

**Заболотский Д.В.^{1,2}, Корячкин В.А.³, Ульрих Г.Э.¹, Иванов М.Д.¹,
Степаненко С.М.⁴, Погорельчук В.В.¹**

ПРОЕКТ КЛИНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ НЕЙРОАКСИАЛЬНОЙ АНЕСТЕЗИИ У ДЕТЕЙ ДЛЯ ПЕРИОПЕРАЦИОННОЙ АНАЛГЕЗИИ

¹ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, 194100, Санкт-Петербург;

²ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, 196603, Санкт-Петербург;

³ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, 195427, Санкт-Петербург;

⁴ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, 117997, г. Москва

Целью настоящего проекта клинических рекомендаций является стандартизация четких правил по проведению нейроаксиальных блокад в периоперационном периоде для уменьшения риска развития осложнений, связанных с их использованием у детей различного возраста, повышению эффективности и безопасности анестезиологического обеспечения в целом. Проект разработан рабочей группой анестезиологов-реаниматологов Российской Федерации под эгидой АДАР имеющих большой практический опыт в этой области у детей с учетом мировых тенденций последнего времени. В рекомендациях представлены современные принципы использования нейроаксиальных блокад, описаны анатомо-физиологические особенности детского возраста, имеющие значение для выполнения нейроаксиальных блокад и особенности применения местных анестетиков у детей. Приведены общие положения и частные методики спинальной, эпидуральной (каудальной), комбинированной спинально-эпидуральной анестезии.

Ключевые слова: *нейроаксиальные блокады; спинальная анестезия; эпидуральная анестезия; комбинированная спинально-эпидуральная анестезия; каудальная анестезия; педиатрия.*

Для цитирования: Заболотский Д.В., Корячкин В.А., Ульрих Г.Э., Иванов М.Д., Степаненко С.М., Погорельчук В.В. Проект клинических рекомендаций по применению нейроаксиальной анестезии у детей для периоперационной аналгезии. 2017; 11(4): 279–290. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1993-6508-2017-11-4-279-290>

Для корреспонденции: *Заболотский Дмитрий Владиславович*, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Минздрава России, 194100, Санкт-Петербург. E-mail: ZDV4330303@gmail.com.

Zabolotskii D.V.^{1,2}, Koryachkin V.A.³, Ulrikh G.E.¹, Ivanov M.D.¹, Stepanenko S.M.⁴, Pogorelchuk V.V.¹

DRAFT OF CLINICAL RECOMMENDATIONS ON THE USE OF NEUROAXIAL ANESTHESIA IN CHILDREN FOR PERIOPERATIVE ANALGESIA

¹*Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, 194100, Saint-Petersburg, Russian Federation;*

²*G.I. Turner Research Pediatric Orthopedic Institute, 196603, Saint-Petersburg, Russian Federation;*

³*R.R. Vreden Russian Scientific and Research Institute for Traumatology and Orthopedics, 195427, Saint-Petersburg, Russian Federation*

⁴*Pirogov Russian National Research Medical University, 117997, Moscow, Russian Federation*

The aim of this draft clinical guidelines is standardization of the clear rules for conducting neuraxial blockades in the perioperative period to reduce the risk of complications associated with their use by children of different ages, increase the effectiveness and safety of anesthetic care in general. The project was developed by the working group of anesthesiologists and reanimatologists of the Russian Federation under the auspices of Russian Pediatric Anesthesiologists and Reanimatologists Association with a great practical experience in this area among children, taking into account the global trends of recent times. The guidelines present modern principles of the use of neuraxial blockades, describe the anatomical and physiological features of childhood that are important for the performance of neuraxial blockades and particular aspects of usage of local anesthetics to children. General provisions and particular techniques of spinal, epidural (caudal), combined spinal-epidural anesthesia are presented.

Keywords: *neuroaxial block, spinal anesthesia, epidural anesthesia, combined spinal-epidural anesthesia, caudal anesthesia, pediatrics.*

For citation: Zabolotskii D.V., Koryachkin V.A., Ulrikh G.E., Ivanov M.D., Stepanenko S.M., Pogorelchuk V.V. Draft of clinical recommendations on the use of neuroaxial anesthesia in children for perioperative analgesia. *Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroy boli (Regional Anesthesia and Acute Pain Management, Russian journal)*. 2017; 11 (4): 279–290 (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1993-6508-2017-11-4-279-290>.

For correspondence: *Dmitriy V. Zabolotskii*, MD, PhD, DSc, the Head of the department of anesthesiology, resuscitation and pediatric emergency medicine, Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, 194100, Saint-Petersburg, Russian Federation. E-mail: ZDV4330303@gmail.com.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Received 31 October 2017
Accepted 11 November 2017

Методы, использованные для сбора/селекции доказательств:

- поиск в электронной базе данных
- публикации в профильных медицинских журналах, монографиях

Описание методов, использованных для сбора/селекции доказательств: доказательной базой для рекомендаций явились публикации, вошедшие в базу данных MEDLINE, PABMED, DiseasesDB, eMedicine. Глубина поиска составила 10 лет.

Определения

К нейроаксиальным блокадам относятся методы анестезии/аналгезии воздействующие непосредственно на спинной мозг и его корешки (axis - ось): спинальная (СА), эпидуральная (ЭА), и комбинированная спинально-эпидуральная анестезия (КСЭА).

- *Нейроаксиальная анестезия* – представляет собой блокаду всех видов соматической и вегетативной чувствительности и сопровождается регионарной миорелаксацией и десимпатизацией.
- *Нейроаксиальная аналгезия* – блокада болевой чувствительности при сохранении или незначительном угнетении остальных видов чувствительности и мышечного тонуса.
- *Спинальная (субарахноидальная, спинномозговая, интратекальная) анестезия* – вид нейроаксиальной анестезии, при котором блокада всех видов чувствительности, двигательных и симпатических волокон на сегментарном уровне и ниже достигается путем введения растворов фармакологических препаратов - местных анестетиков (МА), адъювантов в субарахноидальное пространство.
- *Эпидуральная (перидуральная, экстрадуральная) анестезия* – вид нейроаксиальной анестезии, при котором блокада всех видов чувствительности на сегментарном уровне, десимпатизация и миорелаксация достигается введением растворов МА в эпидуральное пространство, расположенное между листком твердой мозговой оболочки и стенкой позвоночного канала

- *Каудальная анестезия* – разновидность эпидуральной блокады, вызываемая введением МА через дистальную часть эпидурального пространства.
- *Комбинированная спинально-эпидуральная анестезия* – комбинированное использование спинальной и эпидуральной анестезии.

Краткая история нейроаксиальных блокад

20 августа 1898 г. А. Vier впервые выполнил СА кокаином у 14-летнего ребёнка при операции по поводу резекции коленного сустава [1]. Введению кокаина субарахноидально предшествовала работа немецкого невролога Heinrich Quincke, в которой он подробно описал люмбальную пункцию, как метод лечения гидроцефалии у четырёх детей [2]. Bainbrige (1900), Gray (1909), Berkowitz и Greene (1950) описывали методику СА, как превосходную альтернативу общей анестезии (ОА) у детей, включая хирургические операции на грудной клетке (лобэктомия, пульмонэктомия) [3]. За короткий период были изучены основные возрастные анатомо-физиологические особенности нейроаксиальных структур, и спинальная анестезия в педиатрии получила широкое признание в педиатрической практике [4].

Каудальная и ЭА у детей были разработаны значительно позже [5]. Основоположниками каудальной анестезии принято считать J. Sicard и F. Cathelin, которые независимо друг от друга опубликовали в 1901г. результаты введения растворов МА через крестцовую щель. В настоящее время каудальная блокада остается одним из наиболее распространенных и широко используемых региональных методов в педиатрической практике [6]. ЭА у детей была впервые описана Sievers в 1936 г. В 1951 г. Schneider в условиях люмбальной ЭА провел 6500 операций у детей, 25% которых были грудного возраста. На первом Европейском конгрессе Zhen-Gang Zhan (1986) представил опыт проведения 10 000 нейроаксиальных анестезий у маленьких пациентов без неврологических и инфекционных осложнений [7].

КСЭА в детской анестезиологии получила развитие в начале 90-х годов XX-го века после внедрения в практику специальных одноразовых наборов [8;9].

Эпидемиология

На сегодняшний день в педиатрической практике регионарная анестезия (РА) применяется в 20% от общего числа анестезий. Частота использования нейроаксиальных блокад составляет около 35% от всех видов регионарной анестезии, при этом в возрастной группе до 3-х лет процент использования нейраксиальных блокад выше (до 45%). Наиболее распространенной блокадой (до 80% случаев) у этой возрастной группы является каудальная анестезия. КСЭА применяется значительно реже [10;11].

Введение

На современном этапе сформирована доказательная база преимуществ регионарной анестезии у взрослых (эффективная модуляция стресс-ответа, наличие противовоспалительного; антимикробного и антитромботического эффектов, противоопухолевое действие) [12]. Ее с таким же успехом можно использовать в педиатрии [13]. Однако при выполнении блокад необходимо учитывать анатомо-физиологические особенности детского возраста [14].

Анатомо-физиологические особенности детского возраста с позиций проведения нейроаксиальных блокад

У младенцев твердая мозговая оболочка оканчивается на уровне S_3-S_4 , а конус спинного мозга – на уровне L_3-L_4 . Только к концу первого года жизни уровни конуса спинного мозга и твердой мозговой оболочки достигают уровня взрослых, что соответствует L_1 для мозгового конуса и S_2 для твердой мозговой оболочки [15]. В связи с этим, пункция твердой мозговой оболочки у новорожденных выполняется в промежутках L_{4-5} или L_5-S_1 . Линия Тюффе (линия, соединяющая гребни подвздошных костей) позволяет определить окончание спинного мозга на уровне L_4-L_5 у новорожденного [16].

У детей с массой тела менее 15 кг общий объем цереброспинальной жидкости составляет 4 мл/кг, что вдвое больше, чем у взрослых. Это способствует увеличенному распространению местных анестетиков (МА) и, как следствие, возможности излишне высокого распространения уровня сенсомоторного блока [17].

Поперечные отростки у младенцев располагаются параллельно и более горизонтально, что делает срединный подход к эпидуральному пространству приоритетным.

У детей раннего возраста (до 6–7 лет) жировая ткань эпидурального пространства очень рыхлая. Такая структура в сочетании со свободным креплением оболочек, окружающих спинномозговые корешки, способствует утечке местных анестетиков, введенных в эпидуральное пространство, в связи с чем, для достижения желаемого уровня анестезии требуется сравнительно большие объемы местных анестетиков [18].

Вегетативная система у детей развита не полностью, тонус сосудов регулируется в большей степени автономно. Венозная емкость нижних конечностей значительно меньше чем у взрослых. Этим, возможно, объясняется тот факт, что у детей до 5 лет при спинальной и до 8 лет при нейроаксиальных блокадах не развивается артериальная гипотония. Однако исследования показывают снижение церебрального кровотока при использовании нейроаксиальных блокад [19;20]

Благодаря незначительной минерализации костной ткани в раннем возрасте, использование ультразвуковой (УЗ) навигации позволяет отчетливо определить желтую связку, твердую мозговую оболочку, спинной мозг, конский хвост [21]. У детей старше 10 лет визуализировать центральные нейрональные структуры сложнее [22].

Осификация крестца заканчивается только после 25 лет, в связи с чем, при выполнении каудальной блокады у маленьких детей крестец может быть легко травмирован иглой [23].

Особенности фармакокинетики местных анестетиков у детей

У детей, в сравнении со взрослыми, высокий коэффициент кровь/ткань, более выражен локальный кровоток и увеличен сердечный выброс, что способствует росту скорости попадания МА в системный кровоток. В сосудистом русле МА связываются с плазменными белками, главным образом с сывороточным альбумином и α_1 -кислым гликопротеином. В возрасте до 9 месяцев (особенно у недоношенных и маловесных младенцев) концентрация α_1 -гликопротеина и альбумина в плазме низкая, в результате чего возрастает относительная концентрация несвязанных форм всех амидных МА, что может привести к системной токсичности МА. Амидные анестетики метаболизируются в печени. Большинство микросомальных ферментных печеночных систем присутствуют при рождении, но активность их значительно снижена на первом году жизни.

Поскольку к рождению концентрация в плазме белков, способных связывать местные анестетики, низкая – у младенцев наблюдается увеличение свободной фракции всех местных анестетиков; таким образом, в этой возрастной группе максимальные дозы всех аминоамидов должны быть значительно снижены [24].

После попадания в кровоток местные анестетики диффундируют в эритроциты, уровень которых и объем у новорожденных выше, чем у детей старшего возраста, что приводит к «захвату» МА, снижению максимальной концентрации в плазме крови и возможности вторичного высвобождения с удлинением периода полураспада. У младенцев имеется физиологическая анемия, что может привести к токсической концентрации МА в крови [25].

За счёт незрелости ферментативных систем и вазоконстрикторного свойства ропивакаина при введении его эпидурально у младенцев увеличивается максимальное действие препарата до 2 часов, с повышением уровня в плазме крови. При кратковременных вмешательствах, пиковая концентрация анестетика в плазме крови может быть достигнута после перевода их в послеоперационную палату. В эпидуральном пространстве, в связи с рыхлой структурой эпидуральной жировой ткани, сокращается время начала действия анестетика, отмечается более протяженное распространение местных анестетиков и сокращается продолжительность действия.

При выполнении продлённой инфузии анестетика у младенцев ее скорость должна быть снижена [24]. У детей применение ропивакаина ассоциируется с меньшим риском развития системной токсичности, поэтому этот препарат предпочтителен для использования в педиатрии [26].

ПОЛОЖЕНИЕ 1.

Показания и противопоказания к нейроаксиальным блокадам

Спинальная анестезия (показания)

1. СА используется в общей хирургии (устранение грыж, вмешательства на промежности), в урологии (гипоспадия, циркумцизия, орхидопексия), при ортопедических операциях на нижних конечностях [27]. СА показана при кратковременных хирургических вмешательствах (не более 1,5–2 часов), проводимых в зоне чувствительности ниже уровня Th10.
2. Оперативные вмешательства у недоношенных и недоношенных детей постконцептуального возраста менее 56–60 недель, в связи с высокой

вероятностью апноэ, десатурации и брадикардии при общей анестезии.

3. Оперативные вмешательства у доношенных детей в постконцептуальном возрасте до 44 недель, в связи с высокой вероятностью послеоперационного апноэ после общей анестезии.
4. Тогда, когда СА является компонентом КСЭА.
У детей старше 1 года СА часто проводят в комбинации с ОА. У новорожденных СА комбинируют вместе с ОА при наличии кардиопульмонального шунта, с целью модуляции стресс-ответа, поддержки гемодинамического статуса и снижения периоперационных осложнений и летальности. СА также может использоваться, как методика лечения хронической боли [28].

Эпидуральная анестезия (показания)

1. Как основной анальгетический компонент общей анестезии и для послеоперационного обезболивания при вмешательствах на органах грудной клетки, брюшной полости и забрюшинного пространства, промежности, нижних конечностях.
2. Использование ЭА как компонента терапии парапреза кишечника.
3. Применение ЭА при терапии контрактур суставов нижних конечностей в детской ортопедии.
4. Лечение хронического болевого синдрома.

Кaudальная анестезия (показания)

1. Малые оперативные вмешательства в паховых областях (грыжи, крипторхизм, водянки яичка и семенного канатика)
2. Вмешательства в аноректальной области.
3. Пластические операции по поводу гипо- или эписпадии.

Комбинированная спинально-эпидуральная анестезия (показания)

Такие же как для СА, при условии необходимости быстрого развития блокады за счет субарахноидально введенного анестетика и продления анестезии в интра- или послеоперационном периоде за счет продленной эпидуральной блокады.

Противопоказания для проведения нейроаксиальных блокад

Абсолютные:

- Отказ родителей или ребенка
- Локальное инфицирование в месте предполагаемой пункции
- Повышенное внутричерепное давление
- Коагулопатии
- Гиповолемия
- Сепсис

- Наличие сообщения между эпидуральным и субарохноидальным пространством (противопоказание для эпидуральной блокады)
 - Противопоказаны эпидуральное введение морфина или промедола при дыхательной недостаточности 3–4 ст., судорожной готовности, черепно-мозговой травме, бронхиальной астме, паралитическом илеусе
 - Аллергическая реакция на препарат, применяемый для блокады
 - Отсутствие практических навыков у медицинского персонала
- Относительные:*
- фиксированный сердечный выброс
 - декомпенсированные пороки сердца
 - кахексия
 - повышенная возбудимость нервной системы
 - нейропатия, спинномозговая грыжа, миеломенингоцеле

ПОЛОЖЕНИЕ 2. Предоперационная подготовка и премедикация

В рамках предоперационной оценки состояния пациента необходимо выполнять анализ актуальной медицинской документации, физикальный осмотр и опрос пациента. Из лабораторных методов исследования строго необходимо иметь результаты клинического анализа крови (обязательно с подсчетом тромбоцитов) и коагулограммы.

Перед операцией каждому ребенку необходимо проводить психоэмоциональную подготовку. Клинический опыт показал, что дети нуждаются в специальном подходе, заключающемся в соблюдении следующих правил: во-первых, необходимо завоевать их доверие, во-вторых, стараться их не обманывать и не терять терпение. При посещении необходимо уделять время на объяснение периоперационных манипуляций родителям и ребенку. Подготовка родителей является важным аспектом, уменьшающим родительскую, а, следовательно, и детскую тревожность. Необходимо всегда предупреждать пациента о возможных неприятных ощущениях. Объективное объяснение каждого шага анестезии обеспечивает врачу полное доверие со стороны пациента. Во время процедуры контакт с пациентом не должен прерываться. Перед проведением анестезии необходимо получить добровольное информированное согласие от родителей ребенка [29].

Особое внимание нужно уделить предоперационному голоданию. Стандартные практические рекомендации по предоперационному голоданию в плановой хирургии показаны в таблице 3.

Таблица 3. Время предоперационного голодания [30]

Напитки и продукты питания	Время (ч.) до операции
Прозрачные жидкости	2
Грудное молоко	4
Детская смесь	6
Молоко	6
Легкая закуска	6
Жареные продукты; жирная пища; мясо	от 8 ч

Предоперационная медикаментозная подготовка у детей младше 6 лет может не осуществляться при предполагаемой индукции севофлюраном.

У эмоционально лабильных детей используют мидазолам (0,5 мг/кг per os (максимально 20 мг) или 0,3 мг/кг). Мидазолам имеет горький вкус, который может быть скрыт при смешивании с небольшим количеством сиропа парацетамола или фруктового напитка. В последнее десятилетие прослеживается тенденция к уменьшению использования анксиолитиков у детей при наличии в анамнезе обструктивного сонного апноэ ввиду повышенного риска развития апноэ в послеоперационном периоде [31].

ПОЛОЖЕНИЕ 3. Седация

У новорожденных добавление седативных средств во время проведения СА, особенно кетамин, способствует развитию послеоперационного апноэ с такой же частотой, как и при проведении общей анестезии. Поверхностная седация не обеспечивает обездвиженности ребенка, что может привести к техническим осложнениям и травмам при выполнении блокады. Крупные многоцентровые исследования подтверждают безопасность выполнения регионарных блокад у детей под общей анестезией, в сравнении с больными, которым назначали седативные препараты [32].

Большинство новорождённых засыпают, как только блок будет успешно выполнен. Это объясняется деафферентацией, то есть уменьшением интенсивности сенсорного раздражения, поступающего в систему ретикулярной формации. Пустышка, смоченная глюкозой или медом, поможет ребенку оставаться спокойным и неподвижным.

ЭА и КСЭА интраоперационно используют как компонент сочетанной анестезии. Если принято решение о проведении сочетанной анестезии, нейроаксиальные блокады выполняется после индукции в наркоз [33].

Таблица 4. Размеры эпидуральных игл

Возраст	Вид иглы и размер
до 2 лет	«бабочка» с коротким срезом 23G
от 2 до 8 лет	Туохи 19–20G
старше 8 лет	Туохи 18G
Подростки с избыточным весом	Туохи 17G

ПОЛОЖЕНИЕ 4. Инструментарий

Инструментарий для спинальной анестезии:

- иглы карандашной заточки или со срезом Квинке размером 25G–27G длиной 30, 50 или 100 мм
- игла 20G–21G для набора раствора местного анестетика из ампулы/флакона;
- шприц 2,0 мл для набора раствора местного анестетика;

Инструментарий для эпидуральной анестезии:

Рекомендуемые размеры игл в соответствии с возрастом больного приведены в таблице 4.

Шприц со свободным ходом поршня («шприц низкого сопротивления»).

Катетер для продленной эпидуральной анестезии с маркировкой, позволяющий определить состояние, на которое введен катетер.

Бактериальный фильтр. В ряде случаев фильтры поставляются в комплекте с накожными фиксаторами.

Инструментарий для каудальной анестезии

- Игла 20–22G с коротким срезом (типа иглы Кроуфорда с заточкой под углом 60°).
- Шприц, объемом 5 мл.

Инструментарий для комбинированной спинально-эпидуральной анестезии

В педиатрической практике используются те же наборы, что и у взрослых.

ПОЛОЖЕНИЕ 5. Местные анестетики

Спинальная анестезия

Дозировки местных анестетиков¹ для спинальной анестезии у детей представлены в таблице 5.

Для достижения аналогичного дерматомического распределения у новорожденных, необходимо в 5–10 раз больше МА на килограмм массы тела чем для взрослых, при этом, продолжительность действия МА составляет от одной трети до половины времени в сравнении со взрослыми.

¹ – Левобупивакаин у детей показан только для выполнения подвздошно-паховых и подвздошно-подчревных блокад.

Таблица 5. Дозировка местных анестетиков для спинальной анестезии у детей [15]

Местные анестетики	Масса тела		
	Менее 5 кг	5–15 кг	Более 15 кг
0,5% изо- или гипербарические растворы бупивакаина	1,0 мг/кг (0,2 мл/кг)	0,4 мг/кг (0,08 мл/кг)	0,3 мг/кг (0,06 мл/кг)
0,5% изобарический раствор ропивакаина	1,0 мг/кг (0,2мл/кг)	0,5 мг/кг (макс. – 20 мг)	0,3 мг/кг (0,06 мл/кг)
2,0% изобарический раствор лидокаина	0,5 мг/кг		

Таблица 6. Максимальная доза МА при однократном введении в эпидуральное пространство

Местный анестетик	Максимальная доза
Бупивакаин	2,0 мг/кг
Ропивакаин	2,0 мг/кг
Лидокаин	4,5–5,0 мг/кг

Ряд авторов не рекомендует субарахноидальное введение лидокаина у младенцев [34; 35].

Эпидуральная анестезия

Дозировки местных анестетиков для эпидуральной анестезии у детей представлены в таблице 6.

Для сохранения необходимого объема препарата обычно уменьшают процент раствора. Если интраоперационно блокада была выполнена 0,5% раствором бупивакаина, то поддержание эпидуральной блокады осуществляют 0,2 % или 0,125 % раствором.

Объем вводимого раствора анестетика рассчитывают по формуле Schulte-Steinberg [36]:

Объем вводимого раствора местного анестетика (мл/сегм.) = 1/10 * В,

где В – возраст в годах.

При этом для заполнения поясничного отдела эпидурального пространства потребуется больший объем, чем для грудного. Применение Для каудальной блокады используют «большие» объемы местных анестетиков с низкой концентрацией (0,2% раствор ропивакаина)

Объем анестетика необходимого для блокады можно рассчитать, ориентируясь на следующие цифры: 0,5 мл/кг – крестцово-поясничная зона (операции с иннервацией ниже L3), 1,0 мл/кг – пояснично-грудная зона (операции по низведению яичка, грыжесечение), 1,25 мл/кг – грудная зона в дозе, не превышающей 2 мг/кг (для бупивакаина и ропивакаина).

ПОЛОЖЕНИЕ 6. Адьюванты

Для эпидурального введения в РФ официально разрешены морфин и промедол, которые могут быть применены как самостоятельно, так в сочетании с местным анестетиком.

При эпидуральном введении концентрация морфина в ликворе значительно выше, чем в плазме. Разница в пиковых концентрациях морфина в цереброспинальной жидкости и в плазме крови при сходной скорости элиминации вещества из обеих сред обуславливает большую длительность эпидуральной аналгезии – от 8–12 часов до 24 часов и более [37, 38].

Морфин для эпидуральной аналгезии применяют в дозе 0,05–0,1 мг/кг массы тела. Перед введением его разводят в 2–4 мл 0,9% раствора хлорида натрия. Аналгетический эффект морфина при эпидуральном введении развивается через 30–40 минут, что связано с его низкой растворимостью в липидах, которая замедляет проникновение вещества в нервную ткань.

Промедол эпидурально применяют в дозе 0,1–0,15 мг/кг с разведением в 2–4 мл 0,9% раствора хлорида натрия. Аналгезия наступает через 15–20 минут и достигает максимума через 40 минут, продолжительность обезболивания составляет 8 часов и более.

Наркотические анальгетики (морфин, промедол), в комбинации с местными анестетиками или самостоятельно применяют у детей и для каудальной анестезии. Морфин для каудальной анестезии вводят из расчета 0,02 мг/кг [39]. Добавление 0,1 мг/кг промедола к раствору бупивакаина увеличивало аналгезию с 7 до 15 часов, а при увеличении дозы промедола до 0,2 мг/кг послеоперационная аналгезия сохранялась более 20 часов [40].

ПОЛОЖЕНИЕ 7. Техника

Анестезиолог проводящий региональную анестезию, должен быть подготовлен к возможным неблагоприятным реакциям. Оборудование и медикаменты для реанимационных мероприятий, включая аспиратор и аппарат искусственной вентиляции, должны быть доступны. В операционной необходимо начать стандартный мониторинг (ЭКГ; АД; пульсоксиметрия) и внутривенную инфузию.

Все анестезиологические манипуляции необходимо проводить в асептических условиях с использованием стерильных перчаток и стерильного инструментария. Перед выполнением блокад кожу обрабатывают раствором хирургических антисептиков. Нужно дождаться высыхания обработанной

кожи, и затем накрыть эту область стерильной пленкой с отверстием в предполагаемом месте пункции. Категорически запрещено использовать йодсодержащие антисептические растворы.

Спинальная анестезия

Некоторые анестезиологи практикуют катетеризацию вены на блокированной нижней конечности, после выполнения СА. Поскольку СА способна приводить к нежелательным сердечно-сосудистым изменениям, наличие установленного внутривенного катетера до процедуры позволит анестезиологу быстрее отреагировать на них, особенно в случае отсутствия опытного ассистента (анестезиста).

Пункцию субарахноидального пространства выполняют у детей в сидячем или в горизонтальном положении на боку. Для новорождённых и младенцев необходимо соблюдать осторожность, чтобы избежать чрезмерного сгибания шеи (как у взрослых), поскольку это положение может препятствовать дыханию [41].

Положение сидя, у младенцев является приоритетным, так как увеличение гидростатического давления способствует большему потоку цереброспинальной жидкости через спинальную иглу и ранней идентификации субарахноидального пространства [3].

Положение «лежа на боку» может быть проще для детей более старшего возраста, находящихся под общей анестезией.

Кожу инфильтрируют 1% раствором лидокаина или 0,2% раствором ропивакаина, объемом 0,25 мл непосредственно перед манипуляцией, используя иглу от инсулинового шприца, или проводят аппликацию кремом ЭСМА (эвтектическая смесь местных анестетиков) за 1 час до СА. При проведении сочетанной анестезии дополнительного обезболивания кожи не проводят. Поясничная пункция выполняется только в промежутках L₄₋₅ или L₅–S₁.

Срединный доступ

Спинальную иглу продвигают через кожу, подкожную клетчатку, надостистую и межостистую и желтую связки. После прокола твердой мозговой оболочки игла попадает в субарахноидальное пространство. Ориентиром правильного расположения конца иглы в субарахноидальном пространстве является истечение ликвора из ее павильона после извлечения мандрена.

На уровне L₄₋₅ глубина введения иглы варьирует в зависимости от возраста: новорожденные – 10–15 мм, до 5 лет – 15–25 мм, от 5 до 8 лет – 30–40 мм. Применение УЗ у детей позволяет получить объективное расстояние от кожи до твердой мозговой оболочки. При отсутствии возможности использования УЗИ, расстояние от кожи до

субарахноидального пространства (мм) может быть рассчитано по формулам [42].

Расстояние
до субарахноидального пространства (мм)
 $= 0,03 \times \text{рост (см)}$.

Расстояние
до субарахноидального пространства (мм)
 $= (2 \times \text{масса тела (кг)} + 7)$.

У недоношенных младенцев

Расстояние
от кожи до субарахноидального пространства
(мм) $= 13,19 + 0,0026 * \text{МТ} - 0,12 * \text{В}$,
где: МТ – масса тела (г), В – постконцептуальный
возраст (недели).

Парамедианный доступ

Парамедианный доступ применяется редко, в основном при невозможности срединной пункции из-за наличия скелетной деформации (кифоз, сколиоз) или сращения остистых отростков.

Введенный субарахноидально изобарический раствор равномерно смешивается с цереброспинальной жидкостью в непосредственной близости от места пункции и может незначительно (на 1–2 сегмента) перемещаться в течение первых 5–8 мин в область сегментов расположенных выше места первоначального введения. После субарахноидального введения местного анестетика тело ребенка должно оставаться полностью в горизонтальном положении, чтобы исключить краниального распространения местного анестетика.

Гипербарический раствор смещается вниз (на 2–4 сегмента) от места введения. Распространение анестетика обеспечивается наклоном операционного стола. Степень смещения оценивается по исчезновению болевой чувствительности в кожных дерматомах соответствующих блокируемым сегментам. Операционный стол возвращают в горизонтальное положение при первых признаках нахождения анестетика в необходимой зоне.

При возникновении сложностей с идентификацией места введения иглы у детей с ожирением или анатомическими аномалиями (сколиоз), возможно использование УЗ навигации. При УЗ сканировании за счет незначительной минерализации костной ткани в раннем возрасте отчетливо определяются желтая связка, твердая мозговая оболочка и нервные структуры (спинной мозг, конский хвост).

Эпидуральная анестезия

Пункции эпидурального пространства у детей может быть осуществлена как срединным, так и парамедианным способом.

Срединный доступ

Пункцию осуществляют по средней линии между остистыми отростками. Угол наклона иглы меняют от почти прямого при пункции в шейном и поясничном отделе позвоночника – до острого в грудном. Анестезиолог тыльной поверхностью кисти одной руки упирается на спину больного, придерживая иглу между первым и вторым пальцами, вторая рука обеспечивает ее поступательное движение. Эпидуральную иглу с мандреном продвигают через кожу, подкожную клетчатку попадая в связки, после чего мандрен извлекают и присоединяют шприц. Продвижение иглы осуществляют постепенно с применением тестов, описанных ниже. Прокол желтой связки ощущается как резкое снижение сопротивления тканей продвижению иглы («провал»), при этом пальцы левой руки должны обеспечить моментальное прекращение ее дальнейшего перемещения. У маленьких детей из-за низкой плотности тканей связочного аппарата ощущение «провала» при проколе желтой связки может быть не четким.

Парамедианный доступ

Введение иглы с мандреном выполняют на 1–1,5 см латеральнее срединной линии на уровне нижнего края вышележащего остистого отростка. Иглу направляют под углом 10–15 градусов к сагиттальной линии и 25–35 градусов к продольной оси позвоночника. При достижении желтой связки мандрен извлекают и подсоединяют шприц, с последующей идентификацией эпидурального пространства.

Идентификация эпидурального пространства

Признак утраты сопротивления. Шприц заполняют физиологическим раствором с небольшим пузырьком воздуха и присоединяют к эпидуральной игле. При продвижении иглы осуществляют постоянное давление на поршень и, ощущая сопротивление попытке вести раствор, пузырек воздуха при этом сжимается. Попадание в эпидуральное пространство приводит к утрате сопротивления (раствор вводится свободно, пузырек воздуха не сжимается).

Признак «дышащей капли». При нахождении иглы в эпидуральном пространстве капля раствора, навешанная на конец иглы, втягивается в павильон иглы благодаря отрицательному давлению, или начинает то появляться, то исчезать – «дышать».

После идентификации эпидурального пространства убеждаются, что из павильона эпидуральной иглы не вытекает ликвор или кровь. При возникновении технических трудностей введения катетера через иглу, его можно удалить только одновременно

с иглой, иначе часть его может быть срезана иглой и остаться в тканях.

Каудальная анестезия

Для проведения пункции при каудальном доступе к эпидуральному пространству пациента укладывают в положение – лёжа на боку с согнутыми под углом 90 градусов в тазобедренных и коленных суставах нижними конечностями или в положение – лёжа на животе (ничком) с валиком, подложенным под таз (под лобковую область) и разведёнными нижними конечностями с ротированными к наружи пятками. При этом область заднего прохода закрывают салфеткой, предохраняя его от затекания дезинфицирующего раствора.

Между крестцовых рогов иглой, под углом 45 градусов, прокалывают кожу. Пройдя крестцово-копчиковую связку, извлекают мандрен и иглу с присоединённым шприцом для проведения теста «потери сопротивления» продвигают до соприкосновения ее конца с вентральной стенкой крестцового канала. Затем, меняя угол наклона, примерно, на 20 градусов иглу продвигают в эпидуральное пространство, ориентируясь на тест «потери сопротивления». Иглу проводят в крестцовом канале параллельно крестцу под углом 10–15 градусов на расстояние менее 1 см у новорождённых, до 3 см у подростков. Расстояние между сакральным отверстием и твердой мозговой оболочкой наименьшее у новорождённых – около 1 см и достигает 4 см у взрослых. Без учёта этого расстояния игла может проткнуть твердую мозговую оболочку и оказаться в субарохноидальном пространстве. Если планируется продлённая блокада, то после аспирационной пробы в канал вводят катетер на 2–3 см и повторяют аспирационную пробу из катетера.

Тест-доза

Перед введением в эпидуральное пространство расчётной дозы МА осуществляют инъекцию тест-дозы для исключения внутривенного или субарохноидального попадания дозы препарата рассчитанной для эпидуральной блокады. Тест-доза составляет около 15–20% от расчётной дозы для эпидуральной анестезии, но не более 3 мл и включает 2% лидокаин с адреналином 1:200 000 (15 мкг). От введения адреналина следует отказаться при выполнении блокады под ингаляционной анестезией галотаном из-за риска развития нарушения ритма сердца. Быстрый рост ЧСС (более чем на 20 ударов в минуту) после введения тест-дозы будет свидетельствовать о введении в эпидуральную вену. Премедикация с атропином или введение фентанила (для обезболивания момента интубации) может сделать тест неинформативным.

При отсутствии реакции на тест дозу, осуществляют медленную инъекцию расчётной дозы препарата. При использовании эпидуральной блокады в послеоперационном периоде ребенок должен находиться под наблюдением медперсонала с мониторингом артериального давления, ЧСС, движений в конечностях и общего состояния

Г. Комбинированная спинально-эпидуральная анестезия

Технически КСЭА может быть выполнена одной или двухуровневым методом.

Одноуровневая КСЭА – пункция эпидурального пространства выполняется на уровне L₃–L₅ иглой Туохи, через которую вводят спинальную иглу так, что кончик ее проникает через дополнительное торцевое отверстие («basket») имеющее в эпидуральной игле. После ощущения прокола твердой мозговой оболочки и появления ликвора, используют фиксатор. Проведя инъекцию МА субарохноидально, спинальную иглу удаляют, через просвет эпидуральной иглы катетеризируют эпидуральное пространство.

При двухуровневой КСЭА спинальную и эпидуральную пункцию выполняют в разных межкостных промежутках. Вначале катетеризируют эпидуральное пространство на уровне L₁–L₂, оценивают эффект тест-дозы, затем ниже на уровне L₄–L₅ выполняют спинальную анестезию.

ПОЛОЖЕНИЕ 7.

Осложнения нейроаксиальных блокад

Врач анестезиолог-реаниматолог должен знать о возможных осложнениях нейроаксиальных блокад и уметь их профилактировать и лечить.

В интра- и ближайшем послеоперационном периодах при проведении нейроаксиальных блокад возможны: тошнота/рвота; артериальная гипотония; послеоперационная дрожь; задержка мочеиспускания.

Неврологический дефицит из-за сдавления спинного мозга гематомой.

При проведении СА – развитие высокого спинального блока (возникает апноэ без изменения системного артериального давления и/или частоты сердечных сокращений); постпункционный синдром (редко встречается у детей грудного и раннего возраста).

При проведении ЭА – такие же как для СА, плюс

- токсическая реакция на местный анестетик
- спинальная блокада
- при введении морфина или промедола в эпидуральное пространство: тошнота, рвота, головокружение, повышение внутричерепного давления, спазм желчевыводящих путей и сфинктера

мочевого пузыря (задержка мочи), угнетение дыхания, кожный зуд.

В отдаленном периоде:

- синдром преходящих неврологических расстройств
- синдром конского хвоста
- инфекционные осложнения
- боль в области пункции

ПОЛОЖЕНИЕ 8.

Восстановление и выписка

Дети транспортируются в профильное отделение после восстановления двигательной активности в нижних конечностях. Если нет хирургических противопоказаний, ребёнка можно кормить по требованию. Все дети младше 60 недель должны находиться под наблюдением в ОРИТ не менее суток после выполнения нейроаксиальных блокад. При использовании морфина эпидурально контроль за функцией дыхания необходим в течение 24 часов, промедола 12 часов от последней инъекции из-за опасности апноэ.

Заключение

Имеющиеся в литературе лечебно-диагностические модальности **по применению методов регионарной анестезии у детей для интра- и послеоперационного обезболивания** могут быть разделены на стандарты, рекомендации и опции при проведении общей анестезии и при нахождении их в отделениях интенсивной терапии.

Стандарт определяет следующие положения:

1. Прошедшие первичную специализацию (квалифицированные) специалист(ы) в области анестезиологии-реанимации должен(ы) владеть методами **регионарной анестезии у детей для интра- и послеоперационного обезболивания**.
2. Стратегия применения методов **регионарной анестезии у детей для интра- и послеоперационного обезболивания** определяется общими принципами проведения этого анестезиологического пособия, соблюдением правил безопасности анестезии и выбором оптимальных условий для обеспечения периоперационного периода (1, 2+,3)
3. Анестезиолог-реаниматолог при проведении анестезии и интенсивной терапии **с использованием методов регионарной анестезии у детей для интра- и послеоперационного обезболивания** должен иметь необходимый перечень лекарственных средств для лечения ПОТР, знать и уметь предотвратить возможные осложнения, использовать методы контроля и визуализации при проведении выбранных методик блокады

4. Проведение методов регионарных блокад должно осуществляться с использованием официальных средств и материалов (растворы МА, иглы, катетеры и пр.)

5. При использовании регионарных методов анестезии следует придерживаться основных принципов, перечисленных в настоящих рекомендациях

Уровня рекомендации достигли следующие положения стандарта нейроаксиальных блокад:

1. Нейроаксиальные блокады можно использовать в педиатрии с учетом анатомо-физиологических особенностей детского возраста (1++)

2. Применение регионарных нейроаксиальных блокад у детей обеспечивает эффективную анестезию в интраоперационном периоде и позволяет обеспечивать послеоперационное обезбоживание (А)

Уровня опции достигли следующие положения:

1. Для эпидурального введения в РФ официально разрешены морфин и промедол, которые могут быть применены как самостоятельно, так в сочетании с местным анестетиком.

2. Благодаря незначительной минерализации костной ткани в раннем возрасте (до 7–10 лет), использование ультразвуковой навигации позволяет отчетливо определить желтую связку, твердую мозговую оболочку, спинной мозг, конский хвост, визуализировать иглу и катетер при проведении катетеризации, распространение раствора МА, что позволяет снизить развитие осложнений и технических неудач (А)

Не рекомендуется

1. **Использовать не зарегистрированные в РФ и не разрешенные к применению в РФ местные анестетики (с учетом возрастных ограничений)**

2. **Использовать нейроаксиальную блокаду при нарушениях сердечного ритма и выраженной артериальной гипотензии (В)**

3. **Использовать в качестве адьювантов для нейроаксиальной блокады любых препаратов, вводимых в эпидурально, каудально или спинально, кроме морфина и промедола**

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заболотский Д.В., Корячкин В.А. Ребенок и регионарная анестезия. Зачем? Куда? И как? *Регионарная анестезия и лечение острой боли*. 2016; 10(4): 243–253.
2. Quincke H. *Die Lumbalpunktion des Hydrocephalus*. Berlin Klinische Wochenschrift. 1891; 28: 929–33.
3. Cote C.J.; Lerman J.; *Anderson B.J. Cote and Lerman's a practice*

- of anesthesia for infants and children. 5th ed. 2013; 835–880.
4. Davis P.J., Cladis F.P. *Smiths Anesthesia for Infants and Children*. 2017; 461–512.
 5. Brown T.C. History of pediatric regional anesthesia. *Paediatric Anaesthesia*. 2012; 22(1): 3–9.
 6. Корячкин В.А. *Нейроаксиальные блокады*. СПб.: ЭЛБИ-СПб; 2017. 544 с.
 7. Айзенберг В.А., Ульрих Г.Э., Цыпин Л.Е., Заболотский Д.В. *Регионарная анестезия в педиатрии: монография*. СПб.: СинтезБук; 2012. 304 с.
 8. Peutrell J.M., Hughes D.G. Combined spinal and epidural anaesthesia for inguinal hernia repair in babies. *Paediatric Anaesthesia*. 1994; 4: 221–227
 9. Williams R.K., McBride W.J., Abajian J.C. Combined spinal and epidural anaesthesia for major abdominal surgery in infants. *Can. J. Anaesthesia*. 1997; 44: 511–4.
 10. Ecoffey C., Lacroix F., Giaufre E., Orliaguet G., Courrèges P.; Association des Anesthésistes Réanimateurs Pédiatriques de l'Expérience Française (ADARPEF). Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a follow-up one-year prospective survey of the French-Language Society of Paediatric Anaesthesiologists. *Paediatric Anaesthesia*. 2010; 20 (12): 1061–9.
 11. Polaner D.M., Taenzer A.H., Walker B.J. Pediatric Regional Anesthesia Network (PRAN): a multi-institutional study of the use and incidence of complications of pediatric regional anesthesia. *Anesthesia Analgesia*. 2012; 115(6): 1353–64.
 12. Страшнов В.И., Забродин О.Н., Мамедов А.Д., Страшнов А.В., Корячкин В.А. *Предупреждение интраоперационного стресса и его последствий*. СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2015. - 160 с.
 13. Russell P., von Ungern-Sternberg B.S., Schug S.A. Perioperative analgesia in pediatric surgery. *Current Opinion Anaesthesiol*. 2013; 26(4): 420–427.
 14. Marhofer P., Ivani G., Suresh S., et al. Every day regional anesthesia in children. *Paediatric Anaesthesia*. 2012; 22: 995–1001.
 15. Kokki H. Spinal blocks. *Paediatric Anaesthesia*. 2012; 22(1): 56–64.
 16. Van Schoor A, Bosman MC, Bösenberg AT. The value of Tuffier's line for neonatal neuraxial procedures. *Clin. Anat*. 2014; 27: 370.
 17. Polaner D.M., Walker B. J., Taenzer A. Pediatric Regional Anesthesia Network: a multi-institutional study of the use and incidence of complications of pediatric regional anesthesia. *Anesthesia Analgesia*. 2012; 115: 1353–1364.
 18. Lees D., Frawley G., Taghavi K., Mirjalili S.A. A review of the surface and internal anatomy of the caudal canal in children. *Paediatric Anaesthesia*. 2014; 24(8): 799–805.
 19. Lundblad M., Forestier J., Marhofer D., et al. Reduction of cerebral mean blood flow velocity and oxygenation after high-volume (1.5 ml kg⁻¹) caudal block in infants. *Br. J. Anaesth*. 2014; 113: 688–694.
 20. Jöhr M. Regional anaesthesia in neonates, infants and children: an educational review. *Eur. J. Anaesthesiol*. 2015; 32(5): 289–97.
 21. Мархофер П. *Основы регионарной анестезии с ультразвуковой навигацией. Принципы и практическое применение. Издание второе*. 2014. 236 с.
 22. Wang A.C., Naidu J.O. et al. Sonographically guided lumbar puncture in pediatric patients. *J. Ultrasound. Med*. 2013; 32(12): 2191–7.
 23. Aggarwal A., Sahni D., Kaur H., Batra Y.K. The caudal space in fetuses: an anatomical study. *J. Anesth*. 2012; 26(2): 206–12.
 24. Samol N.B., Furstein J.S., Moore D L. Regional anesthesia and pain management for the pediatric patient. *Int. Anesthesiol. Clin*. 2012; 50(4): 83–95.
 25. Миллер, Р. *Анестезия*. СПб.: Человек, 2015. 3520 с.
 26. Lönnqvist P.A. Toxicity of local anesthetic drugs: a pediatric. Adjuncts should always be used in pediatric regional anesthesia. *Pediatric Anaesthesia*. 2015; 25(1): 100–106.
 27. Dalens B., Veyckemans F. Traitement d'Anesthésie Loco-Régionale, de la naissance à l'âge adulte. Montpellier: *Sauramps Médical*. 2008; 463–512.
 28. Хомер Р. Уолкер И. Белл Г. *Интенсивная терапия и анестезия у детей. Практическое руководство*. 2017. 182 с.
 29. Лазарев В.В., ред. *Анестезия в детской практике: учебное пособие*. М.: МЕДпресс-информ. 2016; 119–124.
 30. Practice Guidelines for Preoperative Fasting and the Use of Pharmacologic Agents to Reduce the Risk of Pulmonary Aspiration: Application to Healthy Patients Undergoing Elective Procedures An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Preoperative Fasting and the Use of Pharmacologic Agents to Reduce the Risk of Pulmonary Aspiration. *Anesthesiology*. 2017; 126: 376–93.
 31. Langford R. The preparation of children for surgery. *ATOTW*. 2009; 132.
 32. Taenzer A.H., Walker B.J., Bösenberg A.T. Asleep versus awake: does it matter? Pediatric regional block complications by patient state: A report from the pediatric regional anesthesia network. *Reg. Anesth. Pain Med*. 2014; 39: 279.
 33. Цыпин Л.Е., Овчинникова А.А. Оценка уровня сознания при анестезии у детей. *Вестник интенсивной терапии*. 2016; 1: 12–16.
 34. Hodgson P.S., Neal J.M., Pollock J.E., Liu S.S. The neurotoxicity of drugs given intrathecally (spinal). *Anesth. Analg*. 1999; 88: 797–809.
 35. Severinghaus J.W. Intrathecally, Caine may dis-Able. Reflections on lidocaine for spinal anesthesia. *Acta Anaesthesiol. Scand. Suppl*. 1998; 113: 3–7.
 36. Shulte-Steiberg O. *Vorsuge der regional anästhesie gegen uber Allgemeinanästhesie*. Hrsg H. Albrecht. – Stuttgart. 1981; 5–13.
 37. Verghese S.T., Hannallah R.S. Acute pain management in children. *J. Pain Res*. 2010; 3: 105–123.
 38. Уколов К.Ю., Айзенберг В.А., Аржакова Н.И. Эпидуральная аналгезия морфином при оперативном лечении сколиоза. *Вестник интенсивной терапии*. 2017; 1: 32–36.
 39. Ражев С.В., Степаненко С.М., Лешкевич А.И., Геодокян О.С., Агавелян Э.Г. *Этюды регионарной анестезии у детей*. М., 2001. – 192 с.
 40. Агавелян Э.Г. *Каудальная эпидуральная анестезия комбинацией бупивакаина и промедола у детей*: Дис. ... канд. мед. наук. М., 1996.
 41. Gupta A., Saha U. Spinal anesthesia in children: A review. *J. Anaesthesiol. Clin. Pharmacol*. 2014; 30(1): 10–18.
 42. Arthrus O.J., Murray M., Zubier M., Tooley J., Kelsall W. Ultrasonographic determination of neonatal spinal canal depth. *Arch. Dis. Child Fetal Neonatal. Ed*. 2008; 93: 451–4.

REFERENCES

1. Zabolotskii D.V., Koryachkin V.A. A child and regional anesthesia. What for? Where? And how? *Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroy boli. Regionalnaya anestezia i lechenie ostroy boli*. 2016; 10(4): 243–253. (in Russian).
2. Quincke H. *Die Lumbalpunktion des Hydrocephalus*. Berlin Klinische Wochenschrift. 1891; 28: 929–33.
3. Cote C.J.; Lerman J.; Anderson B.J. *Cote and Lerman's a practice of anesthesia for infants and children. 5th ed*. 2013; 835–880.
4. Davis P.J., Cladis F.P. *Smiths Anesthesia for Infants and Children*. 2017; 461–512.
5. Brown T.C. History of pediatric regional anesthesia. *Paediatric Anaesthesia*. 2012; 22(1): 3–9.
6. Koryachkin V.A. *Neuroaxial blockades*. Saint Petersburg: ELBI-SPb; 2017. (in Russian).
7. Aizenberg V.L., Ulrikh G.E., Tsy-pin L.E., Zabolotskii D.V. *Regional anesthesia in pediatrics: monograph. Saint Petersburg: SintezBook*; 2012. (in Russian).
8. Peutrell J.M., Hughes D.G. Combined spinal and epidural anaesthesia for inguinal hernia repair in babies. *Paediatric Anaesthesia*. 1994; 4: 221–227
9. Williams R.K., McBride W.J., Abajian J.C. Combined spinal and epidural anaesthesia for major abdominal surgery in infants. *Can. J. Anaesthesia*. 1997; 44: 511–4.

10. Ecoffey C., Lacroix F., Giaufré E., Orliaguet G., Courrèges P.; Association des Anesthésistes Réanimateurs Pédiatriques' Expression Française (ADARPEF). Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a follow-up one-year prospective survey of the French-Language Society of Paediatric Anaesthesiologists. *Paediatric Anaesthesia*. 2010; 20 (12): 1061–9.
11. Polaner D.M., Taenzer A.H., Walker B.J. Pediatric Regional Anesthesia Network (PRAN): a multi-institutional study of the use and incidence of complications of pediatric regional anesthesia. *Anesthesia Analgesia*. 2012; 115(6): 1353–64.
12. Strashnov V.I., Zabrodin O.N., Mamedov A.D., Strashnov A.V., Koryachkin V.A. Prevention of intraoperative stress and its consequences. Saint Petersburg: ELBI-SPb; 2015. (in Russian).
13. Russell P., von Ungern-Sternberg B.S., Schug S.A. Perioperative analgesia in pediatric surgery. *Current Opinion Anaesthesiol*. 2013; 26 (4): 420–427.
14. Marhofer P., Ivani G., Suresh S., et al. Every day regional anesthesia in children. *Paediatric Anaesthesia*. 2012; 22: 995–1001.
15. Kokki H. Spinal blocks. *Paediatric Anaesthesia*. 2012; 22(1): 56–64.
16. Van Schoor A, Bosman MC, Bösenberg AT. The value of Tuffier's line for neonatal neuraxial procedures. *Clin. Anat*. 2014; 27: 370.
17. Polaner D.M., Walker B. J., Taenzer A. Pediatric Regional Anesthesia Network: a multi-institutional study of the use and incidence of complications of pediatric regional anesthesia. *Anesthesia Analgesia*. 2012; 115: 1353–1364.
18. Lees D., Frawley G., Taghavi K., Mirjalili S.A. A review of the surface and internal anatomy of the caudal canal in children. *Paediatric Anaesthesia*. 2014; 24(8): 799–805.
19. Lundblad M., Forestier J., Marhofer D., et al. Reduction of cerebral mean blood flow velocity and oxygenation after high-volume (1.5 ml kg⁻¹) caudal block in infants. *Br. J. Anaesth*. 2014; 113: 688–694.
20. Jöhr M. Regional anaesthesia in neonates, infants and children: an educational review. *Eur. J. Anaesthesiol*. 2015; 32(5): 289–97.
21. Мархофер П. Основы регионарной анестезии с ультразвуковой навигацией. Принципы и практическое применение. Издание второе. 2014; 236 с.
22. Wang A.C., Naidu J.O. et al. Sonographically guided lumbar puncture in pediatric patients. *J. Ultrasound. Med*. 2013; 32 (12): 2191–7.
23. Aggarwal A., Sahni D., Kaur H., Batra Y.K. The caudal space in fetuses: an anatomical study. *J. Anesth*. 2012; 26(2): 206–12.
24. Samol N.B., Furstein J.S., Moore D L. Regional anesthesia and pain management for the pediatric patient. *Int. Anesthesiol. Clin*. 2012; 50 (4): 83–95.
25. Миллер, Р. *Анестезия*. СПб.: Человек, 2015; - 3520 с.
26. Lönnqvist P.A. Toxicity of local anesthetic drugs: a pediatric. Adjuncts should always be used in pediatric regional anesthesia. *Pediatric Anaesthesia*. 2015; 25 (1): 100–106.
27. Dalens B., Veyckemans F. *Traité d'Anesthésie Loco-Régionale, de la naissance à l'âge adulte*. Montpellier: Sauramps Médical. 2008; 463–512.
28. Хомер Р. Уолкер И. Белл Г. *Интенсивная терапия и анестезия у детей. Практическое руководство*. 2017; -182 с.
29. Лазарев В.В., ред. *Анестезия в детской практике: учебное пособие*. М.: МЕДпресс-информ. 2016; 119–124.
30. Practice Guidelines for Preoperative Fasting and the Use of Pharmacologic Agents to Reduce the Risk of Pulmonary Aspiration: Application to Healthy Patients Undergoing Elective Procedures An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Preoperative Fasting and the Use of Pharmacologic Agents to Reduce the Risk of Pulmonary Aspiration. *Anesthesiology*. 2017; 126: 376–93.
31. Langford R. The preparation of children for surgery. *ATOTW*. 2009; 132.
32. Taenzer A.H., Walker B.J., Bösenberg A.T. Asleep versus awake: does it matter? Pediatric regional block complications by patient state: A report from the pediatric regional anesthesia network. *Reg. Anesth. Pain Med*. 2014; 39: 279.
33. Tsybin L.E., Ovchinnikova A.A. Level of consciousness evaluation during anesthesia in pediatric patients. *Vestnik intensivnoi terapii*. 2016; 1: 12–16. (in Russian).
34. Hodgson P.S., Neal J.M., Pollock J.E., Liu S.S. The neurotoxicity of drugs given intrathecally (spinal). *Anesth. Analg*. 1999; 88: 797–809.
35. Severinghaus J.W. Intrathecally, Caine may dis-Able. Reflections on lidocaine for spinal anesthesia. *Acta Anaesthesiol. Scand. Suppl*. 1998; 113: 3–7.
36. Shulte-Steiberg O. *Vorsuge der regional anästhesia gegen uber Allgemeinanästhesie*. Hrsg H. Albrecht. – Stuttgart. 1981; 5–13.
37. Verghese S.T., Hannallah R.S. Acute pain management in children. *J. Pain Res*. 2010; 3: 105–123.
38. Ukolov K.Yu., Aizenberg V.L., Arzhakova N.I. Morphine epidural analgesia in spine deformity surgery. *Vestnik intensivnoi terapii*. 2017; 1: 32–36. (in Russian).
39. Razhev S.V., Stepanenko S.M., Leshkevich A.I., Geodokyan O.S., Agavelyan E.G. *Etudes of regional anesthesia in children*. Moscow, 2001. (in Russian).
40. Agavelyan E.G. *Caudal epidural anesthesia with combination of bupivacain and promedol in children*. Cand. diss., med. sci. Moscow, 1996. (in Russian).
41. Gupta A., Saha U. Spinal anesthesia in children: A review. *J. Anaesthesiolog. Clin. Pharmacol*. 2014; 30(1): 10–18.
42. Arthrus O.J., Murray M., Zubier M., Tooley J., Kelsall W. Ultrasonographic determination of neonatal spinal canal depth. *Arch. Dis. Child Fetal*. 2008; 93: 451–4.

Поступила 31.10.17
 Принята к печати 11.11.17