

Агавелян Э.Г., Лешкевич А.И., Насекин М.В., Шагинян А.К.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУК-АССИСТИРОВАННОЙ БЛОКАДЫ БЕДРЕННОГО И СЕДАЛИЩНОГО НЕРВОВ ДЛЯ АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АРТРОСКОПИЧЕСКИХ МАНИПУЛЯЦИЙ НА КОЛЕННОМ СУСТАВЕ У ДЕТЕЙ

Детская городская клиническая больница № 13 им. Н.Ф. Филатова, Москва;
Российская медицинская академия последипломного образования

Agavelyan E.G., Leshkevich A.I., Nasekin M.V., Shahinian A.K.

EXPERIENCE WITH ULTRASOUND-ASSISTED FEMORAL BLOCKADE OF THE SCIATIC NERVES AND TO PROVIDE ANESTHESIA FOR ARTHROSCOPIC KNEE MANIPULATION IN CHILDREN

The Children's City Clinical Hospital № 13 named after N.F. Filatov; The Russian Medical Academy of Postgraduate Education

Резюме

Была проведена апробация методики ультразвук-ассистированной блокады бедренного и седалищного нервов в клинических условиях педиатрического стационара Москвы. С мая по сентябрь 2010 г. на базе ДГКБ № 13 им Н.Ф. Филатова проводило пилотное исследование по использованию ультразвукового контроля проведения блокады бедренного и седалищного нервов при артроскопических операциях у детей. В исследовании приняли участие 10 детей обоих полов в возрасте от 10 до 15,5 лет (средний возраст – $13,2 \pm 1,8$ года). Регионарную блокаду седалищного и бедренного нервов проводили под контролем аппарата УЗИ Esaote MyLab One и нейростимулятора BBraun Stimuplex DIG. Блокада проведения импульса достигалась введением $9,6 \pm 2,6$ мл 0,5%-ного раствора ропивакаина. Эффективность анестезии оценивалась по показателям гемодинамики и дыхания: ЧСС, АД, ЧД, EtCO₂, SpO₂. Во всех случаях заметно ускорялось время проведения процедуры и снижалось количество повторных вводов иглы. Не было ни одного эпизода ранения соседних структур иглой или внутрисосудистого введения анестетика. Адекватного уровня блокады удалось достичь в 9 случаях из 10, и лишь в одном случае потребовалось дополнительное введение фентанила.

Ключевые слова: регионарная блокада, проводниковая анестезия, ультразвук-ассистированная блокада, дети

Abstract

Testing methodology ultrasound-assisted femoral blockade of the sciatic nerve and in clinical pediatric hospital in Moscow. Between May and September 2010 on the basis DGKB № 13 Filatov held a pilot study on the use of ultrasonic testing of the blockade of the femoral and sciatic nerve during arthroscopic operations in children. The study involved 10 children of both sexes aged from 10 to 15,5 years (mean age $13,2 \pm 1,8$ years). Sciatic nerve block anesthesia and the femoral nerve was carried out under the control of the apparatus ultrasound Esaote MyLab One and neurostimulator BBraun Stimuplex DIG. The blockade of the momentum achieved by the introduction of $9,6 \pm 2,6$ ml of a 0,5% solution of ropivacaine. The effectiveness of anesthesia was assessed by hemodynamic and respiratory heart rate, blood pressure, BH, EtCO₂, SpO₂. In all cases, significantly accelerated the time of the procedure and reduced the number of repeated entries needle. Also, there was no injury to neighboring structures of the episode with a needle or intravascular injection of anesthetic. Adequate level of blockade was achieved in 9 out of 10 cases, and in only one case required additional administration of fentanyl.

Key words: nerve block anesthesia, conduction anesthesia, ultrasound-assisted block, children

Введение

История регионарной анестезии началась не вчера. Первые попытки эффективного хирургического обезболивания были предприняты в 1884 г., когда Carl Koller использовал кокаин для орошения глаза перед операцией, а William Halsted тот же кокаин применял для внутрикожной инфильтрационной анестезии и блокады периферических нервов (включая лицевой нерв, плечевое сплетение, половой и большеберцовый нервы). За время своего существования регионарные блокады доказали высокую эффективность при сравнительной простоте выполнения, универсализме и безопасности. Однако вариабельность анатомического положения и сложность топографической анатомии большинства нервных стволов и сплетений иногда приводят к сложностям при поиске нужного нерва у конкретного пациента, увеличивая время процедуры и количество повторных введений иглы. Дополнительные движения иглы не только не способствуют уменьшению дискомфорта пациента при проведении блокады в сознании, но и значительно увеличивают риск травмы соседних структур – сосудов, плевры, нервов. Кроме того, неточное положение иглы может привести к неполной блокаде проведения импульса по волокну, интраневральному введению раствора или повышенной потребности в местном анестетике и, следовательно, риску системной токсичности. Главная проблема регионарной анестезии – точное нахождение нервных стволов без повреждения самих проводящих структур – была решена с внедрением в широкую практику нейростимулятора. Это позволило с достаточной степенью надежности, точности и эффективности проводить регионарную анестезию. Однако направленность анестезиологов на абсолютную безопасность пациента с попыткой визуализации самого процесса выполнения регионарной анестезии потребовала внедрения в практику ультразвуковой методики.

Ультразвуковая визуализация позволяет точно расположить иглу около нужного нервного ствола за минимальное время [1], избежав интраневрального введения и травмы соседних структур, а электростимуляция подтвердить его функциональную принадлежность. Дополнительным преимуществом этой методики является возможность непосредственного слежения за распределением анестетика вокруг нервного волокна, что позволяет заранее предсказать эффективность блокады и экономит

количество местного анестетика [2, 3], что важно при блокаде нескольких нервов одновременно.

Методика выполнения блокад под УЗИ-контролем родилась в 1978 г., когда La Grange и соавт. опубликовали статью об использовании доплеровского датчика при проведении надключичной блокады плечевого сплетения [4]. Однако лишь с середины 1990-х гг. с развитием технологий ультразвукового сканирования и появлением новых высокочастотных датчиков применение ультразвука в анестезиологии перестало быть экспериментальным [5]. На сегодняшний день в США, Канаде, странах Евросоюза ультразвуковой контроль инвазивных процедур в анестезиологии и реанимации входит в протоколы лечения. В данном направлении ведутся интенсивные научные исследования, публикуются статьи, проводятся семинары и конференции. Оценить скорость развития новой области в анестезиологии помогает следующий факт: за 1978–1999 гг. в базе PubMed (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed) накопилось всего 56 публикаций соответствующей тематики. А за последнее десятилетие – 635, причем за 2010 г. опубликовано более 100 работ, посвященных ультразвуком-ассистированным периферическим блокадам (ultrasound guided regional anesthesia) [5]. Все ведущие мировые производители ультразвуковых аппаратов разработали приборы, специализированные для анестезиологии и критической медицины. Предложены и освоены удобные доступы к периферическим нервам и сплетениям, методики выполнения эпидуральных и спинальных блокад под УЗИ-контролем, визуализации пункций центральных вен. Ежегодно на конгрессах и симпозиумах, организуемых обществами регионарной анестезии (ESRA – European Society of Regional Anesthesia, ASRA – American Society of Regional Anesthesia, NYSORA – New York School of Regional Anesthesia и др.), проводят специализированные секции по использованию ультразвука. Существуют ассоциации и центры обучения методикам УЗ-ассистированной регионарной анестезии, например, канадская USGRA (Ultrasound Guided Regional Anesthesia) и австрийская группы ультразвуковой анестезии под руководством проф. P. Marhofer. На всех пяти континентах сотни анестезиологов ежедневно пользуются аппаратом УЗИ для проведения быстрых эффективных и безопасных процедур в анестезиологии и медицине критических состояний. В России, к сожалению, пока

накоплено недостаточно опыта применения ультразвукового аппарата при проведении регионарных блокад, и данное исследование всего лишь апробация новой интенсивно развивающейся методики в отечественных условиях.

Материал и методы исследования

В пилотном исследовании, проведенном на базе операционно-анестезиологического отделения Детской городской клинической больницы №13 им. Н.Ф. Филатова, приняло участие 10 пациентов: 5 мальчиков и 5 девочек, в возрасте от 10 до 15,5 лет (средний возраст – $13,2 \pm 1,8$ года). Характеристики выборки представлены в таблице 1.

Все участники исследования были обследованы и соматической патологии не имели. После стандартной предоперационной подготовки и премедикации (атропин 0,1%-ный – 0,01 мг/кг + мидазолам 0,5%-ный – 0,5 мг/кг) в плановом порядке дети были доставлены в операционную.

Интраоперационный мониторинг включал непрерывную регистрацию ЭКГ, неинвазивное измерение артериального давления, плетизмо- и капнографию. Индукцию в анестезию проводили внутривенной инфузией 1%-ного раствора пропофола (10 мг/мл) при помощи шприцевого насоса Alaris® PK в режиме TCI-индукции с целевой концентрацией 8 мкг/мл. После отключения сознания, достижения эффективной плазменной концентрации и угнетения глоточного рефлекса внутривенным струйным введением 0,005%-ного раствора фентанила (50 мкг/мл) в дозировке $0,97 \pm 0,42$ мкг/кг устанавливали ларингеальную маску. Если на фоне введения опиоидных анальгетиков наблюдалось апноэ, начиналась искусственная вентиляция легких при помощи аппарата Drager Fabius GS.

Согласно современным рекомендациям по применению регионарной анестезии, при артроскопических операциях на коленном суставе блокируют бедренный и седалищный нервы. В нашем исследовании

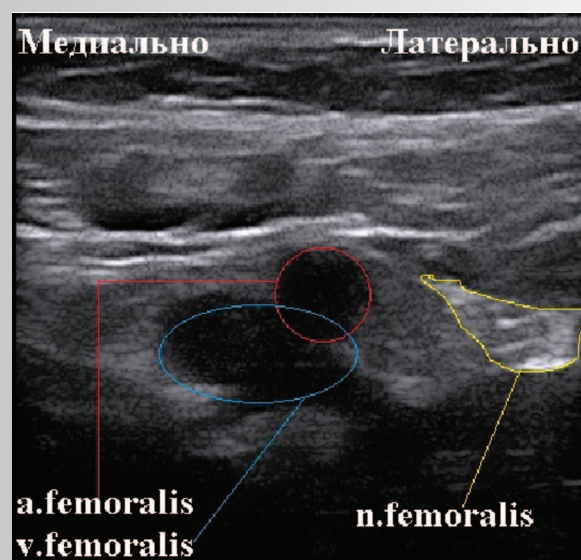
Таблица 1. Основные характеристики исследуемой выборки

Код наблюдения	Пол	Диагноз	Операция	Возраст	Вес	Рост
1	Жен	Болезнь Кенига	Артроскопия	15	51	167
2	Муж	Болезнь Кенига	Артроскопия	10	28	135
3	Жен	Травма надколенника	Артроскопия	14,7	64	165
4	Муж	Травма надколенника	Артроскопия	13,5	40	158
5	Жен	Травма надколенника	Артроскопия	11,42	39	146
6	Жен	Травма надколенника	Артроскопия	14	56	167
7	Жен	Посттравматические изменения коленного сустава	Артроскопия	15,42	70	180
8	Муж	Посттравматический синовит	Артроскопия	12,15	55	168
9	Муж	Посттравматические изменения коленного сустава	Артроскопия	13,12	49,2	160
10	Муж	Повреждение наружного мениска	Артроскопия	12,75	42	151
Всего	5/5	Среднее значение:		13,2±1,8	49,4±13,3	159,7±13,7

Рис. 1. Положение датчика при блокаде *n. femoralis* (левая нога)

довании блокаду этих нервов выполняли под контролем нейростимулятора BBraun Stimuplex DIG и ультразвукового аппарата MyLabOne (Esaote) с линейным датчиком изменяемой частоты излучения (5–18 МГц). После стерилизации датчика ультразвукового аппарата и обработки места манипуляции растворами, согласно единому алгоритму, проводили поиск нервов.

Основными ориентирами для *n. femoralis* служат расположенные кнутри от него *a. femoralis* и *v. femoralis* [12, 13]. При поперечном положении датчика (см. рис. 1) бедренная артерия видна как пульсирующее гипэхогенное образование, не поддающееся давлению, при включении функции цветного доплеровского картирования сосуд окрашивается. Вена расположена кнутри от артерии, и при доплеровском исследовании в ней также определяется кровоток, однако кровоток этот не пульсирует и исчезает при небольшом давлении датчиком. Таким образом, основными отличиями артерии от вены, помимо их взаимного расположения, служат пульсация и степень податливости внешнему давлению. После обнаружения сосудистого пучка кнаружи от бедренной артерии между листками широкой и подвздошной фасций визуализируется бедренный нерв, обычно продолговатой или округлой формы. Внутренняя структура неоднородна и напоминает пчелиные соты: собственно нервные волокна – гипэхогенные, а окружающая периневральная оболочка – гиперэхогенная (см. рис. 2). Одной из особенностей детского возраста, на которую впервые указал профессор В. Dalens, является плохая ультразвуковая визуализация нервов, но от-

Рис. 2. Ориентиры для блокады *n. femoralis* (левая нога)

личная визуализация соединительнотканых структур (фасций, сухожилий и пр.). Игла при движении к нерву располагалась перпендикулярно плоскости излучения датчика (out of plane) и, соответственно, имела вид яркой гиперэхогенной точки. Как только, по данным УЗИ, мы достигали адекватного положения кончика иглы, включался нейростимулятор, и по сокращению четырехглавой мышцы бедра подтверждалась правильная позиция. Для блокады бедренного нерва использовался 0,5%-ный раствор ропивакаина в объеме, рассчитанном в соответствии с массой тела пациента. Средний объем введенного анестетика составил $9,6 \pm 2,6$ мл.

В нашем исследовании мы использовали блокаду седалищного нерва на подколенной ямке [6, 7, 9, 11], хотя некоторые исследователи рекомендуют использовать более проксимальный доступ для более полноценной анестезии операционной зоны [8, 10]. Положение датчика указано на рис. 3. Ориентирами для поиска седалищного нерва являются *m. vastus lateralis*, *caput longus m. biceps femoris* и *m. semitendinosus*, при этом на поперечном сечении бедра на уровне верхней границы подколенной ямки с латеральной стороны от седалищного нерва располагаются латеральная широкая мышца бедра и длинная головка двуглавой мышцы, а медиально – полусухожильная мышца. На сонограмме нерв расположен точно между указанными мышцами и чаще всего имеет треугольную форму и ячеистую



Рис. 3. Положение датчика при блокаде *n. ischiadicus* (левая нога)

структуру («пчелиные соты») (см. рис. 4). Иглу проводили перпендикулярно оси излучения (out of plane) и при достижении нерва и его функционального подтверждения (сокращение икроножной мышцы в ответ на электростимуляцию) вводили $9,6 \pm 2,6$ мл 0,5%-ного раствора ропивакаина.

Время, прошедшее с момента выполнения блокад до разреза кожи, составило $14,75 \pm 4,5$ мин (от 10 до 25 минут).

Поддержание анестезии проводилось микро-струйной инфузией 1%-ного раствора пропофола (10 мг/мл) при помощи шприцевого насоса Alaris® РК в режиме TCI с целевой концентрацией 3,5 мкг/мл. По окончании операции ларингеальную маску удаляли, останавливали внутривенную инфузию анестетика, сознание постепенно восстанавливалось, и ребенка переводили в отделение травматологии и ортопедии.

Исследуемые показатели (ЧСС, АД, ЧД, EtCO₂, SpO₂) фиксировали до начала индукции (I), после индукции и блокады (II), сразу же после разреза (III), после снятия жгута (IV) и после пробуждения (V). Полученные данные обрабатывали при помощи пакета статистических программ NCSS 2007/GESS 2006.

Результаты исследования и их обсуждение

Благодаря применению ультразвукового контроля при проведении блокады нужное положение иглы достигалось достаточно быстро, что подтверждалось данными нейростимуляции. За время исследования не было зафиксировано ни одного ранения регионарных сосудов или окружающих структур. При достижении хорошего качества ви-

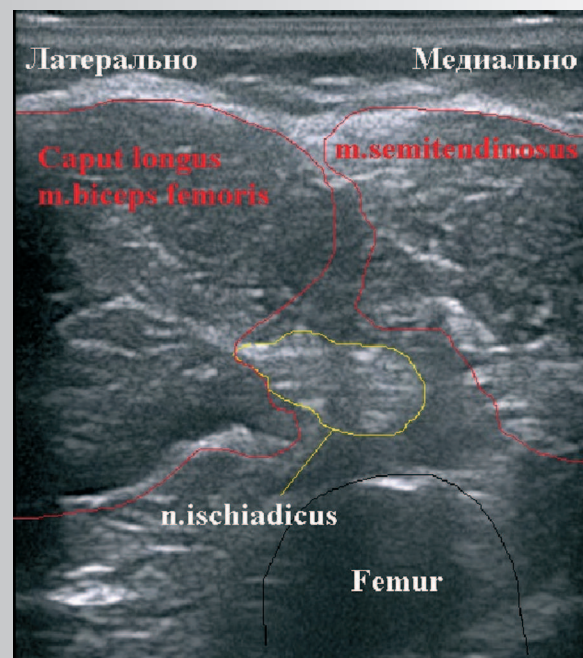


Рис. 4. Ориентиры при блокаде *n. ischiadicus* (левая нога)

зуализации все блокады были выполнены с первого раза.

Эффективность блокад оценивали по интраоперационным показателям гемодинамики и дыхания (ЧСС, АД, ЧД, EtCO₂, SpO₂). К сожалению, в данном исследовании мы не оценивали качество и длительность послеоперационного обезболивания в результате регионарной блокады.

Необходимо отметить, что в одном случае при всех признаках эффективности блокады, по данным УЗИ и нейростимулятора, вскоре после разреза была отмечена выраженная болевая реакция, потребовавшая введения дополнительного количества фентанила (в дозировке 2,5 мкг/кг). Это наблюдение было исключено из исследования.

Изменения показателей дыхания и гемодинамики в разные периоды течения анестезии показаны на графике (см. рис. 5).

Как видно из графика, колебания частоты сердечных сокращений при стандартном болевом раздражителе – разрезе кожи (этап 3) – в среднем составляло $7,1 \pm 10,6\%$, а изменение среднего артериального давления и частоты дыхания – соответственно $7,4 \pm 7,8$ и $6,1 \pm 10,1\%$. В целом же относительно начальных значений гемодинамики и дыхания (этап 1) показательно, что только в одном случае из 9 увеличение ЧСС и АДср превыси-

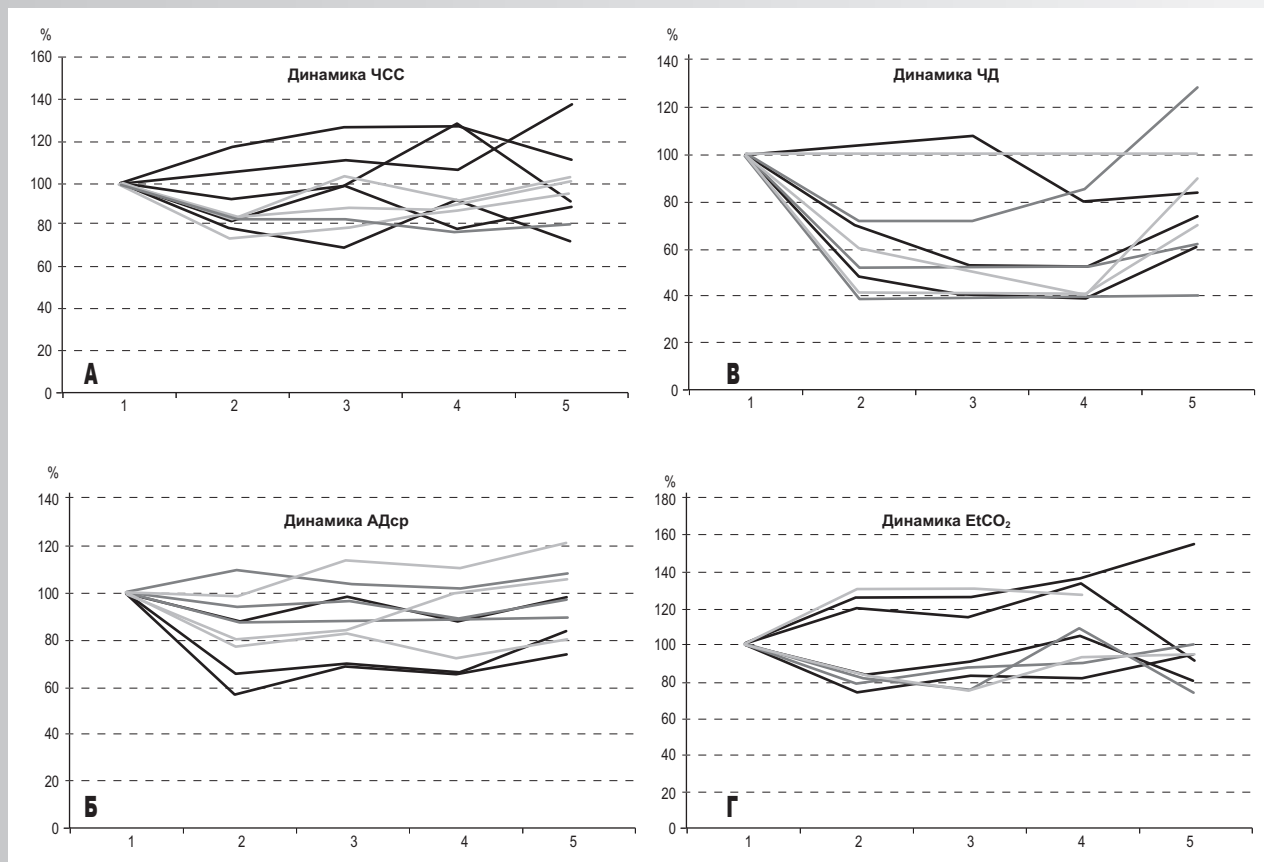


Рис. 5. Интраоперационные изменения гемодинамики и дыхания:

А – динамика интраоперационных изменений частоты сердечных сокращений; **Б** – интраоперационные изменения среднего артериального давления; **В** – изменения частоты дыхания во время операции; **Г** – интраоперационные колебания концентрации углекислого газа в конце выдоха

По оси абсцисс — этапы анестезии: 1 – ребенок в операционной, индукция не начиналась; 2 – после индукции и проведения блокады; 3 – после разреза; 4 – после снятия жгута с конечности; 5 – после полного пробуждения.

По оси ординат – процентное изменение исследуемого показателя относительно первого этапа исследования, то есть до начала анестезии.

ло 20-процентный порог, поэтому анальгетическая эффективность блокады во всех случаях была оценена как достаточная и дополнительного введения фентанила не потребовалось.

Таким образом, ультразвуковой контроль блокады периферических нервов не только ускоряет и облегчает процедуру, но и делает ее более безопасной вследствие непосредственной визуализации окружающих нервное волокно структур и исключения их ранения острым срезом пункционной иглы или интраневрального введения раствора местного анестетика. Визуальный контроль распределения анестетика вокруг нервного волокна позволяет обойтись меньшим количеством раствора без потери анальгетической эффективности, что значи-

мо при блокаде сразу нескольких нервов или небольшой массе тела ребенка. К сожалению, в силу ограниченности выборки представленный анализ носит скорее приблизительный характер и требует продолжения исследований для выявления всех особенностей применения новой методики: ее преимуществ и недостатков. Важно привести количественные данные о времени выполнения блокады под контролем УЗИ, скорости и длительности анестезии в сравнении с общепринятой электростимуляционной методикой. Клинические признаки болевой реакции во время операции при отличной визуализации нерва и адекватном моторном ответе на электростимуляцию нерва также нуждаются в объяснении в процессе дальнейших исследований.

Список литературы

1. Marhofer P., Schroegendorfer K., Koinig H. et al. Ultrasonographic guidance improves sensory block and onset time of three-in-one blocks // *Anesth. Analg.* 1997. Vol. 85. P. 854–857.
2. Marhofer P., Schroegendorfer K., Wallner T. et al. Ultrasonographic guidance reduces the amount of local anesthetic for 3-in-1 blocks // *Reg. Anesth. Pain Med.* 1998. Vol. 23. P. 584–588.
3. Casati A., Baciarello M., Di Cianni S. et al. Effects of ultrasound guidance on the minimum effective anaesthetic volume required to block the femoral nerve // *Br.J. Anaesth.* 2007. Vol. 98. P. 823–827.
4. la Grange P., Foster P.A., Pretorius L. Application of the Doppler ultrasound bloodflow detector in supraclavicular brachial plexus block // *Br. J. Anaesth.* 1978. Vol. 50, №9. P. 965–967.
5. Marhofer P., Willschke H., Kettner S. Current concepts and future trends in ultrasound-guided regional anesthesia // *Curr. Opin. Anaesth.* 2010. Vol. 23, №5. P. 632–636.
6. Perlas A., Brull R., Chan V.W. S. et al. Ultrasound guidance improves the success of sciatic nerve block at the popliteal fossa // *Reg. Anesth. Pain Med.* 2008. Vol. 33. P. 259–265.
7. van Geffen G.J., van den Broek E., Braak G.J. J. et al. A prospective randomized controlled trial of ultrasound guided versus nerve stimulation guided distal sciatic nerve block at the popliteal fossa // *Anaesth. Int. Care.* 2009. Vol. 37. P. 32–37.
8. Taboada M., Rodriguez J., Valino C. et al. What is the minimum effective volume of local anesthetic required for sciatic nerve block? A prospective randomized comparison between popliteal and subgluteal approach // *Anesth. Analg.* 2006. Vol. 102. P. 593–597.
9. Mariano E.R., Cheng G.S., Choy L.P. et al. Electrical stimulation versus ultrasound guidance for popliteal-sciatic perineural catheter insertion // *Reg. Anesth. Pain Med.* 2009. Vol. 34. P. 480–485.
10. Domingo-Triado V., Selfa S., Martinez F. et al. Ultrasound guidance for lateral midfemoral sciatic nerve block: a prospective, comparative randomized study // *Anesth. Analg.* 2007. Vol. 104. P. 1270–1274.
11. Dufour E., Quennesson P., van Robias A.L. et al. Combined ultrasound and neurostimulation guidance for popliteal sciatic nerve block; a prospective, randomized comparison with neurostimulation alone // *Anesth. Analg.* 2008. Vol. 106. P. 1553–1558.
12. Christos S.C., Chiampas G., Offman R. et al. Ultrasound-guided three-in-one nerve block for femur fractures // *West J. Emerg. Med.* 2010. Vol. 11, №4. P. 310–313.
13. Dzieciuchowicz L., Espinosa G., Grochowicz L. Evaluation of ultrasound-guided femoral nerve block in endoluminal laser ablation of the greater saphenous vein // *Ann. Vasc. Surg.* 2010. Vol. 24, №7. P. 930–934.

Авторы

Контактное лицо: НАСЕКИН Михаил Владимирович	Аспирант, кафедра анестезиологии, реаниматологии и токсикологии детского возраста, Российская медицинская академия последипломного образования. 111673, Москва, ул. Новоосинская, д. 17, корп. 2, кв. 219. E-mail:mikenasekin@gmail.com. Факс: (495) 787 26-50
АГАВЕЛЯН Э.Г.	К.м.н., врач анестезиолог-реаниматолог, заведующий операционно-анестезиологическим отделением, Детская городская клиническая больница №13 им. Н.Ф. Филатова
ЛЕШКЕВИЧ А.И	Врач анестезиолог-реаниматолог операционно-анестезиологического отделения, Детская городская клиническая больница №13 им. Н.Ф. Филатова
ШАГИНЯН А.К	К.м.н., врач анестезиолог-реаниматолог операционно-анестезиологического отделения, Детская городская клиническая больница №13 им. Н.Ф. Филатова