

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕБЕНКА С ПОЗИЦИЙ РЕГИОНАРНОЙ АНЕСТЕЗИИ

© Евгений Юрьевич Фелькер, Наталья Сергеевна Малащенко

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет.
194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., 2

Контактная информация: Фелькер Евгений Юрьевич — заведующий отделением анестезиологии и реанимации клиники ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России., Санкт-Петербург. E-mail: felkeru@gmail.com

Резюме. В статье приведены возрастные анатомо-физиологические особенности ребенка, знание которых необходимо для эффективного и безопасного использования методов регионарной анестезии у детей.

Ключевые слова: регионарная анестезия, педиатрия.

PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE CHILD FROM THE POSITION OF REGIONAL ANESTHESIA

© Evgeny Y. Felker, Natalia S. Malashenko

Saint-Petersburg State Pediatric Medical University. 194100, Saint-Petersburg, Litovskay str., 2

Contact Information: Evgeny Y. Felker — Head of the Department of Anesthesiology and Intensive care of the Clinic of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Medical Education of Saint-Petersburg State Medical University, Ministry of Health of Russia., St. Petersburg. E-mail: felkeru@gmail.com

Resume. The article presents the age-related anatomical and physiological characteristics of the child, knowledge of which is necessary for the effective and safe use of regional anesthesia methods for children.

Keywords: regional anesthesia, pediatrics.

Что больно взрослому, то больно и ребенку любого возраста, пока не доказано противоположное [4]. Структурные компоненты, необходимые для восприятия боли сформированы у плода уже к 25 неделе гестационного возраста. С-волокна, по которым преимущественно передаются ноцицептивное раздражение к задним рогам спинного мозга полностью функциональны с раннего внутриутробного периода [11]. У недоношенных младенцев ноцицептивные рефлексы способны возникать при слабом раздражении и распространение ответа проходит значительно быстрее, чем у детей старшего возраста. Ответная реакция на боль имеет более диффузный характер, быстро истощаются компенсаторные возможности. Повторные, порой безобидные стимуляции, способны вызвать значительное увеличение амплитуды рефлекса за счет снижения порога возбудимости, что от-

ражает сенсбилизацию центральной нервной системы [13].

Дети реагируют на тканевые повреждения изменениями поведения и возбуждением автономных и гормонально-метаболических реакций стрессового типа. В крови увеличиваются концентрации катехоламинов, глюкагона, кортикостероидов. Результатом этого являются соматические и психоэмоциональные изменения, вызывающие отдаленные последствия [10].

Основной задачей анестезиологии сегодня является адекватная защита организма пациента от хирургического стресс-ответа. Очевидно, что ни один из известных методов общей анестезии в принципе не способен полноценно блокировать прохождение ноцицептивных импульсов ни на спинальном, ни даже на супраспинальном уровне и не предотвращает развитие ответной реакции на хирургический стресс

[14]. Доказательную базу преимуществ регионарной анестезии у взрослых (эффективная модуляция стресс-ответа, наличие противовоспалительного; антимикробного и антитромботического эффектов, противоопухолевое действие, экономический эффект) на современном этапе с таким же успехом используют и в педиатрической практике [3, 9]. В современной анестезиологии утвердилось небезосновательное мнение о том, что безопасность регионарного обезболивания значительно выше безопасности общей анестезии [17]. Техническое оснащение (иглы, нейростимуляторы, ультразвуковая навигация), местные анестетики — снижают риски возможных осложнений при проведении регионарных блокад у детей [5], однако необходимо учитывать анатомо-физиологические особенности ребенка.

Учитывая особенности психики ребенка, большинство хирургических вмешательств выполняют под общей анестезией. Однако только сочетание регионарной и общей анестезии (сочетанная анестезия) у детей позволяет обеспечить гемодинамическую стабильность, снизить концентрацию ингаляционных анестетиков и доз миорелаксантов, уменьшить необходимость в послеоперационной респираторной поддержке и способствовать раннему восстановлению функции кишечника.

При проведении нейроаксиальных блокад у младенца нужно знать, что к моменту рождения конус спинного мозга заканчивается на уровне L_3-L_4 , а твердая мозговая оболочка на уровне S_3-S_4 . С возрастом рост позвоночника опережает рост спинного мозга и к 1-му году конус спинного будет соответствовать L_1 , а твердая мозговая оболочка — S_1 [2]. Линия, соединяющая подвздошные ости (линия Тюффье) у новорожденного, пересекает позвоночник на уровне L_5 и ниже. Рост спинного мозга продолжается приблизительно до 20 лет, а окончательное соотношение спинного мозга и позвоночного канала устанавливается к 5–6 годам. Учитывая перечисленные особенности, нельзя выполнять спинальную анестезию у детей первого месяца жизни выше уровня L_4 , иначе высока вероятность повреждения конуса спинного мозга и инвалидизация пациента. Определение уровня проведения блокады должно основываться на тщательном подсчете поясничных позвонков от пояснично-крестцового сочленения [7]. Для детей характерно более низкое давление цереброспинальной жидкости (ЦСЖ), которое существенно варьирует в зависимости от положения тела ребенка. При этом относительный объем ЦСЖ больше: если ребе-

нок весит менее 15 кг, то общее количество ЦСЖ составляет 4 мл/кг массы тела, что по отношению к массе тела вдвое больше, чем у взрослых. Вероятно, это оказывает влияние на частоту развития постпункционной головной боли после спинальной анестезии, которая у детей встречается значительно реже.

При проведении спинальной анестезии у детей отмечается устойчивость показателей сердечно-сосудистой системы. Причина стабильности на сегодняшний день не определена. Ее связывают с относительной неразвитостью симпатической нервной системы, блокада которой не приводит к увеличению емкости вен нижних конечностей [12], и/или с минимальным вагусным влиянием на миокард, что компенсирует эффекты десимпатизации [18].

Эпидуральное пространство у детей в шейном и грудном отделах не только относительно, но и абсолютно шире, чем у взрослых. Наличие дорсальной связки (*plicamediana dorsalis*), способной делить эпидуральное пространство на 2-е камеры, может затруднить проведение катетера и повлиять на распространение анестетиков. Жировая ткань эпидурального пространства очень рыхлая и становится по консистенции более плотной с 7–8-летнего возраста, что влияет на распространение анестетиков. Давление в эпидуральном пространстве, как и у взрослых, ниже атмосферного, поэтому использование «пузырьковой» пробы так же эффективно. В отличие от взрослых у детей при ультразвуковом сканировании нейроаксиальных структур за счет незначительной минерализации костной ткани отчетливо определяются желтая связка, твердая мозговая оболочка и нервные структуры (спинной мозг, конский хвост). С 3-летнего возраста костные ткани становятся плотными и визуализация центральных нейрональных структур становится затруднительной [6, 15].

Особенности периферической нервной системы заключаются в том, что процессы миелинизации заканчиваются только к 12-ти годам жизни [16], что делает проникновение и диффузию местного анестетика легче, соответственно сокращается латентный период начала действия анестезии [8]. В связи с тем, что накопление местных анестетиков миелином с последующим их постепенным освобождением снижено, а местная циркуляция и сосудистая абсорбция у младенцев значительно выше, продолжительность анестезии в сравнении со взрослыми короче. При этом появляется возможность обеспечить адекватную анальгезию растворами местных анестетиков низкой концентрации.

Большинство анатомических структур расположено более поверхностно и хорошо визуализируются при ультразвуковом сканировании. У новорожденных отчетливая гиперэхогенность дает возможность верифицировать нервы, которые расположены в непосредственной близости к фасции (бедренный нерв). Сканирование передней брюшной стенки позволяет отчетливо определить межфасциальное пространство между поперечной и внутренней косой мышцами живота, что способствует более простому выполнению блокады поперечного пространства живота по сравнению со взрослыми [1].

Таким образом, знание анатомо-физиологических возрастных особенностей центральных и периферических нейрональных структур позволяет эффективно использовать методы регионарной анестезии у детей с рождения и избежать серьезных осложнений.

Конфликт интересов: Конфликт интересов отсутствует.

Финансирование: Исследование не имело спонсорской поддержки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айзенберг В.Л., Ульрих Г.Э., Уколов К.Ю., Заболотский Д.В., Иванов М.Д., Малашенко Н.С. Обезболивание детей после хирургической коррекции сколиотической деформации позвоночника. *Анестезиология и реаниматология*. 2011; № 1: 59–62.
2. Заболотский Д.В. Продленная местная анестезия у детей с ортопедической патологией. Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2015.
3. Заболотский Д.В., Корячкин В.А. Ребенок и регионарная анестезия — зачем? куда? и как? *Регионарная анестезия и лечение острой боли*. 2016; Т. 10(4): 243–253.
4. Заболотский Д.В., Корячкин В.А., Ульрих Г.Э. Послеоперационная анальгезия у детей. есть ли доступные методы сегодня? (современное состояние проблемы). *Регионарная анестезия и лечение острой боли*. 2017; Т. 11(2): 64–72.
5. Заболотский Д.В., Малашенко Н.С., Маньков А.В. Ультразвуковая навигация инвазивных манипуляций в анестезиологии. *Сибирский медицинский журнал*. Иркутск. 2012; Т. 113(6): 15–20.
6. Заболотский Д.В., Ульрих Г.Э., Малашенко Н.С., Кулев А.Г. Ультразвук в руках анестезиолога — эксклюзив или рутинная? *Регионарная анестезия и лечение острой боли*. 2012; Т. 6(1): 5–10.
7. Козырев А.С., Ульрих Г.Э., Заболотский Д.В., Кулев А.Г., Качалова Е.Г., Виссарионов С.В., Мурашко В.В. Монолатеральная спинальная анестезия у детей.

- Травматология и ортопедия России. 2010; № 2(56): 13–17.
8. Корячкин В.А., Страшнов В.И. Эпидуральная и спинномозговая анестезия. СПб.: Санкт-Петербургское медицинское издательство; 1997.
 9. Корячкин В.А., Страшнов В.И., Думпис Т.И., Ловчев А.Ю., Башар А. Клинико-экономические аспекты анестезиологии. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2006; Т. 165(1): 86–91.
 10. Anand K.J., Hickey P.R. Pain and its effects in the human neonate band fetus. *N. Engl. J. Med.* 1987; 317(21): 1321–9.
 11. Dodson N.E. Postoperative pain — physiology, natural history and psychology. The manegement of Postoperative Pain. *J. Current Topics in Anaesthesia*. London: Edward Arnold. 1985; 8: 1–30.
 12. Dohi S., Naito H., Takahashi T. Age related changes in blood pressure and duration of motor block in spinal anesthesia. *Anesthesiol.* 1979; 50: 319–23.
 13. Fitzgerald M. What do we really know about newborn infant pain? *Exp Physiol.* 2015, 100(12): 1451–1457.
 14. Kehlet H. Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation. *Br. J. Anaesth.* 1997; 78: 606–17.
 15. Tanaka S., Mito T., Takashima S. Progress of myelination in the human fetal spinal nerve roots, spinal cord and brainstem with myelin basic protein immunohistochemistry. *Early Hum Dev.* 1995; 41: 49–59.
 16. Troncin R., Dadure Ch. Paediatric Spinal Anaesthesia Update in Anaesthesia 2009; 25 (1): 22–4.
 17. Watts S.A. Longterm neurological complications associated with surgery and peripheral nerve blockade: outcomes after 1065 consecutive blocks. *Anaesth Intensive Care.* 2007; 1(35): 24–31.
 18. Williams R.K., Abajian C. Spinal anesthesia in infants. *Techniques in Regional Anesth and Pain Management.* 1999; 3: 170–6.

REFERENCES

1. Ajzenberg V.L., Ul'rih G.E.H., Ukolov K.YU., Zabolotskij D.V., Ivanov M.D., Malashenko N.S. Obezbolivanie detej posle hirurgicheskoy korrekcii skolioticheskoy deformacii pozvonochnika. [Anesthesia of children after surgical correction of scoliotic spinal deformity]. *Anesteziologiya i reanimatologiya*. 2011; № 1: 59–62. (in Russian).
2. Zabolotskij D.V. Prodlennaya mestnaya anesteziya u detej s ortopedicheskoy patologiej. [Prolonged local anesthesia in children with orthopedic pathology]. Avtoref. dis. ... d-ra med. nauk. SPb., 2015. (in Russian).
3. Zabolotskij D.V., Koryachkin V.A. Rebenok i regionalnaya anesteziya — zachem? kuda? i kak? [Child and regional anesthesia-why? Where? how?] *Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroj boli*. 2016; Т. 10(4): 243–253. (in Russian).

4. Zabolotskij D.V., Koryachkin V.A., Ul'rih G.EH. Postoperacionnaya anal'geziya u detej. est' li dostupnye metody segodnya? (sovremennoe sostoyanie problemy). [Postoperative analgesia in children. are there any methods available today? (current state of the problem)]. Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroj boli. 2017; T. 11(2): 64–72. (in Russian).
5. Zabolotskij D.V., Malashenko N.S., Man'kov A.V. Ul'trazvukovaya navigaciya invazivnyh manipulacij v anesteziologii. [Ultrasound navigation of invasive manipulations in anesthesiology]. Sibirskij medicinskij zhurnal. Irkutsk. 2012; T. 113(6): 15–20. (in Russian).
6. Zabolotskij D.V., Ul'rih G.EH., Malashenko N.S., Kulev A.G. Ul'trazvuk v rukah anesteziologa — ehsklyuziv ili rutina? [Ultrasound in the hands of an anesthesiologist — exclusive or routine?] Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroj boli. 2012; T. 6(1): 5–10. (in Russian).
7. Kozyrev A.S., Ul'rih G.EH., Zabolotskij D.V., Kulyov A.G., Kachalova E.G., Vissarionov S.V., Murashko V.V. Monolateral'naya spinal'naya anesteziya u detej. [Monolateral spinal anesthesia in children]. Travmatologiya i ortopediya Rossii. 2010; № 2(56): 13–17. (in Russian).
8. Koryachkin V.A., Strashnov V.I. EHpidural'naya i spin-nomozgovaya anesteziya. [Epidural and spinal anesthesia]. SPb.: Sankt-Peterburgskoe medicinskoe izdatel'stvo; 1997. (in Russian).
9. Koryachkin V.A., Strashnov V.I., Dumpis T.I., Lovchev A.YU., Bashar A. Kliniko-ehkonomicheskie aspekty anesteziologii. [Clinical and economic aspects of anesthesiology]. Vestnik hirurgii im. I.I. Grekova. 2006; T. 165(1): 86–91. (in Russian).
10. Anand K.J., Hickey P.R. Pain and its effects in the human neonate and fetus. *N. Engl. J. Med.* 1987; 317(21): 1321–9.
11. Dodson N.E. Postoperative pain — physiology, natural history and psychology. The management of Postoperative Pain. *J. Current Topics in Anaesthesia.* London: Edward Arnold. 1985; 8: 1–30.
12. Dohi S., Naito H., Takahashi T. Age related changes in blood pressure and duration of motor block in spinal anesthesia. *Anesthesiol.* 1979; 50: 319–23.
13. Fitzgerald M. What do we really know about newborn infant pain? *Exp Physiol.* 2015, 100(12): 1451–1457.
14. Kehlet H. Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation. *Br. J. Anaesth.* 1997; 78: 606–17.
15. Tanaka S., Mito T., Takashima S. Progress of myelination in the human fetal spinal nerve roots, spinal cord and brainstem with myelin basic protein immunohistochemistry. *Early Hum Dev.* 1995; 41: 49–59.
16. Troncin R., Dadure Ch. Paediatric Spinal Anaesthesia Update in Anaesthesia 2009; 25 (1): 22–4.
17. Watts S.A. Longterm neurological complications associated with surgery and peripheral nerve blockade: outcomes after 1065 consecutive blocks. *Anaesth Intensive Care.* 2007; 1(35): 24–31.
18. Williams R.K., Abajian C. Spinal anesthesia in infants. *Techniques in Regional Anesth and Pain Management.* 1999; 3: 170–6.