“ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ТА КЛІНІЧНА ФІЗІОЛОГІЯ І БІОХІМІЯ”
 “EXPERIMENTAL AND CLINICAL PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY”
 Науково-практичний журнал/Scientific-practical journal

Наукові статті / Research article
 ECSBV 2018, 3(83): 96–101. <https://doi.org/>

УДК 617.58–089.5–031.3

Моделювання каудальної блокади з рентгенологічним контрастом у дорослих

В.С. ФЕСЕНКО ¹, В.І. КОЛОМАЧЕНКО ²

¹ Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького,
 Львів, Україна

² Харківська медична академія післядипломної освіти, Харків, Україна
 E-mail: v.s.fesenko@gmail.com, vitaliykolomachenko@gmail.com

Каудальна епідуральна блокада належить до найбільш поширених регіонарних методів, що виконуються у дітей (80 % усіх нейраксіальних блокад), особливо, якщо це одна ін'єкція [1]. Каудальний доступ до епідурального простору приваблює простотою, ефективністю й безпечністю (нижчий ризик пункції твердої мозкової оболони та епідуральної гематоми), але не набув популярності серед анестезіологів для операцій у дорослих. Це зумовлено трьома чинниками: по-перше – труднощами ідентифікації анатомічних структур та епідурального простору крізь крижовий розтвір (hiatus sacralis), а звідси й високою частотою невдач при традиційній техніці; по-друге – обмеженим рівнем краніального розповсюдження анестетика, що залежить від об'єму введенного розчину; по-третє – існуванням альтернативи у вигляді спінальної та поперекової епідуральної блокад, із якими анестезіологи обізнані краще [2].

Водночас каудальні блокади мають специфічні особливості, які можуть бути корисними для пацієнтів. Це відсутність респіраторних ускладнень, нечасті брадикардія та артеріальна гіпотензія зі звичними дозами завдяки нижчому симпатичному блоку. Такі ускладнення, як післяпункційний біль голови, тимчасові неврологічні симптоми та епідуральна гематома, також трапляються вкрай рідко. Ці властивості особливо цінні для пацієнтів після операцій у ділянках таза або нижньої кінцівки, які потребують ранньої мобілізації і реабілітації [3].

Рівень проксимального розповсюдження анестетика у дорослих після виконання каудальної блокади однією ін'єкцією залежить від об'єму розчину місцевого анестетика, введенного в епідуральний простір, є менш передбачуваним, що зумовлено досить щільною жировою сполучною тканиною, яка може мати багато перегородок у крижовому просторі [4].

Мета дослідження – оцінка рівня і характеру розповсюдження рентгенологічного контрасту як моделі розчину місцевого анестетика, введенного в епідуральний простір крізь крижовий отвір у дорослих.

Матеріали й методи дослідження. На 12 свіжих небальзованих трупах (зрост ($M \pm o$) 159 ± 14 см, маса 69 ± 26 кг) у положенні на животі вводили голку з мандреном у крижовий епідуральний простір крізь крижово-куприкову мембрану під кутом $70-80^\circ$ до шкіри у вентрально-краніальному напрямку. Після відчуття «провалювання» голку притискали до міжсідничної складки і просували вперед на 1–2 см. Потім вводили 20 мл суспензії сурику в гліцерині або 20 мл рентгенконтрастного розчину йогексолу (Omnipaque 240, фірма Amersham Health, Ірландія/Австрія). Після

цього виконували рентгенографію у передньозадній та бічній проєкціях. На рентгенограмах оцінювали поширення контрасту щодо тіл хребців.

Результати дослідження та їх обговорення. Незважаючи на застосування традиційних методів ідентифікації, один раз (8 %) розчин не потрапив до епідурального простору, а залишився побіля крижа, що свідчить про потребу комплексного підходу до ідентифікації епідурального простору крізь крижовий отвір, можливо – за допомогою ультразвукової або флюороскопічної навігації.

Рентгенологічний контраст завжди охоплював усі крижові та більшість поперекових корінців. Верхня межа розповсюдження рентгенологічного контрасту завжди сягала рівня L5, переважно (91 %) – L4, у 7 трупів (64 %) – L3, значно рідше (36 %) – L2, і лише один раз (9 %) – рівня L1 (див. таблицю).

Розповсюдження рентгенологічного контрасту по сегментах після введення 20 мл крізь крижовий отвір

Сегменти	Кількість трупів	% трупів
L1	1	9
L2	4	36
L3	7	64
L4	10	91
L5	11	100
S1	11	100

Контраст (рис. 1), застосований як модель розчину місцевого анестетика, завжди надійно охоплював не лише всі корінці крижового сплетення, а й попереково-крижовий стовбур (truncus lumbosacralis), сформований

Рис. 1. Типова картина розповсюдження 20 мл контрасту, введенного до крижового каналу крізь hiatus sacralis, із омиванням крижових і поперекових сегментів (передньозадня проєкція)

Рис. 2. Типова картина розповсюдження 20 мл контрасту, введенного до крижового каналу, з омиванням крижових і поперекових сегментів (бічна проєкція)

передньою гілкою п'ятого поперекового нерва та частиною передньої гілки четвертого поперекового нерва з передніми гілками всіх крижових нервів [2,4]. Надійно та постійно охоплювався і найбільш товстий корінець S1, на відміну від поперекової епідуральної блокади з частотою невдач блокування S1 від 6,7 до 21 % [2].

Верхній рівень розповсюдження контрасту легше побачити на бічній проекції, хоч виконати її технічно важче (рис. 2).

Найвищий рівень, що був досягнутий у дослідженні, становив L1, зі щільним контрастуванням і в крижовому, і в поперековому відділах (рис. 3).

Слід також зазначити, що в усіх випадках спостерігали більш чи менш далекий вихід рентгенологічного контрасту за межі спинномозкового каналу та епідурального простору, особливо значний на рівні попереково-крижового переходу, з розповсюдженням його в пресакральній ділянці за ходом нервових корінців (рис. 4).

Рис. 3. Верхній рівень розповсюдження 20 мл контрасту, введеного крізь сакральний канал

Рис. 4. Вихід контрасту за межі епідурального простору на попереково-крижовому рівні

Незважаючи на дуже високу ефективність каудальної блокади у дітей (практично 100 %), побутує думка про низьку частоту її успіху в дорослих: 62–80 % [5,6]. Це зумовлено тим, що варіації анатомії крижової кістки більш поширені у дорослих, ніж у дітей.

Середній передньозадній діаметр крижового розтвору (hiatus sacralis) перебуває в діапазоні від $4,6 \pm 2,0$ до $6,1 \pm 2,1$ мм [7,8] і зменшується з віком [9]. У дослідженнях, де вивчали суху крижову кістку (os sacrum), цей діаметр становив менше 3 мм у 8,77 % [10] і менше 2 мм у 1–6,25 % випадку [11].

Суб'єктивне відчуття «провалу» або втрати опору передбачає пробивання крижово-куприкової зв'язки, але пов'язане з частотою невдач до 26 % навіть у досвідчених руках [2]. Найбільш інформативними методами підтвердження правильного положення голки при проведенні каудальної анестезії є ультразвукове сканування та рентгенологічний контроль [4],

але таким обладнанням оснащено не кожную лікарню. Відсоток успішних блокад за традиційною (сліпою) методикою, що базується на анатомічних орієнтирах, можна підвищити за допомогою тесту «свисту» з повітрям чи фізіологічним розчином (swoosh-test), нейростимуляції, пальпації ділянки крижової кістки з метою визначити наявність підшкірної крепітації після введення повітря [2] або відчуття парестезії у промежині або нижніх кінцівках при швидкому введенні розчину місцевого анестетика.

На відміну від епідуральних блокад на інших рівнях, після виконання каудальної блокади розчин місцевого анестетика поширюється лише в краніальному напрямку, але цьому може заважати щільна жирова сполучна тканина, тому загальна кількість заблокованих сегментів має бути меншою. Досягнення широкої зони анестезії вимагає великих доз місцевих анестетиків, що збільшує ризик токсичності, а інколи й надмірно високого блокування. Приблизно вдвічі більша доза потрібна при каудальному доступі, порівняно з поперековою епідуральною анестезією. Цього вимагають відносно широкий сакральний канал і вільний витік розчину крізь передні парні отвори крижової кістки (foramina sacralia anteriora). Щоб не перевищувати дозу для поперекової епідуральної блокади, вводили лише 20 мл розчину й оцінювали зону ймовірної анестезії. Тим більше, що анатомічне дослідження крижового каналу за допомогою ЯМР-томографії [12] показало, що його середній об'єм у дорослих становить 14,4 мл (від 9,5 до 26,6 мл). Тобто 20 мл розчину мають блокувати все крижове сплетення у більшості пацієнтів.

Отримані дані підтверджують результати дослідників [12], ділянка розповсюдження контрасту була навіть більшою, позаяк крижовий канал заповнений іншими структурами (жирова тканина, епідуральні вени, нервові корінці, дуральний мішок). Крім цього, підтвердився той факт, що крижовий епідуральний простір з'єднується з пресакральною сполучною тканиною, а розчин вільно витікає крізь передні отвори й поширюється по ходу нервів, підвищуючи тим самим ймовірність їх блокади.

Успіх будь-якої блокади забезпечує знання нормальної анатомії ділянки, де виконується анестезія, та розуміння обсягу анестезії, на який очікуємо. Це дуже актуально для каудальної анестезії у дорослих. Анатомічні варіації в цій ділянці та невинуваті очікування від каудальної блокади призвели до того, що багато анестезіологів від неї відмовляються. Але кількість невдач значно зменшується із набуттям досвіду, і це справедливо для каудальної блокади більше, ніж для будь-якої іншої регіонарної методики.

Висновки. Уведений крізь крижовий розвір розчин в об'ємі 20 мл надійно омиває куприкові, крижові та нижні поперекові спинномозкові корінці, однак необхідно чітко ідентифікувати крижовий епідуральний простір із застосуванням різних методів.

Каудальна блокада у дорослих має чіткі й суттєві переваги над іншими регіонарними методами. Її з успіхом можна використовувати, маючи знання анатомії та практичний досвід, а ще краще – ультразвуковий або рентгенологічний контроль. За наявності цих чинників каудальна блокада займе відповідне місце в роботі кожного анестезіолога.

ПОСИЛАННЯ

1. Ecoffey C, Lacroix F, Giaufre E, Orliaguet G, Courrèges P. Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a follow-up one-year prospective survey of the French-Language Society of Paediatric Anaesthesiologists (ADARPEF). *Paediatr Anaesth.* 2010;20(12):1061-9.
2. Brull R, MacFarlane AJR, Chan VWS. Spinal, epidural, and caudal anesthesia. In: Miller RD, editor. *Miller's Anesthesia*. Philadelphia, PA: Elsevier Health Sciences; 2015. 1684-720.
3. Nishio S, Fukunishi S, Juichi M, Sahoko K, Fujihara Y, Fukui T, Yoshiya S. Comparison of continuous femoral nerve block, caudal epidural block, and intravenous patient-controlled analgesia in pain control after total hip arthroplasty: a prospective randomized study. *Orthop Rev (Pavia).* 2014;6(1):5138.
4. Kao SC, Lin CS. Caudal epidural block: an updated review of anatomy and techniques. *Biomed Res Int.* 2017. 9217145.
5. Doo AR, Kim JW, Lee JH, Han YJ, Son JS. A comparison of two techniques for ultrasound-guided caudal injection: the influe-

nance of the depth of the inserted needle on caudal block. Korean J Pain. 2015;28(2):122-8. 6. Gupta M, Gupta P. Ultrafluoroguided caudal epidural injection: An innovative blend of two traditional techniques. Saudi J Anaesth. 2015;9(2):221-2. 7. Kim YH, Park HJ, Cho S, Moon DE. Assessment of factors affecting the difficulty of caudal epidural injections in adults using ultrasound. Pain Res Manag. 2014;19(5):275-9. 8. Nikooseresht M, Hashemi M, Mohajerani SA, Shahandeh F, Agah M. Ultrasound as a screening tool for performing caudal epidural injections. Iran J Radiol. 2014;11(2):e13262. 9. Park GY, Kwon DR, Cho HK. Anatomic differences in the sacral hiatus during caudal epidural injection using ultrasound guidance. J Ultrasound Med. 2015;34(12):2143-8. 10. Aggarwal A, Aggarwal A, Harjeet, Sahni D. Morphometry of sacral hiatus and its clinical relevance in caudal epidural block. Surg Radiol Anat. 2009;31(10):793-800. 11. Senoglu N, Senoglu M, Oksuz H, Gumusalan Y, Yuksel KZ, Zencirci B, Ezberci M, Kizilkanat E. Landmarks of the sacral hiatus for caudal epidural block: an anatomical study. Br J Anaesth. 2005;95(5):692-5. 12. Crighton IM, Barry BP, Hobbs GJ. A study of the anatomy of the caudal space using magnetic resonance imaging. Br J Anaesth. 1997;78(4):391-5.

Стаття надійшла до редколегії 27.07.2018

RESEARCH ARTICLE

The Caudal Block Modeling with Radiological Contrast in Adults

V.S. FESENKO¹, V.I. KOLOMACHENKO²

¹ Department of Anesthesiology and Intensive Care, Danylo Halytskyi National Medical University of Lviv, Lviv, Ukraine

² Department of Traumatology, Anesthesiology and Military Surgery, Kharkiv Medical Academy for Postgraduate Education, Kharkiv, Ukraine

E-mail: v.s.fesenko@gmail.com, vitaliykolomachenko@gmail.com

Introduction. Caudal epidural block is one of the most used regional techniques both for intraoperative anesthesia and for prolonged postoperative analgesia in pediatric patients (80 % of all neuraxial blocks). Its advantages include technical simplicity, efficacy and safety due to the low risk of inadvertent dural puncture and epidural hematoma. However, it is less popular with adult patients because of (1) technical difficulties and rather high failure rate owing to problems with the sacral hiatus identification; (2) the limited cranial spread of local anesthetic solution; (3) other techniques (spinal and lumbar epidural blocks) typical of our anesthesiologists. On the other hand, such benefits as the absence of respiratory complications and infrequent bradycardia or arterial hypotension would be especially valuable for adult patients during and after pelvic or lower limb surgery.

The purpose of our study was to assess the radiological contrast spread (distribution) after caudal epidural block in adult cadavers.

Materials and methods. In 12 fresh unembalmed cadavers (height 159 ± 14 cm, weight 69 ± 26 kg), positioned prone, the sacrococcygeal membrane was punctured with a stylet needle in ventro-cranial direction, at 70-80° angle to the skin. After the "pop" feeling, the needle was pressed to the intergluteal fold and advanced 1-2 cm more. The suspension of red lead in glycerol, 20 ml, was injected through the sacral hiatus into the sacral canal with a blind technique. Ten minutes after, X-ray radiography in antero-dorsal and lateral projections was performed.

Results. In one cadaver (8 %) the contrast missed the sacral canal and proved to be in the presacral space; this finding demonstrates the need for more complex identification of epidural space with the caudal approach, perhaps with the help of ultrasound or fluoroscopic navigation. In other 11 cadavers the contrast always surrounded all sacral and most of lumbar radicles. S1 and L5 segment levels were reached in 100%, L4 level in 10 (91 %), L3 in 7 (64 %), L2 in 4 (36 %), L1 in one cadaver (9 %). Besides, the contrast reliably surrounded the lumbosacral trunk, formed by the anterior branch of the fifth lumbar nerve and a part of the anterior branch of the fourth lumbar nerve, with the anterior branches of all sacral nerves. The thickest S1 root was consistently and reliably surrounded by the contrast, as distinct from the lumbar epidural approach, with its failure rate of 6.7 % to 21 % for S1 segment anesthesia. In almost all cases we have seen more or less distant drain of the contrast outside the caudal canal and epidural space, especially between L5 and S1, with its distribution into the presacral space around the nerve roots. Our results are in agreement with the data of other researchers. In spite of almost 100 % success rate in pediatric patients, different authors showed rather low (62 % to 80 %) rate

of success for the caudal epidural block in adults. This is predetermined by a more varied sacral anatomy in adults: the antero-dorsal diameter, ranging from 4.6 ± 2.0 to 6.1 ± 2.0 , decreases with age. In dry sacral bone studies, the diameter was less than 3 mm in 8.77 % and less than 2 mm in 1-6.25 %. The subjective "pop" or loss of resistance feeling means the sacrococcygeal membrane puncture, but it is unreliable and may lead to the failure rate up to 26 % even in experienced hands. The caudal epidural block usually needs two doses of local anesthetic used for lumbar epidural block, because of wider sacral canal and the drain of local anesthetic solution through the anterior sacral foramina. We used only 20 ml and our study showed that this volume is enough for blocking the whole sacral plexus in most adult patients.

Conclusions. The solution injected through the sacral hiatus consistently and reliably surrounded coccygeal, all sacral and lower lumbar radices. Ultrasound-guided technique may give less failure rate than the blind one.

Key words: caudal epidural block, failure, anatomy, injected solution spread.