

Регионарная анестезия в детской вертебрологии

В. Л. Айзенберг¹, Г. Э. Ульрих², Л. Е. Цыпин¹, Д. В. Заболотский²

¹ГБОУ ВПО «РНИМУ им. Н. И. Пирогова» МЗ РФ, 117997, Москва;

²ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета» МЗ РФ, 194100, Санкт-Петербург

Regional Anesthesia in vertebrology

V. L. Ayzenberg¹, G. E. Ulrikh², L. E. Tsypin¹, D. V. Zabolotskiy²

¹The Russian National Research Medical University named after N. I. Pirogov, 117997, Moscow

²Saint Petersburg State Pediatric Medical University of MHC RF, 194100, Saint Petersburg

В лекции всесторонне рассматриваются вопросы регионарной анестезии в детской вертебрологии, в частности, отличительные черты пациентов с патологией позвоночника, особенности хирургического вмешательства и анестезиологического обеспечения, контроль проходимости дыхательных путей и нейроаксиальные блокады у детей с деформациями позвоночника. *Ключевые слова:* регионарная анестезия, детская вертебрология, деформации позвоночника у детей.

Для цитирования: Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2015; 9 (4): 39–49

The lecture is devoted to the questions of regional anesthesia in pediatric vertebrology. The authors describe specific characteristics of the pediatric patients with pathology of spine, particularities of surgery and anesthesia, pay attention to providing of patency of airway and consider problems and techniques of neuroaxial blockades in children with spinal deformity. *Keywords:* regional anesthesia, pediatric vertebrology, spinal deformity in children.

Citation: Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroy boli. 2015; 9 (4): 38–49 (In Russ.)

1. Особенности пациентов с патологией позвоночника

Анализ осложнений и летальности у пациентов с патологией позвоночника показывает, что основной их причиной является не сама анестезия, а недооценка исходного состояния больного [1, 2]. По данным этих же авторов, детальное предоперационное обследование представляет собой основной способ снижения частоты неприятных инцидентов, особенно это касается оценки дыхательной, сердечно-сосудистой, мочевыделительной и нервной систем. Но существует и противоположное мнение, высказанное М. Roizen [3]: ни одно из проведенных рандомизированных исследований достоверно не продемонстрировало, что учет диагностированной сердечной патологии уменьшал частоту осложнений со стороны сердца в периоперационном периоде. Однако не вызывает сомнения, что диагностика, мониторинг и учет обстоятельств, способных увеличить риск осложнений, должны быть осуществлены в полном объеме.

Для корреспонденции:

Ульрих Глеб Эдуардович, e-mail: gleb.ulrikh@yandex.ru

Correspondence to:

Gleb Ulrikh, e-mail: gleb.ulrikh@yandex.ru

Наиболее частой патологией сердечно-сосудистой системы, выявляемой при пороках развития позвоночника, по данным Национального центра статистики здоровья США, являются: легочная гипертензия, врожденные аномалии сердца и вторичные кардиомиопатии [4].

По мнению К. А. Eagle и С. А. Boucher [5], операции на позвоночнике относятся к вмешательствам высокого риска по частоте нарушения работы сердца среди некардиологических вмешательств.

По данным Э. В. Ульриха [6], из 223 больных с патологией позвоночника, получавших лечение в СПбГМА и на базах кафедры детской хирургии, сопутствующие пороки были выявлены у 170 человек (76,2%), причем одиночные аномалии обнаружены у 81 (47,6%), множественные – у 89 (52,4%). Всего выявлен 371 порок развития внутренних органов, спинного мозга, опорно-двигательного аппарата, кожи и мягких тканей [6]. Сопутствующие пороки развития сердца и легких, имевшие ту или иную степень клинических проявлений, отмечены у 18 из 170 детей с вертебральными аномалиями.

Спирографическое исследование у пациентов с деформациями позвоночника позволило выявить, что показатели функции внешнего дыхания находились вне пределов возрастной нормы,

а степень их изменений была прямо пропорциональна тяжести врожденной деформации позвоночника. Так, у больных с деформацией I–II степени жизненная емкость легких (ЖЕЛ) составляла в среднем 95,4 %, при III степени – 82,2 %, при IV степени – 74,5 %. Эти данные соответствуют результатам исследования других авторов, получавших аналогичные изменения функции внешнего дыхания при деформациях позвоночника различной этиологии [7, 8]. Э. В. Ульрих [6] отметил, что у больных с врожденной патологией позвоночника снижение ЖЕЛ было более глубоким. Изменение внешнего дыхания сопровождается большинством пороков развития позвоночника, но его максимальные нарушения определяют при всех формах и вариантах нарушения сегментации осевого скелета. Пациенты с уровнем ЖЕЛ, превышающим 35 % от нормы, не имеют проблем во время анестезии и могут самостоятельно дышать после ее окончания, в то же время при ЖЕЛ менее 30 % требуется продленная ИВЛ в послеоперационном периоде.

Причиной нарушения газообмена в легких является изменение вентиляционно-перфузионного соотношения с возрастанием соотношения между объемом мертвого пространства и общим объемом легких и увеличением альвеолярно-капиллярного градиента [9, 10] из-за уменьшения количества сосудов в пересчете на объем ткани легкого и снижения кровотока в экстраальвеолярных сосудах, обусловленное скелетной деформацией [11]. Для пациентов с деформацией позвоночника характерно умеренное снижение PaO_2 на фоне нормальных величин $PaCO_2$ [9, 12]. Повышение последнего показателя является неблагоприятным признаком близкой декомпенсации и развития дыхательной недостаточности. Ранняя диагностика нарушения функции дыхания и своевременная коррекция деформации позвоночника могут предотвратить дальнейшую декомпенсацию [13].

Серьезная проблема для анестезиолога и пациента – нарушение нормальных анатомических соотношений органов шеи, нестабильность шейного отдела позвоночника или его иммобилизация, что может вызвать трудности или невозможность интубации трахеи пациента при применении стандартных методик и стать причиной даже сложной фиброоптической интубации.

Все вышеперечисленные особенности пациентов с патологией позвоночника требуют от анестезиолога своевременных диагностических мероприятий и планирования тактики анестезиологического обеспечения и ведения послеоперационного периода.

2. Особенности хирургического вмешательства и анестезиологического обеспечения

Операции на позвоночнике отличаются высокой травматичностью, влиянием на функцию спинного мозга коррекции деформации (тракции), большим операционным полем, длительностью вмешательства, значительным объемом кровопотери.

На состояние кровообращения оказывают влияние не только фармакологические средства, используемые для анестезии, но и специфические условия проведения хирургического вмешательства – положение пациента на операционном столе.

Положение лежа на животе приводит к снижению минимальной вентиляции легких, дыхательного объема, минутного выброса сердца и повышению ЦВД [14, 15].

По данным Н. Д. Маеровой [9] и E. R. Kafer [14] выделены следующие особенности гемодинамики при операциях на позвоночнике:

- 1) в условиях уравновешенного гемогидробаланса и оптимального обезболивания патогенетические факторы вертебральных операций не отражаются на состоянии мозгового кровотока, однако на фоне создания гиперлордоза отмечались периоды спазма интракраниальных сосудов;

- 2) изменения кровообращения в малом круге обусловлены главным образом ИВЛ и мало зависят от патологических факторов вертебрологической операции;

- 3) возникающая окклюзия нижней полой вены при ряде доступов к поясничному отделу позвоночника не оказывает существенного влияния на венозный возврат крови к сердцу.

J. E. Tetzlaff и соавт. [16] осуществляли контроль АД и спектральный анализ ЧСС с определением низко-(LFa) и высокочастотной активности (HFa) при переводе пациентов со сколиозом из положения лежа на спине в положение лежа на животе в условиях спинальной блокады и общей анестезии. Перевод в положение лежа на животе сопровождается существенным увеличением вариабельности сердечного ритма в группе со спинальной анестезией и снижением АД в группе общей анестезии. Менее выраженные изменения низкочастотной активности и сохранение АД на прежнем уровне в положении на животе у пациентов с низкой спинальной анестезией демонстрируют лучшее сохранение компенсаторных механизмов автономной нервной системы, чем у больных с общей анестезией.

Объем кровопотери у детей в зависимости от метода лечения и длительности операции

находится в пределах 30–40 % ОЦК и обычно не превышает 60 %.

Факторами, влияющими на кровопотерю, являются: объем травмируемых тканей; длительность операции; наличие измененных тканей после предшествующей операции; уровень артериального и венозного давления; тактика хирурга. J. W. Brodsky и соавт. обращают внимание на то, что хирургическая тактика и время операции гораздо значительнее влияют на сокращение кровопотери, чем уровень артериального давления [17].

Ограничение экскурсии грудной клетки в положении лежа на животе требует более высокого давления на вдохе при ИВА, что ведет к повышению среднего внутрилегочного давления [14]. Это затрудняет венозный возврат крови к сердцу и отток из венозной сети позвоночника. Последнее сказывается на некотором увеличении кровопотери. Кроме того, положение лежа на животе повышает внутрибрюшное давление при укладке больного без свободного провисания передней брюшной стенки. Снижения внутрибрюшного давления достигают укладкой пациента на набор валиков и надувной круг или специальный ортопедический стол [14].

Анестезия с пониженным артериальным давлением (САД на уровне 90–70 мм рт. ст.) позволяет снизить кровопотерю на 49 %, а потребность в переливании донорской крови до 42 % [18, 19]. R. L. Lennon и соавт. [20], напротив, сообщают об отсутствии разницы между гипотензивной и нормотензивной анестезией. Имеются разноречивые данные о причине уменьшения кровопотери при гипотензивной анестезии, вызываемой различными способами. Среди них выделяют снижение сердечного выброса и ударного объема левого желудочка [21], снижение венозного давления при применении нитроглицерина [22]. J. R. Donald предупреждает, что крайне низкие цифры артериального давления во время гипотензивной анестезии существенно не снижают кровопотерю, но увеличивают число осложнений, связанных с нарушением кровоснабжения органов, в том числе спинного мозга [23].

M. Kakiuchi [24] сообщает о снижении кровопотери, происходящем в основном за счет уменьшения венозного давления в условиях нормотензивной общей анестезии в сочетании с эпидуральной блокадой, по сравнению с общей анестезией без блокады. Артериальное давление в исследовании поддерживали на одинаковом уровне в обеих группах, а измерение венозного давления и внутрикостного давления в телах позвонков продемонстрировало более низкие значения в группе

с эпидуральной блокадой. В связи с тем, что кровотечение из костной ткани имеет в основном венозную природу, J. W. Brodsky и соавт. считают, что снижение венозного давления играет большую роль в уменьшении кровопотери, чем артериального [17].

Существует много других вариантов кровосбережения: заготовка аутокрови, острая нормо-водемическая гемодилюция, возврат крови, изливающейся в операционное поле [21, 25, 26]. Обсуждение этих способов выходит за рамки настоящего издания.

Аномалии развития и деформации шейного отдела позвоночника могут вызвать нарушение соотношения анатомических образований шеи или создавать опасность повреждения спинного мозга при насильственном усилении лордоза для выполнения интубации трахеи. У ряда пациентов интубация трахеи стандартным способом оказывается невозможной и требует специальной техники [27].

Обеспечение проходимости дыхательных путей

Интубация трахеи у пациентов с деформациями позвоночника обычно не связана со значительными трудностями, если патология не локализуется в шейном отделе позвоночника или у пациента нет других причин для затруднения доступа к трахее. Из-за необходимости пред- или интраоперационного изменения положения тела пациента при хирургических вмешательствах на позвоночнике стандартным является применение армированных интубационных трубок, гарантирующих сохранение просвета при случайном изгибе.

Определенные трудности представляет интубация трахеи у пациентов с наложенным Halo-феморальным вытяжением. Интубацию трахеи у этих больных следует выполнять до перемещения на операционный стол. Это объясняется необходимостью индукции анестезии для обеспечения безболезненного удаления спиц из нижних конечностей перед переключением на операционный стол. Переключивание пациента, находящегося под анестезией, без гарантированного обеспечения проходимости дыхательных путей, по нашему мнению, является неоправданным риском. При этом сама интубация требует дополнительной помощи ассистента для создания наиболее выгодного положения головы и шеи в связи с сохраняющимся Halo-вытяжением.

Показания к применению фиброоптической интубации трахеи: патология шейного отдела позвоночника, ограничивающая разгибание для проведения прямой ларингоскопии; травма шейного отдела позвоночника; микрогнатия; «короткая

шея»; анкилоз в височно-нижнечелюстном суставе; сложность интубации 4-го класса (по классификации S. R. Mallampati, 1983); сложная интубация в анамнезе; скелетное вытяжение за теменные бугры, сочетающееся с вертеброгенными аритмиями. В большинстве случаев плановое наложение трахеостомы таким пациентам затрудняет проведение хирургического вмешательства на шейном отделе позвоночника. Однако бригада должна быть готова к трахеостомии при невозможности интубации и вентиляции маской.

Наиболее безопасным способом установки интубационной трубки у таких пациентов мы считаем проведение фиброоптической интубации трахеи на фоне ингаляционной анестезии (препарат выбора – севофлюран) и сохраненного самостоятельного дыхания. При планируемой сложной фиброоптической интубации (рис. 1), помимо сохраненного самостоятельного дыхания, следует сохранить и сознание пациента с незначительным уровнем седации. Это дает возможность прекратить интубацию на любом этапе с продолжением адекватного самостоятельного дыхания. Такой способ интубации трахеи можно проводить у детей школьного возраста при наличии хорошего психоэмоционального контакта с врачом.

У детей дошкольного возраста или при выраженной лабильности психики у более старших детей сложную фиброоптическую интубацию необходимо выполнять без участия сознания пациента, но с сохранением самостоятельного дыхания.

Интубация трахеи на фоне сохраненного сознания требует применения регионарной (верхнегортанный нерв, языкоглоточный нерв, возвратный

нерв гортани) или аппликационной анестезии. Так как блокада нескольких нервов является трудоемкой и вызывает дополнительный стресс, методом выбора служит аппликационная анестезия дыхательных путей.

Особое значение мы придаем предварительной беседе с пациентом и родителями и обязательному объяснению ребенку этапов интубации. Правильное выполнение команд врачом пациентом является залогом успешного проведения методики. Интубационную трубку устанавливают назотрахеальным способом для исключения провокации рвотного рефлекса.

Премедикация, назначаемая пациентам с предстоящей интубацией трахеи в сознании, должна обеспечить уровень седации, при которой пациент находится в состоянии сонливости, но при этом может ориентироваться в пространстве и выполнять команды анестезиолога. В связи с тем, что интубация в сознании является серьезным стрессом, премедикация должна быть достаточно «тяжелой» и, помимо атропина (0,01 мг/кг) и диазепама (0,3 мг/кг) или мидазолама (0,15 мг/кг), включать промедол (0,2 мг/кг).

Через 30 мин после внутримышечной премедикации ребенка транспортируют в операционную, в оба носовых хода закапывают сосудосуживающий препарат. Обеспечивают ЭКГ-мониторинг и пульсоксиметрию. Если седация после премедикации оказалась недостаточной, то перед введением фиброскопа ее следует усилить внутривенным введением пропофола, начиная с дозы 0,5–1,0 мг/кг с последующим титрованием до создания необходимого состояния.



а



б

Рис. 1. Рентгенограммы шейного отдела позвоночника у пациента с прогрессирующим кифозом на фоне нейрофиброматоза до (а) и после (б) хирургического вмешательства. Прямая ларингоскопия противопоказана из-за риска еще большего смещения позвонков и повреждения спинного мозга.

Фиброоптическая интубация может быть затруднена из-за грубого кифоза, но не является травматичной манипуляцией

Важным моментом является сохранение пациентом возможности выполнять вербальные команды врача.

Подсчитывают суммарную дозу лидокаина для аппликационной блокады, которая не должна превысить 4 мг/кг. В носовой ход, через который планируют осуществлять интубацию трахеи, закапывают вазоконстриктор и вводят тампон, обильно смоченный 2 % лидокаином. При правильном расположении тампона пациент чувствует онемение соответствующего носового хода и задней стенки глотки за счет стекания по ней части местного анестетика. Через 10 мин тампон удаляют. В ротоглотке на вдохе производят распыление 10 % лидокаина из стандартного баллончика (обычно 1 порция распыляемого аэрозоля составляет 4,8 мг лидокаина, но следует свериться с аннотацией на препарат от конкретного производителя).

Через анестезированную ноздрю вводят гибкий бронхоскоп с надетой на него интубационной трубкой и при достижении голосовой щели, через инструментальный канал бронхоскопа, выполняют быстрое впрыскивание 1,0 мл 2 % лидокаина. Через 1 мин бронхоскоп продвигают до визуализации голосовой щели. Проводят дополнительную анестезию 2 % раствором лидокаина – 1,0 мл. Конец бронхоскопа, выступающий за пределы интубационной трубки, продвигают в трахею до визуализации ее колец (осуществляют впрыскивание 2 % лидокаина); по бронхоскопу интубационную трубку продвигают в трахею. Общая доза лидокаина (в том числе распыляемого 10 % лидокаина) для аппликационной блокады при этом не должна превышать 4 мг/кг из-за риска токсической реакции. После зрительного контроля расположения трубки фиброскоп извлекают. Путем аускультации дыхательных шумов убеждаются, что дыхание проводится во все отделы легких, после чего закрепляют интубационную трубку.

Для обеспечения амнезии после интубации внутривенно вводят диазепам (0,3 мг/кг) или мидазолам (0,15 мг/кг) и осуществляют индукцию анестезии. Применение диазепама или мидазолама после установления интубационной трубки в трахею обеспечивает ретроградную амнезию у абсолютного большинства пациентов. У всех 15 пациентов, перенесших такой вариант интубации, в нашей клинике не было воспоминаний об интубации. При опросе после операции они могли вспомнить только установку турунды в носовой ход.

При несоответствии диаметра интубационной трубки фиброскопу (диаметр трубки не позволяет ввести в нее фиброскоп) через его инструментальный канал в трахею можно установить гибкий

проводник с последующим введением по нему трубки.

При прогнозируемой сложной интубации у детей дошкольного возраста фиброоптическую интубацию трахеи проводят без участия сознания, в условиях ингаляционной анестезии севофлюраном, на фоне сохраненного самостоятельного дыхания. Глубина анестезии при этом должна быть достаточной для снятия рефлекса с голосовой щели. Местный анестетик в этом случае используют в качестве дополнительного анальгетического компонента, впрыскивая его через инструментальный канал бронхоскопа по мере его продвижения. Суммарная доза применяемого лидокаина для аппликационной блокады не должна превышать 4 мг/кг.

Нейроаксиальные блокады у детей с деформациями позвоночника

Применение эпидуральной анестезии при операциях на позвоночнике преследует две цели: профилактика ишемической миелопатии и обезболивание.

Специфическим для корригирующих операций на позвоночнике является осложнение, обусловленное нарушением кровоснабжения спинного мозга вследствие тракционной травмы и проявляющееся ишемической миелопатией. В литературе, посвященной этой патологии, к ишемической миелопатии относят параличи, парезы нижних конечностей и расстройства функции органов малого таза. По нашему мнению, ее проявления гораздо шире и, несмотря на обратимость в большинстве случаев перечисленных ниже симптомов, они служат проявлениями тракционной травмы спинного мозга. К симптомам следует отнести также интраоперационную тахикардию; послеоперационную рвоту, продолжающуюся более 4 ч; нестойкие нарушения мочеиспускания.

Существует несколько способов интраоперационной оценки состояния спинного мозга: вызванные двигательные мышечные потенциалы [28]; вызванные соматосенсорные потенциалы [29]; интраоперационное пробуждение («Wake-up test») с контролем движений в нижних конечностях [30, 31]. Высокая стоимость аппаратуры затрудняет широкое распространение первых двух методик. «Wake-up test» является достаточно надежным и остается наиболее распространенным в России [32]. При этом не один из перечисленных методов не дает полной гарантии появления ишемической миелопатии в ближайшие часы после хирургической коррекции деформации позвоночника, что обусловлено патофизиологией этого осложнения. Приспособительная реакция нервного аппарата артерий, в условиях воздействия на спинной

мозг механического фактора, включает стимуляцию симпатической нервной системы и активацию транспортных ферментов капилляров [33]. В промежутках с 3 до 12 ч после травмы наблюдается стабилизация большинства показателей. После 12 ч наступает истощение компенсаторных возможностей. Резкое снижение количественных и качественных показателей нервного и местного нейроэндокринного аппарата, расцененного как проявление гипобиоза [33]. Защитный механизм со временем переходит в патологический, что приводит к более тяжелым последствиям, чем причина, вызвавшая эту защиту. Резкое снижение энергетического метаболизма ведет, в конечном счете, к тотальному некрозу серого вещества спинного мозга. Клинические данные также свидетельствуют о наличии в значительной части случаев скрытого периода между моментом растяжения содержимого позвоночного канала и возникновением неврологического дефицита [34, 35].

Один из наиболее эффективных способов лечения ишемической миелопатии – применение кортикостероидов. Их использование в лечении травмы спинного мозга основывается на нескольких эффектах: ингибировании перекисного окисления липидов (вызываемого свободными радикалами), улучшении проводимости и генерирования импульсов, а также поддержании кровоснабжения ткани спинного мозга и аэробного энергетического метаболизма, улучшении выведения из клетки кальция. По данным экспериментальных и клинических исследований установлено, что назначение стероидов эффективно не позднее 8 ч после травмы. Наиболее выраженное защитное действие в отношении перекисного окисления липидов оказывает метилпреднизолон. С целью профилактики ишемической миелопатии мы вводим метилпреднизолон внутривенно в дозе 10 мг/кг интраоперационно перед тракцией позвоночника.

Еще одним способом защиты спинного мозга от тракционной травмы является интраоперационная эпидуральная блокада зоны максимальной деформации местным анестетиком с местным вазодилатирующим эффектом. Препаратом выбора в этом случае является лидокаин. Если риск развития ишемической миелопатии невысок, а эпидуральная блокада применяется как анальгетический компонент интра- и послеоперационного обезболивания, то может быть выбран любой местный анестетик или наркотический анальгетик (морфин).

Впервые сведения об особенностях проведения продленной эпидуральной блокады у детей с патологией позвоночника были обобщены в 1982 г. [36]. Тем не менее из-за отсутствия представлений

о синтопии спинного мозга и эпидурального пространства у детей с данной патологией применение этой методики долгое время оставалось ограниченным.

По данным эпидуро- и миелографических исследований, проводившихся с диагностической целью в Педиатрической медицинской академии, была разработана методика пункции и катетеризации эпидурального пространства у детей с деформациями позвоночника. Посегментное измерение ширины эпидурального пространства на протяжении позвоночного канала позволило установить, что эпидуральное пространство имеет максимальный размер в области вершины дуги деформации по выпуклой стороне и постепенно уменьшается в направлении каудального и краниального нейтральных позвонков (рис. 2). Это позволяет осуществлять безопасный доступ к эпидуральному пространству по внешней стороне дуги в зоне между нейтральным позвонком и вершиной деформации. По внутренней стороне дуги деформации позвоночника наблюдается противоположная картина: эпидуральное пространство истончается в направлении от нейтральных позвонков к вершинному, вплоть до полного исчезновения у некоторых больных. В области нейтральных позвонков размеры эпидурального пространства практически одинаковы как с внутренней, так и с наружной стороны дуги деформации.

Распространение анестетика по эпидуральному пространству зависит от величины искривления позвоночника. При угле деформации в любой плоскости, не превышающем 60°, распространение анестетика было беспрепятственным. У всех больных с нарушением проходимости эпидурального пространства угол деформации в среднем составил 80°.

Допустимые и опасные зоны пункции представлены на рис. 3. Пункция эпидурального пространства деформированного позвоночника осуществляется парамедианным доступом. Если катетер устанавливается при хорошей визуальной ориентации во время операции на позвоночнике, то возможны как парамедианная, так и центральная пункция эпидурального пространства.

С использованием данных синтопии эпидурального пространства была разработана методика пункции и катетеризации эпидурального пространства у детей с деформациями позвоночника. В связи с выявленными особенностями распространения жидкости по эпидуральному пространству мы считаем, что для блокады максимального числа сегментов в зоне деформации конец эпидурального катетера необходимо располагать на вершине деформации или на 1–2 сегмента ниже нее.

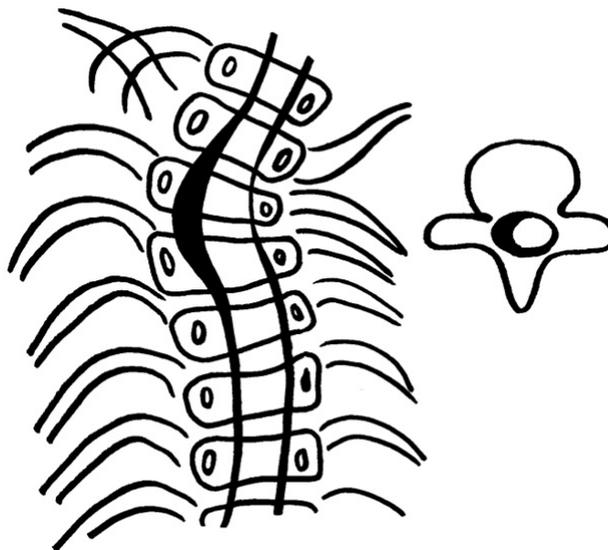
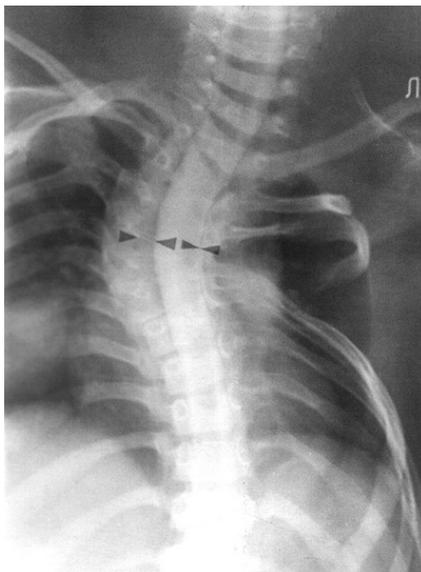


Рис. 2. Расширение эпидурального пространства на внешней стороне деформации позвоночника и его сужение на внутренней стороне

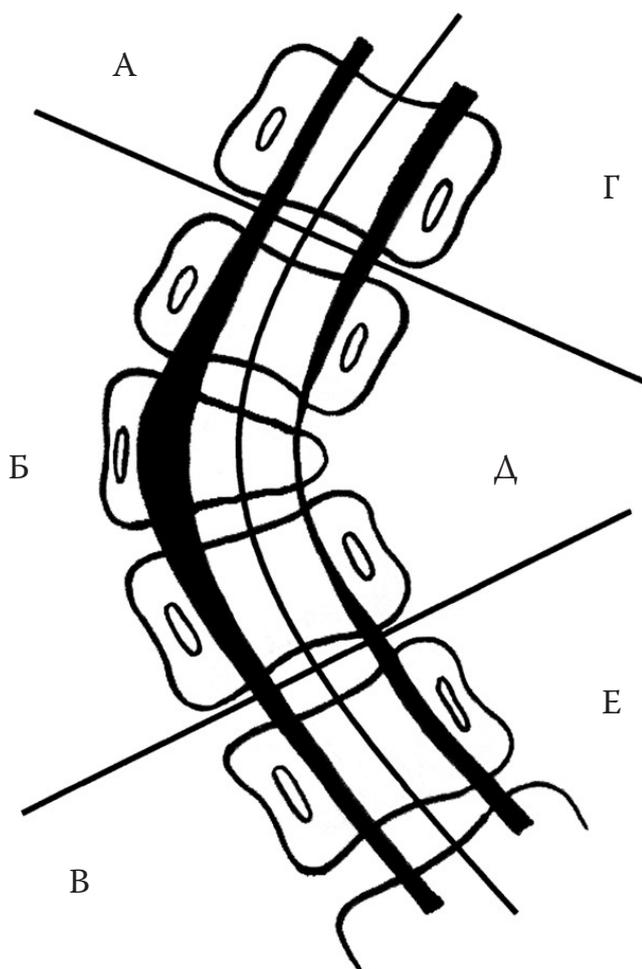


Рис. 3. Допустимые и опасные зоны пункции эпидурального пространства: А, В – относительно безопасные зоны; Б – наиболее безопасная зона; Г, Е – опасные зоны; Д – недопустимая зона

Раствор анестетика можно беспрепятственно вводить пациентам с углом деформации позвоночника менее 60° . Опасность получения блока распространения здесь минимальна. Пациентам с блоком распространения или степенью деформации более 60° требуется введение раствора выше и ниже места блока, с целью омывания анестетиком всей необходимой зоны.

В отличие от большинства авторов, применявших эпидуральную анестезию местным анестетиком у пациентов при хирургической коррекции деформаций позвоночника только после окончания операции [1, 37, 38], мы считаем целесообразным проводить эпидуральную блокаду интраоперационно, непосредственно перед тракцией позвоночника. Важным моментом является орошение МА эпидурального пространства в зоне максимальной деформации. Подобная тактика объясняется необходимостью снять раздражение регионарных отделов симпатической системы в ответ на растяжение позвоночника и предупредить развитие ишемической миелопатии. Препаратами выбора в этом случае будут МА с местным сосудорасширяющим эффектом. Для сохранения возможности контроля движений в нижних конечностях необходимо применять низкий процент раствора МА. Когда целью эпидуральной блокады не является вегетативная коррекция кровоснабжения спинного мозга, могут применяться любые МА, и предпочтение, вероятно, будет отдано ропивакаину. При протяженном операционном поле следует установить два эпидуральных катетера.

Альтернативой эпидуральной блокаде в послеоперационном периоде является анестезия послеоперационной раны с применением двух специальных катетеров с перфорациями на большом протяжении, уложенных паравертебрально в конце операции. Мощность обезболивания несколько ниже, чем при применении эпидуральной блокады, и требует сочетания с системно применяемыми ненаркотическими анальгетиками, но позволяет гораздо быстрее перевести пациента из отделения интенсивной терапии в ортопедическое отделение. Проведение эпидуральной блокады, из-за меньшей безопасности методики, требует более пристального наблюдения за больным, которое обычно невозможно обеспечить за пределами отделения интенсивной терапии.

Если основной целью применения эпидурального введения препаратов является создание эффективного анальгетического компонента в структуре комбинированного обезболивания, то методом выбора будет введение в эпидуральное пространство наркотических анальгетиков с низкой липофильностью и высокой гидрофильностью. К таким препаратам относится морфин. Впервые сообщение об эпидуральной анальгезии морфином появилось в 1979 г. [39]. Оказалось, что при эпидуральном введении значительно облегчается проникновение морфина в ЦСЖ и ткань спинного мозга путем трансдуральной диффузии и через места входа задних корешков спинного мозга. Создается возможность высокой концентрации препарата в области непосредственного действия при значительном уменьшении дозы, а значит, и снижении риска побочных действий [39, 40]. В педиатрической анестезиологии имеются единичные сообщения о нейроаксиальной анальгезии морфином в хирургии позвоночника, демонстрирующие высокую эффективность этого метода.

В. Dalens и А. Tanguy сообщили о субарахноидальном введении морфина в дозе 0,025 мг/кг у 20 детей перед началом хирургического вмешательства на позвоночнике. Все пациенты были экстубированы через 30 мин после окончания операции с сохранением эффективного обезболивания до 36 ч [41].

Эффективность послеоперационного эпидурального обезболивания комбинацией бупивакаина и морфина в режиме контролируемой пациентом анальгезии продемонстрировали D. M. Arms и соавт. [42].

В. А. Айзенберг и соавт. [43] предложили методику интраоперационного обезболивания введенным эпидурально морфином перед началом операции по дорсальной коррекции деформации позвоночника. 1% раствор морфина гидрохлорида

(100 мкг/кг), с разведением в 10–12 мл изотонического раствора натрия хлорида, вводили в поясничном отделе на уровне L_{III}–L_{IV} после индукции и интубации трахеи. Эпидуральное введение морфина являлось компонентом сбалансированной анестезии с применением ингаляции севофлюрана и фентанила (внутривенно) на фоне ИВЛ и мио-релаксации у 33 детей. Операцию начинали через 40 мин от момента введения морфина. Для обеспечения послеоперационного обезболивания интраоперационно, в конце операции, устанавливали два эпидуральных катетера. В послеоперационном периоде в эти катетеры вводили 0,1% ропивакаин в стандартной дозе. В послеоперационном периоде в эти катетеры вводили 0,1% ропивакаин методом постоянной инфузии с помощью эластомерных вакуумных микроинфузионных помп со скоростью 0,1–0,3 мл/кг в час на протяжении 3–4 сут.

Исследование продемонстрировало, что применение эпидуральной анальгезии морфином в комплексе общей анестезии повысило качество ноцицептивной защиты, существенно сократило расход системно вводимых наркотических анальгетиков, севофлюрана и релаксантов, уменьшило кровопотерю на 10 % по сравнению с группой пациентов, оперированных только под общей анестезией. На фоне послеоперационного обезболивания эпидуральным введением ропивакаина количество послеоперационных осложнений было ниже по сравнению с системным применением опиоидами. Так, у детей, которым операцию проводили под сбалансированной анестезией на основе эпидуральной анальгезии морфином, рвота отмечалась в 30,3 % наблюдений, из них в 3 наблюдениях – на вторые сутки. Неврологических осложнений, связанных с эпидуральной анальгезией или хирургическим вмешательством, в этой группе не отмечено.

В группе детей (40 пациентов), оперированных под комбинированной анестезией с ИВЛ, тошнота и рвота возникли в 52,5 % наблюдений: у 14 человек – в первые сутки и у 7 детей – во вторые. У двоих пациентов отмечен нижний парализ, связанный с хирургическим вмешательством, потребовавший экстренного демонтажа металлоконструкции.

Таким образом, применение различных методов регионарной анестезии при хирургической помощи детям с деформациями позвоночника позволяет улучшить качество анестезиологического обеспечения, послеоперационного обезболивания и сократить количество осложнений как в интраоперационном, так и в послеоперационном периодах.

Литература

1. Cooper M. G., Sethna N. F. Epidural analgesia in patients with congenital lumbosacral spinal anomalies. *J. Anaesth.* 1991; 75: 370–374.
2. Raw D. A., Beattie J. K., Hunter J. M. Anaesthesia for spinal surgery in adults. *Br. J. Anaesth.* 2003; 91: 886–904.
3. Roizen M. Anesthetic implications of concurrent disease. *Anesthesia* / ed. R. D. Miller. 3rd ed. Vol. 1. New York: Churchill-Livingstone, 1990; 830.
4. National Center for Health Statistics: Health, US 1988. DHHS pub. no (PHS) 89–1232. Washington, DC, PHS, US Government Printing Office, 1989; 10–17, 66, 67, 100, 101.
5. Eagle K. A., Boucher C. A. Cardiac risk of noncardiac surgery. *N. Engl. J. Med.* 1989; 321: 1330.
6. Ульрих Э. В. Аномалии позвоночника у детей: руководство для врачей. СПб.: Сотис, 1995. 336 с.
7. Райе Р. Э. Хирургическое лечение сколиотической болезни у детей и подростков: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Казань, 1980. 40 с.
8. Фищенко В. Я., Улещенко В. А. Врожденные аномалии и их роль в развитии деформации позвоночника. Труды IV Всеобщего съезда травматологов-ортопедов. М., 1982; 176–180.
9. Kafer E. R. Respiratory and cardiovascular functions in scoliosis. *Bull. Eur. Physiopathol. Respir.* 1977; 13: 299.
10. Shannon D. C., Riseborough E. J., Valenca L. M., Kazemi H. The distribution of abnormal lung function in kyphoscoliosis. *J. Bone Joint. Surg.* [Am.]. 1970; 52: 131–144.
11. Davies G., Reid I. Effect of scoliosis on growth of alveoli and pulmonary arteries and on the right ventricle. *Arch. Dis. Child.* 1971; 46: 623.
12. Bergofsky E. H., Turino G. M., Fishman A. P. Cardiorespiratory failure in kyphoscoliosis. *Medicine.* 1959; 38: 263.
13. Shapiro F., Sethna N., Colan S. et al. Spinal fusion in Duchenne muscular dystrophy: a multidisciplinary approach. *Muscle Nerve.* 1992; 15 (5): 604–614.
14. Маерова Н. Д., Цивьян Я. Л. Методика ведения операционного и раннего послеоперационного периодов при оперативном лечении сколиотической болезни: метод. рекомендации. Новосибирск, 1983. 26 с.
15. Xu T. W., Liu J., Ding Y. X. The effect of prone position in spinal surgery on respiration and circulation [Article in Chinese: «Zhonghua Hu Li Za Zhi»]. 1997; 32: 6–8.
16. Tetzlaff J. E., O'Hara J. F. Jr., Yoon H. J., Schubert A. Heart rate variability and the prone position under general versus spinal anesthesia. *J. Clin. Anesth.* 1998; 10 (8): 656–659.
17. Brodsky J. W., Dickson J. H., Erwin W. D., Rossi C. D. Hypotensive anesthesia for scoliosis surgery in Jehovah's Witnesses. *Spine.* 1991; 16: 304–306.
18. Lawhon S. M., Kahn A. 3rd, Crawford A. H., Brinker M. S. Controlled hypotensive anesthesia during spinal surgery: a retrospective study. *Spine.* 1984; 9: 450–453.
19. Porter S. S., Asher M., Fox D. K. Comparison of intravenous nitroprusside, nitroprusside-captopril, and nitroglycerin for deliberate hypotension during posterior spine fusion in adults. *J. Clin. Anesth.* 1988; 1: 87–95.
20. Lennon R. L., Hosking M. P., Gray J. R. et al. The effects of intraoperative blood salvage and induced hypotension on transfusion requirements during spinal surgical procedures. *Mayo Clin. Proc.* 1987; 62: 1090–1094.
21. Грегори Д. А. Анестезия в педиатрии / под ред. Дж. А. Грегори; пер. с англ. М.: Медицина, 2003. 1192 с.
22. Fahmy N. R. Techniques for deliberate hypotension: haemodilution and hypotension. *Hypotensive Anaesthesia* / ed. G. E. H. Enderby. London: Churchill Livingstone, 1985; 164.
23. Donald J. R. Induced hypotension and blood loss during surgery. *J. R. Soc. Med.* 1982; 75: 149–151.
24. Kakiuchi M. Reduction of blood loss during spinal surgery by epidural blockade under normotensive general anesthesia. *Spine.* 1997; 22: 889–894.
25. Лебедева М. Н., Саура Н. В., Кирилина С. И. и др. Кровосбережение в хирургии сколиоза. *Вестник интенсивной терапии.* 2007; 5: 166–167.
26. Ульрих Г. Э., Ульрих Э. В., Качалова Е. Г., Ушаков А. В. Эффективность новых способов кровосбережения при операциях на позвоночнике у детей. *Хирургия позвоночника.* 2005; 1: 95–99.
27. Sener E. B., Sarihasan B., Ustun E. et al. Awake tracheal intubation through the intubating laryngeal mask airway in a patient with halo traction. *Can. J. Anaesth.* 2002; 49 (6): 610–613.
28. Sala F., Niimi Y., Berenstein A., Deletis V. Neuroprotective role of neuro-physiological monitoring during endovascular procedures in the spinal cord. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 2001; Jun: 126–136.
29. MacDonald D. B., Al Zayed Z., Khoudeir I., Stigsby B. Monitoring scoliosis surgery with combined multiple pulse transcranial electric motor and cortical somatosensory-evoked potentials from the lower and upper extremities. *Spine.* 2003; 28: 194–203.
30. Dorgan J. C., Abbot T. R., Bentley G. Intraoperative awakening to monitor spinal cord function during scoliosis surgery. *J. Bone Jt. Surg.* 1984; 66-B 5: 716–719.
31. Lebedeva M. N., Vereshtagin I. P., Shevchenko V. P. et al. Efficacy of the anesthetic protection in one-stage anterior and posterior spinal fusion in surgery of scoliosis. *Folia Med. (Plovdiv).* 2002; 44 (1–2): 26–31.
32. Шевченко В. П., Лебедева М. Н., Смородникова А. П., Михайловский М. В. Методика интраоперационного пробуждения больных при хирургическом лечении сколиоза. Тезисы докл. VII Всероссийского съезда анестезиологов и реаниматологов. СПб., 2000; 308.
33. Пиголкин Ю. И., Володин С. А., Шерстюк Б. В. и др. Морфофункциональная характеристика микроциркуляторного русла спинного мозга при его экспериментальной травме. *Вопр. нейрохирургии.* 1989; 4: 30–33.
34. Норкин И. А. Неврологические осложнения при оперативном лечении сколиоза с использованием метода Харрингтона. *Ортопедическое лечение детей с неврологическими заболеваниями.* Л., 1986; 120–123.
35. Letts R. M., Hollenberg C. Delayed paresis following spinal fusion with Harrington instrumentation. *Clin. Orthop.* 1977; 125: 45–48.
36. Парнес Д. И., Ульрих Э. В. Особенности проведения пролонгированной перидуральной анестезии при деформациях позвоночника у детей. *Вестник хирургии.* 1982; 5: 96–98.
37. Adu-Gyamfi Y. Epidural morphine plus bupivacaine for relief of post-operative pain following Harrington rod insertion for correction of idiopathic scoliosis. *J. of International Medical Research.* 1995; 23: 211–217.
38. Shaw B. A., Watson T. C., Merzel D. I. et al. The safety of continuous epidural infusion for postoperative analgesia in pediatric spine surgery. *J. of Pediatric Orthopedics.* 1996; 16: 374–377.
39. Behar M., Magora F., Davidson S. T. Epidural morphine in treatment of pain. *Lancet.* 1979; 1 (8): 527–528.
40. Glenski J. A., Warner M. A., Dawson B., Kaufman B. Postoperative use of epidurally administered morphine in children and adolescents. *Mayo Clin. Proc.* 1984; 59 (8): 530–533.
41. Dalens B., Tanguy A. Intrathecal morphine for spinal fusion in children. *Spine.* 1988; 13: 494–498.
42. Arms D. M., Smith J. T., Osteyee J., Gartrell A. Postoperative epidural analgesia for pediatric spine surgery. *Orthopedics.* 1998; 21 (5): 539–544.

43. Айзенберг В. Л., Уколов К. Ю., Диордиев А. В. Методы анестезии при оперативном лечении сколиоза у детей. *Анестезиология и реаниматология*. 2010; 1: 57–60.
 44. Ульрих Г. Э. Эпидуральная блокада при хирургическом лечении деформаций позвоночника у детей: автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 1998. 22 с.
 45. Ульрих Э. В., Андронников В. Ю., Рыжаков Ю. П., Ульрих Г. Э. Эпидуральная блокада в профилактике интра- и послеоперационной тракционной миелопатии при коррекции деформаций позвоночника. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова*. 1995; 2: 31–33.
 46. Ульрих Э. В., Ривин Е. М. Эпидурография при врожденных пороках развития позвоночника у детей. *Ортопедия, травматология, протезирование*. 1988; 6: 31–34.
 47. Cohen M. M., Duncan P. G., Tate R. B. Does anesthesia contribute to operative mortality? *J. Am. Med. Associat.* 1988; 260: 2859–2863.
- References**
1. Cooper M. G., Sethna N. F. Epidural analgesia in patients with congenital lumbosacral spinal anomalies. *J. Anaesth.* 1991; 75: 370–374.
 2. Raw D. A., Beattie J. K., Hunter J. M. Anaesthesia for spinal surgery in adults. *Br. J. Anaesth.* 2003; 91: 886–904.
 3. Roizen M. Anesthetic implications of concurrent disease. *Anesthesia* / ed. R. D. Miller. 3rd ed. Vol. 1. New York: Churchill-Livingstone, 1990; 830.
 4. National Center for Health Statistics: Health, US 1988. DHHS pub. no (PHS) 89–1232. Washington, DC, PHS, US Government Printing Office, 1989; 10–17, 66, 67, 100, 101.
 5. Eagle K. A., Boucher C. A. Cardiac risk of noncardiac surgery. *N. Engl. J. Med.* 1989; 321: 1330.
 6. Ul'rikh E. V. Abnormalities of spine in children: the manual for physicians. Saint Peresburg: Sotis; 1995 (in Russian).
 7. Raye R. E. Surgical treatment of scoliosis in children and adolescents: diss. Kazan', 1980 (in Russian).
 8. Fishchenko V. Ya., Uleshchenko V. A. Congenital abnormalities and their role in developing of spinal deformation. In: Materials of IV All-Union meeting of traumatologists-orthopedists. Moscow; 1982: 176–180 (in Russian).
 9. Kafer E. R. Respiratory and cardiovascular functions in scoliosis. *Bull. Eur. Physiopathol. Respir.* 1977; 13: 299.
 10. Shannon D. C., Riseborough E. J., Valenca L. M., Kazemi H. The distribution of abnormal lung function in kyphoscoliosis. *J. Bone Joint. Surg. [Am.]*. 1970; 52: 131–144.
 11. Davies G., Reid I. Effect of scoliosis on growth of alveoli and pulmonary arteries and on the right ventricle. *Arch. Dis. Child.* 1971; 46: 623.
 12. Bergofsky E. H., Turino G. M., Fishman A. P. Cardiorespiratory failure in kyphoscoliosis. *Medicine*. 1959; 38: 263.
 13. Shapiro F., Sethna N., Colan S. et al. Spinal fusion in Duchenne muscular dystrophy: a multidisciplinary approach. *Muscle Nerve*. 1992; 15 (5): 604–614.
 14. Maerova N. D., Tsbvian Ya., L. Method of operative and early postoperative management during surgical treatment of scoliosis: methodic recommendations. Novosibirsk; 1983. 23 p. (in Russian).
 15. Xu T. W., Liu J., Ding Y. X. The effect of prone position in spinal surgery on respiration and circulation [Article in Chinese: «Zhonghua Hu Li Za Zhi»]. 1997; 32: 6–8.
 16. Tetzlaff J. E., O'Hara J. F. Jr., Yoon H. J., Schubert A. Heart rate variability and the prone position under general versus spinal anesthesia. *J. Clin. Anesth.* 1998; 10 (8): 656–659.
 17. Brodsky J. W., Dickson J. H., Erwin W. D., Rossi C. D. Hypotensive anesthesia for scoliosis surgery in Jehovah's Witnesses. *Spine*. 1991; 16: 304–306.
 18. Lawhon S. M., Kahn A. 3rd, Crawford A. H., Brinker M. S. Controlled hypotensive anesthesia during spinal surgery: a retrospective study. *Spine*. 1984; 9: 450–453.
 19. Porter S. S., Asher M., Fox D. K. Comparison of intravenous nitroprusside, nitroprusside-captopril, and nitroglycerin for deliberate hypotension during posterior spine fusion in adults. *J. Clin. Anesth.* 1988; 1: 87–95.
 20. Lennon R. L., Hosking M. P., Gray J. R. et al. The effects of intraoperative blood salvage and induced hypotension on transfusion requirements during spinal surgical procedures. *Mayo. Clin. Proc.* 1987; 62: 1090–1094.
 21. Gregory G. A., ed. *Anesthesia in pediatrics*. Moscow: Meditsina; 2003. 1192 p. (in Russian)
 22. Fahmy N. R. Techniques for deliberate hypotension: haemodilution and hypotension. *Hypotensive Anaesthesia* / ed. G. E. H. Enderby. London: Churchill Livingstone, 1985; 164.
 23. Donald J. R. Induced hypotension and blood loss during surgery. *J. R. Soc. Med.* 1982; 75: 149–151.
 24. Kakiuchi M. Reduction of blood loss during spinal surgery by epidural blockade under normotensive general anesthesia. *Spine*. 1997; 22: 889–894.
 25. Lebedeva M. N., Saura N. V., Kirilina S. I. et al. Blood conservation in surgery of scoliosis. *Vestnik intensivnoy terapii*. 2007; 5: 166–167 (in Russian).
 26. Ul'rikh G. E., Ul'rikh E. V., Kachalova E. G., Ushakova A. V. Effectiveness of new blood-saving techniques during surgery on spine in children. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2005; 1: 95–99 (in Russian).
 27. Sener E. B., Sarihasan B., Ustun E. et al. Awake tracheal intubation through the intubating laryngeal mask airway in a patient with halo traction. *Can. J. Anaesth.* 2002; 49 (6): 610–613.
 28. Sala F., Niimi Y., Berenstein A., Deletis V. Neuroprotective role of neuro-physiological monitoring during endovascular procedures in the spinal cord. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 2001; Jun: 126–136.
 29. MacDonald D. B., Al Zayed Z., Khoudeir I., Stigsby B. Monitoring scoliosis surgery with combined multiple pulse transcranial electric motor and cortical somatosensory-evoked potentials from the lower and upper extremities. *Spine*. 2003; 28: 194–203.
 30. Dorgan J. C., Abbot T. R., Bentley G. Intraoperative awakening to monitor spinal rold function during scoliosis surgery. *J. Bone Jt. Surg.* 1984; 66-B 5: 716–719.
 31. Lebedeva M. N., Vereshtagin I. P., Shevchenko V. P. et al. Efficacy of the anesthetic protection in one-stage anterior and posterior spinal fusion in surgery of scoliosis. *Folia Med. (Plovdiv)*. 2002; 44 (1–2): 26–31.
 32. Shevchenko V. P., Lebedeva M. N., Smorodnikova A. P., Mikhailovskiy M. V. Technique of intraoperative awakening of patients during surgical treatment of scoliosis. Thesis of reports of VII All-Union meeting of anesthesiologists and resuscitators. Saint Petersburg; 2000 (in Russian).
 33. Pigolkin Yu. I., Volodin S. L., Sherstyuk B. V. et al. Morphofunctional characteristics of microvasculature of spinal cord during its experimental trauma. *Voprosy neirokhirurgii*. 1989; 4: 30–33 (in Russian).
 34. Norkin I. A. Neurological complications during surgical treatment of scoliosis using Harrington's method. In: Orthopedic treatment of children with neurologic diseases. Leningrad; 1986. P. 120–123 (in Russian).
 35. Letts R. M., Hollenberg C. Delayed paresis following spinal fusion with Harrington instrumentation. *Clin. Orthop.* 1977; 125: 45–48.

36. Parnes D. I., Ul'rikh E. V. Specific features of performing of continuous peridural anesthesia during spinal deformation in children. *Vestnik khirurgii*. 1982; 5: 96–8. (in Russian)
37. Adu-Gyamfi Y. Epidural morphine plus bupivacaine for relief of post-operative pain following Harrington rod insertion for correction of idiopathic scoliosis. *J. of International Medical Research*. 1995; 23: 211–217.
38. Shaw B. A., Watson T. C., Merzel D. I. et al. The safety of continuous epidural infusion for postoperative analgesia in pediatric spine surgery. *J. of Pediatric Orthopedics*. 1996; 16: 374–377.
39. Behar M., Magora F., Davidson S. T. Epidural morphine in treatment of pain. *Lancet*. 1979; 1 (8): 527–528.
40. Glenski J. A., Warner M. A., Dawson B., Kaufman B. Postoperative use of epidurally administered morphine in children and adolescents. *Mayo Clin. Proc.* 1984; 59 (8): 530–533.
41. Dalens B., Tanguy A. Intrathecal morphine for spinal fusion in children. *Spine*. 1988; 13: 494–498.
42. Arms D. M., Smith J. T., Osteyee J., Gartrell A. Postoperative epidural analgesia for pediatric spine surgery. *Orthopedics*. 1998; 21 (5): 539–544.
43. Aizenberg V. L., Ukolov K. Yu., Diordiev A. B. Methods of anesthesia during surgical treatment of scoliosis in children. *Anesteziologiya i reanimatologiya*. 2010; 1: 57–60 (in Russian).
44. Ul'rikh G. E. Epidural blockade during surgical treatment of spinal deformations in children: diss. Saint Petersburg; 1998 (in Russian).
45. Ul'rikh E. V., Andronnikov V. Yu., Ryzhakov Yu. P., Ul'rikh G. E. Epidural Blockade in prophylaxis of intra and postoperative traction myelopathy during correction of spinal deformation. *Vestnil travmatologii b ortopedii im. N. N. Priorova*. 1995; 2: 31–33 (in Russian).
46. Ul'rikh E. V., Rivin E. M. Epidurography in congenital malformations of spine in children. *Ortopediya, trabmatologiya, protezirovanie*. 1988; 6: 31–34 (in Russian).
47. Cohen M. M., Duncan P. G., Tate R. B. Does anesthesia contribute to operative mortality? *J. Am. Med. Associat.* 1988; 260: 2859–2863.