

ЭПИДУРАЛЬНАЯ АНАЛГЕЗИЯ МОРФИНОМ ПРИ ОПЕРАТИВНОМ ЛЕЧЕНИИ СКОЛИОЗА

К.Ю. Уколов , В.Л. Айзенберг , Н.И. Аржакова 

ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава РФ, Москва, Россия

Цель. Приведен сравнительный анализ двух методов анестезии во время хирургической дорсальной коррекции сколиотической деформации позвоночника. **Материалы и методы.** Качество обезболивания у 123 пациентов оценивалось показателями центральной гемодинамики, некоторыми биохимическими показателями стресса, величиной кровопотери и количеством ранних осложнений. У 42 пациентов операция проведена под общей анестезией севофлураном и фентанилом с искусственной вентиляцией легких. У 81 пациента к общей анестезии была добавлена эпидуральная аналгезия 1 % раствором морфина (100 мкг/кг в 10–12 мл физиологического раствора). **Результаты.** Использование эпидуральной аналгезии морфином в комплексе общей анестезии повысило качество ноцицептивной защиты, существенно сократило расход системных наркотических анальгетиков, анестетика и релаксанта, уменьшило кровопотерю на 10 % и количество послеоперационных осложнений на 20 %.

- **Ключевые слова:** сколиотическая деформация позвоночника, дорсальная коррекция, общая анестезия, эпидуральная аналгезия морфином

Для корреспонденции: Уколов Константин Юрьевич — к.м.н., ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава РФ, Москва, Россия; e-mail: ukolov_doc@mail.ru

Для цитирования: Уколов К.Ю., Айзенберг В.Л., Аржакова Н.И. Эпидуральная аналгезия морфином при оперативном лечении сколиоза. Вестник интенсивной терапии. 2017;1:33–37. DOI: 10.21320/1818-474X-2017-1-33-37

Поступила: 24.12.2017

MORPHINE EPIDURAL ANALGESIA IN SPINE DEFORMITY SURGERY

K.Yu. Ukolov , V.L. Aizenberg , N.I. Arzhakova 

Central Institute of Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, Moscow, Russia

Objective. Introduced comparative analysis of two methods of anesthesia during surgery dorsal correction of the spine deformity. **Material and Methods.** The quality of analgesia was assessed in 123 patients using hemodynamic parameters, biochemistry markers of stress, blood loss value and frequency of early postoperative complications. Total 42 patient underwent surgery under general anesthesia with mechanical ventilation, using sevoflurane and fentanyl. In 81 patients used general anesthesia, combined with epidural analgesia using 15 morphine (100 mcg/kg in 10–12 ml of saline). **Results.** Use of morphine epidural analgesia in addition to general anesthesia increase quality of nociception defence, significantly decrease consumption of narcotic analgesics, anesthetics and relaxants, decrease blood loss by 10 % and frequency of complications by 20 %.

- **Keywords:** spine deformity, scoliosis surgery, dorsal correction, general anesthesia, morphine general anesthesia

For correspondence: Konstantin Yu. Ukolov — Candidate of Science, Central Institute of Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, Moscow, Russia; e-mail: ukolov_doc@mail.ru

For citation: Ukolov K.Yu., Aizenberg V.L., Arzhakova N.I. Morphine epidural analgesia in spine deformity surgery. Intensive Care Herald. 2017;1:33–37. DOI: 10.21320/1818-474X-2017-1-33-37

Received: 24.12.2017



Введение. Благодаря появлению новых технологий в травматологии-ортопедии расширяются показания к оперативному лечению сколиоза и совершенствуются методы хирургической коррекции позвоночника. Хирургическая коррекция тяжелых форм сколиоза (с дугой искривления более 40°) является единственным видом лечения, предотвращающим прогрессирование расстройств функции внутренних органов [1].

Одним из широко используемых видов оперативного вмешательства является дорсальная коррекция сколиоза

за с применением металлических эндокорректоров при положении пациента на животе (prone position). Операции отличаются: высокой травматичностью, большим операционным полем, длительностью вмешательства, значительными объемами кровопотери (до 30 % ОЦК) и относительно высокой частотой послеоперационных осложнений в связи с выраженным болевым синдромом в послеоперационном периоде [3, 4, 8].

Существующие на сегодняшний день методы анестезиологического пособия имеют свои преимущества и

недостатки. Общая анестезия хорошо управляема, защищает пациента от переходящих нарушений транспорта и потребления кислорода тканями, однако не обеспечивает полной аналгезии и стресс-протекции [2]. Альтернативой могла бы стать сбалансированная анестезия с применением нейроаксиальных блокад. Но спинальная блокада местным анестетиком на поясничном уровне неприемлема, т. к. при хирургии сколиоза необходим блок большого числа сегментов спинного мозга, по сути, тотальный спинальный блок. Сегментарная эпидуральная анестезия в грудном отделе наталкивается на технические трудности пункции эпидурального пространства в условиях сильно деформированного позвоночника. В поясничном отделе позвоночника у подростков со сколиозом доступ к эпидуральному пространству возможен, но аналгезия всего позвоночного столба достигается только с помощью наркотических анальгетиков с низкой липофильностью и высокой гидрофильностью. К таким препаратам относится морфин. Впервые сообщение об эпидуральной аналгезии морфином появилось в 1979 г. [5]. Оказалось, что при эпидуральном введении значительно облегчается проникновение морфина в ликвор и ткань спинного мозга путем трансдуральной диффузии, а также через места входа задних корешков спинного мозга. Создается возможность высокой концентрации препарата в области непосредственного действия при значительном уменьшении дозы, а значит, и побочных действий [6, 7]. Несмотря на низкую биодоступность морфина для спинномозговой жидкости, при эпидуральном введении его концентрация в ликворе значительно выше, чем в плазме. Именно разница в пиковых концентрациях морфина в ликворе и в плазме крови при сходной скорости элиминации вещества из обеих сред обуславливает большую длительность эпидуральной аналгезии — 8–12 ч и более. Важно, что анальгетический эффект при эпидуральном введении морфина развивается не сразу, а через 40–50 мин, что связано с его низкой липидорастворимостью, которая замедляет проникновение вещества в нервную ткань. Приведенные данные литературы стали мотивом для нашего исследования анальгетического эффекта морфина при эпидуральном введении в комбинации с общей анестезией у пациентов во время хирургической коррекции сколиоза.

Материалы и методы. Исследование проведено у 123 пациентов в возрасте от 3 до 29 лет со сколиотической деформацией III–IV степени, которым была выполнена дорсальная коррекция позвоночника металлоконструкциями различных модификаций. Все пациенты были разделены на две сопоставимые по полу, весу и возрасту группы в зависимости от вида анестезии.

Среди пациентов преобладали женщины (61,9 %). Средний возраст пациентов был $19,4 \pm 0,8$ лет.

Оценка исходного состояния показала, что все пациенты имеют дыхательную недостаточность по рестриктивному или обструктивному типу, а у 108 детей выявлена сердечно-сосудистая недостаточность с недостаточностью кровообращения (НК) 0–I степени, причем 39 из них были с пороками сердца. Сердечно-сосудистая недостаточность с

НК I–II степени была выявлена у 14 пациентов, а НК III степени — у одного пациента 18 лет с трехкамерным сердцем.

Показаниями к дорсальной коррекции ($n = 123$) служили диспластические сколиозы у 47,9 % пациентов ($n = 59$); врожденные сколиозы у 36,6 % ($n = 45$) и вторичные сколиозы на фоне системных заболеваний у 15,5 % ($n = 19$). Причем, у 31 пациента (25,2 %) имелась нестабильность уже установленной ранее металлоконструкции, в связи с чем проводился перемонтаж системы.

Распределение пациентов по степени выраженности сколиоза показало, что с III степенью было 12,2 % пациентов ($n = 15$), а с IV — 87,8 % ($n = 108$).

По классификации Американского анестезиологического общества (ASA) 4 % пациентов ($n = 5$) были отнесены ко 2-му классу риска, 95,1 % пациентов — к 3-му классу ($n = 117$) и один мальчик (0,8 %) с трехкамерным сердцем — к 4-му классу. По типу анестезиологического пособия пациенты были разделены на две группы.

В первой группе ($n = 42$) проводили традиционную общую многокомпонентную анестезию с применением в качестве основного анестетика севофлурана по следующей схеме.

Премедикация: 0,2–0,3 мг/кг мидазолама и 0,5 мг/кг ди-медрола внутримышечно за 30 мин до вводного наркоза. Индукция анестезии проводилась введением мидазолама (0,2 мг/кг), пропофола (2,5 мг/кг) и фентанила (2–3 мкг/кг). Интубация трахеи осуществлялась на фоне миорелаксации нимбексом (0,15 мг/кг). Поддержание анестезии проводили севофлураном в дозе 1,0–1,3 МАК в кислородно-воздушной смеси с FiO_2 0,4–0,5 по низкоточному контуру аппаратом Drager Primus и болюсным введением фентанила 2–4 мкг/(кг·ч); миорелаксацию поддерживали дополнительным введением нимбекса 0,05–0,1 мг/кг.

Длительность анестезии составила $358 \pm 18,4$ мин.

Послеоперационное обезболивание в первой группе осуществляли парентеральным введением комбинации нестероидных противовоспалительных средств с наркотическим анальгетиком промедолом. Препараты назначали в плановом порядке каждые 4–6 ч в течение первых суток.

Во второй группе ($n = 81$) к общей анестезии была добавлена эпидуральная аналгезия морфина гидрохлоридом в дозе 100–150 мкг/кг на 10–12 мл 0,9 % раствора натрия хлорида, введенным на уровне L_{III} – L_{IV} через иглу Туохи G18–20 при положении пациента на боку. При этом мы исходили из того, что на поясничном уровне деформация позвоночника у большинства пациентов (66 %) меньше выражена, а у остальных пациентов она имеется, но пункция эпидурального пространства вполне возможна. Пункцию и введение раствора морфина осуществляли после интубации трахеи.

Алгоритм компонента общей анестезии у пациентов второй группы был совершенно идентичным алгоритму пациентов контрольной группы, но поддержание анестезии проводилось меньшими концентрациями севофлурана (от 1,0–1,2 до 0,6–0,8 МАК), а фентанил вводился только перед интубацией трахеи. В этой группе в послеоперационном периоде использовали продленную эпидуральную аналгезию постоянной инфузией 0,2 % раствора

ропивакаина в сочетании с парентеральным введением нестероидных противовоспалительных средств.

Всем пациентам в обеих группах проводили контроль кислотно-основного состояния и газов крови (анализатор фирмы Radiometer). Для оценки качества анестезии определяли уровень лактата (молочной кислоты) и глюкозы тем же аппаратом. У 87 пациентов (у 42 в первой группе и у 45 во второй) поэтапно исследовали показатели центральной гемодинамики [ЧСС, ударный объем (УО), сердечный индекс (СИ), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС)] неинвазивным монитором Niccoto (Medis, Германия), а также контролировали АД, АДср, ЭКГ, снимали показания пульсоксиметра и карбометра (аппарат Agilent фирмы Phillips). Стресс-ответ оценивали по уровню кортизола крови методом твердофазного хемилюминесцентного иммуноанализа в лаборатории «Инвитро».

Проводили учет количества внутривенно введенного фентанила, нимбекса, концентрации (МАК) ингаляционного анестетика севофлурана. Регистрировали частоту осложнений в послеоперационном периоде.

Статистическая обработка цифровых данных проводилась с помощью программ MS Excel 2003 и Statistica 6.

Результаты исследования и их обсуждение. Клиническое течение анестезии в обеих группах только при исследовании исходных данных и на этапе индукции было идентичным. Показатели пульса, среднего артериального давления и сердечного индекса достоверных различий не имели.

После интубации трахеи с началом операции у пациентов контрольной группы через 30–40 мин отмечено учащение пульса на 28,4 % ($p < 0,01$), повышение среднего артериального давления на 15,8 % ($p < 0,05$) при том, что сердечный индекс повышался незначительно, на 5,4 %, и недостоверно ($p > 0,05$). После повторного введения фентанила и увеличения подачи севофлурана до 1,1–1,3 МАК, показатели гемодинамики мало отличались от исходных данных при условии адекватной инфузионной терапии, которая на данном этапе составила 8–10 мл/(кг·ч). Но повторные введения фентанила и увеличение

концентрации севофлурана способствовали снижению среднего артериального давления через 30–40 мин после начала операции на 33,4 % ($p < 0,001$) и уменьшению сердечного индекса на 13,7 % ($p < 0,05$).

Травматичным и продолжительным этапом операции является скелетирование с последующей установкой металлоконструкции и коррекцией позвоночника. На этих этапах увеличивается кровопотеря, когда ребенок за время оперативного вмешательства теряет 25–50 % ОЦК и дополнительно теряет кровь (3–5 %) через дренажи в послеоперационном периоде. Снижение гемоглобина в первые сутки после операции в среднем составляет 30 %. Период от разреза до установки металлоконструкции длится в среднем 3 ч. В это время из-за кровопотери и потока ноцицептивной импульсации из зоны, богатой чувствительными и вегетативными невральными структурами, среднее артериальное давление снижается до 55–60 мм рт. ст. и колеблется до 30–40 % от исходного. Отмечается учащение пульса на 23,2 % и снижение сердечного индекса за счет уменьшения ударного объема сердца на 32,4 % ($p < 0,01$).

За полчаса до окончания операции на этапе сшивания мягких тканей концентрацию севофлурана уменьшали до 0,3–0,6 МАК и прекращали введение фентанила. В это время у пациентов наблюдались постепенное учащение пульса на 25–30 % ($p < 0,01$) относительно исходных данных, артериальная гипертензия (АДср = 70–80 мм рт. ст.) и повышение общего периферического сосудистого сопротивления на 25,4 % ($p < 0,05$) при сниженных на 21 % значениях сердечного индекса (табл. 1).

За время анестезии пациенты контрольной группы получили $3,5 \pm 0,83$ мкг/(кг·ч) фентанила и $192 \pm 36,23$ мг/кг нимбекса. Экстубация произведена через 10–15 мин после окончания операции, и спустя еще 15–20 мин, после проверки моторных функций конечностей, пациенты были переведены в палату интенсивной терапии. Полученные данные свидетельствуют о недостаточности ноцицептивной защиты у пациентов, которым дорсальная коррекция сколиотической деформации позвоночника проводилась под комбинированной анестезией с искусственной вентиляцией легких.

Таблица 1

Показатели гемодинамики в группах пациентов, оперированных под разными видами обезболивания

Этапы исследования		ЧСС, уд./мин	АДср, мм рт. ст.	УО, мл/мин	СИ, л/(мин·м ²)	ОПСС, дин·с·см ⁻⁵ /м ²
Исходные данные	1-я гр.	93 ± 2,3	80,4 ± 3,4	37,8 ± 0,8	3,442 ± 0,09	1537 ± 46,93
	2-я гр.	102 ± 1,8	82,6 ± 1,8	38,9 ± 1,4	3,586 ± 0,08	1242,7 ± 59,08
Начало операции	1-я гр.	120 ± 4,1	93,1 ± 2,3	27,6 ± 1,2	3,597 ± 0,2	1303,4 ± 42,9
	2-я гр.	82 ± 2,2	76 ± 1,6	35,1 ± 0,9	3,231 ± 0,1	1218,2 ± 52,12
Травматичный момент	1-я гр.	98 ± 2,2	55,4 ± 1,5	31,6 ± 3,4	2,81 ± 0,3	1966,3 ± 38,72
	2-я гр.	88 ± 1,7	72,4 ± 1,6	35,2 ± 1,3	3,109 ± 0,9	1623,4 ± 44,66
Окончание операции	1-я гр.	100 ± 1,8	79,4 ± 2,4	28,6 ± 2,5	3,162 ± 0,15	1935,7 ± 106,8
	2-я гр.	78 ± 1,1	69,1 ± 1,9	38,6 ± 0,7	3,380 ± 0,07	1242,7 ± 59,08

* Достоверность различий с исходными данными при $p < 0,05$.

** Достоверность различий на этапах исследований при $p < 0,05$.

Таблица 2

Динамика биохимических показателей стресса в группах оперированных пациентов

Этапы исследования		Начало операции	Травматичный этап	Конец операции	Конец суток	Референсные значения
Кортизол, ммоль/л	1-я гр.	374,9 ± 32,3	197,2 ± 20,4	802,2 ± 32	598,3 ± 29,4	83–580
	2-я гр.	347 ± 17,9	171,6 ± 27,4	538,8 ± 40,2	518,1 ± 40,1	
Глюкоза, ммоль/л	1-я гр.	4,99 ± 0,12	5,97 ± 0,24	8,17 ± 0,41	6,39 ± 0,23	4,0–6,0
	2-я гр.	5,18 ± 0,7	5,91 ± 0,17	6,2 ± 0,28	6,1 ± 0,32	
Лактат, ммоль/л	1-я гр.	1,1 ± 0,07	1,5 ± 0,08	2,9 ± 0,32	2,8 ± 0,36	0,5–1,6
	2-я гр.	1,2 ± 0,06	1,4 ± 0,08	1,6 ± 0,18	1,3 ± 0,06	

* Достоверность различий на этапах операции при $p < 0,05$.

Об этом же свидетельствует динамика концентрации кортизола в крови у оперированных детей. При нормальном исходном уровне и колебаниях в нормальных пределах в начале операции концентрация кортизола резко увеличивается после тракции позвонков, превышая верхнюю границу нормы на 28,92 % ($816,6 \pm 32$ ммоль/л) и на 118,18 % по сравнению с исходными данными. На этапах оперативного вмешательства его концентрация достигала четырехкратного увеличения, сохраняясь до конца суток.

Аналогичная динамика показателей наблюдалась при исследовании концентрации глюкозы в крови. Ее максимальное значение равнялось $8,42 \pm 0,41$ ммоль/л (норма 4,0–6,0). Концентрация лактата к концу оперативного вмешательства также превышала исходную концентрацию почти в 3 раза: с $1,1 \pm 0,07$ до $2,9 \pm 0,32$ ммоль/л (табл. 2).

Во второй группе пациентов, оперированных под сбалансированным обезболиванием на основе эпидуральной аналгезии морфином, клиническое течение анестезии существенно отличалось по сравнению с первой группой. После интубации трахеи пациентам была выполнена пункция эпидурального пространства в поясничном отделе и введен морфин в дозе, соответствующей массе тела ребенка, в 10–12 мл растворителя. В течение 30 мин у пациентов на 19,7 % уменьшилась частота пульса и снизилось среднее артериальное давление до 76 мм рт. ст. (17,4 %). Операция началась через 40 мин от момента введения морфина и продолжалась на фоне стабильной (даже монотонной) гемодинамики с колебаниями частоты пульса и АДср в пределах 10–13 %, достоверность которых в большинстве эпизодов не подтверждена ($p > 0,05$).

Концентрация кортизола крови, глюкозы и лактата на протяжении всей операции не выходила за пределы референсных значений (см. табл. 2).

Через час после введения морфина концентрация севофлурана была снижена с 1,1 до 0,6–0,8 МАК. Фентанил повторно однократно вводился лишь у трех пациентов.

Интраоперационная кровопотеря составила $708,34 \pm 122,64$ мл (19 % ОЦК) и была достоверно ниже, чем в первой группе, на 10 % ($p < 0,05$). Это связано с отсутствием пиков артериальной гипертензии и небольшим уровнем колебаний сердечного индекса, в пределах 10–15 % (см. табл. 1).

Средняя продолжительность операции составила $367 \pm 27,34$ мин. За это время пациенты получили 150 мг/кг нимбекса. Экстубация произведена через 5–10 мин после окончания операции.

Интраоперационно введенные в эпидуральное пространство катетеры позволили проводить в течение 3 сут послеоперационную аналгезию 0,2 % раствором нарпина и обеспечили комфортный послеоперационный период. Всем детям обеих групп в послеоперационном периоде выполнялась катетеризация мочевого пузыря в качестве профилактики острой задержки мочи. Кожный зуд, возможный при применении морфия, мы не наблюдали, что может быть связано с благоприятным действием димедрола. Ни в одном случае не было отсроченной депрессии дыхания в послеоперационном периоде у детей, получивших эпидурально морфин.

У пациентов контрольной группы, оперированных под комбинированной анестезией с искусственной вентиляцией легких, 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 парапарез связанный с хирургическим вмешательством потребовавший экстренного демонтажа металлоконструкции.

У детей второй группы, у которых операция проводилась под сбалансированной анестезией на основе эпидуральной аналгезии морфином, также отмечена рвота — в 30,3 % наблюдений (10 пациентов), из них в трех наблюдениях — на вторые сутки. Неврологических осложнений, связанных эпидуральной аналгезией или хирургическим вмешательством, в этой группе мы не наблюдали.

Выводы

1. Общая многокомпонентная анестезия с применением основного анестетика севофлурана с дробным болюсным введением фентанила на фоне искусственной вентиляции легких у пациентов при дорсальной коррекции сколиоза сопровождается тахикардией, снижением ударного объема и сердечного индекса, повышением общего сосудистого сопротивления, нестабильной гемодинамикой. Данная анестезия не обеспечивает пациентам адекватного обезбоживания и стресс-протекции во время операции.

Это подтверждается динамикой концентрации кортизола в крови у оперированных пациентов, которая резко увеличивалась после тракции позвонков, на этапах операции достигала четырехкратного увеличения, сохраняясь до конца суток. Аналогичная динамика концентрации глюкозы и молочной кислоты (лактата) в крови. Концентрация молочной кислоты к концу оперативного вмешательства превышала исходные данные почти в 3 раза (см. табл. 2).

2. Эпидуральная аналгезия морфином как компонент комбинированной анестезии при дорсальной коррекции сколиозов позволяет обеспечить адекватную аналгезию в интраоперационном периоде, удерживает показатели гемодинамики на уровне, близком к исходному, обеспечивает уровень стресс-гормона кортизола на уровне референсных значений и создает анальгетический фон для послеоперационного обезболивания местным анестетиком. Данная методика является безопасной и достаточно адекватно обеспечивает анестезиологическую защиту при дорсальной коррекции сколиоза.

Заключение. Таким образом, с точки зрения качества ноцицептивной защиты пациентов при дорсальной коррекции сколиотической деформации позвоночника с учетом снижения потребности в релаксантах, системных наркотических анальгетиках и анестетиках, а также уменьшения на 10 % кровопотери и осложнений в виде тошноты и рвоты с 52,5 до 30,3 %, предпочтение следует отдать сбалансированной анестезии с эпидуральной аналгезией морфином.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов. Уколов К.Ю. — литературный поиск, сбор материала, подсчет и оценка результатов исследования, участие в написании основного текста статьи, составление таблиц; Айзенберг В.Л. — планирование идеи статьи, организация литератур-

ного поиска, написание заключения; Аржакова Н.И. — редактирование, участие в написании введения и выводов.

ORCID авторов

Уколов К.Ю. — 0000-0002-5479-3208

Айзенберг В.Л. — 0000-0002-6993-8422

Аржакова Н.И. — 0000-0002-5094-4128

Литература/References

1. Айзенберг В.Л., Уколов К.Ю., Диордиев А.В. Методы анестезии при оперативном лечении сколиоза у детей. *Анестезиология и реаниматология*. 2010; 1: 57–60. [Aizenberg V.L., Ukolov K.Yu., Diordiev A.V. Metody anesteziyi pri operativnom lechenii skolioza u detei. *Anest. i reanim.* 2010; 1: 57–60. (In Russ)]
2. Айзенберг В.Л., Ульрих Г.Э., Цыпин Л.Е., Заболотский Д.В. Регионарная анестезия в педиатрии: Монография. СПб.: Синтез Бук, 2011. [Aizenberg V.L., Ulrih G.E., Tsy-pin L.E., Zabolotskii D.V. *Regionarnaya anesteziya v pediatrii*: Monograph. Saint Petersburg: Sintez Book, 2010. (In Russ)]
3. Анестезия в педиатрии: Пер. с англ. Под ред. Дж.А. Грегори. М.: Медицина, 2003: 797–832. [Anesteziya v pediatrii: Transl. from En. Ed.: J.A. Gregory. Moscow: Medicine, 2003. (In Russ)]
4. Лебедева М.Н. Анестезиологическое обеспечение одномоментной двухэтапной хирургической коррекции сколиоза: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Новосибирск, 2001. [Lebedeva M.N. *Anesteziologicheskoe obespechenie odnomomentnoi dvuhetapnoi hirurgicheskoi korrektsii skolioza*: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Novosibirsk, 2001. (In Russ)]
5. Behar M., Magora F., Davidson S.T. Epidural morphine in treatment of pain. *Lancet*. 1979; 1(8): 527–528. doi: 10.1016/S0140-6736(79)90947-4.
6. Ravish M., Muldowney B., Becker A. et al. Pain management in patients with adolescent idiopathic scoliosis undergoing posterior spinal fusion: combined intrathecal morphine and continuous epidural versus PCA. *J. Pediatr. Orthop.* 2012; 32: 799–804. doi: 10.1097/BPO.0b013e3182694f00.
7. Tobias J.D. A review of intrathecal and epidural analgesia after spinal surgery in children. *Anesth. Analg.* 2004; 98(4): 956–965 doi: 10.1213/01.ANE.0000107938.80562.75.
8. Wiggins G.C., Shaffrey C.I., Abel M.F., Menezes A.N. Pediatric spinal deformations. *Neurosurg. Focus*. 2003; 15: 14–15. doi: 10.3171/foc.2003.14.1.4.