. doi: 10.1007/s00586-010-1404-z.
17. Adogwa O, Johnson K, Min ET, et al. Extent of intraoperative muscle dissection does not affect long-term outcomes after minimally invasive surgery versus open-transforaminal lumbar interbody fusion surgery: a prospective longitudinal cohort study.

- Surg Neurol Int.* 2012;3(Suppl 5):S355–361. doi: 10.4103/2152-7806.103868.
18. Lee KH, Yue WM, Yeo W, et al. Clinical and radiological outcomes of open versus minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion. *Eur Spine J.* 2012;21:2265–2270. doi: 10.1007/s00586-012-2281-4.
 19. Pelton MA, Phillips FM, Singh K. A comparison of perioperative costs and outcomes in patients with and without workers' compensation claims treated with minimally invasive or open transforaminal lumbar interbody fusion. *Spine.* 2012;37(22):1914–1919. doi: 10.1097/BRS.0b013e318257d490.
 20. Parker SL, Mendenhall SK, Shau DN, et al. Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion for degenerative spondylolisthesis: Comparative effectiveness and cost-utility analysis. *World Neurosurg.* 2014;82:230–238. doi: 10.1016/j.wneu.2013.01.041.
 21. Singh K, Nandyala SV, Marquez-Lara A, et al. A perioperative cost analysis comparing single-level minimally invasive and open transforaminal lumbar interbody fusion. *Spine J.* 2014;14(8):1694–1701. doi: 10.1016/j.spinee.2013.10.053.
 22. Sulaiman WA, Singh M. Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion for degenerative spondylolisthesis grades 1–2: patient-reported clinical outcomes and cost-utility analysis. *Ochsner J.* 2014;14:32–37.
 23. Wang J, Zhou Y, Feng Zhang Z, et al. Comparison of the clinical outcome in overweight or obese patients after minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion. *J Spinal Disord Tech.* 2014;27(4):202–206. doi: 10.1097/BSD.0b013e31825d68ac.
 24. Wong AP, Smith ZA, Stadler JA, et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MI-TLIF): Surgical technique, long-term 4-year prospective outcomes and complications compared with an open TLIF cohort. *Neurosurg Clin N Am.* 2014;25:279–304. doi: 10.1016/j.nec.2013.12.007.
 25. Kulkarni AG, Bohra H, Dhruv A, et al. Minimal invasive transforaminal lumbar interbody fusion versus open transforaminal lumbar interbody fusion. *Indian J Orthop.* 2016;50(5):464–472. doi: 10.4103/0019-5413.189607.
 26. Serban D, Calina N, Tender G. Standard versus minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: a prospective randomized study. *Biomed Res Int.* 2017;2017:7236970. doi: 10.1155/2017/7236970.
 27. Tian W, Xu YF, Liu B, et al. Computer-assisted minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion may be better than open surgery for treating degenerative lumbar disease. *Clin Spine Surg.* 2017;30(6):237–242. doi: 10.1097/BSD.000000000000165.
 28. Schizas C, Tzinieris N, Tsiroidis E, Kosmopoulos V. Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion: evaluating initial experience. *Int Orthop.* 2009;33:1683–1688. doi: 10.1007/s00264-008-0687-8.
 29. Mobbs RJ, Sivabalan P, Li J. Minimally invasive surgery compared to open spinal fusion for the treatment of degenerative lumbar spine pathologies. *J Clin Neurosci Off J Neurosurg Soc Australas.* 2012;19:829–835. doi: 10.1016/j.jocn.2011.10.004.
 30. Tian NF, Wu YS, Zhang XL, et al. Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion: a meta-analysis based on the current evidence. *Eur Spine J.* 2013;22(8):1741–1749. doi: 10.1007/s00586-013-2747-z.
 31. Xie Q, Zhang J, Lu F, et al. Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion in obese patients: a meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2018;19(1):15. doi: 10.1186/s12891-018-1937-6.
 32. Li A, Li X, Zhong Y. Is minimally invasive superior than open transforaminal lumbar interbody fusion for single-level degenerative lumbar diseases: a meta-analysis. *J Orthop Surg Res.* 2018;13(1):241. doi: 10.1186/s13018-018-0941-8.
 33. Ntoukas V, Muller A. Minimally invasive approach versus traditional open approach for one level posterior lumbar interbody fusion. *Minim Invasive Neurosurg.* 2010;53:21–24. doi: 10.1055/s-0030-1247560.
 34. Miller DL, Balter S, Dixon RG, et al. Quality improvement guidelines for recording patient radiation dose in the medical record for fluoroscopically guided procedures. *J Vasc Interv Radiol.* 2012;23:11–18. doi: 10.1016/j.jvir.2011.09.004.
 35. Бывальцев В.А., Калинин А.А. Возможности применения минимально инвазивных дорсальных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств у пациентов с избыточной массой тела и ожирением // *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко.* — 2018. — №5 — С. 69–80. [Byvaltsev VA, Kalinin AA. Possibilities for the use of minimally invasive dorsal decompressive-stabilizing interventions in patients with overweight and obesity. *Zh Vopr Neurokhir im NN Burdenko.* 2018;(5):69–80. (In Russ).] doi: 10.17116/neiro20188205169.
 36. Khan NR, Clark AJ, Lee SL, et al. Surgical outcomes for minimally invasive vs open transforaminal lumbar interbody fusion: an updated systematic review and meta-analysis. *Neurosurgery.* 2015;77(6):847–874. doi: 10.1227/NEU.0000000000000913.
 37. 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):1883–1890. doi: 10.1007/s00264-016-3153-z.
 38. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Голобородко В.Ю. Оптимизация хирургической помощи и анестезиологического пособия при лечении многоуровневых дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника у пациентов с избыточной массой тела и ожирением // *Вестник Российской академии медицинских наук.* — 2018. — Т.73. — №6 — С. 401–410. [Byvaltsev VA, Kalinin AA, Goloborodko VYu. Optimization of surgical care and anesthesia in the treatment of multilevel degenerative diseases of the lumbar spine in patients with overweight and obesity. *Annals of the Russian academy of medical sciences.* 2018;73(6):401–410. (In Russ).] doi: 10.15690/vramn996.
 39. Chang F, Zhang T, Gao G, et al. Comparison of the minimally invasive and conventional open surgery approach in the treatment of lumbar stenosis: a systematic review and a meta-analysis. *Ann Acad Med Singapore.* 2017;46(4):124–137.
 40. Phan K, Rao PJ, Kam AC, Mobbs RJ. Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion for treatment of degenerative lumbar disease: systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J.* 2015;24(5):1017–1030. doi: 10.1007/s00586-015-3903-4.
 41. Xie L, Wu WJ, Liang Y. Comparison between minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion and conventional open transforaminal lumbar interbody fusion: an updated meta-analysis. *Chin Med J.* 2016;129(16):1969–1986. doi: 10.4103/0366-6999.187847.

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Бывальцев Вадим Анатольевич*, д.м.н., профессор [*Vadim A. Byvaltsev*, MD, PhD, professor]

Адрес: 664082, Иркутск, ул. Боткина, д. 10 [address: 10, Botkina street, 664082 Irkutsk, Russia]; тел.: +7 (3952) 63-85-28, e-mail: byval75vadim@yandex.ru, SPIN-код: 5996-6477, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4349-7101>

Калинин Андрей Андреевич, к.м.н., доцент [*Andrey A. Kalinin*, MD, PhD, assistant professor];

e-mail: andrei_doc_v@mail.ru, SPIN-код: 9707-8291, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9039-9147>

Шепелев Валерий Владимирович, к.м.н., докторант кафедры [*Valeriy V. Shepelev*, MD, PhD, doctoral candidate];

e-mail: shepelev.dok@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5135-8115>