

ARTYKUŁ POGŁĄDOWY / REVIEW PAPER

Otrzymano/Submitted: 29.02.2020 • Zaakceptowano/Accepted: 10.03.2020

© Akademia Medycyny

Analgeza regionalna porodu – rozwiązywanie problemów

Regional labour analgesia – troubleshooting

Maciej Łapoć

Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Szpital Bielański im. Ks. Jerzego Popiełuszki, Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej w Warszawie



Streszczenie

Analgeza neuroosiowa porodu jest złożoną procedurą, wymagającą od anestezjologa zarówno umiejętności komunikacji z pogranicza psychologii, jak i wiedzy, doświadczenia i umiejętności manualnych. Na każdym etapie znajdują się momenty kluczowe, w których anestezjolog podejmuje decyzje rzutujące na dalszy przebieg analgezji, porodu oraz jego interakcji z pacjentką. Poniżej przedstawiono zbiór czynników, które mogą mieć wpływ na przebieg analgezji oraz wskazówki mogące ułatwić postępowanie w sytuacji zaistnienia problemów z osiągnięciem dobrej jakości analgezji porodu. *Anestezjologia i Ratownictwo 2020; 14: 374-379.*

Słowa kluczowe: analgeza regionalna porodu, zewnątrzoponowa, niepowodzenie, anatomia, powikłania

Abstract

Labour neuraxial analgesia is a complex procedure demanding good manual abilities and excellent knowledge and experience as well as good communication skills from an anaesthesiologist. There are many key moments at every stage of the procedure when decisions made by the anaesthesiologist may be of critical importance, influencing the course of analgesia, labour and personal interactions with a patient. Here are the most common causes of failure with regards to labour regional anaesthesia and some advice on how to avoid or deal with it to reach a good quality labour regional analgesia. *Anestezjologia i Ratownictwo 2020; 14: 374-379.*

Keywords: labour regional analgesia, epidural, failure, anatomy, complications

Analgeza zewnątrzoponowa porodu – troubleshooting

Blokady centralne to najbardziej skuteczne techniki walki z bólem porodowym, jakie posiadamy w naszym anestezjologicznym arsenale. Pierwsza opisana próba ich wykorzystania datuje się na rok 1900. Oskar Kreis w Bazylei opisał skuteczną analgezję dolnych części ciała u sześciu rodzących po podpajęczynówkowym podaniu kokainy [1]. Okupione to zostało niestety nudnościami, wymiotami i popunkcyjnymi bólami głowy u większości pacjentek, co spowodowało osłabienie entuzjazmu do dalszego stosowania tej metody.

W 1909 roku Walter Stoeckel jako pierwszy opisał analgezję porodu z wykorzystaniem zewnątrzoponowego podania leków [2]. Technika polegała na podaniu do przestrzeni zewnątrzoponowej przez rozwór krzyżowy 30-35 ml 0,5% prokainy z dodatkiem adrenaliny. Na 141 rodzących 111 określiło tę metodę jako skuteczną lub bardzo skuteczną. W tamtych czasach alternatywą dla tego postępowania była analgosedacja przy użyciu morfiny i skopolaminy lub też próba wykonania znieczulenia podpajęczynówkowego. Dlatego

autor zauważył także inne zalety analgezji zewnątrzoponowej – pacjentki były przytomne, współpracujące, nie miały kłopotów z oddychaniem ani popunkcyjnych bólów głowy po porodzie.

Współcześnie, mimo wysokiej zdolności zwalczania bólu porodowego, nieskuteczność analgezji zewnątrzoponowej opisywana w piśmiennictwie jako „nie działający cewnik zewnątrzoponowy” – kształtuje się na poziomie 8-23% [3,4]. Z pomocą w określeniu, czy analgezja regionalna porodu jest skuteczna, przychodzi metoda Delphi opisana przez Thangamuthu [3]. Wypełnienie jednego lub więcej z poniższych kryteriów pozwala rozpoznać nie działający cewnik zewnątrzoponowy:

- niewystarczająca analgezja po 45 minutach od podania leków,
- wymagana repozycja cewnika lub zaniechanie techniki,
- niezamierzone nakłucie opony,
- niezadowolenie pacjentki z analgezji porodu w trakcie wizyty poporodowej (follow-up).

Punkt pierwszy jest najczęściej używanym kryterium przy rozpoznaniu nie działającego cewnika zewnątrzoponowego. Dlatego ważny jest regularny nadzór i ocena skuteczności analgetycznej pierwszej i kolejnych dawek leków podawanych do cewnika zewnątrzoponowego [5].

Na każdym etapie procedury można znaleźć elementy, które mogą mieć wpływ na końcowy sukces (lub brak) analgezji regionalnej porodu.

Rozmowa kwalifikacyjna

Odpowiednio przeprowadzona rozmowa o tym, jak będzie wyglądać wykonanie znieczulenia, co pacjentka może odczuwać w trakcie i po zabiegu oraz uprzedzanie pacjentki w trakcie zabiegu o manipulacjach mogących być dla niej nieprzyjemnymi to bardzo ważna składowa końcowego sukcesu analgezji porodu. Nadmierny lęk zmienia percepcję bodźców pacjentów w trakcie procedury medycznej – mogą nadmiernie odbierać negatywne bodźce, łatwiej identyfikują niejednoznaczne bodźce jako negatywne i łatwiej zachowują w pamięci negatywne wspomnienia [6]. Wzajemne zrozumienie, a także poznanie wzajemnych oczekiwań pozwalają uniknąć późniejszych nieporozumień i uzyskać zakładany poziom satysfakcji rodzącej.

Trudno natomiast jednoznacznie określić, jaka ilość informacji jest konieczna, by zmniejszyć lęk

rodzącej. Należy wykazać się elastycznością i dostosować do zastanej sytuacji.

Pozycja

Analgezja porodu wykonywana jest u pacjentki leżącej na boku lub siedzącej. Wybór pozycji pacjentki najczęściej uwarunkowany jest preferencją anestezjologa. Nie udowodniono wyższości jednej pozycji nad drugą, ale warto wspomnieć o kilku elementach, jakie mogą mieć wpływ na końcowy sukces. Zmiany w przestrzeni zewnątrzoponowej pojawiają się od początku ciąży i nasilają się wraz z jej wiekiem. Wzrastające ciśnienie śródbrzusze wywołane przez rosnącą macicę i wzrost masy ciała powoduje zwiększone „upakowanie” przestrzeni zewnątrzoponowej tkanką tłuszczową oraz powiększoną siecią spłotów żylnych [7]. Pozycja siedząca może, na zasadzie hydrostatyki, sprzyjać dodatkowemu wypełnieniu spłotów żylnych krwią, co może zwiększać prawdopodobieństwo kaniulacji spłotu żylnego cewnikiem zewnątrzoponowym. Dodatkowo pozycja siedząca w stosunku do leżącej na boku sprzyja możliwości swobodnego poruszania się rodzącej we wszystkich kierunkach, co może skutecznie utrudniać pracę anestezjologowi i zwiększać prawdopodobieństwo przypadkowej punkcji opony [8].

Pozycja, w jakiej znajduje się pacjentka może mieć również wpływ na zakres znieczulenia. W zaawansowanym okresie porodu, kiedy analgezją pragniemy objąć segmenty krzyżowe, pozycja siedząca może to ułatwić. Zupełnie odwrotną jest sytuacja, kiedy problemem jest „wyciągnięcie” poziomu znieczulenia w górę. Wtedy pozycja siedząca nie jest najlepszym rozwiązaniem.

Po podaniu pierwszej dawki układając pacjentkę na plecach należy pamiętać o ryzyku wystąpienia zespołu aortalno-kawalnego. Lepszym rozwiązaniem wydaje się pozostawienie lub ułożenie pacjentki na boku i zmiana boku po ok 8-10 minutach w celu równomiernej dystrybucji leków w przestrzeni zewnątrzoponowej.

Technika

Wybór metody analgezji neuroosiowej oraz jej kontynuacji zależy od wielu czynników. Obecnie w arsenale możliwości wymienić można:

*SSSA – single shot spinal analgesia

*CSA – continous spinal analgesia

*LEA – labour epidural analgesia

*CSE- combined spinal-epidural (analgesia)

- *DPE – dural puncture epidural
- *IEB – intermittent epidural boluses
- *CEI – continuous epidural infusion
- *PCEA – patient controlled epidural analgesia
- *PIEB – programmed intermittent epidural boluses

Jednym z kryteriów wyboru techniki jest zaawansowanie porodu. W początkowym okresie porodu preferowana metoda analgezji to analgeza zewnątrzoponowa, połączona podpajęczynówkowa i zewnątrzoponowa lub DPE, czyli technika polegająca na wykonaniu nakłucia opony pajęczej bez podania leków do przestrzeni podpajęczej, a następnie wykonaniu standardowego znieczulenia zewnątrzoponowego. W wielu ośrodkach technika CSE jest standardem postępowania. W zależności od etapu porodu i zaawansowania bólowego możliwe jest podpajęczynówkowe podanie samego opioidu lub opioidu z lekiem miejscowo znieczulającym. Zaletami tej metody są: szybki początek działania, dobra analgeza segmentów krzyżowych, lepsza jakość analgezji jako całości oraz poprawa skuteczności składowej zewnątrzoponowej [9,26]. W przypadku wątpliwości co do położenia igły w przestrzeni zewnątrzoponowej, wypływ płynu mózgowo-rdzeniowego z igły do znieczulenia podpajęczynówkowego potwierdza zarówno prawidłowe położenie igły zewnątrzoponowej, jak i jej centralne położenie (brak lateralizacji) [10].

Jeżeli pomimo braku wypływu płynu mózgowo-rdzeniowego przez igłę podpajęczynówkową cewnik zewnątrzoponowy zostanie wprowadzony, to w 29% przypadków można się liczyć z tym, że nie będzie on prawidłowo funkcjonował. W przypadku potwierdzenia pozycji igieł odsetek ten wynosi tylko 4% [10].

Podobna idea potwierdzenia położenia końca igły w przestrzeni zewnątrzoponowej poprzez prawidłową identyfikację przestrzeni podpajęczej ma zastosowanie w metodzie DPE. Różnica zasadnicza polega na tym, że pacjentka nie otrzymuje żadnych leków podpajęczynówkowo, tylko przez cewnik do przestrzeni zewnątrzoponowej. Powstały otwór w oponie ma ułatwić komunikowanie się leków między obiema przestrzeniami, ale w sposób mniej gwałtowny niż jak w przypadku podania leków bezpośrednio podpajęczynówkowo w technice CSE. A zatem spodziewać się można mniej incydentów bradykardii płodu, świądu i hipotensji u rodzącej. W tej metodzie od razu potwierdzone jest prawidłowe (lub nie) funkcjonowanie cewnika zewnątrzoponowego, co w metodzie CSE jest odroczone w czasie. Pomimo potencjalnych zalet

metoda ta daje w badaniach niejednorodne wyniki i za wcześniej jest by ją rekomendować do rutynowego użycia [11].

Rozważając samą technikę identyfikacji przestrzeni zewnątrzoponowej należy zwrócić uwagę na kilka elementów. Pierwszy to wybór metody identyfikacji spadku oporu: powietrze, czy sól. Nadmierne wstrzykiwanie powietrza przy identyfikacji przestrzeni zewnątrzoponowej może powodować w efekcie utrudnienie rozprzestrzeniania się leków i powstanie segmentów nieznieczulonych a nawet odmy śródczaszkowej [12,13]. Z kolei identyfikacja przy użyciu soli fizjologicznej powoduje wytworzenie przestrzeni płynowej, ułatwiając wprowadzenie cewnika zewnątrzoponowego i zmniejszając szanse na kaniulację spłotów żylnych [14]. Minusem tej techniki jest konieczność zdobycia doświadczenia, aby umieć odróżnić „mokry cewnik” od cewnika znajdującego się w przestrzeni podpajęczynówkowej. Mając to wszystko na uwadze najważniejsze jest, by używać techniki którą ma się opanowaną najlepiej, przy zachowaniu podobnej skuteczności obu metod [10].

Kolejny element to preferowanie cewników o typie „soft tip”, które trudniej kaleczą spłoty żyłne niż np. sztywne cewniki nylonowe. Nie powinny być używane cewniki zakończone tylko jednym otworem na końcu. Sprzyja to lateralizacji analgezji w sytuacji migracji cewnika lub przy specyficznej anatomii przestrzeni zewnątrzoponowej. Należy także zwrócić uwagę na identyfikowanie przestrzeni zewnątrzoponowej igłą ułożoną ścięciem równoległe do osi kręgosłupa, czyli wzdłuż hipotetycznego przebiegu włókien opony twardej. Jeżeli dojdzie do przypadkowej punkcji opony twardej ma to ułatwić zamykanie się powstałego rozwarstwienia i zmniejszyć szanse wystąpienia zespołu popunkcyjnego [15,16].

W sytuacji przypadkowego nakłucia opony rozważyć należy wycofanie igły i ponowną identyfikację przestrzeni zewnątrzoponowej. Może to jednak spowodować powtórne nakłucie opony i zwiększyć szanse na wystąpienie popunkcyjnych bólów głowy i w efekcie konieczności leczenia zespołu popunkcyjnego. Alternatywne postępowanie to pozostawienie cewnika zewnątrzoponowego w przestrzeni podpajęczynówkowej i rozpoczęcie ciągłej analgezji podpajęczynówkowej porodu. Uzyskana w ten sposób analgeza jest doskonałej jakości i w prosty i szybki sposób można ją pogłębić, jeżeli zaistnieje potrzeba wykonania cięcia cesarskiego. Pozostawienie cewnika zewnątrzopono-

wego w przestrzeni podpajęczynówkowej ma także sprzyjać zmniejszeniu się odsetka popunkcyjnych bólów głowy, aczkolwiek w ostatniej analizie wyniki nie są jednoznaczne, co nakazuje dalszą analizę skuteczności tego postępowania [17].

Leki

W analgezji zewnątrzoponowej porodu, poruszając się w zakresie standardowo dostępnych leków (bupiwakaina, ropiwakaina), należy używać jak najmniejszych skutecznych stężeń. Analgezja porodu nie powinna zaburzać możliwości swobodnego poruszania się pacjentki w obrębie łóżka oraz sali. Dla bupiwakainy jest to zakres stężenia 0,0625-0,125%, dla ropiwakainy 0,1-0,2%. Porównanie MLAC ropiwakainy do bupiwakainy wynosi 0,6:1, dlatego ropiwakaina jako lek słabszy wymaga użycia wyższych stężeń [18,19]. Jeżeli po zastosowaniu określonego stężenia leku zakres znieczulenia jest prawidłowy, ale mamy do czynienia z bólami przelamującymi na szczycie skurczu, należy użyć roztworu leku bardziej stężonego, wyważając balans między efektem analgetycznym a blokiem motorycznym. Pacjentka może zaakceptować pewne niedogodności na szczycie skurczu w zamian za możliwość swobodnego przyjmowania pozycji w trakcie porodu, ale tu ważna jest merytoryczna rozmowa i wspólne podjęcie decyzji przez pacjentkę i anestezjologa co do dalszej wizji przebiegu analgezji porodu.

Dodanie opioidu do roztworu leku miejscowo znieczulającego pozwala na osiągnięcie jeszcze lepszej jakości analgezji zewnątrzoponowej, zwiększa znacząco komfort rodzącej poprzez hamowanie komponenty trzewnej bólu porodowego, co jest szczególnie przydatne w walce z bólem przebijającym na szczycie skurczu. Dodanie opioidu zmniejsza też zapotrzebowanie na lek miejscowo znieczulający, pozwalając na użycie jeszcze mniejszych stężeń analgetycznych. Udowodniono, że stosowanie bupiwakainy w stężeniu $< 0,1\%$ zmniejsza ilość porodów instrumentalnych i zmniejsza blokadę motoryczną w porównaniu do stężeń $> 0,1\%$ [21]. Standardowo używane opioidy (fentanyl, sufentanyl) pozwalają na redukcję MLAC nawet o 90% [18-20]. Dawki opioidów używane w analgezji porodu to fentanyl 2 $\mu\text{g/ml}$ i sufentanyl 1 $\mu\text{g/ml}$ roztworu leku miejscowo znieczulającego.

Na zakres i skuteczność analgezji zewnątrzoponowej mają także wpływ: objętość, stosowanie bolusów i prędkość podawania leku. Lek podany do przestrzeni

zewnątrzooponowej rozprzestrzenia się niejednorodnie, „przeciskając się” pomiędzy strukturami w miejscach mniejszego oporu [22]. Dlatego zdecydowanie lepszą strategią w przypadku problemu z osiągnięciem dobrej analgezji jest podawanie leków w większej objętości i w bolusach niż we wlewie ciągłym [24,25]. Taka strategia powoduje także zmniejszenie całkowitej dawki leku i zmniejszenie blokady motorycznej w porównaniu do zewnątrzoponowego wlewu ciągłego [23].

Anatomia przestrzeni zewnątrzoponowej a położenie cewnika i rozprzestrzenianie się leku

W epidurogramach prawidłowo działających znieczuleń zewnątrzoponowych cewnik znajduje się w przestrzeni zewnątrzoponowej, a lek (kontrast) rozprzestrzenia się kilka segmentów w górę, około 1-3 segmenty w dół i opuszcza przestrzeń zewnątrzoponową przez otwory międzykręgowe wraz z przebiegiem pochewek korzeni nerwowych [27]. Czasami obserwuje się jednak tak zwane znieczulenie „w łaty”, jednostronne lub ograniczone do pewnego obszaru dermatomów. Powodów tego może być kilka i są związane z cewnikiem nieznajdującym się w przestrzeni zewnątrzoponowej lub lekiem, który nie rozprzestrzenia się prawidłowo.

Cewnik może opuścić przestrzeń zewnątrzoponową poprzez otwór międzykręgowy. Najczęściej jest to związane z za głębokim wprowadzeniem cewnika, choć może on opuścić przestrzeń zewnątrzoponową najbliższym otworem po wprowadzeniu zaledwie na 2,5 cm. Objawy typowe to jednostronny blok, ale ograniczony do kilku (2-3) sąsiednich dermatomów przy braku jakichkolwiek problemów przy identyfikacji przestrzeni zewnątrzoponowej. Rozwiązanie to delikatne podciągnięcie cewnika tak, by pozostawić końcówkę 3-5 cm w przestrzeni zewnątrzoponowej.

Kolejna sytuacja kliniczna to blok jednostronny (ale w pełnym zakresie) lub blok z niezablokowanymi segmentami (jedno lub obustronnie). W tej sytuacji cewnik najczęściej położony jest prawidłowo, ale istnieje przeszkoda utrudniająca dobre rozprzestrzenianie się leku. Może być za to odpowiedzialna *plica mediana dorsalis*, łącznotkankowa przegroda, mogąca przyjmować wiele modyfikacji kształtu, łącząca najczęściej więzadło żółte z oponą twardą [28]. Przegroda ta zazwyczaj oddziela obie strony przestrzeni zewnątrzoponowej, ale kończy się na pewnej wysokości.

Dlatego też dodanie kolejnej objętości leku miejscowo znieczulającego może spowodować „przelanie się” leku na stronę nieznieczuloną, jednak z dużym ryzykiem rozwoju bloku o gorszej jakości. W sytuacji utrzymującej się blokady jednostronnej konieczna jest repozycja cewnika. Logicznym rozwiązaniem wydaje się wtedy dostęp boczny od strony nieznieczulonej lub dołożenie w ten sam sposób drugiego cewnika zewnątrzoponowego [28].

Przyczyną rozwoju bloku jednostronnego mogą być także zablokowane otwory wypływowe cewnika zewnątrzoponowego, szczególnie jeśli cewnik jest długo utrzymywany w przestrzeni zewnątrzoponowej.

Jeżeli pomimo dodatkowych dawek nie można osiągnąć bloku o wymaganym zakresie (za niski blok lub brak blokady segmentów krzyżowych), odpowiedzialna może być za to powięź wywodząca się z więzadła podłużnego tylnego kręgosłupa, która może „murować” otwory międzykręgowo uniemożliwiając rozprzestrzenianie się leku. W epidurogramach widać nagromadzenie się kontrastu w obszarze linii pośrodkowej w tylnej przestrzeni zewnątrzoponowej i brak obrazu „drzewka świątecznego” spowodowany zamknięciem otworów międzykręgowych w rejonie nieobjętym znieczuleniem. W tej sytuacji pomoc może ostrożne dołożenie składowej analgezji podpajęczynówkowej.

Jeżeli cewnik zewnątrzoponowy zostanie wprowadzony przypadkowo pomiędzy oponę twardą i podpajęczą, może dojść do rozwoju bloku podtwardówkowego (supdural). Podanie leku miejscowo znieczulającego do tej hipotetycznej przestrzeni daje blok rozwijający się bardzo powoli, o zaskakująco wysokim poziomie analgezji, często niejednorodnym („w łaty”), mogący nawet doprowadzić do całkowitego znieczulenia rdzeniowego [29].

Objawem sugerującym blok podtwardówkowy, ale mogącym się pojawić także w przypadku wysokiego bloku zewnątrzoponowego, jest zespół Hornera [30]. Powstaje w wyniku blokady współczulnej głowy i szyi: porażenie ośrodków rdzaskowo-rdzeniowego C8-T2 (nawet C6-T4) (a następnie zwój przykręgowy szyjny dolny i środkowy → zwój szyjny górny → włókna pozazwojowe do oczodołu, unerwiając mięsień oczodołowy, dźwigacz powieki górnej i rozszerzający źrenicę). Objawy to:

- wąska źrenica,
- opadnięta górna powieka,
- sucha, czerwona skóra,
- zapadnięta gałka oczna,
- obrzęk śluzówki nosa.

Pojawia się po około godzinie od podania leku, znika po około 2 godzinach. Nie powinien być powodem przerwania analgezji porodu, ale wymaga bacznej obserwacji pacjentki przy kolejnych dawkach, ewentualnie repozycji cewnika zewnątrzoponowego przy niezadawalającej analgezji.

Ostatnim, prozaicznym powodem niepowodzenia analgezji porodu jest wysunięcie się cewnika z przestrzeni zewnątrzoponowej. Spowodowane jest to zbyt ciasnym oklejeniem cewnika w miejscu jego wnikięcia przez skórę, co powoduje jego systematyczne „podciąganie” przy ruchach pacjentki. W efekcie kolejny bolus okazuje się całkowicie nieskuteczny i wymaga to ponownego założenia cewnika zewnątrzoponowego.

Podsumowanie

Analgezja regionalna porodu to określenie skrywające wiele wariantów technicznych i możliwości jej wykonania. Umożliwia to anestezjologowi zastosowanie odpowiedniej metody dostosowanej do pacjentki i jej obciążeń oraz do etapu porodu. Oprócz wiedzy teoretycznej lekarzowi potrzebne są także doświadczenie i umiejętności manualne. Te trzy elementy połączone z odpowiednią relacją słowną i empatią z rodzącą są kluczem do sukcesu. Na każdym etapie wykonywania i prowadzenia analgezji porodu anestezjolog może podjąć decyzje, które ułatwią wykonanie zabiegu lub pozwolą pokonać napotkane trudności, mając na uwadze bezpieczeństwo i komfort matki oraz płodu.

Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

Adres do korespondencji / Correspondence address

✉ Maciej Łapoc

Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii,

Szpital Bielański

ul. Ceglowska 80; 01-809 Warszawa

☎ (+48 22) 569 03 53

✉ mlapoc@icloud.com

Piśmiennictwo/References

1. Kreis O. Über Medullarnarkose bei Gebärenden. *Zentralbl Gynakol.* 1900;28:724-9.
2. Stoeckel W. Über sacrale Anästhesie. *Zentralbl Gynakol.* 1909;33:1-15.
3. Thangamuthu A, Russell IF, Purva M. Epidural failure rate using a standardised definition. *Int J Obstet Anesth.* 2013;22:310-5.
4. Arendt K, Segal S. Why epidurals do not work. *Rev Obstet Gynecol.* 2008;1(2):49-55.
5. Leffert L. What's New in Obstetric Anesthesia: The 2014 Gerard W. Ostheimer Lecture. *Anesth Analg.* 2015;120(5):1065-73.
6. Salmon P. *Psychology of medicine and surgery.* Chichester, UK: Wiley; 2000.
7. Igarashi T, Hirabayashi Y, Shimizu R, Saitoh K, Fukuda H, Suzuki H. The fiberoptic findings of the epidural space in pregnant women. *Anesthesiology.* 2000;92:1631-6.
8. Bahar M, Chanimov M, Cohen ML, Friedland M, Shul I, Gofman V, et al. The lateral recumbent head-down position decreases the incidence of epidural venous puncture during catheter insertion in obese parturients. *Can J Anesth.* 2004;51:577.
9. Landau R. Combined spinal-epidural analgesia for labour: breakthrough or unjustified invasion? *Semin Perinatol.* 2002;26:109-21.
10. Grondin LS, Nelson K, Ross V, Aponte O, Lee S, Pan PH. Success of spinal and epidural labour analgesia: comparison of loss of resistance technique using air vs saline in combined spinal-epidural analgesia technique. *Anesthesiology.* 2009;111(1):165-72.
11. Hessen M, Rijs K, Rossaint R, Klimek M. Dural puncture epidural versus conventional epidural block for labour analgesia: a systematic review of randomized controlled trials. *Int J Obst Anesth.* 2019;40:24-31.
12. Valentine SJ, Jarvis AP, Shutt LE. Comparative study of the effects of air or saline to identify the extradural space. *Br J Anaesth.* 1991;66:224-7.
13. Beilin Y, Arnold I, Telfeyan C, Bernstein HH, Hossain S. Quality of analgesia when air versus saline is used for identification of the epidural space in the parturient. *Reg Anesth Pain Med.* 2000;25:596-9.
14. Gadalla F, Lee SH, Choi KC, Fong J, Gomillion MC, Leighton BL. Injecting saline through the epidural needle decreases the iv epidural catheter placement rate during combined spinal-epidural labour analgesia. *Can J Anesth.* 2003;50:382-5.
15. Russell R, Laxton C, Lucas DN, Niewiarowski J, Scrutton M, Stocks G. Treatment of obstetric post-dural puncture headache. Part 1: conservative and pharmacological management. *Int J Obst Anesth.* 2019;38:93-103.
16. Russell R, Laxton C, Lucas DN, Niewiarowski J, Scrutton M, Stocks G. Treatment of obstetric post-dural puncture headache. Part 2: epidural blood patch. *Int J Obst Anesth.* 2019;38:104-18.
17. Heesen M, Hilber N, Rijs K, van der Marel C, Rossaint R, Schäffer L, et al. Intrathecal catheterisation after observed accidental dural puncture in labouring women: update of a meta-analysis and a trial-sequential analysis. *Int J Obst Anesth.* 2020;41:71-82.
18. Polley LS, Columb MO, Naughton NN, Wagner DS, van de Ven CJM. Relative analgesic potencies of ropivacaine and bupivacaine for epidural analgesia in labor. *Anesthesiology.* 1999;90:944-50.
19. Capogna G, Celleno D, Fusco P, Lyons G, Columb M. Relative potencies of bupivacaine and ropivacaine for analgesia in labour. *Br J Anaesth.* 1999;82:371-3.
20. Buysse I, Stockman W, Columb M, Vandermeersch E, Van de Velde M. Effect of sufentanil on minimum local analgesic concentrations of epidural bupivacaine, ropivacaine and levobupivacaine in nullipara in early labour. *Int J Obst Anesth.* 2007;16:22-8.
21. Sultan P, Murphy C, Halpern S, Carvalho B. The effect of low concentrations versus high concentrations of local anesthetics for labour analgesia on obstetric and anesthetic outcomes: a meta-analysis. *Can J Anesth.* 2013;60:840-54.
22. Hogan Q. Distribution of solution in the epidural space: Examination by cryomicrotome section. *Reg Anesth Pain Med.* 2002;27(2):150-6.
23. McKenzie CP. Programmed intermittent epidural boluses for maintenance of labor analgesia: an impact study. *Int J Obst Anesth.* 2016;26:32-8.
24. Wong S, Ratliff JT, Sullivan JT, Scavone BM, Toledo P, McCarthy RJ. A randomized comparison of programmed intermittent epidural bolus with continuous epidural infusion for labor analgesia. *Anesth Analg.* 2006;102:904-9.
25. Kaynar AM, Shankar KB. Epidural infusion: continuous or bolus? *Anesth Analg.* 1999;89:534.
26. Lee S, Lew E, Lim Y, Sia AT. Failure of augmentation of labor epidural analgesia for intrapartum cesarean delivery: a retrospective review. *Anesth Analg.* 2009;108:252-4.
27. Collier CB. Why obstetric epidurals fail: a study of epidurograms. *Int J Obst Anesth.* 1996;5:19-31.
28. Savolaine ER, Pandya JB, Greenblatt SH, Conover SR. Anatomy of the human lumbar epidural space: new insights using CT-epidurography. *Anesthesiology.* 1988;68:217-20.
29. Collier CB. Accidental subdural injection during attempted lumbar epidural block may present as a failed or inadequate block: radiographic evidence. *Reg Anesth Pain Med.* 2004;29:45-51.
30. Chambers DJ. Horner's syndrome following obstetric neuraxial blockade – a systematic review of the literature. *Int J Obstet Anesth.* 2018 Aug;35:75-87.