

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАТОЛОГИИ НИЖНЕПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

© А.В. Крутько¹, А.Д. Сангинов¹, М.В. Giers², А.А. Альшевская³, А.В. Москалев³

¹ ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, Новосибирск;

² Неврологический институт Барроу, больница и медицинский центр Святого Иосифа, Финикс, США;

³ Научно-исследовательский центр биостатистики и клинических исследований, Новосибирск

Поступила: 10.10.2018

Одобрена: 09.11.2018

Принята: 10.12.2018

Введение. Анализ современной литературы показывает, что количество детей, обращающихся с жалобами на боли в позвоночнике различной интенсивности, увеличивается с каждым годом. Публикаций, посвященных хирургическому лечению ювенильного остеохондроза, немного. В настоящее время нет алгоритмов выбора метода хирургического лечения детей и подростков с патологией поясничного отдела позвоночника, особенно листезов высокой степени, остаются дискуссионными способы и сроки хирургического лечения, использование редукционных маневров, отсутствуют исследования высокой степени достоверности.

Цель — обобщить опыт лечения детей и подростков с патологией нижнепоясничного отдела позвоночника.

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ результатов лечения пациентов с патологией нижнепоясничного отдела позвоночника в возрасте до 18 лет, прооперированных в нейрохирургическом отделении № 2 ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» за 2008–2018 гг. Средний возраст пациентов составил 15,5 года. Проведена структуризация патологий и выполненных вмешательств детям и подросткам. Оценены клиничко-рентгенологические результаты лечения, частота интра- и послеоперационных осложнений.

Результаты и их обсуждение. В период с 2008 по 2018 г. в нейрохирургическом отделении № 2 прооперированы 11 428 пациентов с дегенеративными заболеваниями позвоночника и спондилолистезами (истмическим, диспластическим), из них 55 были в возрасте до 18 лет (0,5 %). Хирургическое лечение во всех случаях привело к купированию болевого синдрома и восстановлению физической активности пациентов. Формирование артериального блока после декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств из заднего доступа достигнуто в 100 % случаев. Частота осложнений при хирургическом лечении детей и подростков с грыжами поясничных межпозвонковых дисков и спондилолистезом составила 8,6 и 28,6 % соответственно.

Заключение. Хирургическое лечение детей и подростков с патологией нижнепоясничного отдела позвоночника показывает отличный клинический результат. Через 4,9 года после декомпрессивных операций по поводу грыжи поясничных межпозвонковых дисков рецидив грыжи диска ни в одном случае не выявлен. Декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства из заднего доступа у детей и подростков со спондилолистезом способствуют купированию болевого синдрома, неврологических расстройств, полному восстановлению физической активности и формированию надежного артериального блока. Возникающие осложнения купируются без последствий и не умаляют достоинства хирургических методов лечения данной категории пациентов.

Ключевые слова: ювенильный остеохондроз; спондилолистез; протрузия; грыжа поясничных межпозвонковых дисков; спондилоартроз; микродискэктомия; межтеловой спондилодез.

SURGICAL TREATMENT OF LOWER LUMBAR SPINE PATHOLOGY IN CHILDREN AND ADOLESCENTS

© A.V. Krutko¹, A.J. Sanginov¹, M.B. Giers², A.A. Alshevskaya³, A.V. Moskaev³

¹ Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsiv'yan, Novosibirsk, Russia;

² Barrow Neurological Institute, St. Joseph's Hospital and Medical Center, Phoenix, USA;

³ Biostatistics and Clinical Trials Center, Novosibirsk, Russia

For citation: Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery. 2018;6(4):37-47

Received: 10.10.2018

Revised: 09.11.2018

Accepted: 10.12.2018

Introduction. Analysis of the modern literature shows that the number of children complaining of low back pain of varying intensity in the spine increases annually. Publications on the surgical treatment of juvenile osteochondrosis were scarce. Currently, there are no algorithms for choosing a surgical treatment for children and adolescents with lumbar spine pathology, particularly high-grade listhesis, methods and terms of surgical treatment, and the use of reduction maneuvers remain debatable. There are no high-quality evidence studies.

Aim. This study aimed to summarize the experience of treatment of children and adolescents with pathology of the lower lumbar spine.

Material and methods. We performed a retrospective analysis of the treatment outcomes in patients with lower lumbar spine pathology who were younger than 18 years and who underwent surgery in the Neurosurgical Department No. 2 of the Tsiv'yan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics between 2008 and 2018. The mean age of the patients was 15.5 years. We structured pathologies and interventions in children and adolescents and evaluated the clinical and radiological outcomes of treatment and the rate of intraoperative and postoperative complications.

Results and discussion. From 2008 to 2018, 11,428 patients with degenerative spine disease and isthmic/dysplastic spondylolisthesis underwent surgery at the Neurosurgical Department No. 2. Of these, 55 (0.5%) patients were younger than 18 years. In all patients, surgical treatment led to pain relief and physical activity recovery. Decompression/stabilization surgery through the posterior approach enabled formation of an artificial block in 100% of cases. The rate of surgical treatment complications was 8.6% and 28.6% in children and adolescents with herniated lumbar intervertebral discs and spondylolisthesis, respectively.

Conclusion. Surgical treatment of children and adolescents with pathology of the lower lumbar spine demonstrated an excellent clinical outcome. Disc herniation did not recur 4.9 years after decompression surgery for herniated lumbar intervertebral discs. Decompression/stabilization surgery through the posterior approach in children and adolescents with spondylolisthesis facilitated abolition of pain, regression of neurological disorders, full recovery of physical activity, and formation of a reliable artificial block. Potential complications were resolved without consequences and did not downplay the importance of surgical techniques in the treatment of this group of patients.

Keywords: juvenile osteochondrosis; spondylolisthesis; protrusion; lumbar disc herniation; spondyloarthrosis; microdiscectomy; fusion.

Введение

Анализ современной литературы показывает, что количество детей, обращающихся с жалобами на боли в позвоночнике различной интенсивности, увеличивается с каждым годом. В последнее время выросла заболеваемость ювенильным остеохондрозом. По данным разных авторов, частота встречаемости люмбагии у детей и подростков составляет 10–30 % [1]. Боль в спине чаще наблюдается у подростков в возрасте 13–15 лет [2].

Yang et al. проанализировали данные подростков 10–19 лет, обратившихся за помощью в 2007–2010 гг. по причине болей в спине. В 80,3 % случаев причины люмбагии не были установлены. В остальных случаях диагностированы: дисторсия мышечно-связочного аппарата (мышечный спазм — 8,9 %), сколиоз (4,7 %), дегенеративные поражения поясничного отдела позвоночника (1,7 %) и грыжи поясничного диска (1,3 %). Частота других нозологий, включая спондилолиз, спондилолистез, инфекцию, опухоль и перелом, составила менее 1 % [3]. Спондилолистезы (особенно 1–2-й ст.) у детей часто клинически не проявляются [4, 5], хотя опубликованы работы, в которых частота симптомных спондилолистезов составляет 5 % [6]. По данным других авторов, основной причиной болевого синдрома у подростков является сколиоз [7].

По разным данным, грыжа поясничных межпозвоночных дисков встречается у 0,1–0,4 % детей и подростков [8, 9]. Описаны потенциальные факторы развития грыжи диска у детей: травмы (чаще спортивные, поднятие тяжести, падение), генетический фактор, аномалии развития позвоночника [10–12]. Принципы диагностики и консервативной терапии у детей и подростков не отличаются от таковых у взрослых. Однако эффективность консервативной терапии у детей низкая [9]. Хирургическое лечение показывает отличные результаты и минимальный риск осложнений [13–15].

Среди детей и подростков спондилолистез отмечается в 2,4–6,0 % случаев [16]. У детей в возрасте до 1 года спондилолистез практически не встречается, а к 5–7 годам достигает 5 %, в дальнейшем частота встречаемости увеличивается мало и к 18 годам достигает 6 %. Диспластический спондилолистез высокой степени, описанный Marchetti и Bartolozzi, наблюдается в 1 % случаев [17]. По данным некоторых авторов, у мальчиков спондилолистез встречается в три раза чаще, чем у девочек [18]. Основной жалобой детей и подростков со спондилолистезом является боль в поясничном отделе позвоночника. В ряде случаев возникает компрессионный синдром или наблюдаются неврологические расстройства.

Данные литературы свидетельствуют о преимуществе хирургических методов лечения при прогрессировании листеза и появлении корешкового синдрома и/или неврологических расстройств [17, 19–24]. М.В. Михайловский и др. в обзорной статье изучили частоту и эффективность лечения спондилолистеза, в том числе в сочетании со сколиозом у детей и подростков, и выявили, что при нехирургическом лечении спондилолистезов 1–2-й степеней качество жизни пациентов не страдает, а хирургическое лечение в отдаленные сроки дает бóльший эффект и несет меньший риск осложнений [25].

Хирургическое лечение спондилолистезов высокой степени в настоящее время представляет собой актуальную проблему. Не разработан алгоритм выбора метода хирургического лечения пациентов с данной патологией, остаются дискуссионными способы хирургического лечения, использование редуцированных маневров, отсутствуют исследования высокой степени достоверности [22, 26, 27]. Описаны несколько способов хирургического лечения спондилолистезов высокой степени: задний спондилодез аутокостью *in situ* (техника Wiltse), инструментальная фиксация *in situ* с задним спондилодезом аутокостью, корригирующий межтеловой спондилодез (по Dubouset) [28], редукция позвонка с межтеловым спондилодезом, в том числе вышележащего сегмента с транспедикулярной фиксацией, трансакральная винтовая фиксация *in situ* [29, 30]. А.Р. Palejwala представлен случай трансакральной транспедикулярной фиксации *in situ* у 12-летнего подростка со спондилолистезом 4-й степени [31]. Фиксации *in situ* рекомендуются при сохранности параметров сагиттального баланса [32]. Vouyer et al. [33] при хирургическом лечении 12 подростков с высокой степенью листеза L₅ позвонка выполняли задний межтеловой спондилодез вышележащего сегмента, редуцию L₅ позвонка. У всех пациентов болевой синдром регрессировал, осложнений не выявлено. По данным радиологических исследований угловые параметры и позвоночно-тазовые взаимоотношения улучшились.

Декомпрессивно-стабилизирующее вмешательство с винтовой фиксацией и использование редуцированных маневров позволяет восстановить сегментарный лордоз и позвоночно-тазовые взаимоотношения, улучшить формирование артифициального блока [34, 35]. Одним из основных осложнений использования редуцированных способов являются неврологические [32, 36]. Частота стойких неврологических осложнений составляет 2,75 % (0–14 %). Тогда как при фиксации *in situ* такие осложнения встречаются в 0,47 %

(0–4 %) случаев [37]. С целью предотвращения неврологических осложнений рекомендуется интраоперационное использование нейрофизиологического мониторинга. Nakamae et al. [38] выполняли декомпрессивно-стабилизирующее вмешательство с полной редуцией из заднего доступа под нейрофизиологическим мониторингом. В послеоперационном периоде осложнений не было. Редуцированные маневры также сопряжены с неравномерным и чрезмерным распределением биомеханических нагрузок на смежный сегмент, чаще нижележащий. Применение редукции целесообразно сочетать с продлением винтовой фиксации в таз [39].

Публикаций, посвященных хирургическому лечению ювенильного остеохондроза, немного. К примеру, в литературе нам не встречались работы по изучению эффективности радиочастотной денервации дугоотростчатых суставов и холодноплазменной коблации межпозвонкового диска при разных проявлениях ювенильного остеохондроза, хотя наш опыт показывает, что эти вмешательства имеют право на существование при лечении подростков с дегенеративными заболеваниями, число которых в последние годы растет.

С учетом вышеизложенного целью данного исследования было обобщение опыта, изучение эффективности хирургического лечения разных патологий нижнепоясничного отдела позвоночника у детей и подростков.

Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ данных 11 428 пациентов с дегенеративными заболеваниями и спондилолистезами (истмическим, диспластическим), прооперированных в нейрохирургическом отделении № 2 ФГБУ «НИИТО им. Я.Л. Цивьяна» в 2008–2018 гг. Из них 55 пациентов были в возрасте до 18 лет (0,5 %). Для описания показателей, собранных в ходе исследования, была использована описательная статистика. Для обозначения возраста пациентов были рассчитаны среднее значение (*M*), стандартная ошибка среднего (*m*). Все расчеты производили с помощью программы Microsoft Excel 2016. Распределение пациентов согласно нозологиям приведено в табл. 1.

С грыжами межпозвонковых дисков (МПД) прооперированы 23 пациента в возрасте до 18 лет (средний возраст — 15,8 года). У всех пациентов при поступлении в клинику был корешковый болевой синдром. У 4 пациентов (17,4 %) выявлены неврологические нарушения. Во всех случаях консервативное лечение оказалось неэффективным.

Таблица 1

Распределение пациентов согласно нозологиям

Нозология	Количество пациентов	Возраст, лет $M \pm t$	Пол	
			мужской, n (%)	женский, n (%)
Протрузия МПД	8	16,3 ± 0,57	3 (37,8)	5 (62,2)
Грыжа МПД	23	15,8 ± 0,33	8 (34,8)	15 (65,2)
Спондилоартроз	3	16,3 ± 1,1	1 (33,3)	2 (66,7)
Диспластический спондилолистез	5	14,6 ± 0,8	2 (40)	3 (60)
Истмический спондилолистез	16	14,8 ± 0,4	9 (56,3)	7 (43,7)
Итого	55	15,5 ± 0,2	23 (41,8)	32 (58,2)

Примечание. МПД — межпозвонковый диск.

У трех пациентов диагностирован фасет-синдром, резистентный к консервативному лечению. Спондилоартроз был верифицирован по данным МРТ. Этим пациентам проводили радиочастотную денервацию дугоотростчатых суставов. Средний возраст пациентов составил от 14,6 года (у пациентов с диспластическим листезом) до 16,3 года (у пациентов с протрузиями и спондилоартрозом). У 8 пациентов причиной болевого синдрома была протрузия МПД. 21 пациент прооперирован по поводу истмического (16) и диспластического (5) спондилолистеза.

Виды оперативного вмешательства приведены в табл. 2. Основным методом диагностики послужили МРТ и рентгенография поясничного отдела позвоночника в двух проекциях с функциональ-

ными пробами. Пациентам со спондилолистезом выполняли также МСКТ поясничного отдела позвоночника и рентгенографию позвоночника с захватом тазобедренных суставов в степ-режиме.

Результаты и их обсуждение

У всех пациентов с грыжами поясничных МПД в послеоперационном периоде выявлен полный регресс корешковой симптоматики. Неврологический дефицит был полностью купирован в сроках до 1 года с момента операции. Рецидив грыжи диска не выявлен ни в одном случае в сроке через 4,9 года после операции (от 1 до 10 лет). В одном случае, учитывая срединную грыжу диска на фоне стеноза позвоночного канала, произведе-

Таблица 2

Хирургические вмешательства, выполненные детям и подросткам в клинике

Методы хирургического лечения	Нозология	Кол-во, n	Возраст, лет, $M \pm t$	Пол	
				мужской, n (%)	женский, n (%)
Радиочастотная денервация	Спондилоартроз	3	16,3 ± 1,1	1 (33,3)	2 (66,7)
Холодноплазменная нуклеопластика	Протрузия МПД	7	16,4 ± 0,6	3 (42,8)	4 (57,2)
Микродискэктомия	Грыжа МПД	6	16,3 ± 0,7	4 (66,7)	2 (33,3)
Задняя декомпрессия, ТПФ, межтеловой спондилодез (задний, трансфораминальный)	Спондилолистез, грыжа диска в одном случае	22	14,8 ± 0,3	11 (50)	11 (50)
Эндоскопическое удаление грыжи диска	Грыжа МПД	3	14,3 ± 0,9	1 (33,3)	2 (66,7)
Медикаментозная дерцепция МПД	Протрузия МПД	1	15	–	1 (100)
Удаление грыжи диска, динамическая межостистая фиксация (DIAM, Coflex)	Грыжа МПД	12	15,8 ± 0,5	3 (25)	9 (75)
Удаление грыжи диска, пластика дефекта фиброзного кольца имплантатом Barricaid	Грыжа МПД	1	17	–	1 (100)
Итого	55	15,5 ± 0,2	23 (41,8)	32 (58,2)	

Примечание. МПД — межпозвонковый диск; ТПФ — транспедикулярная фиксация.

ны декомпрессия, трансфораминальный межтеловой спондилодез, транспедикулярная фиксация. Подробные результаты лечения данной группы пациентов с иллюстрациями клинических примеров описаны в мультицентровой работе А.А. Кулешова и др. [40].

Радиочастотная денервация выполнена трем пациентам и показала стойкий клинический результат в виде купирования болевого синдрома и восстановления активности пациентов. В литературе нам не встречались работы, в которых оценивалась эффективности данной процедуры у пациентов моложе 18 лет. В связи с распространением дегенеративных заболеваний среди подростков данная процедура будет востребована.

Холодноплазменная коблация проведена 8 подросткам в возрасте 16,3 года. Болевой синдром был купирован только у 50 % пациентов. У одного пациента через 8 месяцев после процедуры появилась стойкая корешковая симптоматика, что потребовало в дальнейшем выполнения микродискэктомии. У трех пациентов после процедуры болевой синдром сохранялся или уменьшился незначительно, в связи с чем проводилось консервативное лечение. В литературе нам не встречались исследования по оценке эффективности холодноплазменной коблации у подростков.

В данной работе нами проанализированы результаты хирургического лечения 21 подростка со спондилолистезом. Показанием к оперативному вмешательству во всех случаях были болевой синдром и/или неврологические расстройства и прогрессирование смещения по данным радиологических исследований.

В основном у пациентов отмечались истмический (16) и диспластический (5) спондилолистез. Средний возраст пациентов составил 15,8 года, 11 мальчиков и 10 девочек (табл. 3).

Спондилолистез, особенно высокой степени, у детей и подростков требует применения сложных хирургических технологий. Основной целью операции является купирование болевого синдрома и/или неврологических расстройств. Немаловажную роль играют восстановление позвоночно-тазовых взаимоотношений, формирование артифициального блока [41, 42, 19]. Частота сращения после операции, по данным разных авторов, составляет 97,6 % (81–100 %) [17, 36, 43]. В нашей серии через 2,5 года (от 12 до 40 месяцев) во всех случаях выявлено формирование артифициального костного блока.

Редукционные маневры применены у всех пациентов: в 14 случаях достигнута полная редукция, в 7 случаях — частичная. У этих пациентов дальнейшая редукция не проводилась в связи с высоким риском неврологических осложнений. С.В. Виссарионов и др. представили хирургическое лечение при спондилолистезе L₅ у детей на примере 48 пациентов. Во всех случаях хирургическое лечение выполнено из заднего доступа и привело к купированию болевого синдрома. При 1–3-й степенях достигнута полная редукция позвонка [1].

Клинический случай

Пациентка Б., 11 лет, поступила в клинику с жалобами на боли в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в нижние конечности по наружным поверхностям бедер и голеней.

По данным рентгенографии поясничного отдела позвоночника выявлен спондилолистез L₅ 2-й степени (рис. 1). На МСКТ поясничного отдела позвоночника (см. рис. 1): врожденная аномалия развития, двусторонний щелевидный костный дефект межсуставной части дужки L₅. *Spina*

Таблица 3

Характеристика пациентов со спондилолистезом

Спондилолистез	Степень	Количество, <i>n</i>	Возраст, лет, $\bar{M} \pm m$	Пол	
				мужской, <i>n</i> (%)	женский, <i>n</i> (%)
Истмический	1-я	6	15,8 ± 0,7	4 (66,7)	2 (33,3)
	2-я	5	15,4 ± 0,8	3 (60)	2 (40)
	3-я	2	12 ± 1,6	1 (50)	1 (50)
	4-я	3	14 ± 0,7	1 (33,3)	2 (66,7)
Диспластический	2-я	2	15 ± 1,3	–	2 (100)
	3-я	1	15	1 (100)	–
	4-я	1	15	1 (100)	–
	5-я	1	13	–	1 (100)

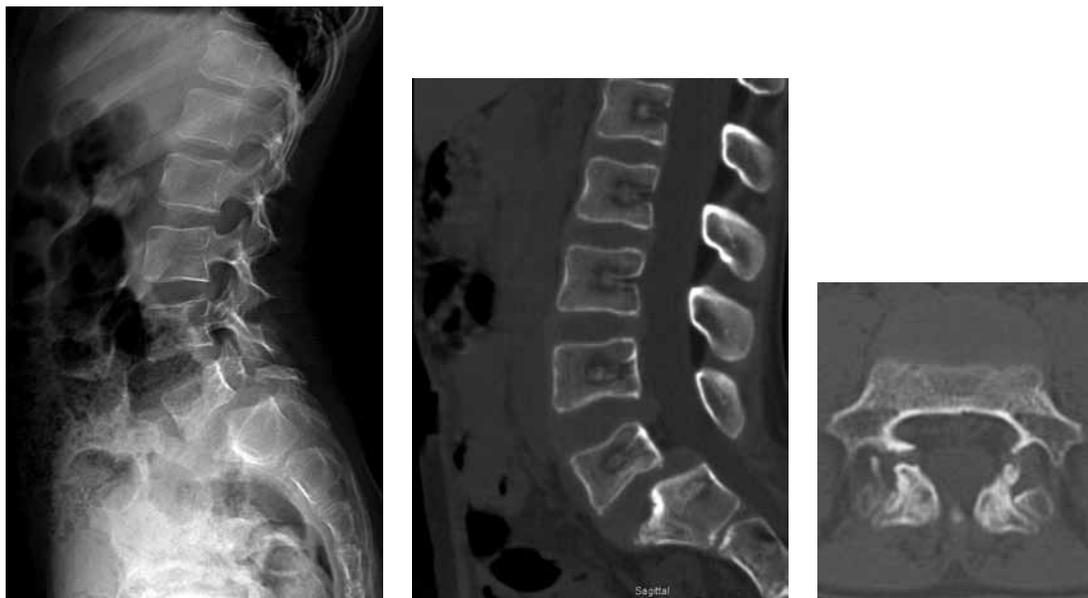


Рис. 1. МСКТ поясничного отдела позвоночника до операции



Рис. 2. Рентгенография поясничного отдела позвоночника в двух проекциях сразу после операции

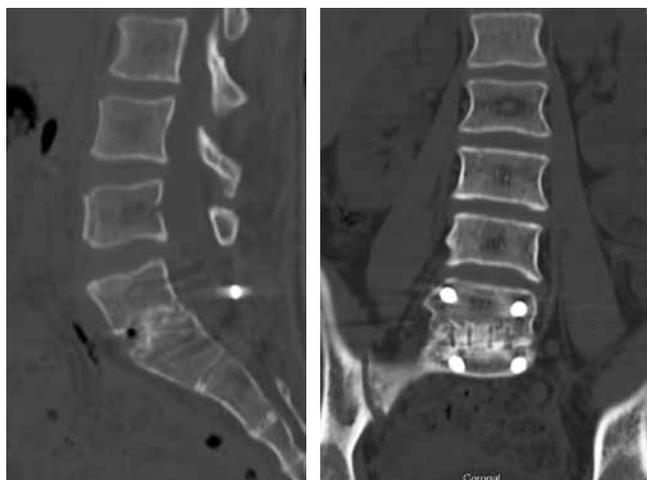


Рис. 3. МСКТ поясничного отдела позвоночника через 1,5 года после операции

bifida posterior L₅. Истинный спондилолистез L₅ 2-й степени. Деформация межпозвонкового диска L₅-S₁ и краниального отдела тела S₁.

После клинико-неврологического и инструментального обследований поставлен диагноз: «Диспластический спондилолистез L₅ 2-й степени (44%), фораминальный стеноз L₅-S₁ с двух сторон, сегментарная нестабильность L₅-S₁, синдром динамической компрессии L₅ корешков с двух сторон, синдром люмбагии».

Учитывая наличие болевого синдрома, резистентного к консервативному лечению, прогрессирующего спондилолистеза L₅, выполнено хирургическое вмешательство в объеме: ламинэктомия L₅, микрохирургическая декомпрессия корешков спинного мозга, полная редукция L₅ позвонка, транспедикулярная фиксация L₅-S₁ с дополнительной фиксацией в кости таза, задний межтеловой спондилодез L₅-S₁. Продолжительность операции составила 355 минут, объем кровопотери — 800 мл. Пациентка активизирована на вторые сутки после операции. В послеоперационном периоде корешковый болевой синдром регрессировал полностью, неврологических нарушений не выявлено. По данным контрольной рентгенографии отмечалось восстановление анатомических взаимоотношений позвонков. Стояние винтов и имплантатов правильное (рис. 2). В сроках наблюдения пациентка жалоб не предъявляет. Через 1,5 года по данным МСКТ установлено формирование надежного искусственного блока, целостность металлоконструкции сохранена (рис. 3).

Осложнение

У детей и подростков с дегенеративными заболеваниями нежнепоясничного отдела позвоночника, прооперированных минимально инвазивными способами, осложнения не были выявлены. У пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков в двух случаях было зафиксировано осложнение: в одном случае — эпидуральная гематома, в другом — повреждение твердой мозговой оболочки (ТМО) (табл. 4). Учитывая точечный характер повреждения ТМО, ее пластика не проводилась. В послеоперационном периоде ликвореи не наблюдалось. По данным литературы, частота интраоперационного повреждения ТМО у детей и подростков составляет от 1 до 5 % [44, 45].

У одного пациента в раннем послеоперационном периоде после удаления грыжи диска L₄-L₅ появилась корешковая симптоматика в виде болей в ноге по наружной поверхности бедра и голени, слабости сгибателей и разгибателей стопы. По данным МРТ выявлена эпидуральная гематома, вызывающая компрессию дурального мешка, в связи с чем проведена реоперация, осуществ-

лено удаление гематомы. В послеоперационном периоде корешковая симптоматика регрессировала, неврологический дефицит полностью купирован в течение трех месяцев. Опубликованы единичные работы, в которых описана инфекция области хирургического вмешательства (ИОХВ) после удаления грыжи диска у детей. Cahill et al. выявили ИОХВ в одном случае из 87 прооперированных пациентов [44]. Также описаны случаи усугубления неврологического дефицита в раннем послеоперационном периоде, рецидив грыжи диска, рефлекторной задержки мочи [24, 46, 47]. Рецидив грыжи диска в нашей серии не наблюдался. По данным некоторых авторов, частота рецидива составляет около 3,3 % [47].

Huynh et al. в ретроспективной работе сравнивали результаты хирургического лечения детей и подростков со спондилолистезом и/или стенозом (группа А) и грыжами поясничных межпозвонковых дисков (группа В). Было установлено, что частота осложнений в группе А достоверно выше (18,1 и 5,3 %, $p < 0,0001$). У пациентов со спондилолистезом и/или стенозом было отмечено больше койко-дней, осложнений и затрат [48].

Таблица 4

Частота и структура осложнений

Нозология	Осложнения			Кол-во случаев	%	Лечение	Исход
	Интраоперационные	Послеоперационные					
		ранние	поздние				
Грыжа МПД	Повреждение ТМО	–	–	1	4,3	Учитывая маленький размер дефекта, пластика не проводилась	Благоприятный
	–	Эпидуральная гематома	–	1	4,3	Реоперация, удаление гематомы	Благоприятный
Итого при грыжах				2	8,6	Ситуационно	Благоприятный
Спондилолистез	Повреждение ТМО	–	–	1	4,8	Ушивание дефекта	Благоприятный
	Радикулпатия L ₅	–	–	2	9,5	Консервативное лечение	В одном случае благоприятный, во втором сохранялся умеренный неврологический дефицит
	–	Постгеморрагическая анемия средней степени тяжести	–	2	9,5	В одном случае гемотрансфузия, в другом — симптоматическая терапия	Благоприятный
	–	–	Поперечный перелом S ₁ -S ₂	1	4,8	Постельный режим 2 мес., далее корсетотерапия 4 мес.	Благоприятный, консолидация
Итого при спондилолистезе				6	28,6	Ситуационно	Благоприятный

Примечание. МПД — межпозвонковый диск; ТМО — твердая мозговая оболочка.

В нашем исследовании у пациентов со спондилолистезом частота осложнений составила 28,6 % (см. табл. 4). Jalanko et al. сообщили о 21 % осложнений при хирургическом лечении спондилолистеза у детей и подростков. Основными осложнениями являются инфекционные и неврологические [49, 50]. Интраоперационные осложнения наблюдали в трех случаях. У одного пациента зафиксировано повреждение ТМО, в связи с чем проведено ушивание дефекта. У двух пациентов появился неврологический дефицит, связанный с натяжением нервных корешков. Неврологические осложнения возникают при редукционных маневрах, и их частота может достигать 30 % [20, 51–53]. В раннем послеоперационном периоде у двух пациентов диагностирована постгеморрагическая анемия средней степени тяжести.

Поздние осложнения встречались в одном случае. Через 2 недели после операции у пациента появились выраженные боли в области крестца. По данным радиологических исследований у пациента диагностирован поперечный перелом S₁–S₂. Проведено симптоматическое лечение — постельный режим 2 мес., далее корсетотерапия 4 мес. с благоприятным исходом. Область перелома консолидировалась. При спондилолистезах высокой степени редукцию целесообразно сочетать с продлением люмбосакральной фиксации каудальнее S₁ [39]. В нашей серии инфекционных осложнений случаев псевдоартроза, миграции или нарушения целостности металлоконструкции не выявлено.

Необходимо отметить, что все осложнения зафиксированы при листезе 3-й степени и более. В четырех случаях мы использовали нейрофизиологический мониторинг. У этих пациентов степень редукции зависела от результатов нейрофизиологического мониторинга. При уменьшении вызванных потенциалов редукция прекращалась и проводилась фиксация в достигнутом положении. Ни у одного из этих пациентов в послеоперационном периоде неврологических нарушений не отмечено.

Заключение

Хирургическое лечение детей и подростков с грыжами поясничных межпозвонковых дисков приводит к полному регрессу корешковой симптоматики, неврологических нарушений и функциональному восстановлению.

Фасет-синдром, обусловленный спондилоартрозом нижнепоясничных сегментов позвоночника, может встречаться у подростков. Радиочастотная денервация является предпочтительным

способом лечения при неэффективности консервативных методов терапии. Эффект холодноплазменной коблации межпозвонкового диска сопоставим с эффектом консервативных способов лечения, поэтому предпочтение должно отдаваться последним.

Частота осложнений при хирургическом лечении спондилолистеза у детей и подростков напрямую зависит от редукционных маневров. Данная процедура должна выполняться под нейрофизиологическим мониторингом. Независимо от частоты осложнений (28,6 %) исход хирургического лечения детей и подростков со спондилолистезами благоприятный.

Дополнительная информация

Источник финансирования. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Этическая экспертиза. Материалы, методы, дизайн исследования обсуждены и одобрены этическим комитетом ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России (протокол № 060/18 от 13.11.2018).

Вклад авторов

А.В. Крутько — хирургическое лечение пациентов, формулировка цели, дизайна, выводов.

А.Д. Сангинов — обзор литературы, сбор и анализ данных, оформление статьи.

М.В. Giers — консультирование по дизайну, обзору литературы.

А.А. Альшевская — анализ данных, проверка формальных признаков.

А.В. Москалев — анализ данных, проверка формальных признаков.

Список литературы

1. Виссарионов С.В., Мурашко В.В., Белянчиков С.М., и др. Хирургическое лечение спондилолистеза L₅ позвонка у детей. Возможности заднего доступа // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2014. – Т. 2. – № 3. – С. 24–33. [Vissarionov SV, Murashko VV, Belyanchikov SM, et al. Surgical treatment of L₅-spondylolisthesis vertebrae in children. Benefits of posterior approach. *Pediatric traumatology, orthopaedics and reconstructive surgery*. 2014;2(3):24-33. (In Russ.). doi: 10.17816/PTORS2324-33.]
2. Altaf F, Heran MK, Wilson LF. Back pain in children and adolescents. *Bone Joint J*. 2014;96-B(6):717-723. doi: 10.1302/0301-620X.96B6.33075.
3. Yang S, Werner BC, Singla A, Abel MF. Low Back Pain in Adolescents: A 1-Year Analysis of Eventual Diagnoses. *J Pediatr Orthop*. 2017;37(5):344-347. doi: 10.1097/BPO.0000000000000653.

4. Randall RM, Silverstein M, Goodwin R. Review of Pediatric Spondylolysis and Spondylolisthesis. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2016;24(4):184-187. doi: 10.1097/JSA.000000000000127.
5. Afshani E, Kuhn JP. Common causes of low back pain in children. *Radiographics.* 1991;11(2):269-291. doi: 10.1148/radiographics.11.2.1827529.
6. Beutler WJ, Fredrickson BE, Murtland A, et al. The natural history of spondylolysis and spondylolisthesis: 45-year follow-up evaluation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2003;28(10):1027-1035. doi: 10.1097/01.BRS.0000061992.98108.A0 doi: 10.1097/00007632-200305150-00014.
7. Виссарионов С.В., Кокушкин Д.Н., Дроздецкий А.П., Белянчиков С.М. Варианты коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2012. – № 3. – С. 9–13. [Vissarionov SV, Kokushin DN, Drozdetsky AP, Belyanchikov SM. Variants of Spine Deformity Correction in Children with Idiopathic Scoliosis of Thoracic Localization. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova.* 2012;(3):9-13. (In Russ.)]
8. Papagelopoulos PJ, Shaughnessy WJ, Ebersold MJ, et al. Long-term outcome of lumbar discectomy in children and adolescents sixteen years of age or younger. *J Bone Joint Surg Am.* 1998;80(5):689-698.
9. Dang L, Liu Z. A review of current treatment for lumbar disc herniation in children and adolescents. *Eur Spine J.* 2010;19(2):205-214. doi: 10.1007/s00586-009-1202-7.
10. Durham SR, Sun PP, Sutton LN. Surgically treated lumbar disc disease in the pediatric population: an outcome study. *J Neurosurg.* 2000;92(1 Suppl):1-6.
11. Kumar R, Kumar V, Das NK, et al. Adolescent lumbar disc disease: findings and outcome. *Childs Nerv Syst.* 2007;23(11):1295-1299. doi: 10.1007/s00381-007-0370-1.
12. DeOrio JK, Bianco AJ, Jr. Lumbar disc excision in children and adolescents. *J Bone Joint Surg Am.* 1982;64(7):991-996.
13. Stromqvist F, Stromqvist B, Jonsson B, et al. Lumbar disc herniation surgery in children: outcome and gender differences. *Eur Spine J.* 2016;25(2):657-663. doi: 10.1007/s00586-015-4149-x.
14. Haidar R, Ghanem I, Saad S, Uthman I. Lumbar disc herniation in young children. *Acta Paediatr.* 2010;99(1):19-23. doi: 10.1111/j.1651-2227.2009.01460.x.
15. Lagerback T, Elkan P, Moller H, et al. An observational study on the outcome after surgery for lumbar disc herniation in adolescents compared with adults based on the Swedish Spine Register. *Spine J.* 2015;15(6):1241-1247. doi: 10.1016/j.spinee.2015.02.024.
16. Hershman S, Hochfelder J, Dean L, et al. Spondylolisthesis in Operative Adolescent Idiopathic Scoliosis: Prevalence and Results of Surgical Intervention. *Spine Deform.* 2013;1(4):280-286. doi: 10.1016/j.jspd.2013.05.003.
17. Lamartina C, Zavatsky JM, Petruzzi M, Specchia N. Novel concepts in the evaluation and treatment of high-dysplastic spondylolisthesis. *Eur Spine J.* 2009;18 Suppl 1:133-142. doi: 10.1007/s00586-009-0984-y.
18. Скрыбин Е.Г. Спондилолиз и спондилолизный спондилолистез L₅ позвонка у детей дошкольного и младшего школьного возраста // Вестник новых медицинских технологий. – 2014. – Т. 21. – № 3. – С. 72–75. [Skryabin EG. Spondylolysis and spondylolisthesis lv vertebra in the children of preschool and primary school. *Journal of new medical technologies.* 2014;21(3):72-75. (In Russ.)]
19. Newton PO, Johnston CE, 2nd. Analysis and treatment of poor outcomes following in situ arthrodesis in adolescent spondylolisthesis. *J Pediatr Orthop.* 1997;17(6):754-761. doi: 10.1097/00004694-199711000-00010.
20. Vialle R, Charosky S, Padovani JP, et al. Surgical treatment of high-grade lumbosacral spondylolisthesis in childhood, adolescent and young adult by the “double-plate” technique: a past experience. *Eur Spine J.* 2006;15(8):1210-1218. doi: 10.1007/s00586-005-0051-2.
21. Kuh SU, Kim YS, Cho YE, et al. Surgical treatments for lumbar disc disease in adolescent patients; chemonucleolysis/microsurgical discectomy/PLIF with cages. *Yonsei Med J.* 2005;46(1):125-132. doi: 10.3349/yjm.2005.46.1.125.
22. Gagnet P, Kern K, Andrews K, et al. Spondylolysis and spondylolisthesis: A review of the literature. *J Orthop.* 2018;15(2):404-407. doi: 10.1016/j.jor.2018.03.008.
23. Tsirikos AI, Sud A, McGurk SM. Radiographic and functional outcome of posterolateral lumbosacral fusion for low grade isthmic spondylolisthesis in children and adolescents. *Bone Joint J.* 2016;98-B(1):88-96. doi: 10.1302/0301-620X.98B1.35672.
24. Tu Z, Wang B, Li L, et al. Early Experience of Full-Endoscopic Interlaminar Discectomy for Adolescent Lumbar Disc Herniation with Sciatic Scoliosis. *Pain Physician.* 2018;21(1):E63-E70.
25. Михайловский М.В., Садовой М.А., Белозеров В.В. Сколиоз и спондилолистез: обзор литературы // Хирургия позвоночника. – 2017. – Т. 14. – № 3. – С. 23–31. [Mikhaylovskiy MV, Sadovoy MA, Belozerov VV. Scoliosis and spondylolisthesis: literature review. *Spine surgery.* 2017;14(3):23-31. (In Russ.)]. doi: 10.14531/ss2017.3.23-31.
26. Lundine KM, Lewis SJ, Al-Aubaidi Z, et al. Patient outcomes in the operative and nonoperative management of high-grade spondylolisthesis in children. *J Pediatr Orthop.* 2014;34(5):483-489. doi: 10.1097/BPO.000000000000133.
27. Lim MR, Yoon SC, Green DW. Symptomatic spondylolysis: diagnosis and treatment. *Curr Opin Pediatr.* 2004;16(1):37-46. doi: 10.1097/00008480-200402000-00008.
28. Dubouset J. Treatment of spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents. *Clin Orthop Relat Res.* 1997(337):77-85.
29. Violas P, Lucas G. L5–S1 spondylolisthesis in children and adolescents. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2016;102(1 Suppl):S141-147. doi: 10.1016/j.otsr.2015.03.021.

30. Vialle R, Charosky S, Padovani JP, et al. Surgical treatment of high-grade lumbosacral spondylolisthesis in childhood, adolescent and young adult by the “double-plate” technique: a past experience. *Eur Spine J*. 2006;15(8):1210-1218. doi: 10.1007/s00586-005-0051-2.
31. Palejwala A, Fridley J, Jea A. Transsacral transdiscal L5-S1 screws for the management of high-grade spondylolisthesis in an adolescent. *J Neurosurg Pediatr*. 2016;17(6):645-650. doi: 10.3171/2015.12.PEDS15535.
32. Cheung EV, Herman MJ, Cavalier R, Pizzutillo PD. Spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents: II. Surgical management. *J Am Acad Orthop Surg*. 2006;14(8):488-498.
33. Bouyer B, Bachy M, Courvoisier A, et al. High-grade lumbosacral spondylolisthesis reduction and fusion in children using transsacral rod fixation. *Childs Nerv Syst*. 2014;30(3):505-513. doi: 10.1007/s00381-013-2260-z.
34. Schoenleber SJ, Shufflebarger HL, Shah SA. The Assessment and Treatment of High-Grade Lumbosacral Spondylolisthesis and Spondyloptosis in Children and Young Adults. *JBJS Rev*. 2015;3(12). doi: 10.2106/JBJS.RVW.O.00015.
35. Mataliotakis GI, Tsirikos AI. Spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents: current concepts and treatment. *Orthop Trauma*. 2017;31(6):395-401. doi: 10.1016/j.mporth.2017.09.011.
36. Tsirikos AI, Garrido EG. Spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents. *J Bone Joint Surg Br*. 2010;92(6):751-759. doi: 10.1302/0301-620X.92B6.23014.
37. Tsirikos AI, Mataliotakis GI. Evidence-based treatment of spondylolysis and spondylolisthesis. In: Paediatric orthopaedics: an evidence-based approach to clinical questions. Ed. by S. Alshryda, J. Huntley, P.A. Banaszkiwicz. Cham: Springer; 2016. P. 237-254. doi: 10.1007/978-3-319-41142-2_26.
38. Nakamae T, Tanaka N, Nakanishi K, et al. Surgical treatment of high-grade dysplastic spondylolisthesis using intraoperative electrophysiological monitoring: report of two cases and review of the literature. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2013;23 Suppl 1:S121-127. doi: 10.1007/s00590-013-1199-9.
39. Маркин С.П., Козлов Д.М. Переломы крестца после хирургического лечения спондилолистеза // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 9–4. – С. 661–665. [Markin SP, Kozlov DM. Fractures of the sacrum after surgical treatment of spondylolisthesis. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2015;(9-4):661-665. (In Russ.)]
40. Кулешов А.А., Крутько А.В., Исхаков О.С., и др. Хирургическое лечение грыж межпозвоночного диска у детей и подростков // Хирургия позвоночника. – 2017. – Т. 14. – № 1. – С. 68–77. [Kuleshov AA, Krutko AV, Iskhakov OS, et al. Surgical treatment of disc herniation in children and adolescents. *Spine surgery*. 2017;14(1):68-77. (In Russ.)]. doi: 10.14531/ss2017.1.68-77.
41. Grzegorzewski A, Kumar SJ. *In situ* posterolateral spine arthrodesis for grades III, IV, and V spondylolisthesis in children and adolescents. *J Pediatr Orthop*. 2000;20(4):506-511. doi: 10.1097/00004694-200007000-00016.
42. Molinari RW, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Complications in the surgical treatment of pediatric high-grade, isthmic dysplastic spondylolisthesis. A comparison of three surgical approaches. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1999;24(16):1701-1711. doi: 10.1097/00007632-199908150-00012.
43. Mehdian SH, Arun R. A new three-stage spinal shortening procedure for reduction of severe adolescent isthmic spondylolisthesis: a case series with medium- to long-term follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36(11):E705-711. doi: 10.1097/BRS.0b013e3182158c1f.
44. Cahill KS, Dunn I, Gunnarsson T, Proctor MR. Lumbar microdiscectomy in pediatric patients: a large single-institution series. *J Neurosurg Spine*. 2010;12(2):165-170. doi: 10.3171/2009.9.SPINE09756.
45. Wang H, Cheng J, Xiao H, et al. Adolescent lumbar disc herniation: experience from a large minimally invasive treatment centre for lumbar degenerative disease in Chongqing, China. *Clin Neurol Neurosurg*. 2013;115(8):1415-1419. doi: 10.1016/j.clin-neuro.2013.01.019.
46. Gulati S, Madsbu MA, Solberg TK, et al. Lumbar microdiscectomy for sciatica in adolescents: a multicentre observational registry-based study. *Acta Neurochir (Wien)*. 2017;159(3):509-516. doi: 10.1007/s00701-017-3077-4.
47. Li H, Jiang C, Mu X, et al. Comparison of MED and PELD in the Treatment of Adolescent Lumbar Disc Herniation: A 5-Year Retrospective Follow-Up. *World Neurosurg*. 2018;112:e255-e260. doi: 10.1016/j.wneu.2018.01.030.
48. Huynh TR, Lagman C, Sweiss F, et al. Pediatric spondylolysis/spinal stenosis and disc herniation: national trends in decompression and discectomy surgery evaluated through the Kids' Inpatient Database. *Childs Nerv Syst*. 2017;33(9):1563-1570. doi: 10.1007/s00381-017-3471-5.
49. Hu SS, Bradford DS, Transfeldt EE, Cohen M. Reduction of high-grade spondylolisthesis using Edwards instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996;21(3):367-371. doi: 10.1097/00007632-199602010-00023.
50. Jalanko T, Helenius I, Remes V, et al. Operative treatment of isthmic spondylolisthesis in children: a long-term, retrospective comparative study with matched cohorts. *Eur Spine J*. 2011;20(5):766-775. doi: 10.1007/s00586-010-1591-7.
51. Sailhan F, Gollogly S, Roussouly P. The radiographic results and neurologic complications of instrumented reduction and fusion of high-grade spondylolisthesis without decompression of the neural elements: a retrospective review of 44 patients. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(2):161-169. doi: 10.1097/01.brs.0000194780.17528.6b.
52. Vialle R, Miladi L, Wicart P, Dubousset J. Surgical treatment of lumbosacral spondylolisthesis with major displacement in children and adolescents: a continuous series of 20 patients with mean 5-year follow-up. *Rev*

- Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2005;91(1):5-14. doi: 10.1016/S0035-1040(05)84270-9.
53. Min K, Liebscher T, Rothenfluh D. Sacral dome resection and single-stage posterior reduction in the treatment of high-grade high dysplastic spondylolisthesis in adolescents and young adults. *Eur Spine J.* 2012;21 Suppl 6:S785-791. doi: 10.1007/s00586-011-1949-5.

Сведения об авторах

Александр Владимирович Крутько — д-р мед. наук, начальник отделения нейровертебрологии ФГБУ «Новосибирский НИИТО имени Я.Л. Цивьяна», Новосибирск. ORCID: 0000-0002-2570-3066. E-mail: ortho-ped@mail.ru.

Абдугафур Джабборович Сангинов — врач-нейрохирург нейрохирургического отделения № 2 ФГБУ «Новосибирский НИИТО имени Я.Л. Цивьяна», Новосибирск. ORCID: 0000-0002-4744-4077. E-mail: dr.sanginov@gmail.com

Морган Гиерс — отделение нейрохирургии, Неврологический институт Бэрроу, больница и медицинский центр Святого Иосифа, Финикс, США. ORCID: 0000-0002-2247-1167. E-mail: giersmorgan@gmail.com.

Алина Анатольевна Альшевская — канд. мед. наук, начальник биомедицинского департамента, Научно-исследовательского центра биостатистики и клинических исследований, Новосибирск. ORCID: 0000-0002-7307-4524. E-mail: alkkina@yandex.ru.

Андрей Владимирович Москалев — директор Научно-исследовательского центра биостатистики и клинических исследований, Новосибирск. ORCID: 0000-0002-6711-3822. E-mail: andrei.v.moskalev@gmail.com.

Aleksandr V. Krutko — MD, PhD, Professor, Head of Department of Neurovertebrology Novosibirsk SRITO named after Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia. ORCID: 0000-0002-2570-3066. E-mail: ortho-ped@mail.ru.

Abdugafur J. Sanginov — MD, Neurosurgeon Department of Neurosurgery No. 2 Novosibirsk SRITO named after Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia. ORCID: 0000-0002-4744-4077. E-mail: dr.sanginov@gmail.com.

Morgan B. Giers — Department of Neurosurgery, Barrow Neurological Institute, St. Joseph's Hospital and Medical Center, Phoenix, USA. ORCID: 0000-0002-2247-1167. E-mail: giersmorgan@gmail.com.

Alina A. Alshevskaya — MD, PhD, Head of Biomedical Department of Biostatistics and Clinical Trials Center, Novosibirsk, Russia. ORCID: 0000-0002-7307-4524. E-mail: alkkina@yandex.ru.

Andrei V. Moskalev — Head of Biostatistics and Clinical Trials Center, Novosibirsk, Russia. ORCID: 0000-0002-6711-3822. E-mail: andrei.v.moskalev@gmail.com.