



ХИРУРГИЯ БОЛЕЗНИ ШЕЙЕРМАННА. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Несистематический обзор литературы (часть I)

М.В. Михайловский, В.Л. Лукинов

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

Цель исследования. Многофакторное сравнение двух хирургических стратегий в лечении пациентов с тяжелыми формами болезни Шейерманна.

Материал и методы. Поиск источников (Scopus, Web of Science) позволил обнаружить 56 публикаций, содержащих искомую информацию. Анализ литературного массива проведен по четырем направлениям: результаты одно- и двухэтапных вмешательств сравниваются по степени достигнутой коррекции и ее сохранения, количеству осложнений, продолжительности операции и объему интраоперационной кровопотери, уровню качества жизни пациентов в послеоперационном периоде.

Результаты. Объем достигнутой коррекции кифотической деформации и послеоперационной потери коррекции у больных после одно- и двухэтапных операций практически идентичны. Осложнения, связанные с имплантатами, несколько чаще отмечены после одноэтапных операций, гнойные, неврологические и прочие осложнения — после двухэтапных. Продолжительность операции и объем интраоперационной кровопотери выше при двухэтапных операциях. Качество жизни, оцененное по результатам применения различных опросников, весьма существенно улучшается, независимо от типа оперативного вмешательства.

Заключение. Двухэтапная оперативная коррекция кифозов Шейерманна не имеет заметных преимуществ перед одноэтапной операцией, однако необходимы новые исследования с большими (более 15–18 лет) сроками послеоперационного наблюдения.

Ключевые слова: болезнь Шейерманна, оперативное лечение, одноэтапное вмешательство, двухэтапное вмешательство.

Для цитирования: Михайловский М.В., Лукинов В.Л. Хирургия болезни Шейерманна. Основные проблемы: несистематический обзор литературы (часть I) // Хирургия позвоночника. 2021. Т. 18. № 3. С. 6–18.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2021.3.6-18>.

SCHEUERMANN'S DISEASE SURGERY. MAJOR PROBLEMS: NON-SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW (PART I)

M.V. Mikhaylovskiy, V.L. Lukinov

Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia

Objective. To perform multivariate comparison of two surgical strategies in the treatment of patients with severe Scheuermann's disease.

Material and Methods. The search of sources (in Scopus and Web of Science databases) revealed 56 publications containing the required information. The literature data were analyzed in four directions: the results of one- and two-stage interventions are compared in terms of the magnitude of achieved correction and its preservation, the complication rate, the surgery duration and the volume of intraoperative blood loss, and the quality of life of patients in the postoperative period.

Results. The magnitude of the achieved correction of kyphotic deformity and postoperative loss of correction in patients after one- and two-stage operations are almost identical. Implant-associated complications are more often observed after one-stage operations, and purulent, neurological and other complications — after two-stage operations. Surgery duration and intraoperative blood loss volume are greater in two-stage operations. The quality of life assessed by various questionnaires is significantly improved, regardless of the type of surgery.

Conclusion. Two-stage surgical correction of Scheuermann's kyphosis has no noticeable advantages over one-stage surgery, however, new studies with long (more than 15–18 years) postoperative follow-up are needed.

Key Words: Scheuermann's disease, surgical treatment, one-stage intervention, two-stage intervention.

Please cite this paper as: Mikhaylovskiy MV, Lukinov VL. Scheuermann's disease surgery. Major problems: non-systematic literature review (part I). Hir. Pozvonoc. 2021;18(3):6–18. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2021.3.6-18>.

Этиология и патогенез деформаций позвоночника на почве болезни Шейерманна остаются неизвестными. Датский ортопед и рентгенолог Holger Werfel Scheuermann назвал кифозы неясного происхождения, но с типичной клинко-рентгенологической картиной ювенильными и своими классическими публикациями [1, 2] открыл дискуссию, продолжающуюся по сей день. Он рассматривал проблему всесторонне (с учетом возможностей своего времени), но упоминаний о хирургическом лечении его публикации не содержат. Только в 1964 г. Sorensen [3] в своей превосходной монографии, основанной на опыте тщательнейшего обследования 103 больных, упоминает первые попытки оперативных вмешательств, целью которых были остановка прогрессирования и усиленная коррекция тяжелых кифотических деформаций. Он перечисляет немногочисленные сообщения (в основном, во франкоязычной литературе), посвященные спондилодезу в зоне кифотической деформации: Naquet (1935), Berg (1948), Soeur (1958), Stagnara, Perdriolle (1958). Ferguson Jr. (1956) выполнял задний спондилодез после подготовки пациента с выраженной деформацией с помощью экстензионного гипсового корсета.

В случаях, когда у пациентов с незаконченным ростом деформация тел позвонков принимала необратимый характер, Roaf [4] рекомендовал попытку ограничения прогрессирования деформации за счет формирования компенсаторных дуг выше и ниже грудного кифоза и вслед за этим – дорсальный спондилодез с захватом соседних зон для дальнейшего увеличения компенсаторных искривлений. Для достижения достаточной гиперэкстензии он считал необходимым удалить суставные отростки, полудужки и остистые отростки. По мнению Hallock et al. (Цит. по: Sorensen, 1964 [3]), у детей с болезнью Шейерманна спондилодез бесперспективен, поскольку тела позвонков растут хуже в передних отделах, нежели в задних, даже после операции. Нетрудно догадаться, что никто из перечислен-

ных хирургов не использовал какие бы то ни было металлоимплантаты по причине их отсутствия. Однако внедрение в широкую практику инструментария Harrington [5], как и следовало ожидать, резко изменило ситуацию. Мощные резьбовые контрагирующие стержни, позволяющие использование множества точек опоры (в основном поперечных отростков) и могущие быть изогнутыми в соответствии с нормальным сагитальным контуром позвоночника, дали достаточно эффективный метод коррекции кифозов и сохранения достигнутого результата. Дальнейшая история хирургической коррекции кифозов Шейерманна отражает развитие вертебрального инструментария с одним исключением: нам не удалось обнаружить публикаций (как и ссылок на них), посвященных применению при данной патологии эндокорректоров Luque (II поколение). Уже в конце 70-х гг. XX в. определились две основные опции: одноэтапное (дорсальная коррекция и спондилодез) и двухэтапное (дискэктомия, межтеловой спондилодез, дорсальная коррекция и спондилодез) вмешательства. Результаты применения обеих хирургических стратегий первыми опубликовали Bradford et al. [6, 7]. Последующие 40 лет стали периодом продолжающейся по сей день дискуссии относительно преимуществ одного из методов, причем сторонники одноэтапного вмешательства заметно преобладают. В то же время есть хирурги, предпочитающие двухэтапное лечение (наиболее свежий пример – McDonnell et al. [8]). Нам не удалось найти публикаций, посвященных многофакторному сравнению двух хирургических стратегий в лечении тяжелых форм болезни Шейерманна.

Цель обзора – многофакторное сравнение двух хирургических стратегий в лечении пациентов с тяжелыми формами болезни Шейерманна.

Материал и методы

В базах данных Scopus и Web of Science мы выбрали все 56 публи-

каций [6–61], содержащих искомую информацию. Отбирали публикации уровня доказательности SIGN-3 и CEBM-4 (серии случаев и исследования более высоких уровней доказательности). Есть основания полагать, что за пределами этого списка осталось весьма незначительное количество статей. Выбранные публикации разделили на две неравные группы. В первую (40 источников) вошли работы, посвященные использованию одного метода – дорсальной коррекции или двухэтапному вмешательству (вентральный релиз и дорсальная коррекция), во вторую (16 источников) – статьи, авторы которых предполагали опытом использования обеих хирургических стратегий и имели целью сравнить результаты лечения двух групп больных. Все статьи были опубликованы в период с 1975 по 2020 г. (табл. 1). Только в 15 публикациях средний возраст больных превышал 20 лет, из них лишь в двух пациенты были в среднем старше 30 лет. Гендерное распределение пациентов приведено в 41 статье, общее количество пациентов в них – 1183, из них женщин – 414 (35 %), мужчин – 769 (65 %). Только в четырех статьях указаны средние сроки послеоперационного наблюдения менее двух лет (но не менее года), в остальных они значительно больше, достигая даже 18 лет. В данном обзоре мы будем оперировать только средними данными, приведенными в отдельных публикациях, и, учитывая значительное количество последних, полагаем такой подход обоснованным и приемлемым. Анализ литературного массива проведен по четырем направлениям: результаты одно- и двухэтапных вмешательств сравниваем по степени достигнутой коррекции и ее сохранения, количеству осложнений, продолжительности операции и объему интраоперационной кровопотери, уровню качества жизни пациентов в послеоперационном периоде.

Описательная статистика величин углов, представленная в статьях как медиана и интерквартильный интервал, была преобразована к еди-

Таблица 1
Динамика кифотической деформации и поясничного лордоза после оперативной коррекции кифозов Шейерманна (по данным литературы)

Авторы	Год	Количество пациентов, п (ж/м)	Возраст, лет	Инструментарий	Срок наблюдения, мес.	1 этап			2 этап			1 этап			2 этап		
						Кифоз до операции, град.	Кифоз сразу после вмешательства, град.	Кифоз в конце периода наблюдения, град.	Кифоз до операции, град.	Кифоз сразу после вмешательства, град.	Кифоз в конце периода наблюдения, град.	Лордоз до операции, град.	Лордоз после операции, град.	Лордоз в конце периода наблюдения, град.	Лордоз до операции, град.	Лордоз после операции, град.	Лордоз в конце периода наблюдения, град.
Bradford et al. [6]	1975	22 (15/7)	18,0	Контракторы Harr	35,1	72,7	31,1	47,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Griss et al. [9]	1978	20	—	Контракторы Harr	40,0	52,0	24,0	36,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Taylor et al. [10]	1979	27 (12/15)	16,7	Контракторы Harr	24,0	72,0	40,4	46,1	—	—	—	84,0	73,0	—	—	—	—
Bradford et al. [7]	1980	24 (11/13)	19,5	Контракторы Harr	36,9	—	—	—	77,0	41,0	47,0	—	—	—	—	—	—
Hemdon et al. [11]	1981	13 (4/9)	19,0	Контракторы Harr	29,0	—	—	—	78,0	40,0	47,8	—	—	—	—	—	—
McPhee et al. [12]	1983	22	До 20,0	Контракторы Harr	12,0	60,0	32,0	46,0	71,0	35,0	38,0	—	—	—	—	—	—
Heine et al. [13]	1984	11	22,6	Контракторы Harr	36,0	—	—	—	75,7	38,6	41,0	—	—	—	—	—	—
Speck, Chopin [14]	1986	61 (16/45)	17,5	Контракторы Harr	12,0	77,0	—	41,0	—	—	—	75,0	—	55,0	—	—	—
Nerubay et al. [15]	1986	14 (4/10)	14,0	Контракторы Harr	42,0	—	—	—	76,0	49,0	54,0	—	—	—	56,0	37,0	—
Lowe [16]	1987	24 (12/12)	21,5	L-rods	32,4	—	—	—	84,6	44,2	49,9	—	—	—	—	—	—
Otsuka et al. [17]	1990	10 (5/5)	18,4	Контракторы Harr	26,6	71,5	31,5	39,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Reinhardt, Bassett [18]	1990	14 (5/9)	17,0	Контракторы Harr	32,0	68,0	26,6	32,9	75,0	33,3	42,8	—	—	—	—	—	—
Sturm et al. [19]	1993	30 (10/20)	19,0	Контракторы Harr	71,8	71,5	32,7	37,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lowe, Kasten [20]	1994	32 (15/17)	25,0	CDI	42,0	—	—	—	85,0	41,0	45,0	—	—	—	73,0	56,0	56,0
Ferreira-Alves et al. [21]	1995	38 (13/25)	16,3	Португальская техника CDI	60,0	67,7	39,3	43,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
De Jonge et al. [22]	2001	8 (3/5)	19,0	CDI	60,0	85,9	43,5	48,1	—	—	—	67,0	—	48,0	—	—	—
Papagelopoulos et al. [23]	2001	21 (7/14)	22,6	Контракторы Harr	60,0	68,5	34,3	40,0	86,3	42,0	46,4	—	—	—	—	—	—
Poolman et al. [24]	2002	22 (14/8)	23,0	CDI, Miami-Moss	75,0	—	—	—	70,0	39,0	55,0	—	—	—	68,0	49,0	57,0
Hosman et al. [25]	2002	33 (10/23)	24,0–26,0	SI	50,0–55,0	76,6	52,4	55,8	80,8	51,1	52,6	—	—	—	—	—	—
Yang et al. [26]	2004	16	—	CD Horizon	—	—	—	—	78,8	40,5	41,7	—	—	—	—	—	—
Atici et al. [27]	2004	10 (2/8)	18,0	SI	60,0	71,0	41,0	50,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lim et al. [28]	2004	23 (11/12)	19,0	SI	38,0	—	—	—	83,0	46,0	51,0	—	—	—	—	—	—
Herrera-Soto et al. [29]	2005	19 (4/15)	17,4	SI	31,0	—	—	—	84,8	43,7	45,3	—	—	—	—	—	—
Johnston et al. [30]	2005	27 (5/22)	15,0–16,0	TSRH	30,0	80,5	38,8	37,9	79,0	41,6	42,6	74,8	53,7	54,0	75,8	55,4	57,8
Arun et al. [31]	2006	15	20,0–21,0	3-Lok SS, Corin SS	66,0–70,0	—	—	—	86,0	42,0	42,0	—	—	—	66,0	45,0	42,0
Lee et al. [32]	2006	39 (17/22)	17,0–18,0	ТПФ, SPO	31,0–67,0	84,4	38,2	40,4	89,0	51,9	54,4	—	—	—	—	—	—
Jansen et al. [33]	2006	30 (13/17)	28,0	Harr, CDI	12,0	—	—	—	80,0	—	47,0	—	—	—	72,0	—	59,0
Lommer et al. [34]	2007	78 (25/53)	16,0–17,0	Крюки, гибриды, ТПФ	29,0–39,0	79,7	50,0	52,0	70,2	37,9	41,8	67,4	49,3	54,7	62,6	43,3	48,4

Авторы	Год	Количество пациентов, п (ж/м)	Возраст, лет	Инструментарий	Срок наблюдения, мес.	1 этап			2 этап			1 этап			2 этап			Лордоз в конце периода наблюдения, град.
						Кифоз до операции, град.	Кифоз сразу после вмешательства, град.	Кифоз в конце периода наблюдения, град.	Кифоз до операции, град.	Кифоз сразу после вмешательства, град.	Кифоз в конце периода наблюдения, град.	Лордоз до операции, град.	Лордоз после операции, град.	Лордоз в конце периода наблюдения, град.	Лордоз до операции, град.	Лордоз после операции, град.	Лордоз в конце периода наблюдения, град.	
Geck et al. [35]	2007	17 (3/14)	16,4	ТПФ, Ponte	24,0	75,0	38,0	38,0	—	—	—	65,0	45,0	49,0	—	—	—	—
Koptan et al. [36]	2009	33 (21/12)	15,0–16,0	ТПФ, Ponte	—	85,5	45,1	47,1	79,8	38,8	41,2	—	—	—	—	—	—	—
Denis et al. [37]	2009	67	37,0	Harri, Luque, CDI,	73,0	—	—	—	78,0	45,0	49,0	—	—	—	77,0	58,0	60,0	60,0
Cho et al. [38]	2009	31 (11/20)	18,0	SI	—	—	—	—	86,6	50,1	53,0	—	—	—	—	—	—	—
Tsutsui et al. [39]	2011	22 (9/13)	15,0	SI, Ponte	—	82,7	47,9	—	84,9	48,6	—	63,5	39,7	—	70,1	46,7	—	—
Bligic et al. [40]	2011	12 (9/3)	17,0	SI	38,0	74,5	38,7	42,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tempori et al. [41]	2011	28 (6/22)	19,0–27,0	SI, SPO	23,0–37,0	72,8	44,3	—	77,6	35,8	—	—	—	—	—	—	—	—
Nakamura et al. [42]	2011	62	18,0–20,0	SI, SPO	24,0	88,8	52,4	53,7	91,0	54,3	57,0	—	—	—	—	—	—	—
Koller et al. [43]	2013	111 (37/74)	23,6	XIA, USIS	23,5	—	—	—	66,3	42,5	43,7	—	—	—	66,3	51,0	56,2	56,2
Behrball et al. [44]	2014	21 (3/18)	19,0–22,0	SI, Ponte	26,0–32,0	72,0–78,0	42,0–44,0	43,0–44,0	—	—	—	71,0–73,0	—	50,0–56,0	—	—	—	—
Ashraf et al. [45]	2014	18 (5/13)	16,7	ТПФ	32,0	76,0	56,0	—	—	—	—	77,0	—	57,0	—	—	—	—
Mikhailovskiy et al. [46]	2015	36 (4/32)	19,0	SI, Ponte	42,0	—	—	—	79,3	40,6	45,5	—	—	—	—	—	—	—
Nasto et al. [47]	2015	37 (6/31)	18,8	SI, Ponte	49,0	81,3	47,4	48,6	—	—	—	71,0	46,8	46,5	—	—	—	—
Faldini et al. [48]	2015	20	19,6	SI, Ponte	25,0	78,6	—	45,8	—	—	—	74,5	—	53,5	—	—	—	—
Koller et al. [49]	2015	92	20,0–23,0	SI	—	78,7	48,2	47,1	75,9	42,3	43,4	—	—	—	—	—	—	—
Etemadifar et al. [50]	2015	30	20,0	SI	57,6	81,9	40,1	43,2	83,6	41,4	43,0	70,3	49,6	50,8	74,6	56,9	57,5	57,5
Padilla et al. [51]	2015	5 (2/3)	16,6	SI, Ponte	6,0	76,1	42,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Graat et al. [52]	2016	33	—	SI	216,0	79,0	—	65,4	85,0	—	62,1	—	—	—	—	—	—	—
Ghasemi et al. [53]	2016	40 (4/36)	25,2	ТПФ	24,0–36,0	81,1	47,0	48,7	—	—	—	70,7	46,4	52,3	—	—	—	—
Cobden et al. [54]	2017	20 (2/18)	19,0	SI, Ponte	41,0	79,8	44,6	44,9	—	—	—	72,8	44,6	44,9	—	—	—	—
Kim et al. [55]	2017	44	17,0–20,0	ТПФ	37,0	80,0–82,0	—	45,0–49,0	—	—	—	70,0–75,0	—	55,0–61,0	—	—	—	—
Dikici et al. [56]	2017	39 (19/20)	18,6	SI	92,0	73,3	—	39,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Riouallon et al. [57]	2018	131	23,0	CDI	50,0	78,0	59,0	61,0	76,0	53,0	57,0	74,0	57,0	58,0	75,0	58,0	58,0	58,0
Mirzashahi et al. [58]	2018	18 (6/12)	22,4	SI, SPO	9,0	87,2	47,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lommer et al. [59]	2018	96 (29/67)	16,0	SI	24,0	74,7	—	46,1	—	—	—	63,3	—	53,3	—	—	—	—
Hwang et al. [60]	2019	15	33,0	SI	—	92,8	48,5	49,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zhu et al. [61]	2019	45 (3/42)	15,8	SI	24,0	78,8	37,9	39,0	—	—	—	55,1	46,2	46,9	—	—	—	—
McDonnell et al. [8]	2020	62	18,0–19,0	—	33,0	83,9	41,4	42,5	—	—	—	51,2	39,9	39,4	—	—	—	—

SI — неутонченный сегментарный инструментарий, ТПФ — транспедикулярная фиксация.

ному виду методом обратной дисперсии (inverse variance method): среднее \pm стандартное отклонение. Общую коррекцию в группах рассчитывали для разностей средних перед операцией и сразу после операции, потерю коррекции в группах в отдаленном периоде – для разностей средних в отдаленном периоде и сразу после операции.

Общая группа, подгруппы одноэтапных и двухэтапных вмешательств исследовали на неоднородность с вычислением статистик гетерогенности Q , I^2 и достигнутого уровня значимости p методом χ -квадрат, провели оценку квадрата среднего отклонения коррекций τ^2 . По величине коррекции неоднородными являются все группы: общая ($p < 0,001$), одноэтапных вмешательств ($p < 0,001$), двухэтапных вмешательств ($p < 0,001$). По потере коррекции неоднородной является группа одноэтапных вмешательств ($p = 0,005$), в общей группе и группе двухэтапных вмешательств неоднородности не обнаружено ($p = 0,111$ и $p = 0,995$ соответственно). Из-за выявленной неоднородности групп для сравнения и описания использовали модели со случайными эффектами (RE model). Результаты расчетов и визуальное сравнение коррекции и ее потери в послеоперационном периоде представлены на графиках forest plot.

Расчеты производили в программе RStudio (version 1.4.1106) на языке R (version 4.0.5) с помощью пакета metaphor.

Результаты

Коррекция кифотической деформации. В общей сложности 56 публикаций содержат данные, отражающие полученную при вмешательстве коррекцию и сохранение ее в отдаленном послеоперационном периоде. Всего авторами публикаций прооперировано 1886 пациентов, из них одноэтапному вмешательству подвергли 1046 пациентов, двухэтапному – 840. Одноэтапная операция позволила уменьшить кифотическую деформацию с 77,9 до 44,3°

а в конце периода наблюдения она составила 47,3°, то есть потеря коррекции – 4,0°. Двухэтапная операция дала коррекцию кифоза с 78,2 до 44,1°, потеря коррекции – 3,8°. Результаты практически идентичные, что подтверждается данными статистического исследования.

Статистически значимой разницы в величине коррекции (рис. 1) и потери коррекции (рис. 2) между одноэтапными и двухэтапными вмешательствами не выявлено ($p = 0,789$ и $p = 0,437$ соответственно).

Это же можно сказать об изменении контура поясничного лордоза (по данным 31 публикации): после одноэтапного вмешательства он уменьшился с 69,0 до 48,8°, а затем увеличился до 50,9°. После двухэтапного вмешательства данные практически идентичны: 69,5°, 50,4°, 55,0° соответственно. Практически во всех случаях параметры поясничного лордоза оставались в границах нормы.

Осложнения. Анализ литературных данных на предмет осложнений, развившихся в ходе и после оперативной коррекции ювенильных кифозов, предполагает рассмотрение различных типов публикаций: статей, посвященных результатам лечения однородных групп пациентов, единичных наблюдений и, наконец, обзоров больших массивов данных. В нашем распоряжении имеется 34 публикации, в которых представлены результаты хирургической коррекции кифозов Шейерманна и отмеченные авторами осложнения. Величина клинических групп варьирует от 8 до 131 пациента, а суммарное их количество составляет 1313. Одноэтапное дорсальное вмешательство осуществлено 672 раза, двухэтапное дорсовентральное – 641. Считаем целесообразным сгруппировать осложнения следующим образом: воспалительные, неврологические, связанные с имплантатом, другие (табл. 2). Комплекс проблем, связанных с развитием переходных кифозов, проксимальных и дистальных, будет обсужден во второй части обзора.

Всего отмечено 62 случая нагноений (поверхностных и глубоких),

что составляет 4,7 %. При одноэтапных вмешательствах осложнения отмечены 25 (3,7 %) раз, при двухэтапных – 37 (5,8 %). Повторное вмешательство потребовалось всего 2 раза.

Неврологические осложнения развились в 14 (1,07 %) случаях: 5 (0,38 %) – после одноэтапных операций, 9 (0,68 %) – после двухэтапных. В четырех случаях осложнения следует расценивать как тяжелые, из них 2 – после одноэтапного вмешательства, 3 – после двухэтапного (1 – без восстановления утраченных функций).

Осложнения, связанные с имплантатами, констатированы в 132 (10,05 %) случаях. Сюда относятся переломы и смещения эндокорректора, выстояние его под кожей, бурситы, повреждения костных точек опоры, ложные суставы блока. После одноэтапной операции такие осложнения отмечены 77 (5,8 %) раз, что потребовало проведения 23 повторных вмешательств, после двухэтапной – 56 (4,2 %) раз и четыре повторных операции.

Другие осложнения (часть авторов сообщает только их количество) отмечены 158 (12,0 %) раз. После одноэтапного вмешательства их было 77 (13 повторных операций), после двухэтапного – 81 (47 повторных операций). Констатировано два летальных исхода: вследствие коагулопатии (дорсальной гематомы) и синдрома *a. mesenterica sup.* (двухэтапное вмешательство).

Roddy и Diab [62] проанализировали частоту и факторы риска повторных госпитализаций пациентов с деформациями позвоночника в возрасте до 21 года. Всего в исследование включены 13 287 человек из государственной базы данных стационарных больных США: идиопатические сколиозы – 8175 (62,0 %), нейромышечные сколиозы – 1180 (14,0 %), врожденные деформации – 721 (5,0 %), кифозы Шейерманна – 398 (3,0 %). Повторные госпитализации в течение первых 30 и 90 дней составили соответственно 4,7 % и 6,1 %. Самые частые причины повторных госпитализаций: инфекционные осложнения (38,0 %), расхождение краев раны (19,0 %), легоч-

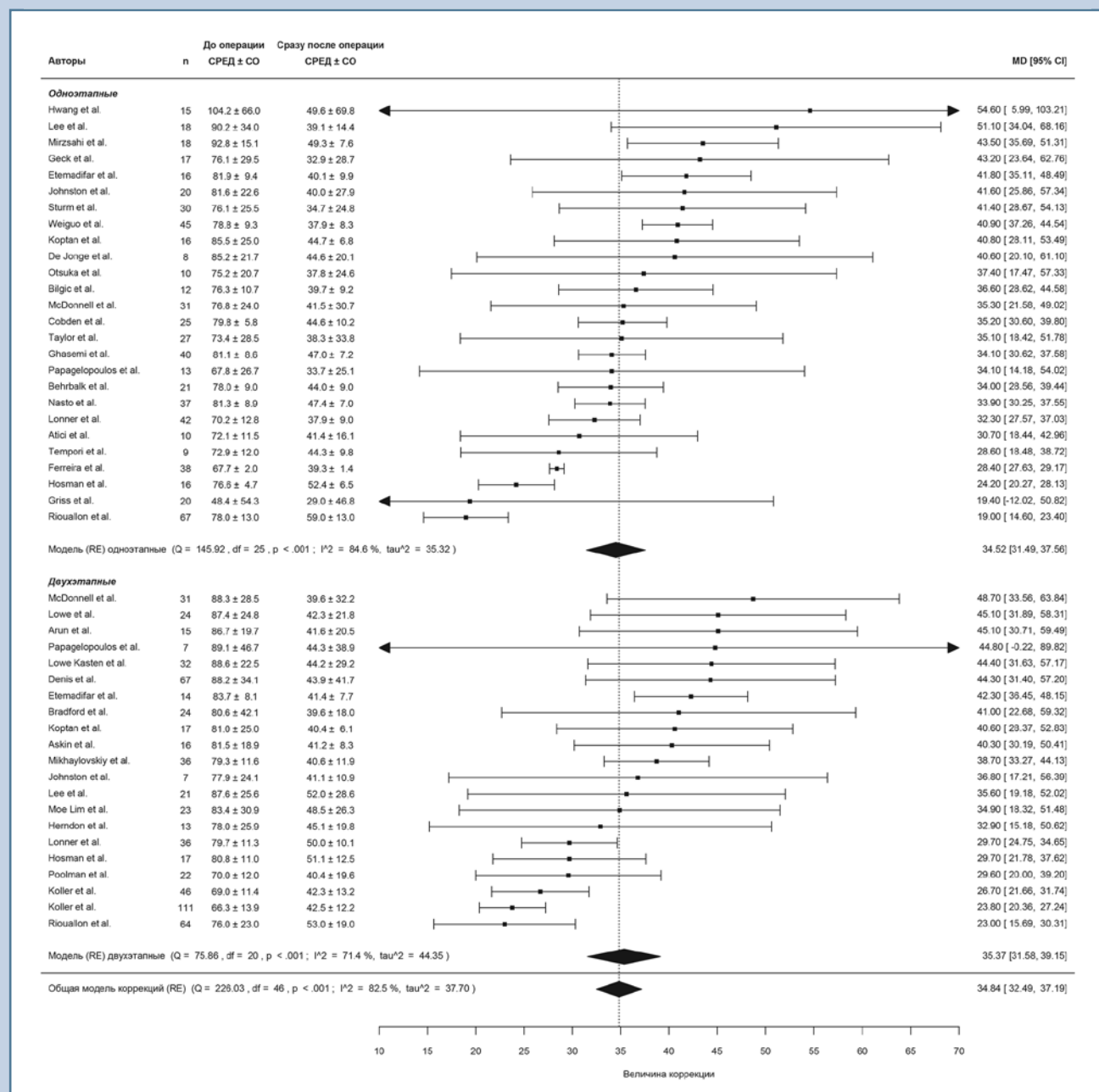


Рис. 1

Диаграмма forest plot сравнения послеоперационной коррекции при одноэтапных и двухэтапных вмешательствах

ные осложнения (12,0 %). Наиболее значимые предикторы повторной госпитализации: мужской пол, нейромышечные и врожденные деформации, кифозы Шейерманна. Из 398 пациентов с ювенильными кифозами в первые 30 дней после выписки были госпитализированы повторно 23 чело-

века, что составило 4,0 % по отношению ко всей группе повторно госпитализированных и 5,8 % – от числа оперированных по поводу болезни Шейерманна.

Сое et al. [63] проанализировали данные SRS за период с 2001 по 2004 г. на предмет осложнений, возникаю-

щих при хирургической коррекции ювенильных кифозов. Всего таких больных оказалось 683, средний возраст – 21 год (5–75). Трудно представить операцию по поводу болезни Шейерманна у 5-летнего ребенка, однако никаких подробностей авторы не приводят. Операции: дорсальные –

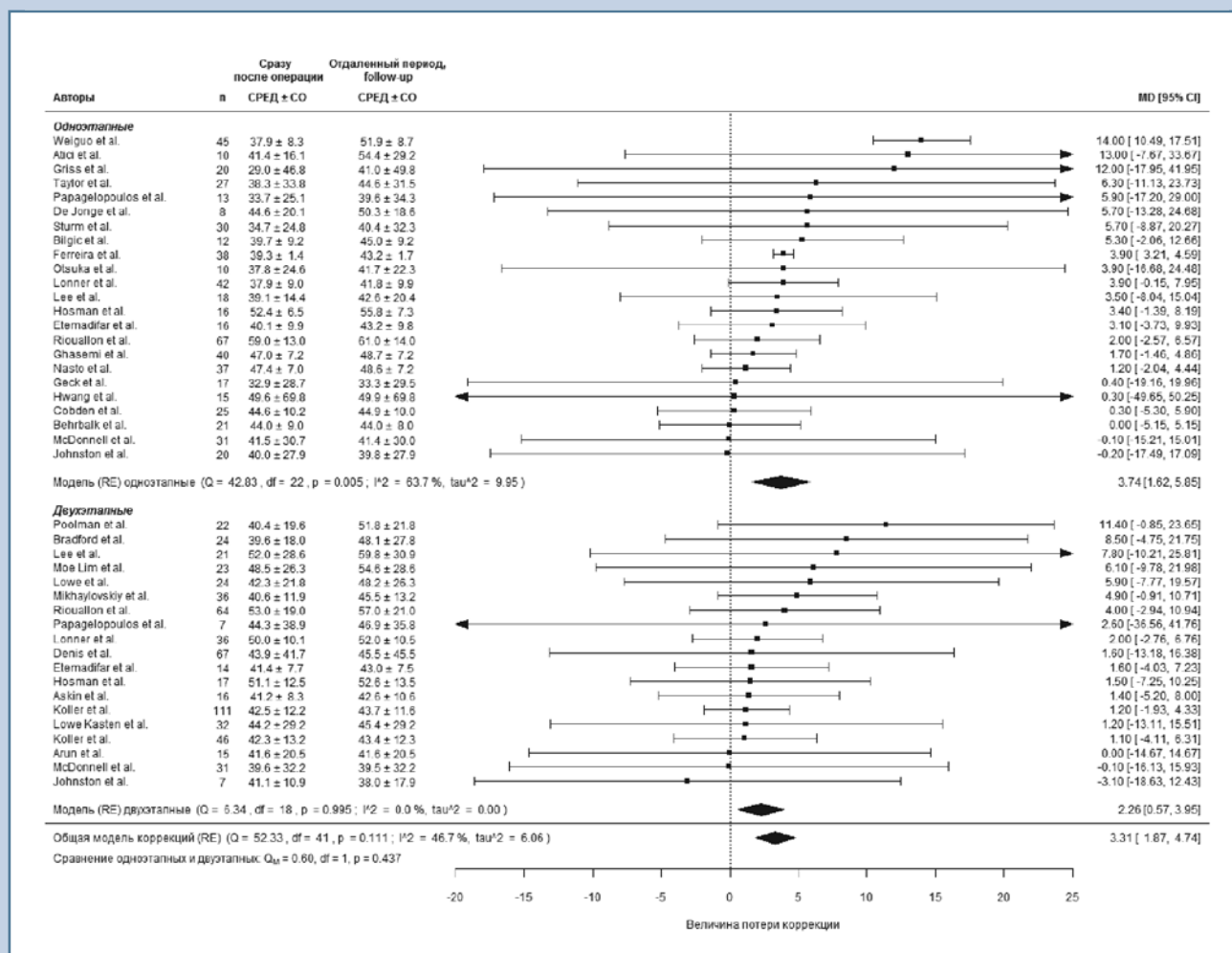


Рис. 2

Диаграмма forest plot сравнения потери коррекции при одноэтапных и двухэтапных вмешательствах

338 (48,0 %), вентральные – 73 (11,0 %), дорсовентральные – 272 (40,0 %). Всего выявлено 99 (14,0 %) осложнений, наиболее частые – нагноения (26), осложнения, связанные с имплантатами (17), неврологические ранние и поздние (17), включая 4 случая повреждения спинного мозга. Летальный исход отмечен 4 раза. Осложнения встречаются чаще у больных старше 19 лет (22,0 %), чем у более молодых (12,0 %). В целом частота осложнений после дорсального спондилодеза (14,8 %) лишь незначительно отличается от таковой после переднезаднего вмешательства, выполненного в одну сессию (16,9 %).

Hamilton et al. [64] представили результаты анализа базы данных SRS по оценке частоты неврологических послеоперационных осложнений у больных с деформациями позвоночника различной этиологии. Всего рассмотрено 108 419 больных. Отдельно рассматривали случаи травмы спинно-мозговых корешков, конского хвоста и спинного мозга. В этой группе было 227 пациентов, оперированных по поводу болезни Шейерманна, причем в трех случаях констатировано развитие послеоперационного неврологического дефицита: 1 случай повреждения спинно-мозгового корешка, 2 – спинного мозга. В целом частота

неврологических осложнений составила 1,32 %.

Tribus [65] описал случай тяжело-го осложнения в хирургии болезни Шейерманна. Пациент 16 лет с кифозом 80° оперирован с применением двухэтапного вмешательства. В ходе имплантации дорсального инструментария отмечены нарушения соматосенсорных вызванных потенциалов, а при проведении wake-up test выявлено отсутствие движений в нижних конечностях. Инструментарий был полностью удален, отмечено быстрое восстановление двигательных функций. МРТ, проведенная через 3 дня, показала выраженный стеноз позво-

Таблица 2
Осложнения хирургической коррекции кифозов Шейерманна (по данным литературы)

Авторы	Год	Количество пациентов, п		Нагноения (реоперации), п		Неврологические осложнения (реоперации), п		IRC (реоперации), п		Другие осложнения (реоперации), п	
		1 этап	2 этап	1 этап	2 этап	1 этап	2 этап	1 этап	2 этап	1 этап	2 этап
Bradford et al. [6]	1975	22	—	3	—	—	—	5	—	19	—
Griss et al. [9]	1978	20	—	3	—	—	—	—	—	—	—
Taylor et al. [10]	1979	27	—	—	—	1 преходящая парестезия	—	3	—	8	—
Bradford et al. [7]	1980	—	24	—	1	—	—	1	—	8	—
Hernund et al. [11]	1981	—	13	0	—	1 преходящее отсутствие разгибания стопы	—	—	—	3 Смерть (коагулопатия) — 1	—
Heine et al. [13]	1984	—	11	—	—	—	—	—	—	6	—
Speck, Chopin [14]	1986	61	—	4	—	1 синдром Brown-Sequard	—	8	—	—	—
Nerubay, Karznelson [15]	1986	—	14	—	—	—	1 легкий парализ со значительным восстановлением после удаления инструментария	—	2 (1)	—	—
Lowe [16]	1987	—	24	—	—	—	Участок болезненной гиперестезии	—	5	—	—
Otsuka et al. [17]	1990	10	—	—	—	—	—	2	—	—	—
Sturm et al. [19]	1993	30	—	3	—	—	—	8	—	—	(3)
Ferreira-Alves et al. [21]	1995	38	—	—	—	—	—	1	—	—	3
De Jonge et al. [22]	2001	8	—	1	—	—	—	1	—	—	—
Papagelopoulos et al. [23]	2001	21	—	—	—	—	—	5	—	—	Смерть (синдром a. mesenterica sup.) — 1 (2)
Poolman et al. [24]	2002	22	—	—	—	—	—	9 (9)	—	—	1
Hosman et al. [25]	2002	16	17	1	2	—	—	2 (2)	3 (3)	—	—
Atici et al. [27]	2004	10	—	2	—	0	—	—	—	—	—
Lim et al. [28]	2004	—	23	—	—	—	1 опемение и слабость в руках (укладка)	—	3	—	10
Herrera-Soto et al. [29]	2005	—	19	—	—	—	2 легких случая с полным восстановлением	—	3	—	6 (1)
Arun et al. [31]	2006	—	15	—	3	—	—	—	1	—	(2)
Lee et al. [32]	2006	18	21	0	3	0	2 (1 — без восстановления)	0	4	—	(2)
Lonner et al. [34]	2007	36	42	0	2	0	1	0	1	0	5
Geck et al. [35]	2007	17	—	1 (1)	—	—	—	—	1	—	2
Koptan et al. [36]	2007	16	17	—	3	Корешковые боли (реоперация)	—	—	—	—	—
Cho et al. [38]	2009	—	31	—	4	—	1	—	5	—	—
Denis et al. [37]	2009	15	52	—	—	—	—	5	—	5 (1)	—
Tempori et al. [41]	2011	9	19	—	2 (1)	—	—	—	3	3 (1)	3
Koller et al. [43]	2013	—	—	—	6	—	0	2	12	—	(21)
Behrbalk et al. [44]	2014	21	—	1	—	Спастическая паралич после реоперации	—	—	4	—	—
Erenadifar et al. [50]	2015	14	16	—	1	—	—	—	—	—	2
Graat et al. [52]	2016	17	16	—	—	—	—	20 (7)	—	—	—
Riouallon et al. [57]	2018	67	64	3	4	0	0	3	6	4 (13)	12 (16)
Hwang et al. [60]	2019	15	—	—	—	—	—	—	—	4	—
McDonnell et al. [8]	2020	31	31	3	6	0	0	1	4	—	1

ночного канала на уровне Th₈–Th₁₀ сегментов. Через неделю оперирован повторно (ламинэктомия Th₇–Th₁₁, дорсальная коррекция). Никаких признаков неврологических нарушений не отмечено в течение 2-летнего послеоперационного наблюдения.

Deniels et al. [66] описали редкое осложнение, развившееся после операции коррекции кифоза Шейерманна с углом Cobb 106°. После двухэтапного вмешательства, выполненного в ходе одного наркоза, у пациента на 5-е сут диагностировали респираторный дистресс-синдром, большой реинтубирован. На рентгенограмме – свободный воздух в брюшной полости. Эксплоративная лапаротомия – перфорация антрального отдела желудка с некрозом на всю глубину, разлитой перитонит. На 7-й день проведена повторная лапаротомия, выявлена ишемия желудка, желчного пузыря, поджелудочной железы. Гастрэктомия, холецистэктомия, дренаж общего протока, спленэктомия, еюностомия, перитонеальный лаваж. Длительное лечение, выздоровление. Основная причина катастрофы – окклюзия чревной артерии, развившаяся в результате коррекции кифоза. Синдром окклюзии чревной артерии – результат сдавления срединной дугообразной связкой. Может носить острый или хронический характер.

Clado et al. [67] представили случай развития грыжи грудного межпозвоночного диска (Th₁₀–Th₁₁) у 17-летнего пациента в момент хирургической коррекции ювенильного кифоза. Проведенный wake-up test показал нарушение движений в правой ноге. Больной был вывезен из операционной и наблюдался некоторое время, в связи с отсутствием положительной динамики был возвращен в операционную, инструментарий удалили. Через несколько дней движения в значительной степени восстановились. На МРТ признаки межпозвоночной грыжи. Грыжа удалена из костотрансверзэктомического доступа, восстановлена целостность инструментария. Через 4 мес. полное восстановление объема движений, сохраняется

снижение чувствительности в правой нижней конечности в области голени и ниже. Авторы полагают, что комбинация предсуществующей дисковой патологии с приложением значительного корригирующего усилия может превысить прочность фиброзного кольца и привести к формированию типичной грыжи с неврологическим дефицитом.

Lonner et al. [68] провели сравнение частоты послеоперационных осложнений в группах пациентов с болезнью Шейерманна (97 больных) и идиопатическим сколиозом подростков (800 больных). Большинство из них имели срок послеоперационного наблюдения больше двух лет. Среди пациентов с болезнью Шейерманна тяжелых осложнений было 16 (16,3 %): нагноения (10), связанные с инструментарием (3), неврологические (2), стойкий болевой синдром (1). Повторные операции потребовались в 15 случаях. По всем этим показателям группа с болезнью Шейерманна демонстрирует большее количество осложнений, чем группа с идиопатическим сколиозом. В целом риск развития осложнений у пациентов с болезнью Шейерманна превышает таковой при идиопатическом сколиозе в 3,9 раза. Протяженность зоны спондилодеза не является фактором риска с точки зрения развития тяжелых осложнений.

Продолжительность операции и кровопотеря. Далеко не все авторы сочли необходимым сообщить о времени, которое потребовалось для осуществления того или иного оперативного вмешательства, и об объеме интраоперационной кровопотери. В анализируемом литературном массиве публикаций, содержащих такую информацию, было 18. Дорсальная коррекция и спондилодез проведены у 357 больных, двухэтапное вмешательство – у 152 (табл. 3). При одноэтапном дорсальном вмешательстве средняя кровопотеря составила 1092 мл (303 пациента, 14 статей), продолжительность операции – 257 мин (253 пациента, 12 статей). Двухэтапное дорсовентральное вмешательство

сопровождалось средней кровопотерей 1533 мл (188 пациентов, 9 статей) и продолжалось 463 мин (172 пациента, 8 статей).

Качество жизни, связанное со здоровьем (HRQOL). Насколько можно судить по источникам литературы, первую попытку оценить качество жизни больных с болезнью Шейерманна после операции предприняли Lowe и Kasten [20]. Они не идентифицировали использованный ими опросник, но констатировали выраженный противоболевой эффект вмешательства. Если до операции 27 из 28 больных жаловались на сильные боли в области позвоночника, то в послеоперационном периоде 18 отмечали только легкий дискомфорт. При этом 96 % пациентов были удовлетворены внешним видом после операции. Hosman et al. [25] использовали опросник Oswestry и отметили существенное улучшение у больных, оперированных с применением одно- и двухэтапных вмешательств, причем различий между группами выявлено не было.

Poolman et al. [24], оперировавшие своих пациентов с применением двухэтапной стратегии, использовали опросник SRS-24 и получили ответы от 22 больных. Уменьшение болевого синдрома после операции отметили 45 % из них, болевой синдром не изменился – у 36 %, стал сильнее – у 18 %. Улучшение внешнего вида отметили 45 %, отсутствие изменений констатировали 41 % и ухудшение – 14 % пациентов. Yang et al. [26], используя ODI, констатировали изменение этого показателя с 6,4 до 37,3. Lee et al. [32] предложили больным опросник SRS-30 и отметили улучшение общего показателя в обеих подгруппах своих больных: при одноэтапном вмешательстве с 90 до 112, при двухэтапном – со 115 до 146. Авторы подчеркивают, что, если не учитывать больных с тяжелыми осложнениями, различия между группами невелики. Аналогичные данные опубликовали Koptan et al. [36]: при одноэтапном вмешательстве общий показатель вырос с 90 до 146, при двухэтапном – с 90

Таблица 3

Кровопотеря и продолжительность операции при хирургической коррекции кифозов Шейерманна (по данным литературы)

Авторы	Год	Количество пациентов, n		Кровопотеря, мл		Время операции, мин	
		1 этап	2 этапа	1 этап	2 этапа	1 этап	2 этапа
Bradford et al. [6]	1975	22	—	1900 (250–4200)	—	234 (180–330)	—
Taylor et al. [10]	1979	27	—	1325 (600–3000)	—	—	—
Bradford et al. [7]	1980	24	—	1800	1100	—	—
Sturm et al. [19]	1993	30	—	1461 (350–3000)	—	—	—
Ferreira-Alves et al. [21]	1995	38	—	1000	—	180	—
Hosman et al. [25]	2002	16	17	1086 ± 584	2150	141 ± 27,1	166 ± 22,6
Lim et al. [28]	2004	23	—	1350 (400–1800)	1800 (600–3300)	—	—
Herrera-Soto et al. [29]	2005	19	—	—	1649 (400–3600)	—	680 (540–780)
Arun et al. [31]	2006	15	—	—	2233 (1100–5500)	—	300 (100–700)
Lee et al. [32]	2006	18	21	838 (400–2500)	1227 (800–3000)	378 (260–690)	662 (560–835)
Lonner et al. [34]	2007	42	36	1454 (325–5450)	1355 (500–3000)	342 (210–695)	575 (235–810)
Geck et al. [35]	2007	17	—	808 (350–1300)	—	270	—
Koptan et al. [36]	2007	16	17	620 (440–975)	910 (755–1295)	215 (185–325)	315 (245–505)
Nakamura et al. [42]	2011	35	27	1056	1515	410	623
Etemadifar et al. [50]	2015	14	16	760 (400–1200)	1380 (750–2800)	263 (185–310)	545 (425–655)
Padilla et al. [51]	2015	5	—	590 (300–1200)	—	218 (210–240)	—
Mirzashahi et al. [58]	2018	18	—	250	—	150 (140–200)	—
Hwang et al. [60]	2019	15	—	1403 (300–6500)	—	470 (210–950)	—
McDonnell et al. [8]	2020	31	31	—	—	211 (160–300)	302 (220–480)

до 132. Temponi et al. [41] оценивали болевой синдром с помощью инструмента VAS. При одноэтапном вмешательстве показатель снижен с 6,6 до 0,6 (удовлетворение результатом – 94,7 %), при двухэтапном – с 5,6 до 0,5 (100,0 %). Koller et al. [43] использовали при оценке качества жизни больных, оперированных с применением двухэтапного вмешательства, ODI, SRS-24, ArM (Approach related Morbidity questionnaire), SF-36. Выявлена сильная корреляция между данными SRS-24 и ODI, SRS-24 и ArM, ODI и ArM, а также отчетливая негативная корреляция между удлинением зоны спондилодеза и самооценкой внешности по данным SRS-24. У пациентов, перенесших незапланированные вмешательства, показатели SRS-24, ODI, ArM снижены. В целом 85,7 % больных согласны на ту же операцию при тех же условиях, 14,0 % – не согласны.

Etemadifar et al. [50], обследовав больных, оперированных с применением одно- и двухэтапного вмешательства, с помощью ODI и SRS-30,

выявили значительное улучшение без сколько-нибудь значимых различий. Исследование Graat et al. [52] представляет особый интерес, поскольку сроки послеоперационного наблюдения составляют в среднем 18 лет. Показатель VAS составил 2,5 балла на момент последнего обследования. При этом 68 % больных сообщали о болях в позвоночнике в течение последнего месяца, 43 % – в шее, 21 % – постоянные боли в спине, а 54 % – отметили нетрудоспособность из-за болей в спине в течение последних пяти лет. Средний показатель ODI – 12 на момент последнего обследования. До операции он составлял 21, в первые 8 лет после операции улучшался до 7, а в дальнейшем вырастал до 19. Авторы отмечают, что двухэтапные вмешательства дают несколько лучшие результаты, нежели одноэтапные. Параметры EQ-5d, характеризующие мобильность, активность и боли, были ниже, чем в общей популяции. Показатели EQ VAS были лучше после двухэтапных вмеша-

тельств, чем после одноэтапных. Это же касается EQ TTO и SF-36. Из 29 больных 72 % были удовлетворены оперативным лечением и были бы готовы пройти его еще раз на тех же условиях, а 62 % больных сообщили, что результаты соответствовали их ожиданиям. Авторы констатируют несоответствие между значительной потерей коррекции кифоза и частым болевым синдромом, с одной стороны, и высоким уровнем удовлетворенности больных – с другой.

Cobden et al. [54] оперировали больных дорсальным доступом, пациенты заполняли анкету SRS-22, эти данные показали, что лучше всего больные оценили свой внешний вид, хуже всего – ментальное состояние, при этом практически все пациенты были бы готовы на эту операцию на известных им условиях. Единственный обзор, посвященный качеству жизни 82 пациентов с болезнью Шейерманна, опубликовали Toombs et al. [69]. Показатель SRS-24 улучшился по всем доменам с наибольшим эффектом для са-

мооценки внешнего вида. Показатели VAS улучшены с 3,69 до 1,51 балла, эти данные коррелируют с динамикой болевого синдрома, ментального здоровья и суммарного показателя.

Заключение

Насколько можно судить, обширная литература, посвященная болезни Шейерманна и ее лечению, не содержит результатов многофакторного сравнения исходов одно- и двухэтапного оперативных вмешательств. Мы предприняли такую попытку, акцентировав внимание на следующих параметрах: коррекция кифотической деформации и ее сохранение в послеоперационном периоде, послеоперационные осложнения, объем интраоперационной кровопотери и длительность операции и качество жизни пациентов в отдаленном послеоперационном периоде. Анализ различий в длительности пребывания в клинике и стоимости лечения затруднен в связи с малым количеством литературы

ных данных. Проблема переходных кифозов и протяженности зоны спондилодеза в силу ее особой значимости будет рассмотрена во второй части настоящего обзора.

Параметры кифотической деформации в до- и послеоперационном периоде практически идентичны для обеих групп сравнения, то есть вентральный релиз (дискэктомия, межтеловой спондилодез) не дает преимуществ в сравнении с одноэтапным дорсальным вмешательством, хотя отдельные хирурги [8] полагают все же, что двухэтапное вмешательство имеет определенные преимущества. Что касается интра- и послеоперационных осложнений, двухэтапное вмешательство несколько реже приводит к осложнениям, связанным с имплантатами, все остальные – гнойные, неврологические и прочие – реже сопровождают одноэтапные вмешательства. Кровопотеря и длительность оперативного вмешательства ожидаемо и существенно больше при использовании двухэтапных операций.

Исследования качества жизни пациентов в послеоперационном периоде, проведенные с применением различных опросников, свидетельствуют о том, что тип вмешательства существенной роли не играет. Особый интерес представляет статья Graat et al. [52], обследовавших пациентов со средним сроком послеоперационного наблюдения 18 лет. Авторы отметили значительную потерю коррекции кифоза, частый выраженный болевой синдром и при этом высокую степень удовлетворенности результатами операции. Вероятно, нужны новые исследования, позволяющие максимально объективно оценивать результаты хирургической коррекции кифозов Шейерманна.

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

Литература/References

1. **Scheuermann HW.** Kyfosis dorsalis juveniles. Ugeskrift for Laeger. 1920;82:385–393.
2. **Scheuermann HW.** Kyphosis juvenilis (Scheuermann's Krankheit). Fortschr Geb Rontgenstraler. 1936;53:1–16.
3. **Sorensen KH.** Scheuermann's Juvenile kyphosis: clinical appearances, radiology, etiology and prognosis. Enjar Munkesgaard Forlag, Copenhagen, 1964:214–222.
4. **Roaf R.** Vertebral growth and its mechanical control. J Bone Joint Surg Br. 1960;42-B:40–59. DOI: 10.1302/0301-620X.42B1.40.
5. **Harrington PR.** Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. J Bone Joint Surg Am. 1962;44-A:591–610.
6. **Bradford DS, Moe JH, Montalvo FJ, Winter RB.** Scheuermann's kyphosis. Results of surgical treatment by posterior spine arthrodesis in twenty-two patients. J Bone Joint Surg Am. 1975;57:439–448.
7. **Bradford DS, Ahmed KB, Moe JH, Winter RB, Lonstein JE.** The surgical management of patients with Scheuermann's disease: a review of 24 cases managed by combined anterior and posterior spine fusion. J Bone Joint Surg Am. 1980;62:705–712.
8. **McDonnell JM, Ahern DP, Lui DF, Yu H, Lehovsky J, Noordeen H, Molloy S, Butler JS, Gibson A.** Two-stage anterior and posterior fusion versus one-stage posterior fusion in patients with Scheuermann's kyphosis. Bone Joint J. 2020;102-B:1368–1374. DOI: 10.1302/0301-620X.102B10.BJJ-2020-0273.R3.
9. **Griss P, von Andrian-Werburg H.** Mittelfristige Ergebnisse von dorsalen Aufrichtungsoperationen juvenile Kyphosen mit dem Harrington-Instrumentarium. Arch Orth Traumat Surg. 1978;91:113–119.
10. **Taylor TC, Wenger DR, Stephen J, Gillespie R, Bobechko WP.** Surgical management of thoracic kyphosis in adolescents. J Bone Joint Surg Am. 1979;61:496–503.
11. **Herndon WA, Emans JB, Mikheli LJ, Hall JE.** Combined anterior and posterior fusion for Scheuermann's kyphosis. Spine. 1981;6:125–130. DOI: 10.1097/00007632-198103000-00003.
12. **McPhee JB, Tuffley DJ.** The surgical management of Scheuermann's kyphosis. J Bone Joint Surg Br. 1983;65:97–98.
13. **Heine J, Stauch R, Matthias H.** Ergebnisse der operative Behandlung des Morbus Scheuermann. Z Orthop Unfall. 1984;122:743–749.
14. **Speck GR, Chopin DC.** The surgical treatment of Scheuermann's kyphosis. J Bone Joint Surg Br. 1986;68:189–193. DOI: 10.1302/0301-620X.68B2.3958000.
15. **Nerubay J, Katznelson A.** Dual approach in the surgical treatment of juvenile kyphosis. Spine. 1986;11:101–102. DOI: 10.1097/00007632-198601000-00032.
16. **Lowe TG.** Double L-rod instrumentation in the treatment of severe kyphosis secondary to Scheuermann's disease. Spine. 1987;12:336–341. DOI: 10.1097/00007632-198705000-00005.
17. **Otsuka NY, Hall JE, Mah JY.** Posterior fusion for Scheuermann's kyphosis. Clin Orthop Relat Res. 1990;(251):134–139.
18. **Reinhardt P, Bassett GS.** Short segmental kyphosis following fusion for Scheuermann's disease. J Spinal Disord. 1990;3:162–168.
19. **Sturm PF, Dobson JC, Armstrong GW.** The surgical management of Scheuermann's disease. Spine. 1993;18:685–691. DOI: 10.1097/00007632-199305000-00002.
20. **Lowe TG, Kasten MD.** An analysis of sagittal curves and balance after Cotrel-Dubousset instrumentation for kyphosis secondary to Scheuermann's disease. A review of 32 patients. Spine. 1994;19:1680–1685. DOI: 10.1097/00007632-199408000-00005.

21. **Ferreira-Alvez A, Resina J, Palma-Rodrigues R.** Scheuermann's kyphosis. The Portuguese technique of surgical treatment. *J Bone Joint Surg Br.* 1995;77:943–950.
22. **De Jonge T, Illes T, Bellyei A.** Surgical correction of Scheuermann's kyphosis. *Int Orthop.* 2001;25:70–73. DOI: 10.1007/s002640100232.
23. **Papagelopoulos PJ, Klassen RA, Peterson HA, Dekutoski MB.** Surgical treatment of Scheuermann's disease with segmental compression instrumentation. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(386):139–149. DOI: 10.1097/00003086-200105000-00018.
24. **Poolman RW, Been HD, Ubags LH.** Clinical outcome and radiographic results after operative treatment of Scheuermann's disease. *Eur Spine J.* 2002;11:561–569. DOI: 10.1007/s00586-002-0418-6.
25. **Hosman AJ, Langeloo DD, de Kleuver M, Anderson PG, Veth RP, Slot GH.** Analysis of the sagittal plane after surgical management for Scheuermann's disease: a view on overcorrection and the use of an anterior release. *Spine.* 2002;27:167–175. DOI: 10.1097/00007632-200201150-00009.
26. **Yang C, Askin G, Yang S.** [Combined thoracoscopic anterior spinal release and posterior correction for Scheuermann's kyphosis]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi.* 2004;42:1293–1295. In Chinese.
27. **Atici T, Aydinli U, Akesen B, Serifoglu R.** Results of surgical treatment for kyphotic deformity of the spine secondary to trauma or Scheuermann's disease. *Acta Orthop Belg.* 2004;70:344–348.
28. **Lim M, Green DW, Billingham JE, Huang RC, Rawlins BA, Widmann RF, Burke SW, Boachie-Adjei O.** Scheuermann kyphosis: safe and effective surgical treatment using multisegmental instrumentation. *Spine.* 2004;29:1789–1794. DOI: 10.1097/01.brs.0000134571.55158.01.
29. **Herrera-Soto JA, Parikh SN, Al-Sayyad MJ, Crawford AH.** Experience with combined video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) anterior spinal release and posterior spinal fusion in Scheuermann's kyphosis. *Spine.* 2005;30:2176–2181. DOI: 10.1097/01.brs.0000180476.08010.c1.
30. **Johnston CE 2nd, Elerson E, Dagher G.** Correction of adolescent hyperkyphosis with posterior-only threaded rod compression instrumentation: is anterior spinal fusion still necessary? *Spine.* 2005;30:1528–1534. DOI: 10.1097/01.brs.0000167672.06216.73.
31. **Arun R, Mehdi SMH, Freeman BJ, Sithole J, Divjina SC.** Do anterior interbody cages have a potential value in comparison to autogenous rib graft in the surgical management of Scheuermann's kyphosis? *Spine J.* 2006;6:413–420. DOI: 10.1016/j.spinee.2005.10.016.
32. **Lee SS, Lenke LG, Kuklo TR, Valente L, Bridwell KH, Sides B, Blanke KM.** Comparison of Scheuermann kyphosis correction by posterior-only thoracic pedicle screw fixation versus combined anterior/posterior fusion. *Spine.* 2006;31:2316–2321. DOI: 10.1097/01.brs.0000238977.36165.b8.
33. **Jansen RC, van Rhijn LW, van Ooij A.** Predictable correction of the unfused lumbar lordosis after thoracic correction and fusion in Scheuermann kyphosis. *Spine.* 2006;31:1227–1231. DOI: 10.1097/01.brs.0000217682.53629.ad.
34. **Lonner BS, Newton P, Betz R, Scharf C, O'Brien M, Sponseller P, Lenke L, Crawford A, Lowe T, Letko I, Harms J, Shuffelbarger H.** Operative management of Scheuermann's kyphosis in 78 patients: radiographic outcomes, complications, and technique. *Spine.* 2007;32:2644–2652. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31815a5238.
35. **Geck MJ, Macagno A, Ponte A, Shuffelbarger HL.** The Ponte procedure: posterior only treatment of Scheuermann's kyphosis using segmental posterior shortening and pedicle screw instrumentation. *J Spinal Disord Tech.* 2007;20:588–593. DOI: 10.1097/BSD.0b013e31803d3b16.
36. **Koptan WMT, Elmiligui YH, Elsebaie HB.** All pedicle screw instrumentation for Scheuermann's kyphosis correction: is it worth it? *Spine J.* 2009;9:296–302. DOI: 10.1016/j.spinee.2008.05.011.
37. **Denis F, Sun EC, Winter RB.** Incidence and risk factors for proximal and distal Junctional kyphosis following surgical treatment for Scheuermann kyphosis: minimum five-year follow-up. *Spine.* 2009;34:E729–E734. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181ae2ab2.
38. **Cho KJ, Lenke LG, Bridwell KH, Kamiya M, Sides B.** Selection of the optimal distal fusion level in posterior instrumentation and fusion for thoracic hyperkyphosis: the sagittal stable vertebra concept. *Spine.* 2009;34:765–770. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31819e28ed.
39. **Tsutsui S, Pawelek J, Bastrom TP, Shah SA.** Do discs "open" anteriorly with posterior-only correction of Scheuermann's kyphosis? *Spine.* 2011;36:E1086–E1092. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318201b6c7.
40. **Billig S, Ersen O, Eroglu M, Ege T, Koca K, Oguz E, Schirlioglu A.** Scheuermann kifozunun posterioriyor transpedikuler vida ile tedavi. *Gulhane Tip Derg.* 2012;54:65–69.
41. **Temponi EF, de Macedo RD, Pedroza LO, Fontes BP.** Scheuermann's kyphosis: comparison between the posterior approach associated with Smith-Petersen osteotomy and combined anterior-posterior fusion. *Rev Bras Orthop.* 2011;46:709–717. DOI: 10.1016/s2255-4971(15)30329-3.
42. **Nakamura Y, Lenke LG, Bridwell KH, Ning Y, Hu G, Min WK, Koester L.** Comparison between posterior-only correction and combined anterior/posterior fusion for severe Scheuermann's kyphosis. In: Final Program of the 46th SRS Meeting and Course, Louisville, USA, 2011:141.
43. **Koller H, Juliane Z, Umstaetter M, Meier O, Schmidt R, Hitzl W.** Surgical treatment of Scheuermann's kyphosis using a combined antero-posterior strategy and pedicle screw constructs: efficacy, radiographic and clinical outcomes in 111 cases. *Eur Spine J.* 2014;23:180–191. DOI: 10.1007/s00586-013-2894-2.
44. **Behrbalk E, Uri O, Parks RM, Grevitt MP, Rickert M, Boszczyk BM.** Posterior-only correction of Scheuermann kyphosis using pedicle screws: economical optimization through screw density reduction. *Eur Spine J.* 2014;23:2203–2210. DOI: 10.1007/s00586-014-3472-y.
45. **Ashraf A, Larson AN, Polly DW, Ferski G, Guidera KJ, Mielke CH.** Change in sagittal plane alignment following surgery for Scheuermann's kyphosis. *Spine Deform.* 2014;24:404–409. DOI: 10.1016/j.jspd.2014.04.013.
46. **Mikhaylovskiy MV, Sorokin AN, Novikov VV, Vasyura AS.** Selection of the optimal level of distal fixation for correction of Scheuermann's hyperkyphosis. *Folia Med (Plovdiv).* 2015;57:29–36. DOI: 10.1515/foimed-2015-0016.
47. **Nasto LA, Perez-Romera AB, Shalabi ST, Quraishi NA, Mehdi H.** Correlation between preoperative spinopelvic alignment and risk of proximal Junctional kyphosis after posterior-only surgical correction of Scheuermann's kyphosis. *Spine J.* 2016;16(4 Suppl):S26–S33. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.12.100.
48. **Faldini C, Traina F, Perna F, Borghi R, Martikos K, Gregg T.** Does surgery for Scheuermann kyphosis influence sagittal spinopelvic parameters? *Eur Spine J.* 2015;24 Suppl 7:893–897. DOI: 10.1007/s00586-015-4253-y.
49. **Koller H, Lenke LG, Meier O, Zenner J, Umschlaeger M, Hempfing A, Hitzl W, Bridwell KH, Koester LA.** Comparison of anteroposterior to posterior-only correction of Scheuermann's kyphosis: a matched-pair radiographic analysis of 92 patients. *Spine Deform.* 2015;3:192–198. DOI: 10.1016/j.jspd.2014.09.048.
50. **Etemadifar M, Ebrahemzadeh A, Hadi A, Feizi M.** Comparison of Scheuermann's kyphosis correction by combined anterior-posterior fusion versus posterior-only procedure. *Eur Spine J.* 2016;25:2580–2586. DOI: 10.1007/s00586-015-4234-1.
51. **Padilla AH, Najera JA, Alvarez S, Guevara F.** Surgical treatment of Scheuermann's disease by the posterior approach. Case series. *Coluna/Columna.* 2015;14:14–17. DOI: 10.1590/S1808-1851201514010R120.
52. **Graat HC, Schimmel JJ, Hoogendoorn RJ, van Hessem L, Hosman A, de Kleuver M.** Poor radiological and good functional long-term outcome of surgically treated Scheuermann patients. *Spine.* 2016;41:E869–E878. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001402.

53. **Ghasemi A, Stubig T, Nasto LA, Ahmed M, Mehdián H.** Distal Junctional kyphosis in patients with Scheuermann's disease: a retrospective radiographic analysis. *Eur Spine J.* 2017;26:913–920. DOI: 10.1007/s00586-016-4924-3.
54. **Cobden A, Albayrak A, Camurcu Y, Sofu H, Tacai T, Kaygusuz A.** Posterior-only approach with pedicle screws for the correction of Scheuermann's kyphosis. *Asian Spine J.* 2017;11:513–519. DOI: 10.4184/asj.2017.11.4.513.
55. **Kim HJ, Nemani V, Boachie-Adjei O, Cunningham ME, Iorio JA, O'Neill K, Neuman BJ, Lenke LG.** Distal fusion level selection in Scheuermann's kyphosis: a comparison of lordotic disc segment versus the sagittal stable vertebrae. *Global Spine J.* 2017;7:254–259. DOI: 10.1177/2192568217699183.
56. **Dikici F, Akgul T, Sariyilmaz K, Korkmaz M, Ozkunt O, Sar C, Domanic U.** Selection of distal fusion level in terms of distal Junctional kyphosis in Scheuermann kyphosis. A comparison of 3 methods. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2018;52:7–11. DOI: 10.1016/j.aott.2017.11.012.
57. **Riouallon G, Morin C, Charles YP, Roussouly P, Kreichati G, Obeid I, Wolff S.** Posterior-only versus combined anterior/posterior fusion in Scheuermann disease: a large retrospective study. *Eur Spine J.* 2018;27:2322–2330. DOI: 10.1007/s00586-018-5633-x.
58. **Mirzashahi B, Chehrassan M, Arfa A, Farzan M.** Severe rigid Scheuermann kyphosis in adult patients; correction with posterior-only approach. *Musculoskelet Surg.* 2018;102:257–260. DOI: 10.1007/s12306-017-0526-4.
59. **Lonner BS, Parent S, Shah SA, Sponseller P, Yaszay B, Samdani AF, Cahill PJ, Pahys JM, Betz R, Ren Y, Shuffelbarger HL, Newton PO.** Reciprocal changes in sagittal alignment with operative treatment of adolescent Scheuermann kyphosis – prospective evaluation of 96 patients. *Spine Deform.* 2018;6:177–184. DOI: 10.1016/j.jspd.2017.07.001.
60. **Hwang CJ, Lenke LG, Kelly MP, Sides BA, Blanke KM, Hershman S.** Minimum five-year follow-up of posterior-only pedicle screw constructs for thoracic and thoracolumbar kyphosis. *Eur Spine J.* 2019;28:2609–2618. DOI: 10.1007/s00586-019-06076-0.
61. **Zhu W, Sun X, Pan W, Yan H, Liu Z, Qiu Y, Zhu Z.** Curve patterns deserve attention when determining the optimal distal fusion level in correction surgery for Scheuermann kyphosis. *Spine J.* 2019;19:1529–1539. DOI: 10.1016/j.spinee.2019.04.007.
62. **Roddy E, Diab M.** Rates and risk factors associated with unplanned hospital readmission after fusion for pediatric spine deformity. *Spine J.* 2017;17:369–379. DOI: 10.1016/j.spinee.2016.10.008.
63. **Coe JD, Smith JS, Berven S, Arlet V, Donaldson W, Hanson D, Mudiya R, Perra J, Owen J, Marks MC, Shaffrey CI.** Complications of spinal fusion for Scheuermann kyphosis: a report of the scoliosis research society morbidity and mortality committee. *Spine.* 2010;35:99–103. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181c47f0f.
64. **Hamilton DK, Smith JS, Sansur CA, Glassman SD, Ames CP, Berven SH, Polly DW Jr, Perra JH, Knapp DR, Boachie-Adjei O, McCarthy RE, Shaffrey CI.** Rates of new neurological deficit associated with spine surgery based on 108,419 procedures: a report of the scoliosis research society morbidity and mortality. *Spine.* 2011;36:1218–1228. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181ec5fd9.
65. **Tribus CB.** Scheuermann's kyphosis in adolescents and adults: diagnosis and management. *J Am Acad Orthop Surg.* 1998;6:36–43. DOI: 10.5435/00124635-199801000-00004.
66. **Deniels AH, Jurgensmeier D, McKee J, Harrison MW, d'Amato CR.** Acute celiac artery compression syndrome after surgical correction of Scheuermann kyphosis. *Spine.* 2009;34:E149–E152. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181918f05.
67. **Llado RJ, Hwang S, Cuddihy L, Cahill P, Samdani A.** Intraoperative disc herniation during posterior spinal fusion for correction of Scheuermann's kyphosis. *Spine.* 2011;36:E615–E617. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181f6ee54.
68. **Lonner BS, Toombs CS, Guss M, Braaksma B, Shah SA, Samdani A, Shuffelbarger H, Sponseller P, Newton PO.** Complications in operative Scheuermann kyphosis: do the pitfalls differ from operative adolescent idiopathic scoliosis? *Spine.* 2015;40:305–311. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000757.
69. **Toombs C, Lonner B, Shah S, Samdani A, Cahill P, Shuffelbarger H, Yaszay B, Sponseller P, Newton P.** Quality of life improvement following surgery in adolescent spinal deformity patients: a comparison between Scheuermann kyphosis and adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Deform.* 2018;6:676–683. DOI: 10.1016/j.jspd.2018.04.009.

Адрес для переписки:

Михайловский Михаил Витальевич
630091, Россия, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,
НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна,
MMihailovsky@niito.ru

Address correspondence to:

Mikhailovskiy Mikhail Vitalyevich
Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics
n.a. Ya.L. Tsivyan,
17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia,
MMihailovsky@niito.ru

Статья поступила в редакцию 21.05.2021

Рецензирование пройдено 29.07.2021

Подписано в печать 30.07.2021

Received 21.05.2021

Review completed 29.07.2021

Passed for printing 30.07.2021

Михаил Витальевич Михайловский, д-р мед. наук, проф., главный научный сотрудник отдела детской вертебрологии, Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0002-4847-100X, MMihailovsky@niito.ru;
Виталий Леонидович Лукинов, канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник, отдел организации научных исследований, Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0002-3411-508X, vitality.lukinov@gmail.com.

Mikhail Vitalyevich Mikhaylovskiy, DMSc, Prof., chief researcher, Department of Pediatric Vertebrology, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0002-4847-100X, MMihailovsky@niito.ru;
Vitaliy Leonidovich Lukinov, PhD in Physics and Mathematics, senior researcher, Department of organization of scientific research, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0002-3411-508X, vitality.lukinov@gmail.com.