

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

УДК 616.721.7-001.7-053.2-089

**ХИРУРГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ
СПОНДИЛОЛИСТЕЗА L5 ПОЗВОНКА У РЕБЕНКА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D-КТ НАВИГАЦИИ**

^{1,2}Кокушин Д.Н., ^{1,2}Виссарионов С.В., ³Сюндюков А.Р.,
¹Хусаинов Н.О., ³Корняков П.Н., ⁴Соколова В.В.

¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Пушкин, e-mail: partgerm@yandex.ru;

²ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург;

³ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования», Чебоксары;

⁴ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург

Хирургическая коррекция спондилолистезов высокой степени у детей и подростков является актуальной проблемой современной вертебологии. Дискутабельными остаются вопросы использования только изолированного дорсального доступа, вентрального или комбинированного доступов. В настоящее время в основе подходов к технологии хирургического лечения данной патологии является редукция, декомпрессия, фиксация и стабилизация позвоночника транспедикулярными опорными элементами с тазовой фиксацией. Такой подход позволяет достичь полноценного устранения смещенного позвонка, ликвидации компрессии корешков спинного мозга, восстановить физиологические профили позвоночника, стабилизировать пояснично-тазовый сегмент позвоночника и добиться сохранения полученной коррекции в отдаленном периоде наблюдения. Для контроля точности и корректности положения транспедикулярных опорных элементов в настоящее время используются различные методики (рентген-аппарат, С-дуга, O-arm, интраоперационная компьютерная томография, роботоассистенция). Однако их применение приводит к увеличению лучевой нагрузки как на пациента, так и на медицинский персонал. В данной статье представлен клинический опыт лечения пациента с диспластическим спондилолистезом L5 позвонка 3 степени с использованием фиксации позвоночника-S2 крыло и системы активной оптической 3D-КТ навигации. Положительный эффект технического решения, приведенного в нашей работе, заключается в снижении лучевой нагрузки на ребенка и персонал операционной, высокой корректности и точности установки транспедикулярных опорных элементов в позвонки, крестец и кости таза, повышении эффективности редукции смещенного позвонка и ликвидации стеноза позвоночного канала, устранение радикулярного синдрома и повышения качества жизни за счет использования системы активной оптической 3D-КТ навигации.

Ключевые слова: спондилолистез, хирургическое лечение, навигация, транспедикулярная фиксация, позвоночно-тазовая фиксация, дети, лучевая нагрузка

**SURGICAL CORRECTION OF L5 VERTEBRA SPONDYLOLISTHESIS
IN A CHILD USING 3D CT NAVIGATION (CLINICAL CASE)**

^{1,2}Kokushin D.N., ^{1,2}Vissarionov S.V., ³Syundyukov A.R.,
¹Khusainov N.O., ³Kornyakov P.N., ⁴Sokolova V.V.

¹H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery of Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Pushkin, e-mail: partgerm@yandex.ru;

²«North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov» of Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg;

³Federal Center for Traumatology, Orthopedics and Endoprosthesis, Cheboksary;

⁴Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg

Surgical correction of high-grade spondylolisthesis in children and adolescents is an urgent problem of modern vertebratology. The issues of using only isolated dorsal access, ventral or combined access remain debatable. Currently, the approaches to the technology of surgical treatment of this pathology are based on reduction, decompression, fixation and stabilization of the spine with transpedicular support elements with pelvic fixation. This approach makes it possible to achieve a complete elimination of the displaced vertebra, eliminate compression of the spinal cord roots, restore the physiological profiles of the spine, stabilize the lumbar-pelvic segment of the spine and achieve the preservation of the received correction in the separated observation period. To control the accuracy and correctness of the position of the transpedicular support elements, various techniques are currently used (X-ray machine, C-arm, O-arm, intraoperative computed tomography, roboassistance). However, their use leads to an increase in the radiation load on both the patient and the medical staff. This article presents the clinical experience of treating a patient with dysplastic spondylolisthesis of the L5 vertebra of the 3rd degree using spine-S2 wing fixation and an active optical 3D-CT navigation system. The positive effect of the technical solution given in our work is to reduce the radiation load on the child and the operating room staff, high correctness and accuracy of the installation of transpedicular support elements in the vertebrae, sacrum and pelvic bones, increase the efficiency of the reduction of the displaced vertebra and the elimination of spinal canal stenosis, the elimination of radicular syndrome and improve the quality of life through the use of an active optical 3D-CT navigation.

Keywords: spondylolisthesis, surgical treatment, navigation, transpedicular fixation, vertebral-pelvic fixation, children, radiation load

Хирургическая коррекция спондилолистезов высокой степени у детей и подростков является актуальной проблемой современной вертебрологии. В настоящее время в основе подходов к технологии хирургического лечения данной патологии является редукция, декомпрессия, фиксация и стабилизация позвоночника транспедикулярными опорными элементами тотально с тазовой фиксацией. Такой подход позволяет достичь полноценного устранения смещенного позвонка, ликвидации компрессии корешков спинного мозга, восстановить физиологические профили позвоночника, стабилизировать пояснично-тазовый сегмент позвоночника и добиться сохранения полученной коррекции в отдаленном периоде наблюдения [1].

К подходам к хирургическому лечению спондилолистеза в целом описаны различные варианты, возможно выполнение вмешательства как из дорзального, так и из комбинированного доступов с выполнением декомпрессии в необходимом объеме для достижения полноценной мобилизации позвоночно-двигательных сегментов в зоне листеза позвонка в сочетании с применением тотальной позвоночно-тазовой транспедикулярной фиксации [2–5].

При установке транспедикулярных опорных элементов в позвонки, а также использования позвоночно-тазовой фиксации важным моментом является контроль корректности и безопасности установки винтов в костные структуры, осуществляемый путем использования флюороскопического контроля, использования С-дуги, O-arm, интраоперационной КТ-навигации, роботоассистенции. Однако данные методики связаны с увеличением лучевой нагрузки как на пациента, так и на медицинский персонал [6–9].

Накопленный опыт применения системы активной оптической 3D-КТ навигации показал эффективность данной методики, основанной на данных предоперационной компьютерной томографии позвоночника, при хирургическом лечении детей с идиопатическим сколиозом с использованием тотальной транспедикулярной фиксации, что позволяет избежать дополнительной лучевой нагрузки в ходе самого оперативного вмешательства [10].

Цель исследования – описание случая хирургического лечения ребенка со спондилолистезом L5 позвонка с использованием системы активной оптической 3D-КТ навигации.

Клиническое наблюдение

Пациентка М., 13 лет. Из анамнеза известно, что боли в спине появились в возрасте 10 лет. Выполнено лучевое исследова-

ние по месту жительства (спондилография, КТ позвоночника), выявлен спондилолистез L5 позвонка, 2 степени. Получала консервативное лечение по месту жительства (корсетотерапия, лечебная физкультура, физиотерапевтическое лечение, массаж, плавание), без эффекта. Пациентка консультирована в ФГБУ НИМЦ ДТиО им. Г.И. Турнера. Рекомендовано выполнить хирургическое лечение смещения пятого поясничного позвонка в плановом порядке. При поступлении ребенок обследован. В неврологическом статусе – выраженный радикулярный синдром L5-S1 с двух сторон, с акцентом слева. Рентгенограммы и КТ позвоночника. На спондилограммах грудного и поясничного отделов позвоночника во фронтальной и сагиттальной плоскостях при статической нагрузке определяется: S-образное искривление оси позвоночника во фронтальной плоскости – величина дуг до 5–8° по Cobb, правосторонняя – в грудном, левосторонняя – в поясничном отделах позвоночника, без патологической ротации позвонков. Нарушение формы и структурности позвонков пояснично-крестцового перехода. В сагиттальной плоскости – деформация задней позвонковой линии за счет смещения пятого поясничного позвонка кпереди. Ребра 12 справа, 12 слева. Кости тазового кольца без асимметрии, признак Риссера 3–4. На серии аксиальных срезов, при построении мультипланарных и объемных реконструкций грудного и поясничного отдела позвоночника дополнительно определяется: западение хрящевых отрезков правой реберной дуги кзади. Мечевидный отросток аномальный по форме и размерам, ротирован, с оссификацией на уровне границы тела и мечевидного отростка слева. 5 поясничных позвонков. Наличие дефекта костной ткани и удлинения межсуставной части дуги L5 позвонка; снижение высоты межпозвонкового диска L5/S1, склероз и узурация суставных площадок. Смещение тела L5 кпереди до 14,6 мм (55%). Позвоночный канал деформирован на уровне пояснично-крестцового перехода с уменьшением переднезаднего размера до 2,3 мм, без костных перегородок, очаговых изменений денситометрической плотности содержимого. Заключение: Лучевая (рентген-, КТ-) картина спондилолистеза L5 позвонка 3 степени со стенозом позвоночного канала.

МРТ позвоночника: во фронтальной плоскости ось позвоночника отклонена влево. Антелистез тела L5 позвонка в пределах 15 мм. Верхняя замыкательная пластинка тела S1 позвонка с неровным контуром, с углублением в заднем отделе по типу грыжи Шморля, вдоль замыкательной пластин-

ки тела S1 позвонка усилен субхондральный склероз. Высота межпозвонкового диска L5/S1 снижена, пролабирование диска L5–S1 кпереди. Стеноз позвоночного канала на уровне S1 до 3,1 мм (переднезадний размер). На остальных уровнях исследуемого отдела высота м/п дисков не снижена, патологического пролабирования м/п дисков в позвоночный канал не выявлено. Каудальнее зоны стеноза визуализируется дуральный мешок с корешками ($d > s$). Спинальный мозг представлен единым стволом однородной структуры. Конус спинного мозга на уровне L1. Корешки конского хвоста отчетливо дифференцируются на фоне ликвора. Трабекулярного отека нет. Заключение: МР-картина антеспондилолистеза L5 3 степени, стеноз позвоночного канала и дегенеративно-дистрофические изменения диска (остеохондроз) на уровне L5/S1 (рис. 1).

Из дорсального доступа выполнено хирургическое вмешательство: Задняя открытая редукция тела позвонка L5, транспедикулярная фиксация пояснично-крестцового отдела позвоночника и подвздошных костей многоопорной спинальной системой под контролем системы активной оптической 3D-КТ навигации. Задний локальный спондилодез ауто- и аллокостью.

Ход хирургического вмешательства

Из одного дорсального доступа скелетировали задние элементы пояснично-крест-

цового отдела позвоночника на протяжении предполагаемой зоны постановки металлоконструкции и спондилодеза (от L4 до S3), края раны разводили ранорасширителями.

С применением активной 3D-КТ навигации “Stryker” сформированы костные каналы в телах позвонков, крестце и крыльях подвздошных костей таза, установлены транспедикулярные винты: слева в тела L4, L5, S1 позвонков и винт S2 – крыло подвздошной кости; справа – в тела L4, L5, S1 позвонков и винт S2 – крыло подвздошной кости. Всего 8 опорных элементов (рис. 2).

При помощи кусачек Люэра и Керрисона выполнена резекция дуги позвонка L5, определяется компримированный дуральный мешок. Опорные винты совмещены двумя стержнями, предварительно изогнутыми соответственно физиологическому поясничному лордозу. Стержни в опорных винтах фиксированы гайками. После болюсного введения гормонов произведена сегментарная коррекция деформации позвоночника и редукция тела L5 позвонка. Выполнен Rg-контроль – положение металлоконструкции правильное, стабильное. Стеноз позвоночного канала устранен, дуральный мешок отчетливо передает пульсацию. Выполнен задний локальный спондилодез аутокостью и аллокостью на протяжении L4–S2 позвонков. Контроль гемостаза. Контроль на инородные тела. Дренаж в ложе конструкции.

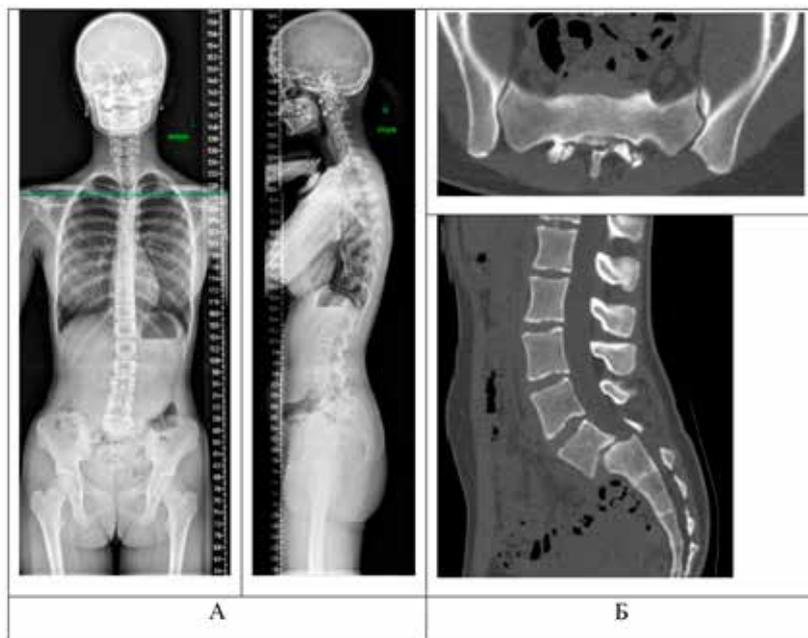
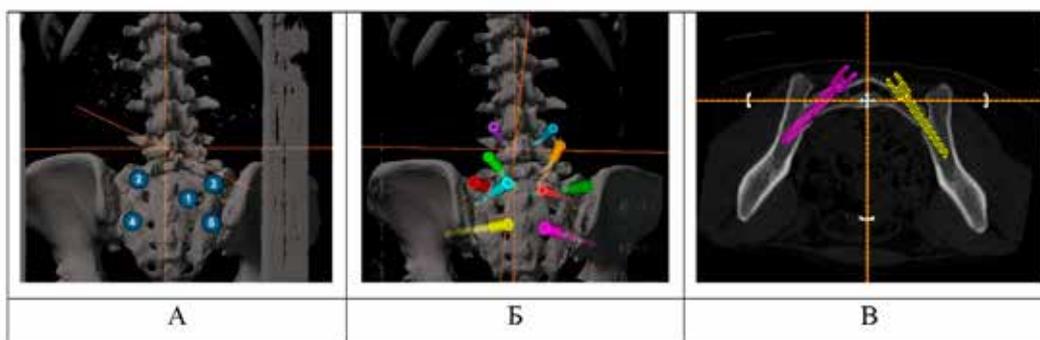
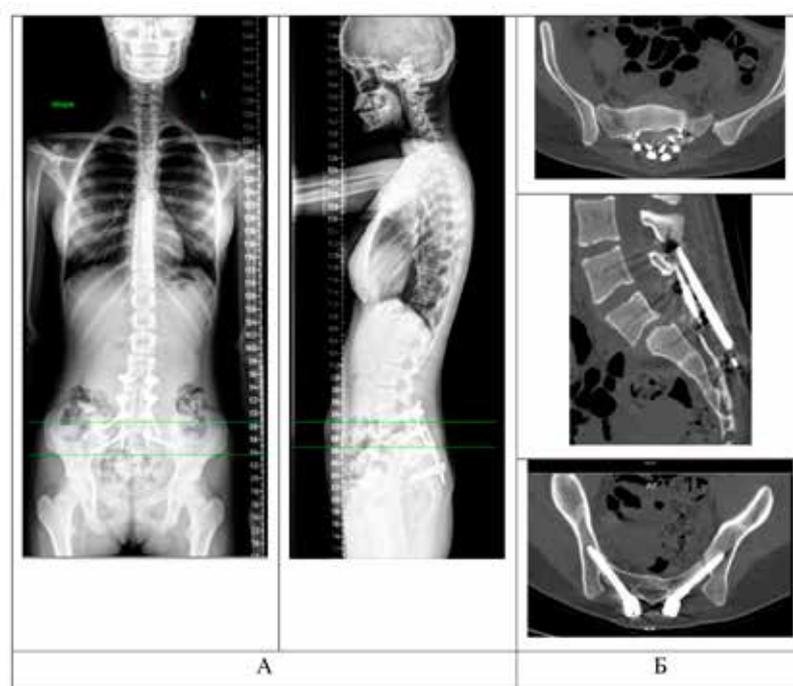


Рис. 1. Данные лучевого исследования пациентки М., 13 лет, до операции:
 А – панорамные рентгенограммы (прямая и боковая проекции);
 Б – КТ позвоночника (стеноз позвоночного канала до 2,3 мм)



*Рис. 2. Предоперационное планирование в навигационной станции:
 А – планирование референтных точек для интраоперационной регистрации;
 Б – планирование транспедикулярных опорных элементов,
 В – положение виртуальных винтов для фиксации S2 – крыло подвздошной кости*



*Рис. 3. Данные лучевого исследования пациентки М., 13 лет, после операции:
 А – панорамные рентгенограммы (прямая и боковая проекции);
 Б – КТ позвоночника (стеноз позвоночного канала устранен, положение винтов S2-крыло соответствует положению запланированных виртуальных винтов в навигационной станции)*

Рана послойно герметично зашита узловатыми швами нить. Непрерывный шов ПЖК. Степлерные швы на кожу. Асептические наклейки. Пациентка проснулась в операционной, неврологический статус прежний. Переведена в ОАРИТ для дальнейшего наблюдения и лечения.

Рентгенограммы и КТ позвоночника после хирургического лечения: на спондилограммах грудного и поясничного отделов позвоночника во фронтальной и сагиттальной плоскостях при статической нагрузке

и на серии аксиальных срезов, при построении мультипланарных и объемных реконструкций грудного и поясничного отделов позвоночника дополнительно определяется: отклонение оси поясничного отдела позвоночника во фронтальной плоскости – левостороннее до 5°, без патологической ротации позвонков. Коррекция и стабилизация деформации позвоночника металлоконструкцией – транспедикулярные винты на уровне L4, L4, S1, S2 с переходом на крестцово-подвздошные сочленения

справа и слева. Положение стабильное, правильное. В зоне заднего спондилодеза пояснично-крестцового перехода продольно ориентированные костные трансплантаты без признаков перестройки. Кости тазового кольца без асимметрии, признак Риссера 3–4. Смещение тела позвонка L5 кпереди устранено. Позвоночный канал не деформирован на уровне пояснично-крестцового перехода, без уменьшения переднезаднего размера, без костных перегородок, очаговых изменений денситометрической плотности содержимого. Паравертебральные мягкие ткани постоперационные изменения. Заключение: Лучевая (рентген-, КТ-) картина постоперационных изменений позвоночника – состояние после хирургического лечения спондилолистеза L5 позвонка (ликвидация стеноза позвоночного канала, коррекция и стабилизация деформации позвоночника металлоконструкцией, заднего спондилодеза) (рис. 3).

В послеоперационном периоде отмечались явления радикулопатии L2–L3 справа, полностью купированные на фоне проведения нейротропного лечения. Вертикализована на 4-е сутки после операции. Швы сняты на 14-е сутки после операции, заживление первичным натяжением.

Результаты исследования и их обсуждение

Применение транспедикулярных фиксаторов для оперативного лечения спондилолистеза L5 позвонка показало свою эффективность как в общей популяции, так и у детей [1–3]. На основании данных литературы установлено, что коррекцию спондилолистеза лучше проводить в более молодом возрасте, при наличии показаний для хирургического лечения [4]. Устранение болевого, радикулярного синдрома у детей со спондилолистезом, улучшение неврологического статуса ребенка положительно влияет на качество жизни данной категории пациентов [11, 12]. В настоящее время нет единого мнения о лечении спондилолистеза высокой степени тяжести в педиатрической популяции. Ряд авторов считают необходимым выполнять редукцию смещенного позвонка L5 с последующей фиксацией металлоконструкцией, другие исследователи проводят спондилодез *in situ*. При сравнительном анализе не отмечено существенной разницы между удовлетворенностью пациента и болью при последующем наблюдении. Частота неврологических осложнений и повторных операций существенно не отличалась. Выполнение вправления с последующим спондилодезированием снижает

вероятность возникновения псевдоартроза у пациентов детского возраста. Корреляция с результатами, о которых сообщают пациенты, все еще нуждается в дальнейшем изучении [5]. Точное размещение винта имеет решающее значение для хирургической коррекции спондилолистеза высокой степени тяжести у детей. Интраоперационная визуализация имеет важное значение в хирургии позвоночника как для определения правильного уровня, так и для безопасного размещения имплантатов. Использование робототехники в сочетании с компьютерной навигацией позволяет улучшить результаты хирургического лечения. Однако данные методики связаны с радиационным риском для пациента и/или персонала, что обуславливает необходимость принятия решения об использовании любого конкретного метода визуализации во время операции на позвоночнике [7, 9].

Заключение

Применение системы активной оптической 3D-КТ навигации позволило снизить лучевую нагрузку на ребенка и персонал операционной, достичь высокой корректности и точности установки транспедикулярных опорных элементов в позвонки, крестец и кости таза, повысить эффективность редукции смещенного позвонка, ликвидировать стеноз позвоночного канала, что обусловило устранение радикулярного синдрома и повышение качества жизни пациента.

Список литературы

1. Виссарионов С.В., Мурашко В.В., Беляничков С.М., Кокушин Д.Н., Солохина И.Ю., Гусева И.А., Мурашко Т.В., Павлова М.С. Хирургическое лечение спондилолистеза L5 позвонка у детей. Возможности заднего доступа // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2014. Т. 2. № 3. С. 24–33.
2. Миронов С.П., Ветрилэ С.Т., Ветрилэ М.С., Кулешов А.А. Оперативное лечение спондилолистеза позвонка L5 с применением транспедикулярных фиксаторов // Хирургия позвоночника. 2004. № 1. С. 40–42.
3. Маркин С.П., Пелеганчук А.В. Хирургическое лечение тяжелых форм диспластического спондилолистеза у взрослых // Успехи современного естествознания. 2015. № 8. С. 31–35.
4. Михайловский М.В., Садовой М.А., Белозеров В.В. Сколиоз и спондилолистез: обзор литературы // Хирургия позвоночника. 2017. № 14 (3). С. 23–31. DOI: 10.14531/ss2017.3.23-31.
5. Kouckeki R., Rocos B., Gandhi R., Lewis S.J., Lebel D.E. Surgical management of high-grade paediatric spondylolisthesis: meta-analysis and systematic review. Eur Spine J. 2022 Oct 5. DOI: 10.1007/s00586-022-07408-3.
6. Scott M.C., Galivanche A.R., Mets E.J., Pathak N., Kahan J.B., Burroughs P.J., Varthi A.G., Rubin L.E., Grauer J.N. Patients' and Physicians' Knowledge of Radiation Exposure Related to Spine Surgery. Spine (Phila Pa 1976). 2020. Vol. 15. № 45(22). P. E1507-E1515. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003650.

7. Nelson E.M., Monazzam S.M., Kim K.D., Seibert J.A., Klineberg E.O. Intraoperative fluoroscopy, portable X-ray, and CT: patient and operating room personnel radiation exposure in spinal surgery. *Spine J.* 2014 Dec 1. No. 14 (12). P. 2985–2991. DOI: 10.1016/j.spinee.2014.06.003.
8. Pennington Z., Cottrill E., Westbroek E.M., Goodwin M.L., Lubelski D., Ahmed A.K., Sciubba D.M. Evaluation of surgeon and patient radiation exposure by imaging technology in patients undergoing thoracolumbar fusion: systematic review of the literature. *Spine J.* 2019. № 19 (8). P. 1397–1411. DOI: 10.1016/j.spinee.2019.04.003.
9. Linden G.S., Birch C.M., Hresko M.T., Cook D., Hedequist D.J. Intraoperative Use of Robotics With Navigation for Pedicle Screw Placement in Treatment of Pediatric High-grade Spondylolisthesis: A Preliminary Report. *J Pediatr Orthop.* 2021 Nov-Dec 01. No. 41 (10). P. 591–596. DOI: 10.1097/BPO.0000000000001947.
10. Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н., Белянчиков С.М., Мурашко В.В., Картавенко К.А., Надилов Н.Н. Хирургическое лечение детей с идиопатическим сколиозом типа LENKE I с применением тотальной транспедикулярной фиксации // *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2014. Т. 2. № 2. С. 3–8.
11. Зайцева М.В., Соколова В.В. Результаты субъективной оценки родителями деятельности детской неврологической службы в условиях муниципального здравоохранения // *Медицина и организация здравоохранения.* 2019. Т. 4. № 2. С. 30–36.
12. Соколова В.В., Зайцева М.В. Оценка заболеваемости болезнями нервной системы детского населения Ростовской области // *Медицина: теория и практика.* 2019. Т. 4. № 2. С. 12–18.