

## Ортопедохирургическая коррекция паралитических деформаций позвоночника у детей и подростков

И. А. Шавырин<sup>\*, 1</sup>, кандидат медицинских наук

Е. А. Букреева<sup>\*</sup>

Т. А. Седненкова<sup>\*</sup>

С. В. Колесов<sup>\*\*</sup>, доктор медицинских наук, профессор

Д. В. Ковалёв<sup>\*</sup>, доктор медицинских наук, профессор

<sup>\*</sup> ГБУЗ НПЦ спец. мед. помощи детям им. В. Ф. Войно-Ясенецкого ДЗМ, Москва, Россия

<sup>\*\*</sup> ФГБУ НИЦ ТО им. Н. Н. Приорова Минздрава России, Москва, Россия

**Резюме.** Благодаря успешному развитию современных медицинских технологий, появлению новых знаний, нового инструментария и имплантатов, совершенствованию хирургических методик, анестезиологической поддержки, появилась возможность проведения оперативной коррекции деформаций позвоночника группе пациентов, страдающих нейромышечным сколиозом, с меньшим интраоперационным риском, более быстрым восстановлением и меньшим числом осложнений. Ортопедохирургическое лечение паралитических деформаций позвоночника проводится при использовании дорсальных и вентральных методик путем коррекции и полисегментарной фиксации позвоночного столба. В результате проведенных вмешательств у данной группы больных улучшается баланс туловища, предотвращается прогрессирование деформации позвоночника и грудной клетки, улучшается самообслуживание пациентов.

**Ключевые слова:** ортопедохирургическое лечение, нейромышечный сколиоз, коррекция и фиксация позвоночника.

**Для цитирования:** Шавырин И. А., Букреева Е. А., Седненкова Т. А., Колесов С. В., Ковалёв Д. В. Ортопедохирургическая коррекция паралитических деформаций позвоночника у детей и подростков // Лечащий Врач. 2021; 4 (24): 32-36. DOI: 10.51793/OS.2021.94.33.006

## Orthopedic and surgical correction of paralytic deformities of the spine in children and adolescents

I. A. Shavyrin<sup>\*, 1</sup>, E. A. Bukreeva<sup>\*</sup>, T. A. Sednenkova<sup>\*</sup>, S. V. Kolesov<sup>\*\*</sup>, D. V. Kovalev<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup> State Budgetary Institution of Healthcare of the City of Moscow «Scientific and Practical Center for Specialized Medical Care for Children named after V. F. Voyno-Yasensky Department of Healthcare of the city of Moscow», Moscow, Russia

<sup>\*\*</sup> National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after N. N. Priorova Federal State Budgetary Institution of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

**Abstract.** Thanks to the successful development of modern medical technologies, the emergence of new knowledge, new instruments and implants, the improvement of surgical techniques, anesthetic support, it became possible to perform surgical correction of spinal deformities in a group of patients suffering from neuromuscular scoliosis, with a lower intraoperative risk, faster recovery and fewer complications. Orthopedic and surgical treatment of paralytic deformities of the spine is carried out using dorsal and ventral techniques by means of correction and polysegmental fixation of the spinal column. As a result of the interventions in this group of patients, the balance of the trunk is improved, the progression of deformity of the spine and chest is prevented, and self-care of patients is improved.

**Keywords:** orthopedic surgery, neuromuscular scoliosis, correction and fixation of the spine.

**For citation:** Shavyrin I. A., Bukreeva E. A., Sednenkova T. A., Kolesov S. V., Kovalev D. V. Orthopedic and surgical correction of paralytic deformities of the spine in children and adolescents // Lechaschy Vrach. 2021; 4 (24): 32-36. DOI: 10.51793/OS.2021.94.33.006

**П**аралитический сколиоз возникает у детей и подростков вследствие расстройств проведения импульса по нервному волокну либо нарушения нервно-мышечной передачи. В зависимости от уровня поражения различают нейропатические и миопатические деформации [1]. Первые в свою очередь подраз-

деляются на заболевания с поражением первого и второго мотонейронов (рис. 1).

К нейропатическим деформациям с поражением первого мотонейрона относят сколиозы у пациентов, страдающих детским церебральным параличом (ДЦП), синдромом, опухолями центральной нервной системы. Деформации позвоночника с поражением второго мотонейрона могут вызываться полиомиелитом и другими миелитами вирусной этиоло-

гии, спинальными мышечными атрофиями Верднига–Хоффмана и Кугельберга–Веландера. Как правило, деформация позвоночника при данной патологии носит прогрессирующий характер [2, 3]. Миопатические сколиозы могут наблюдаться при мышечных дистрофиях, миастении.

При различной сопутствующей патологии частота возникновения деформации также варьирует: при ДЦП почти

<sup>1</sup> Контактная информация: shailya@ya.ru

у 40% пациентов присутствует сколиотическая деформация более  $10^\circ$ , но только у 2% больных величина деформации превышает  $40^\circ$  и требует ортопедохирургической коррекции [4-7]. При атаксии Фридрейха сколиотическая деформация развивается у 60-79% пациентов [8].

Паралитический сколиоз (кифосколиоз) может развиваться как на фоне опухоли спинного мозга, так и после удаления последней без адекватной стабилизации позвоночника [9]. После хирургического лечения опухолей позвоночника возможно развитие деформации, сходной по характеру с постламинэктомической или посттравматической [10, 11]. Частота травматических повреждений спинного мозга у детей и подростков составляет в среднем от 14,5 до 27,1 случая на миллион населения; при этом степень зрелости костно-мышечной системы и возраст на момент получения травмы являются определяющими факторами для возникновения нейрогенной деформации позвоночника [12].

Статистически подтверждено развитие паралитических деформаций позвоночника (до 80%) после операций по поводу менингоцеле, если дефект локализуется в верхнепоясничном/грудном сегментах. При миелодисплазии риск возникновения деформации позвоночного столба связан с уровнем поражения: при локализации в грудном и грудопоясничном отделах вероятность возникновения деформации составляет 80%, в поясничном отделе (L3-L5) – 23%, на уровне крестца – 9% [13-16].

### Характеристики паралитической деформации позвоночника

В отличие от идиопатического сколиоза паралитические деформации характеризуются более быстрым прогрессированием, которое зачастую не связано со

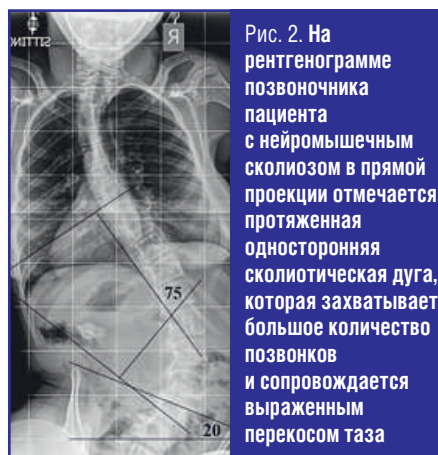


Рис. 2. На рентгенограмме позвоночника пациента с нейромышечным сколиозом в прямой проекции отмечается протяженная односторонняя сколиотическая дуга, которая захватывает большое количество позвонков и сопровождается выраженным перекосом таза

зрелостью скелета и может значительно прогрессировать и после окончания костного роста [17]. У лежачих пациентов вероятность развития деформации позвоночника меньше, чем у передвигающихся в инвалидном кресле или способных ходить. Причиной развития сколиоза является непосредственно само заболевание, в то время как интенсивное прогрессирование происходит при наличии осевых нагрузок на позвоночник. Паралитическая деформация позвоночника носит, как правило, сколиотический характер с полой и протяженной дугой, часто с перекосом таза (рис. 2). Деформация происходит постепенно, однако в пубертатном периоде сопровождается характерным лавинообразным прогрессированием [18].

У больных с запущенными и быстро прогрессирующими сколиозами нижние ребра вогнутой стороны деформации соприкасаются с подвздошной костью (рис. 3). Это вызывает выраженный дискомфорт, а пациент зачастую не может пожаловаться на него. Перекос таза – характерный признак паралитических деформаций, который сопровождается декомпенсацией туловища (фронталь-

ным дисбалансом) и провоцирует образование пролежня в области седалищного бугра у сидячих пациентов [19].

Больные часто истощены, паравerteбральная мускулатура у них развита слабо, в костях отмечается остеопения. Пациенты имеют проблемы с потреблением и усваиванием пищи. У них отмечается снижение показателей внешнего дыхания вследствие слабости дыхательных мышц и деформаций грудной клетки. Эта группа пациентов в большей степени подвержена присоединению или обострению имеющейся урологической инфекции.

### Лечение

При выявлении деформации в раннем возрасте пациентам, как правило, назначается консервативное лечение – корсетотерапия. При положительном эффекте данный метод может использоваться до окончания роста костной ткани [20].

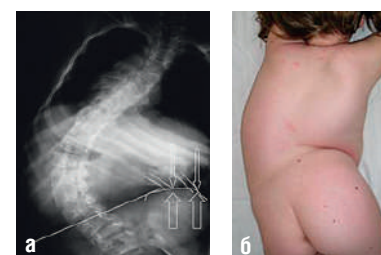


Рис. 3. На рентгенограмме позвоночника в прямой проекции пациентки с нейромышечным сколиозом (а) стрелками обозначен контакт нижних ребер вогнутой стороны деформации и подвздошной кости. На фото внешнего вида этой больной (б) отмечается гиперемия кожи в этом месте и в области проекции седалищного бугра слева

Ортезирование в корригирующих корсетах Шено позволяет замедлить, но не предотвратить прогрессию деформации. Коррекции деформации в жестком корсете, которой добиваются при идиопатическом сколиозе, у больных данной группы достичь не удастся из-за тяжелого психосоматического статуса пациентов [21, 22].

Использование корсетов типа Шено способствует коррекции сколиоза, устраняет перекос таза и позволяет равномерно распределить нагрузку на седалищные бугры, что предотвращает образование пролежней. Помимо этого, корсет предотвращает дальнейшую прогрессию сколиоза и к окончанию костного роста уменьшает объем и травматичность оперативного вмешательства при коррекции сколиоза (рис. 4).

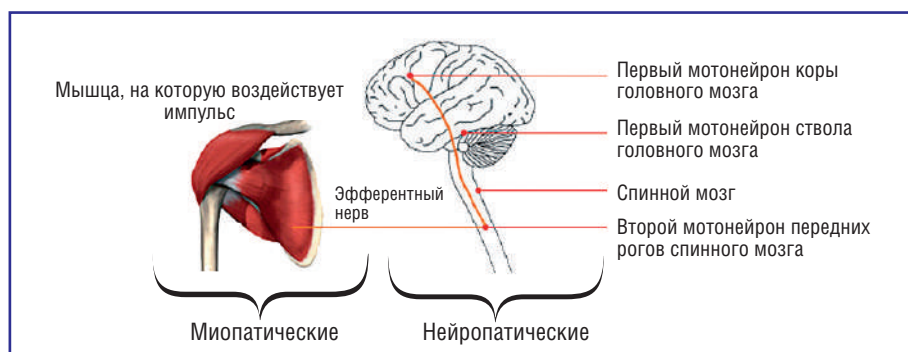


Рис. 1. Схема уровней поражения нервной системы на этапах проведения нервного импульса при различных видах нейромышечных сколиозов (из атласа Spine Surgery Information Portal, Prof. Dr. med. J. Harms)



Основными целями ортопедохирургической коррекции паралимпических деформаций позвоночника являются:

- остановка прогрессирования;
- коррекция деформации;
- восстановление сагиттального и фронтального баланса туловища;
- исправление формы и объема сколиотически деформированной грудной клетки;
- предотвращение усугубления неврологического дефицита и болевого синдрома [23-25].

При планировании хирургического лечения деформации позвоночного столба необходимо учитывать сопутствующую данным заболеваниям ортопедическую патологию — нарушенный тонус скелетной мускулатуры, наличие контрактур в тазобедренных, коленных и локтевых суставах [18].

Предоперационное обследование включает обзорные рентгенограммы позвоночника с захватом подвздошных костей лежа/сидя (стоя) в двух проекциях и в прямой проекции с наклонами. По данным рентгенограммам проводят оценку фронтального баланса (сколиотической деформации), сагиттального баланса (кифоз, лордоз). По рентгенограмме поясничного отдела с захватом гребней подвздошных костей определяют угол наклона таза (по углу между горизонтальной осью и линией, проходящей через верхние точки гребней подвздошных костей) [26].

Компьютерную и магнитно-резонансную томографию позвоночника проводят для определения состояния мягкотканых и костных структур, исключения возможных аномалий развития позвоночника и спинного мозга. Учитывая протяженность сколиотической дуги, значительную ротацию позвонков, относительно высокую мобильность, практически постоянно присутствующий

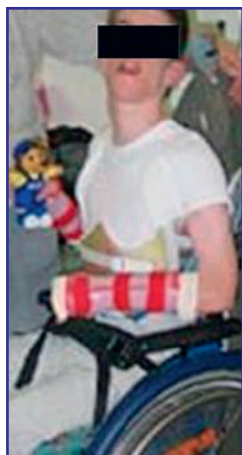
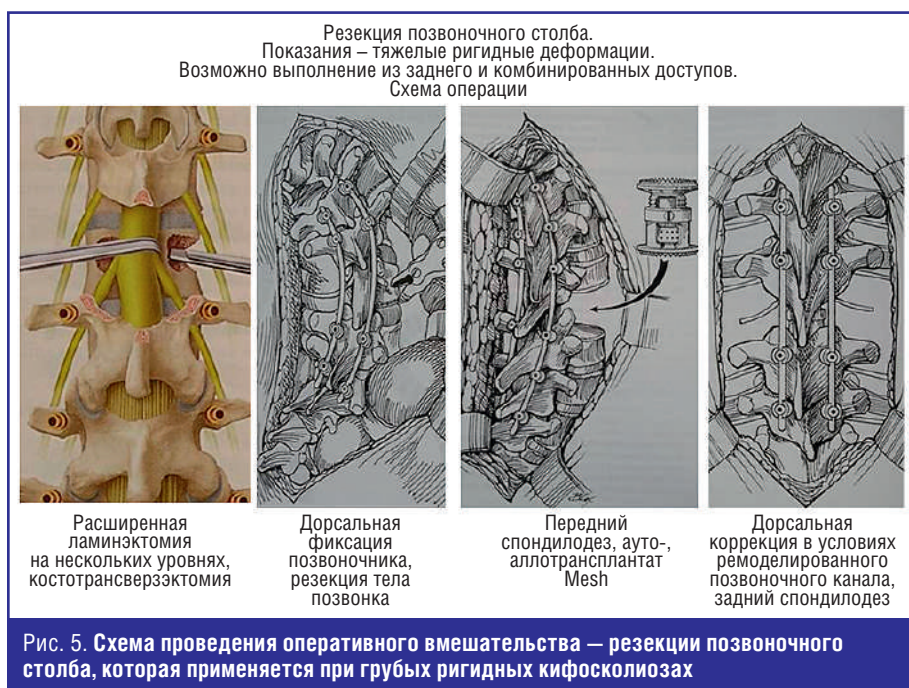


Рис. 4. Внешний вид пациента с нейромышечным сколиозом, страдающего ДЦП, в корсете Шено



перекос таза, при проведении коррекции и фиксации нейромышечных деформаций используют задние методики. Передний доступ к позвоночному столбу применяют для проведения релиза межпозвонковых структур, но как самостоятельный подход при лечении нейромышечных деформаций он применяется редко [27, 28].

Типичный протяженный С-образный груднопоясничный сколиоз с перекосом таза подразумевает многоуровневую фиксацию от верхнегрудных позвонков до гребней подвздошных костей в условиях интраоперационной галотракции. У больных с грубой, ригидной дугой первым этапом проводят переднюю мобилизацию позвоночника: дискэктомию с иссечением передней и задней продольных связок, последующую галотракцию (через прикроватный блок в положении лежа либо с использованием кресла-каталки, оборудованной устройством для галовытяжения). Во всех клинических случаях, где можно обойтись без вентрального оперативного доступа, используют только дорсальные методики [29-31]. Для фиксации позвоночника у пациентов с нейромышечными деформациями применяются винтовые или комбинированные конструкции (субламинарные фиксаторы-крючки, проволока + винты) [32].

Использование исключительно винтовых конструкций позволяет надежно фиксировать позвоночник, дает более выраженную коррекцию, в некоторых случаях позволяет провести лечение

в один этап (без вентрального релиза), уменьшает время пребывания больного в стационаре [33, 34].

Транспедикулярный винт дает возможность проводить фиксацию всех трех колонн позвоночного столба [35], что позволяет одномоментно корригировать деформацию, а использование методики резекции позвоночного столба (Vertebral Column Resection, VCR) (рис. 5) позволяет получить более выраженную коррекцию [36, 25].

Комбинированные конструкции с использованием в качестве опорных элементов субламинарных фиксаторов (проволока, крючки) позволяют уменьшить время оперативного вмешательства, хирургическую агрессию, кровопотерю [37, 38]. Одним из преимуществ комбинированных систем с субламинарной фиксацией по Luque является низкопрофильность последней, что актуально для пациентов с дефицитом паравертебральной мускулатуры [39]. После скелетирования паравертебральной мускулатуры в целях задней мобилизации проводят многоуровневую корригирующую остеотомию по Смит-Петерсону (SPO) (рис. 6).

Большинство нейромышечных деформаций сопровождается перекосом таза. Если последний в положении сидя составляет более 15°, при монтаже конструкции в нижнем полюсе используют узел фиксации пельвик/сакропельвик [40, 41].

## Осложнения

Частота осложнений при хирургическом лечении данной патологии снизилась

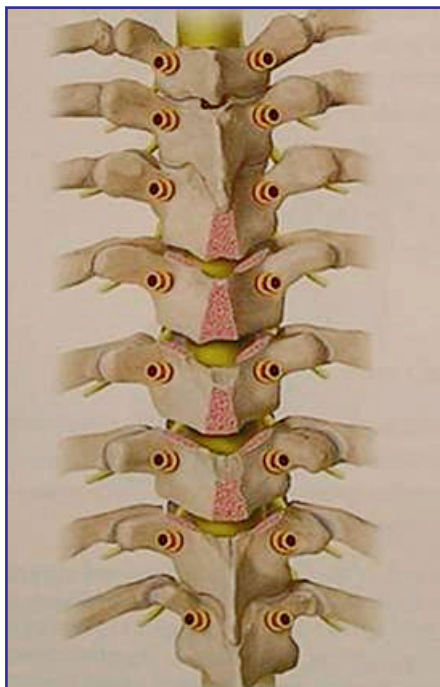


Рис. 6. Схема проведения оперативного вмешательства — задней мобилизующей вертебротомии по Смит-Петерсону, при которой на 5–7 уровнях проводят резекцию остистых, суставных отростков, корригирующую ламинотомию, иссечение желтой связки

лась лишь в последние два десятилетия, что связано с развитием диагностических методик, методов хирургического лечения и изучением патогенеза заболеваний, приводящих к деформациям позвоночника [42, 43]. Риск послеоперационных легочных осложнений значительно возрастает у пациентов с показателями жизненной емкости легких 40% и менее от возрастной нормы, при выраженной интраоперационной кро-

вопотере (например, после проведения VCR), а также у больных с вентральным вмешательством, что в условиях неполноценной межреберной и диафрагмальной мускулатуры также значительно снижает вентиляционную функцию легких.

В таких ситуациях показаны продолженная послеоперационная вентиляция до 48–72 часов и обязательная установка назогастрального или назоинтестинального зонда для предотвращения аспирации [44].

После перевода больного из отделения реанимации необходимы активное наблюдение средним и старшим медицинским персоналом, мониторинг жизненных показателей (артериальное давление, пульс, частота дыхательных движений, сатурация), доступ к ингаляционному кислороду [45].

В послеоперационном периоде у пациентов, которые не контролируют функции тазовых органов, большое значение имеет сохранение в чистоте раневых повязок, что является профилактикой инфекционных осложнений [46–49].

### Заключение и выводы

Перед проведением вмешательств на позвоночнике у пациентов с нейромышечными деформациями в ряде случаев проводят устранение сопутствующей патологии — контрактур и вывихов в суставах.

Учитывая протяженность сколиотической дуги, значительную ротацию позвонков, относительно мобильность, практически постоянно присутствующий перекос таза, при проведении коррекции и фиксации нейромышечных деформаций используют дорсальные методики.

Для фиксации позвоночника у пациентов с нейромышечными деформаци-

ями применяют винтовые либо комбинированные конструкции (транспедикулярные винты и субламинарные фиксаторы — крючки, проволока). При хирургической коррекции сколиоза важными моментами являются многоуровневая фиксация с установкой большого числа опорных элементов (желательно фиксировать каждый сегмент сколиотической дуги), а также задняя мобилизация позвоночника с использованием остеотомии по Смит-Петерсону (рис. 7).

Многоуровневая фиксация позволяет равномерно распределить нагрузку на опорные элементы позвоночника (в которых зачастую отмечается остеопения) и в условиях неполноценной паравerteбральной мускулатуры надежно удерживать позвоночный столб. В результате хирургической коррекции нейромышечного сколиоза у пациентов наступает:

- коррекция деформации позвоночника;
- остановка прогрессии сколиоза;
- уменьшение болевого синдрома;
- восстановление правильного сагитального и фронтального баланса туловища, с облегчением передвижения в кресле-каталке;
- исправление формы и объема деформированной грудной клетки с улучшением функции внешнего дыхания;
- улучшение самообслуживания пациентов.

Таким образом, в связи с развитием медицинских технологий, появлением новых знаний о природе заболеваний, нового инструментария и имплантатов, совершенствованием хирургических методик, анестезиологической поддержки появилась возможность проведения оперативной коррекции деформаций позвоночника группе пациентов,

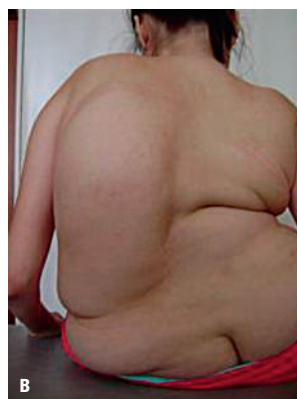


Рис. 7. Рентгенограммы позвоночника в прямой проекции (а, б) и внешний вид пациентки (в, г), страдающей нейромышечным сколиозом до (а, в) и после (б, г) оперативной коррекции сколиоза. Отмечено устранение дисбаланса туловища, значительная коррекция деформации позвоночника, устранение перекоса таза



страдающих нейромышечным сколиозом, с меньшим интраоперационным риском, более быстрым восстановлением больных и меньшим числом осложнений. ■

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

CONFLICT OF INTERESTS. Not declared.

## Литература/References

1. Lonstein J. Neuromuscular spinal deformity. In: Weinstein S. The Pediatric Spine – Principles and Practice. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins, 2001. P. 789–796.
2. Brown J., Zeller J., Swank S. Surgical and functional results of spine fusion in spinal muscular atrophy // Spine. 1988; 14: 763–70.
3. Granata C., Merlini L., Cervellati S. Long term results of spine surgery in Duchenne muscular dystrophy // Neuromuscul Disord. 1996; 6: 61–68.
4. Bonnett C., Brown J., Grow T. Thoracolumbar scoliosis in cerebral palsy // J. Bone Joint Surg. [Am]. 1976; 58: 328–336.
5. Lonstein J., Akbarnia B. Operative treatment of spinal deformities in patients with cerebral palsy or mental retardation: an analysis of one hundred and seven cases // J Bone Joint Surg [Am]. 1983; 65: 43–55.
6. Rinsky L. Surgery of spinal deformity in cerebral palsy. Twelve years in the evolution of scoliosis management // Clin Orthop Relat Res. 1990; 253: 100–109.
7. Tzirikos A., Chang W., Dabney K., et al. Comparison of parents' and caregivers' satisfaction after spinal fusion in children with cerebral palsy // J Pediatr Orthop. 2004; 24: 54–58.
8. Milbrandt T., Kunes J., Karol L. Friedreich's ataxia and scoliosis: the experience at two institutions // J Pediatr Orthop. 2008; 28 (2): 234–238.
9. Кушель Ю. В. Роль ламинотомии и ламинопластики в снижении частоты послеоперационных кифосколиозов у детей, оперированных по поводу интрамедуллярных опухолей // Вопросы нейрохирургии. 2007; 4: 20–34. [Kushel' Yu. V. Rol' laminotomii i laminoplastiki v snizhenii chastoty posleoperatsionnykh kifoskoliozov u detey, operirovannykh po povodu intramedullarnykh opukholey [Role of laminotomy and laminoplasty in reducing the incidence of postoperative kyphoscoliosis in children operated on for intramedullary tumors] // Voprosy neyrokhirurgii. 2007; 4: 20–34.]
10. Колесов С. В. Хирургическое лечение тяжелых постламинэктомических деформаций позвоночника // Хирургия позвоночника. 2006; 2: 29–32. [Kolesov S. V. Khirurgicheskoye lecheniye tyazhelykh postlaminektomicheskikh deformatsiy pozvonochnika [Surgical treatment of severe post-laminectomy deformities of the spine.] // Khirurgiya pozvonochnika. 2006; 2: 29–32.]
11. Мельников И. И. Ортопедическая коррекция вторичных деформаций позвоночника у детей и подростков: канд. дисс. М., 2011. 124 с. [Mel'nikov I. I. Ortopedicheskaya korrektsiya vtorichnykh deformatsiy pozvonochnika u detey i podrostkov: [Orthopedic correction of secondary deformities of the spine in children and adolescents] kand. diss. M., 2011. P. 124.]
12. Altiok H., Mekhail A., Vogel L., Herman J., Lubicky J. Issues in surgical treatment of thoracolumbar injuries associated with spinal cord injury in children and adolescents // Am. J. Orthop. 2002; 11: 647–651.
13. Banta J. Combined anterior and posterior fusion for spinal deformity in Myelomeningocele // Spine. 1990; 15: 946–952.
14. Geiger F., Farsch D., Carstens C. Complications of scoliosis surgery in children with myelomeningocele // Eur Spine J. 1999; 8: 22–26.
15. Osebold W., Mayfield J., Winter R., Moe J. Surgical treatment of paralytic scoliosis associated with myelomeningocele // J Bone Joint Surg [Am]. 1982; 64: 841–852.
16. Rodgers W., Williams M., Schwend R., Emans J. Spinal deformity in myelodysplasia. Correction with posterior pedicle screw instrumentation // Spine. 1997; 22: 2435–2443.
17. Berven S., Bradford D. Neuromuscular scoliosis: causes of deformity and principles for evaluation and management // Semin. Neurol. 200; 22 (2): 167–178.
18. Sarwark J., Sarwahi V. New strategies and decision making in the management of neuromuscular scoliosis // Orthop Clin N Am. 2008; 38: 485–495.
19. Shook J., Lubicky J. Paralytic scoliosis / (In: DeWald R., Bridewell K. The Textbook of Spinal Surgery, 2nd Ed. Philadelphia: Lippincott Raven). 1997: 837–880.
20. Kotwicki T., Durmala J., Czubak J. Bracing for neuromuscular scoliosis: orthosis construction to improve the patient's function // Disabil Rehabil Assist Technol. 2008; 3 (3): 161–169.
21. Cassidy C., Craig C., Perry A. A reassessment of spinal stabilization in severe cerebral palsy // J Pediatr Orthop. 1994; 14: 731–739.
22. Morillon S., Thumerelle C., Cuisset J., Santos C. Effect of thoracic bracing on lung function in children with neuromuscular disease // Ann Readapt Med Phys. 2007; 50 (8): 645–650.
23. Bell D., Moseley C., Koreska J. Unit rod segmental spinal instrumentation in the management of patients with progressive neuromuscular spinal deformity // Spine. 1988; 14: 1301–1307.
24. Broom M., Banta J., Renshaw T. Spinal fusion augmented by Luque-rod segmental instrumentation for neuromuscular scoliosis // J Bone Joint Surg [Am]. 1989; 71: 32–44.
25. Suk S., Kim J., Kim W., et al. Posterior vertebral column resection for severe spinal deformities // Spine. 2002; 27: 2374–2382.
26. Winter S. Preoperative assessment of the child with neuromuscular scoliosis // Orthop Clin North Am. 1994; 25: 239–245.
27. O'Brien T., Akmakjian J., Ogin G. Comparison of one-staged versus two-staged anterior/posterior spinal fusion of neuromuscular scoliosis // J Pediatr Orthop. 1992; 12: 610–615.
28. Sarwahi V., Sarwark J., Schafer M., et al. Standards in anterior spine surgery in pediatric patients with neuromuscular scoliosis // J Pediatr Orthop. 2001; 21: 756–60.
29. Grossfeld S., Winter R., Lonstein J. Complications of anterior spinal surgery in children // J Pediatr Orthop. 1997; 17: 89–95.
30. Keeler K., Lenke L., Good C., Bridwell K. Spinal Fusion for Spastic Neuromuscular Scoliosis: Is Anterior Releasing Necessary When Intraoperative Halo-Femoral Traction Is Used? // Spine. 2010; 19: 176–182.
31. McDonnell M., Glassman S., Dimar J., Puno R. Perioperative complications of anterior procedure on the spine // J Bone Joint Surg Am. 1996; 78: 839–847.
32. Teli M., Elsebaie H., Biant L., Noordeen H. Neuromuscular scoliosis treated by segmental third-generation instrumented spinal fusion // J Spinal Disord Tech. 2005; 18: 430–438.
33. Modi H., Suh S., Song H., Fernandez H. Treatment of neuromuscular scoliosis with posterior-only pedicle screw fixation // Journal of Orthopedic Surgery and Research. 2008; 3: 23.
34. Storer S., Vitale M., Hyman J., et al. Correction of adolescent idiopathic scoliosis using thoracic pedicle screw fixation versus hook constructs // J Pediatr Orthop. 2005; 25: 415–419.
35. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries // Spine. 1983; 8: 817–831.
36. Hamill C., Lenke L., Bridwell K. The use of pedicle screw fixation to improve correction in the lumbar spine of patients with idiopathic scoliosis: is it warranted? // Spine. 1996; 21: 1241–1249.
37. Allen B., Ferguson R. L-rod instrumentation for scoliosis in cerebral palsy // J. Pediatr. Orthop. 1982; 2: 87–96.
38. Lonstein J. The Galveston technique using Luque or Cotrel-Dubousset rods // Orthop Clin North Am. 1994; 25: 311–320.
39. Gau Y., Lonstein J., Winter R., Koop S. Luque-Galveston procedure for correction and stabilization of neuromuscular scoliosis and pelvic obliquity: a review of 68 patients // J Spinal Disord. 1991; 4: 399–410.
40. Phillips J., Gutheil J., Knapp D. Iliac screw fixation in neuromuscular scoliosis // Spine. 2007; 32 (14): 1566–1570.
41. Westerlund I., Gill S., Jarosz T., Abel M. Posterior-only unit rod instrumentation and fusion for neuromuscular scoliosis // Spine. 2001; 26: 1984–1989.
42. Edler A., Murray D., Forbes R. B. Blood loss during posterior spinal fusion surgery in patients with neuromuscular disease: is there an increased risk? // Pediatric Anaesthesia. 2003; 13: 818–822.

Полный список литературы смотрите на нашем сайте <https://www.lvrach.ru/>