

ARTYKUŁ POGLĄDOWY/REVIEW PAPER

Otrzymano/Submitted: 19.04.2016 • Zaakceptowano/Accepted: 06.06.2016

© Akademia Medycyny

Blokady centralne u dzieci (czy warto!/?) ***Central blockade in children (is it worth it!/?)***

Małgorzata Domagalska¹, Grzegorz Kowalski²

¹ Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii Dzieci, Szpital Dziecięcy
im. B. Krysiewicza w Poznaniu

² Katedra Kliniki Medycyny Paliatywnej, Uniwersytet Medyczny
im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu



Streszczenie

Blokady centralne u dzieci, choć opisywane niewiele później niż u dorosłych, wiele lat nie mogły stać się w praktyce standardem postępowania. Znieczulenie dziecka, ciągle rozwijającego się niedojrzałego organizmu powoduje konieczność zachowania szczególnej ostrożności i dbałość o zastosowanie jak najbardziej bezpiecznych środków i technik. Blokady centralne są jednym z elementów zapewniających tę zasadę. Wymagają one oczywiście pamiętania o różnicach anatomiczno-fizjologicznych, zapewnienia bezwzględnie bezpiecznych warunków do ich wykonania i zapewnienia możliwości monitorowania w okresie pooperacyjnym. Są stosowane w zabiegach dotyczących kończyn dolnych, jamy brzusznej, klatki piersiowej, w postępowaniu przeciw bólowym w bólach ostrych i dolegliwościach przewlekłych. Podstawowym przeciwwskazaniem wykonania blokady u dzieci jest brak zgody rodziców lub opiekunów prawnych. Blokady centralne pozwalają na bezpieczne przeprowadzenie dziecka przez operacje i okres pooperacyjny, przyspieszają wdrożenie ewentualnej rehabilitacji, skracają czas leczenia i czas powrotu dziecka do zdrowia. *Anestezjologia i Ratownictwo 2016; 10: 203-218.*

Słowa kluczowe: blokady centralne, zewnątrzoponowe, podpajęczynówkowe, dzieci, znieczulenie

Abstract

Central blockades in children were described a little bit later than in adults but for many years they could not become a standard procedure. The anaesthesia of the child, still growing immature organism makes necessity to preserve particular caution and attentiveness for using the most safe drugs and technics. The central blockades are one of the elements that provide that rule. They of course require to remember about the anatomical and physiological differences, to assure absolutely safe requirements for the procedure and assure the possibility for monitoring before, during and after operation. They are used in many procedures affecting lower extremities, abdomen, chest, analgesia in acute pain and in chronic conditions. The contraindications are the same like in adults, the primary one is the lack of parental permission. Possible complications are not frequent and do not eliminate this technic from use. The central blockades allow safe put through the operation and after operation period, they speed up implement of prospective rehabilitation, and shorten the duration of treatment and child mind wellness. *Anestezjologia i Ratownictwo 2016; 10: 203-218.*

Keywords: central blockade, epidural, intrathecal, children, anaesthesia

Wstęp

Już Egipcjanie 2500 lat p.n.e. stosowali „anestezję regionalną” do zabiegów rytualnego obrzezania. W historii nowożytnej wiele lat później w 1884 r. Koller odkrył, że kokaina może być użyta jako „lokalny anestetyk” [1]. Jednak dopiero w 1889 r. August Biere opisał pierwsze udane znieczulenie podpajęczynówkowe u 11-letniego chłopca z guzem uda [2]. Bainbridge [3] w 1899 r. wykonał blokadę podpajęczynówkową u 3-miesięcznego niemowlęcia z uwięzioną przepukliną pachwinową. Następnie Tyrell Gray [4] w 1909 r., Berkowitz i Greene [5] w 1950 r. opisywali znieczulenie podpajęczynówkowe jako doskonałą alternatywę dla znieczulenia ogólnego. Pierwsze doniesienia o znieczuleniach zewnątrzoponowych z dostępu krzyżowego w pediatrii pojawiły się w 1933 r. [6], a kolejne dopiero w 1951 r. – Leigh i Belton. Znieczulenie zewnątrzoponowe u dzieci zyskuje na popularności w latach 50. i 60. ubiegłego stulecia. Po publikacjach Ruschtona [7], Lourey i McDonalda [8] znieczulenia krzyżowe były powszechnie stosowane do zabiegów w obrębie podbrzusza, prącia i kończyn dolnych. W latach 70. narastało zainteresowanie regionalną anestezją wraz ze świadomością, że dzieci także odczuwają ból. Schulte Steinberg [9] opisał poziomy wysokości znieczulenia w zależności od objętości podanej 1% lignokainy. W latach 80. następuje rozwój anestezji regionalnej, wraz z rozwojem nowych technik, zastosowaniem nowych typów igieł i cewników.

W 1984 r. Chris Abajian przedstawił znieczulenie podpajęczynówkowe jako alternatywę dla znieczulenia ogólnego u eks-wcześnieaków z grupy wysokiego ryzyka pozwalającą na ograniczenie pooperacyjnych epizodów bezdechów i bradykardii [10]. Od tego czasu znieczulenie podpajęczynówkowe stało się standardem w anestezji wcześnieaków [11,12] w stanie zagrożenia życia. Pomimo rosnącego zainteresowania anestezją regionalną to znieczulenie ogólne było ciągle złotym standardem, ze względu na obawę przed powikłaniami neurologicznymi u pacjenta pod wpływem analgosedacji [1]. W 1998 r. ponad 50 anestezjologów opublikowało artykuł ukazujący, że bezpieczniej jest wykonać znieczulenie regionalne u dziecka pod wpływem znieczulenia ogólnego niż u pacjenta przytomnego i pobudzonego [13]. Później wielu autorów publikowało prace opisujące nowe techniki, stosowane anestetyki i adjuwanty [14-16]. Część eksperymentalnych badań na zwierzętach dowodzi, że anestezja ogólna może

prowadzić do uszkodzeń funkcjonalnych i neurobehavioralnych rozwijającego się mózgu [17]. W ostatnich latach pojawia się coraz więcej publikacji dowodzących neurotoksyczności leków używanych w znieczuleniu ogólnym, ze szczególnie niekorzystnym wpływem na rozwijające się tkanki mózgu, zwłaszcza u noworodków i niemowląt [18]. Fakt, że anestetyki mogą powodować uszkodzenie tkanki nerwowej u ludzi nie jest udowodniony, mimo to każda możliwość powodująca zmniejszenie czy ograniczenie ich dawki wydaje się być celowa. To może być jednym z powodów u wielu anestezjologów do preferowania technik regionalnych zwłaszcza u dzieci [19]. Dzisiaj regionalna anestezja ma niezastąpioną pozycję jako technika znieczulenia w szeregu zabiegach operacyjnych, w leczeniu bólu pooperacyjnego i bólu przewlekłego.

Blokady centralne – technika wykonania

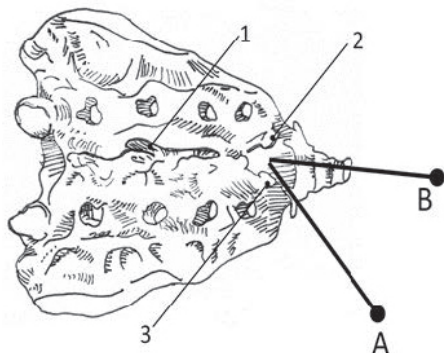
Najczęściej stosowane dostępy do wykonania blokad centralnych:

▪ Dostęp z rozworu krzyżowego

Blokada z dostępu krzyżowego jest najpopularniejszą techniką blokady stosowaną u dzieci. Jest często stosowaną techniką w chirurgii jednego dnia ze względu na zapewnienie doskonałej analgezji okołoperacyjnej z minimalną ilością działań ubocznych. Technika wykonania jest prosta i bezpieczna. Dziecko jest ułożone na boku z kolanami przygiętymi do brzucha, należy zidentyfikować kolce biodrowe tylne górne, rozwór jest wierzchołkiem trójkąta. Palcem, kciukiem jednej ręki zsuwając się po grzebieniu kolczystym pośrodkowym kości krzyżowej identyfikujemy rozwór krzyżowy. Opuszcza palca wpada w zagłębienie ograniczone z obu boków guzkami krzyżowymi. Po dezynfekcji skóry, trzymając igłę w drugiej ręce, (igła 20-22 G, może być to kaniuła dożylna – wenflon), wkłuwamy ją prostopadle w miejscu zagłębienia, przechodzimy przez więzadło krzyżowo-guziczne aż do oporu kostnego. Stanowi go blaszka przednia rozworu (rycina 1A). Igłę następnie wycofujemy, zmieniamy kąt wkłucia na około 30° (rycina 1B) i wsuwamy ją, lub tylko miękką kaniulę (zmniejsza ryzyko nakłucia naczynia czy przestrzeni podpajęczynówkowej), do kanału krzyżowego.

W przypadku gdy chcemy wykonać blokadę zewnątrzoponową sprawdzamy czy przez wkłutą igłę nie wypływa płyn mózgowo-rdzeniowy. Podajemy zaplanowaną objętość środka przeciwbólowego. Przy

zastosowaniu dłuższych igieł wykonujemy blokadę podpajęczynówkową, wkłuwamy igłę aż do pojawienia się płynu mózgowo-rdzeniowego. Przestrzeń podpajęczynówkowa kończy się na poziomie S1-S3 a odległość od rozworu waha się od 1,5 do 7,5 cm.

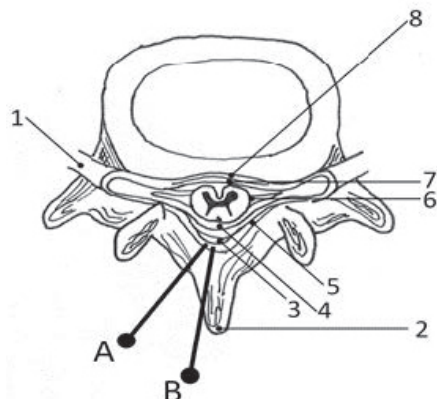


Rycina 1. Dostęp z rozworu krzyżowego:

A – pozycja igły wyjściowa, prostopadła do blaszki przedniej rozworu krzyżowego; B – pozycja igły po wprowadzeniu do kanału krzyżowego (pod kątem około 30°)

1 - grzebień pośrodkowy kości krzyżowej; 2-guzek krzyżowy prawy; dostęp międzykręgowy pośrodkowy - w linii środkowej kręgosłupa; 3 - guzek krzyżowy lewy; dostęp przykręgosłupowy boczny – około 0,5-2 cm bocznie od linii środkowej kręgosłupa
Figure 1. Sacral hiatus access: A – position of access needle lateral to anterior lamella of sacral hiatus; B - position of needle after inserting into spinal canal
1 - median sacral crest; 2 - right sacrococcygeal notch; medial intervertebral access; 3 - left sacrococcygeal notch; lateral paravertebral access

Dziecko w ułożeniu na boku, z kolanami przygiętymi do brzucha, starsze dzieci, współpracujące w pozycji siedzącej. Po dezynfekcji skóry wkłuwamy igłę w przestrzeni międzykręgowej, powyżej wyrostka kolczystego, w linii środkowej kręgosłupa (rycina 2B). Igłę kierujemy prostopadle lub lekko dogłowowo. W dostępie bocznym, igłę wkłuwamy na szczycie wyrostka kolczystego 0,5 do 2 cm do boku od linii środkowej kręgosłupa (rycina 2A), kierujemy przyśrodkowo, dogłowowo pod kątem około 30°. Igła przechodzi przez skórę, tkankę podskórną, więzadło nadkolcowe, więzadło międzykolcowe, więzadło żółte. Koniec igły znajduje się w przestrzeni zewnątrzoponowej, wkłuwając igłę głębiej przechodzi ona przez oponę twardą i znajduje się w przestrzeni podpajęczynówkowej.



Rycina 2. Dostęp: A – boczny; B – pośrodkowy

1 - nerw rdzeniowy; 2 - wyrostek kolczysty; 3 - przestrzeń zewnątrzoponowa; 4 - przestrzeń podpajęczynówkowa; 5 - więzadło żółte; 6 - opona miękka; 7- opona pajęczcza; 8 - opona twarda
Figure 2. Access: A – lateral; B – medial
1 - spinal nerve; 2 - spinous process; 3 - epidural space; 4 - subarachnoid space; 5 - ligamenta flava; 6 - pia; 7 - arachnoidea; 8 - dura mater

Wykorzystanie ultrasonografii w blokadach centralnych umożliwia dokładną identyfikację przestrzeni międzykręgowych, linii pośrodkowej kręgosłupa, umożliwia precyzyjne określenie miejsca i kąta wprowadzenia igły. Ma to szczególne znaczenie w pediatrii, gdyż zmniejsza ilość prób wprowadzenia igły oraz liczbę kontaktów igły z kością [20]. U dorosłych i dużych dzieci najlepszą głowicą jest convexova (2-5 MHz), u mniejszych dzieci można wykorzystywać głowicę liniową.

Ważnymi elementami w obrazie usg jest: identyfikacja linii pośrodkowej, przestrzeni międzywyrostkowej i kompleksów: przedniego (opona twarda, więzadło podłużne tylne, trzon kręgu) i tylnego (więzadło żółte, przestrzeń zewnątrzoponowa, opona twarda). Odległość pomiędzy kompleksem tylnym a powierzchnią skóry określa głębokość, na jaką należy wprowadzić igłę by zlokalizować przestrzeń zewnątrzoponową.

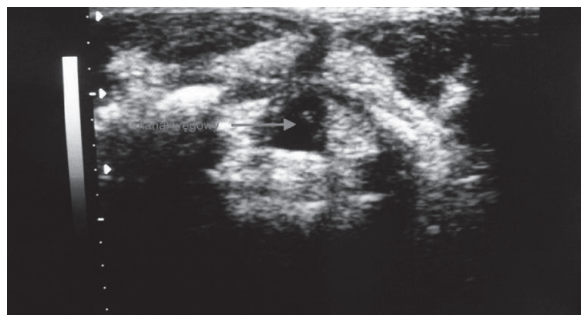
Każdy z dostępow umożliwia wykonanie blokady zewnątrzoponowej lub podpajęczynówkowej. Podanie środków miejscowo-znieczulających, przeciwbólowych może być jednorazowe lub po założeniu cewnika do odpowiedniej przestrzeni ciągłej.

Wykonanie blokady centralnej u dzieci wymaga: odpowiedniego przygotowania i pamiętania o różnicach anatomicznych i fizjologicznych pomiędzy dorosłymi a dziećmi.

Tabela I. Leki podawane w premedykacji u dzieci [21,22]

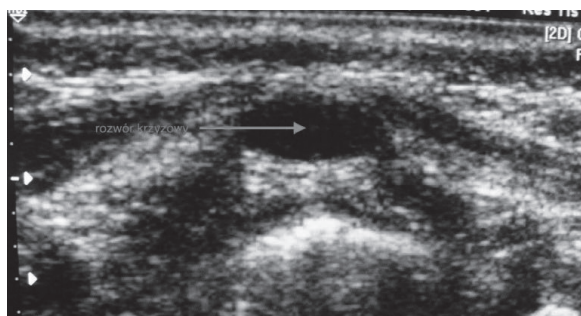
Table I. Premedication drugs used in paediatrics

LEK	DAWKA	MECHANIZM DZIAŁANIA	Uwagi
MIDAZOLAM	p.o. 0,5-0,75 mg/kg syrop 0,5 mg/kg i.v. 0,025-0,1 mg/kg i.m. 0,1-0,2 mg/kg p.r. 1 mg/kg	BENZODIAZEPINA wywołuje amnezję następczą - po 10 min od podania podnosi próg drgawkowy w CUN może wywołać efekt paradoksalny: pobudzenie i czkawkę (podanie i.v. znosi pobudzenie)	doustne podanie midazolamu zmniejsza o 1/3 zapotrzebowanie na propofol nie wpływa na czas budzenia po znieczuleniu z użyciem sewofluranu
LORAZEPAM	i.v. lub p.o. 0,05 mg/kg	metabolizowany w wątrobie do nieaktywnych metabolitów	i.v. - toksyczny u noworodków
DIAZEPAM	p.o. 0,1-0,3 mg/kg p.r. - mniej efektywny niż midazolam i.m. lub i.v. 0,04-0,02 mg/kg (nie przekraczać dawki 0,6 mg/kg/8 godz.) i.m. - niezalecany ze wzgl. na ból w miejscu podania	metabolizowany w wątrobie do desmetylodiazepamu, o takiej samej aktywności farmakologicznej	i.v. - większa rozpuszczalność w tłuszczach - niż midazolamu = szybciej osiąga CUN niezalecany u dzieci < 6 m.ż. dawka > 0,5 mg/kg potencjalnie toksyczna u dzieci < 6 r.ż.
PROMETAZYNA	i.v. i.m. p.o. 0,25-0,5 mg/kg	H1-bloker działanie antycholinergiczne	długi okres eliminacji 8-12 godz. niewystarczający efekt (w monoterapii)
KETAMINA	i.v. 0,25-0,5 mg/kg i.m. 1-2 mg/kg z midazolamem 0,05 mg/kg i atropiną 0,02 mg/kg p.o. 3 mg/kg z midazolamem 0,5 mg/kg donosowo 6 mg/kg p.r. 5 mg/kg	antagonista rec. NMDA (dysocjacja kory mózgu od układu limbicznego) podana p.r. - nieprzewidywalny efekt - dostępność 25%	zwiększa ryzyko bronchospazmu zalecane podawanie z atropiną celem zmniejszenia sekrecji w jamie ustnej = zmniejszenie ryzyka kurczu krtani podanie wraz z benzodiazepinami zmniejsza ryzyko koszmarów, halucynacji, delirium
FENTANYL	i.v. 2 µg/kg p.o. 10-15 µg/kg donosowo 1-2 µg/kg		u noworodków znacznie szybciej pojawia się depresja oddechowa
SIARCZAN MORFINY	i.m. 0,1-0,2 mg/kg i.v. 0,05-0,1 mg/kg		
KLONIDYNA	p.o. 3 µg/kg	alfa-2-agonista	zmniejsza ciśnienie tętnicze, co redukuje odpowiedź hemodynamiczną



Zdjęcie 1. Przekrój poprzeczny w odcinku lędźwiowym

Photo 1. Lumbar transverse section



Zdjęcie 2. Przekrój poprzeczny – rozwór krzyżowy

Photo 2. Sacral hiatus transverse section

Przygotowanie dziecka do znieczulenia i premedykacja

Bardzo ważnym jest, aby z rodzicami, opiekunami prawnymi a także ze starszymi dziećmi przedyskutować i omówić w sposób zrozumiały technikę znieczulenia, zalety i korzyści płynące ze znieczulenia podpajęczynówkowego lub zewnątrzoponowego. Absolutnym warunkiem ich wykonania jest uzyskanie zgody rodziców a także dzieci. Powyżej 16 r.ż. pisemnej zgody dziecka, a u dzieci młodszych zgody dziecka dotyczącej celowości typu znieczulenia – by zdobyć zaufanie i zminimalizować obawy związane z zabiegiem.

Premedykacja jest ważnym elementem przygotowania dziecka do znieczulenia, ma za zadanie zmniejszyć stres oraz wywołać amnezję u dziecka, z zachowaniem stabilności hemodynamicznej, i przyspieszyć indukcję znieczulenia. Przy wyborze odpowiedniego leku i drogi podania należy wziąć pod uwagę wiek, masę ciała, historię przyjmowanych leków, alergie, przebyte choroby (tabela I). W większości przypadków leki podawane bez użycia igły są znacznie

lepiej tolerowane przez dzieci i ich opiekunów. Należy pamiętać, że premedykacja doustna nie zwiększa ryzyka aspiracyjnego zapalenia płuc [23].

Na godzinę przed zabiegiem należy nałożyć krem Emla 0,5-1,0 ml – w okolicy punkcji oraz w miejscu kaniulacji dożylniej. W przypadku ryzyka zatrucia prylokainą u: niemowląt < 32 tygodnia życia, dzieci z niedokrwistością, w przypadku zażywania paracetamolu, lepiej zastosować nasiękowo 0,1 ml 1% lignokainy [24].

W celu zapewnienia jak najlepszych warunków bezpiecznego wykonania blokady/znieczulenia należy:

1. Zapewnić podstawowe monitorowanie: ekg, pulsoksymetria i NIBP – mogą być założone na kończynie dolnej, by uniknąć niepotrzebnego pobudzenia małego pacjenta.
2. Zabezpieczyć dostęp dożylny przed wykonaniem znieczulenia. Niektórzy autorzy preferują założenie dostępu dożylnego na znieczulonej kończynie, co po wykonaniu znieczulenia wiąże się z większym komfortem wskutek unieruchomienia kończyny, bezbolesnością i poszerzeniem łożyska naczyniowego [25]. Może to jednak zmniejszać bezpieczeństwo znieczulenia, z uwagi na większy przepływ krwi, szybsze wchłanianie podawanych środków.
3. Utrzymywać temperaturę 25°C lub nieco wyższą, unikać hipo- i hipertermii, które mogą powodować u dziecka bezdechy.

Standardem jest wykonanie blokady centralnej w analgesodacji lub w znieczuleniu ogólnym. Należy unikać wykonywania blokady u szarpiącego się, walczącego dziecka. Większość małych pacjentów wymaga sedacji z zastosowaniem: fentanylu, ketaminy, midazolamu, sewofluranu, tiopentalu [26] (tabela II).

Różnice anatomiczne i fizjologiczne między dorosłymi a dziećmi

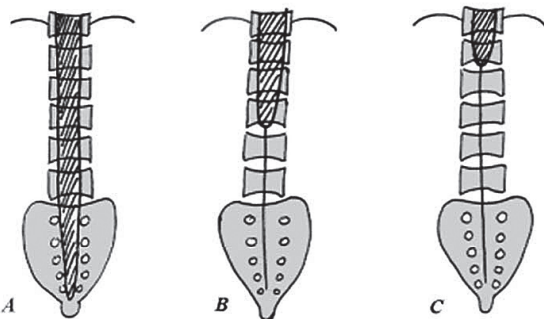
Przestrzeń zewnątrzoponowa rozciąga się od otworu wielkiego do więzadła krzyżowo-guziczowego. Odległość między skórą a przestrzenią zewnątrzoponową można oszacować na podstawie wzoru: 1 mm/kg mc. Worek oponowy kończy się na wysokości S3 a rdzeń kręgowy - L3. Do drugiego roku życia osiąga poziom jak u dorosłych, odpowiednio S2 i L2.

U dzieci przed ukończeniem pierwszego roku życia punkcja lędźwiowa powinna być wykonywana na wysokości L4-5 lub L5-S1. Pozwoli to uniknąć uszkodzenia rdzenia kręgowego. Linia międzykolcowa

Tabela II. Sedacja w pediatrii – leki, dawkowanie, wskazania

Table II. Sedation in paediatrics – drugs, dosage, indication

Lek	Efekt	Dawka	Czas działania (minuty)	Czas do uzyskania efektu (minuty)
Midazolam	przeciwlękowy, sedacja	i.v. 5 m.ż. - 5 r.ż. dawka nasycająca: 0,05-0,1 mg/kg później dostosować dawkę max do 0,6 mg/kg 6-12 r.ż. dawka nasycająca: 0,025-0,05 mg/kg później dostosować dawkę max do 0,4 mg/kg	45-60	2-3
		i.m.: 0,1-0,15 mg/kg p.o.: 0,5-0,75 mg/kg i.m.: 0,2-0,5 mg/kg p.r.: 0,25-0,5 mg/kg	60-120 60-90 60 60-90	10-20 15-30 10-15 10-30
Tiopental	przeciwlękowy, sedacja, zalecany do sedacji przy badaniach obrazowych	p.r.: 25 mg/kg	60-120	10-15
Fentanyl	Analgezja	i.v.: 1 µg/kg/dawkę (można powtarzać co 3 minuty)	30-60	2-3
Ketamina	analgezja, dysocjacja, amnezja	i.v.: 1-1,5 mg/kg (można powtarzać 1/2 dawki co 10 minut)	dysocjacja: 15 powrót: 30	1
		i.m.: 4-5 mg/kg (można powtarzać co 10 minut)	dysocjacja: 15-30 powrót: 90-150	3-5
Podtlenek azotu	przeciwlękowy, przeciwbólowy, amnezja	oddychać przez maskę mieszaniną z tlenem min. 40%	< 5	< 5



Rycina 3. Położenie końca rdzenia w stosunku do kręgosłupa w różnym wieku; A – płód 4-tygodniowy; B – niemowlę; C – dorosły

Figure 2. Position of the end of spinal cord relating to age; A – 4 weeks fetus; B – baby; C – adult

wciąż pozostaje bardzo dobrym punktem orientacyjnym, gdyż u małych dzieci przebiega na wysokości L4-5/L5-S1. Należy pamiętać, że noworodki mają wąską przestrzeń podpajęczynówkową i niskie ciśnienie płynu mózgowo-rdzeniowego.

Ze względu na większą objętość płynu mózgowo-rdzeniowego: u noworodków 10 ml/kg, 4 ml/kg u mniejszych dzieci, do 2 ml/kg u dorosłych, dzieci wymagają wyższych dawek leków. W populacji pediatrycznej 50% płynu zlokalizowane jest w kanale kręgowym, natomiast u dorosłych to 33% [27]. Duże unaczynienie opony miękkiej i wysoki rzut serca prowadzą do szybkiego wychwytu leków z przestrzeni podpajęczynówkowej, co wiąże się z krótszym trwaniem blokady u dzieci oraz tłumaczy wydłużenie bloku o 30% po dodaniu epinefryny [28]. Endonerwie jest luźne, co wiąże się z szybkim początkiem i końcem blokady [29]. Ze względu na rzadziej ułożone włókna

Tabela III. Zalecane dawki leków miejscowo znieczulających i czas działania blokady podpajęczynówkowej u niemowląt i dzieci

Table III. Recommended drugs dosage and time of duration of spinal anaesthesia

Lek	< 5 kg	5-15 kg	> 15 kg	czas trwania blokady (min)
0,5% bupiwakaina/ lewobupiwakaina hiper-/izobaryczna	0,5-0,6 mg/kg (0,1-0,12 ml/kg)	0,4 mg/kg (0,08 ml/kg)	0,3 mg/kg (0,06 ml/kg)	30-180 (80)
0,5% ropiwakaina	0,5-1 mg/kg (0,1-0,2 ml/kg)	0,5 mg/kg (0,1 ml/kg)	0,5 mg/kg (0,1 ml/kg)	34-210 (96)

w więzadłach spadek oporu jest wyraźnie słabiej zaznaczony. Zwiększona ruchomość kręgosłupa ogranicza kyfozę piersiową i ułatwia dogłową dyfuzję leku, co zwiększa zakres blokady [30]. Do szóstego roku życia zachowana jest stabilność krążeniowa. Ciśnienie tętnicze i tętno pozostają niezmiennie nawet przy blokadzie na poziomie T4 [31]. Można to wytłumaczyć niższą objętością żył w kończynach dolnych i kompensacyjnym zwiększeniem aktywności nerwu błędnego [32]. Nawadnianie przed blokadą nie jest u dzieci koniecznością.

Tylko bardzo wysoka blokada do poziomu T2-4 powoduje zaburzenia oddychania. Jednakże przepona kompensuje te niedobory w większości przypadków [33].

Blokada podpajęczynówkowa

Blokada podpajęczynówkowa wykonywana jest w pozycji leżącej na boku. Pacjent jest skulony ze zgiętą szyją i stawami biodrowymi. U noworodków i niemowląt należy unikać nadmiernego zgięcia szyi, ze względu na ryzyko obturacji dróg oddechowych [34]. Pozycja siedząca jest także odpowiednia. Głębokość, na jaką należy wprowadzić igłę to: 10-15 mm u noworodków,

15-25 mm do 5 r.ż., 30-40 mm w 5-8 r.ż.

Dostępność usg może pomóc w lokalizacji odpowiedniego miejsca punkcji oraz zaplanowania głębokości, na jaką należy wprowadzić igłę [35].

Wpływ płynu mózgowo-rdzeniowego świadczy o prawidłowym położeniu igły. Lokalny anestetyk powinien być podawany przez 20 sekund. Objętość podawanego leku jest mała, dlatego należy uwzględnić przestrzeń martwą igły (0,02-0,04 ml). Należy uważać, by przy układaniu dziecka na stole operacyjnym nie podnosić jego nóg powyżej poziomu klatki piersiowej (np. zmiana pieluszki), z uwagi na ryzyko wysokiego lub całkowitego znieczulenia [36]. Ewentualne powikłania neurologiczne można zminimalizować używając odpowiedniej dawki, ciężkości, stężenia leków a także przywiązując wagę do wyboru właściwego miejsca punkcji, swobodnego wypływu płynu mózgowo-rdzeniowego, jak również unikać stosowania mikro-cewników.

Długość igieł zależy od wieku pacjenta: 25 mm – niemowlęta, 50 mm – dzieci. Igły długości 90 mm (dla dorosłych) także skutecznie były używane w anestezji pediatrycznej [37]. Krótka, pediatryczna igła sprzyja precyzji, w przypadku niespodziewanego poruszenia

Tabela IV. Opioidy i adjuwanty podawane do przestrzeni podpajęczynówkowej – dawkowanie u dzieci

Table IV. Opioids and adjuvants used in spinal anaesthesia- paediatric dosage

Lek	Dawka w µg/kg	Efekt
Morfina	4-15	wydłuża czas działania blokady przeciwbólowej w dawce 4-5 µg/kg nie powoduje zaburzeń oddychania 10 µg/kg - w kardiochirurgii 15 µg/kg - w operacjach skoliozy
Fentanyl	0,2-2	wydłuża czas działania blokady 2 µg/kg - w kardiochirurgii (bez zaburzeń oddychania) 1 µg/kg - w urologii 0,2 µg/kg - małe zabiegi chirurgiczne – np. plastyka przepukliny
Klonidyna	1-2	w dawkach 2 µg/kg - powoduje hipotensję, depresję oddechową i nadmierną sedację wydłuża czas działania blokady - nawet > 400min
Neostygmina	0,75	wydłuża czas działania blokady

się pacjenta raczej się ugnie, a nie złamie oraz ma mniejszą przestrzeń martwą. Preferowane są igły 25 G [38]. Wzór na odległość od skóry do przestrzeni podpajęczynówkowej: $0,03 \times$ wzrost w cm, albo $2 \times$ waga w kg + 7.

Najpopularniejszymi środkami miejscowo znieczulającymi używanymi do blokad podpajęczynówkowych pozostają: izo- i hiperbaryczna bupiwakaina i tetrakaina. Nowe leki: L-bupiwakaina i ropiwakaina są coraz częściej stosowane u dzieci (tabela III). W przypadku ropiwakainy stosowanej w dawce 0,5 mg/kg blokada motoryczna jest znamienne krótsza [39]. Wysokie dawki bupiwakainy > 1,0 mg/kg powinny być stosowane z wielką rozważą ze względu na ryzyko neurotoksyczności. Hiperbaryczne i izobaryczne roztwory u dzieci wywołują podobne efekty, stąd ciężkość roztworu użytego do znieczulenia nie jest istotna [40]. Z uwagi na krótki czas działania oraz powikłania neurologiczne opisywane u dorosłych, zaprzestano używania lignokainy.

W celu wydłużenia czasu działania przeciwbólowego stosowane są najczęściej opioidy: morfina, fentanyl i adjuwanty: klonidyna, neostygmina (tabela IV).

Blokada zewnątrzoponowa

Blokada zewnątrzoponowa w pediatrii w chwili obecnej jest głównie stosowana do spłycenia znieczulenia ogólnego oraz do kontrolowania bólu pooperacyjnego. Precyzyjne położenie igieł i cewników zapewnia selektywne zablokowanie dermatomów związanych z zabiegiem operacyjnym. Odległość przestrzeni zewnątrzoponowej od skóry można wyliczyć stosując wzór: $1 \text{ mm}/1 \text{ kg m.c.}$ Rozmiar stosowanych igieł to 20-18 G (tabela V).

Tabela V. Rozmiar igły Touchy i cewnika zewnątrzoponowego u niemowląt i dzieci
Table V. Size of Tuohy needle and catheter for epidural block

Masa ciała	Rozmiar	Długość	Cewnik
< 5kg	20 G	5 mm	24 G
5-20 kg	19 G	5 mm	23 G
> 20 kg	18 G	5 mm	20 G

Środki miejscowo znieczulające, ich objętość i stężenie są ważnymi czynnikami determinującymi skuteczność blokady centralnej. Najczęściej stosowanymi lekami są: bupiwakaina i ropiwakaina (tabela VI). Lignokaina jest stosowana niechętnie ze względu na krótki czas działania. Wysokie stężenia 0,5% bupiwakainy czy 0,5% ropiwakainy są rzadko stosowane. Za to dużo częściej stosowane są większe objętości. Opioidy wydłużają czas działania LMZ, ale związane są z poważnymi ewentualnymi działaniami ubocznymi. Stosowanie adjuwantów u dzieci nie jest popularne i jest niewiele doniesień na ich temat w praktyce pediatricznej (tabela VII).

Jest wiele problemów dotyczących farmakokinetyki podawanych leków w pediatrii. Duża objętość dystrybucji zwiększa ryzyko kumulacji po długotrwałych wlewach. Wątroba i nerki nie są w pełni rozwinięte do 3 m.ż. Dlatego metabolizm leków w tym czasie jest zmniejszony. Wlew ciągły u niemowląt powinien być zmniejszony po 24 godzinach – w celu zminimalizowania możliwości kumulacji. Duży rzut serca u dzieci zwiększa wychwyt leku z przestrzeni międzykręgowej, co równe jest skróceniu czasu działania leku. Mniejsze stężenie białek osocza u niemowląt – zwłaszcza alfa-1-kwaśnej glikoproteiny zwiększa frakcję wolną leku, co wiąże się z potencjalnie

Tabela VI. Zalecane dawki leków miejscowo znieczulających [41]

Table VI. Drugs dosage for epidural block

Lek	Wiek	dawka (mg/kg)	czas działania	wlew ciągły
Lewobupiwakaina	0-6 m.ż.	0,2-0,25	36-48 h	0,2 mg/kg/h
	> 6 m.ż.	0,25-0,5	72 h	0,4 mg/kg/h
Ropiwakaina	0-6 m.ż.	0,2	36-48 h	0,4 mg/kg/h nie kumuluje się u dzieci powyżej 3 m.ż.
	> 6 m.ż.	0,4	72 h	0,2-0,3 mg/kg/h
Ropiwakaina	przeciwbólowo we wlewie pooperacyjnym			0,2% 0,25-0,4 ml/kg/h zmniejszyć do 0,1% - jak najszybciej

Tabela VII. Opioidy i adjuwanty używane w blokadzie zewnątrzoponowej u niemowląt i dzieci [42]

Table VII. Opioids and adjuvants used in paediatric epidural block

Lek	Pojedynczy bolus	Wlew ciągły - stężenie	Wlew ciągły - dawkowanie
Fentanyl	1-2 µg/kg	2-5 µg/ml	< 0,5-2 µg/kg/godz.
Morfina	10-30 µg/kg	5-10 µg/ml	< 1-5 µg/kg/godz.
Klonidyna	1-2 µg/kg	0,5-1 µg/ml	< 0,5-1 µg/kg/godz.
Midazolam	50 µg/kg	0,5 µg/ml	
Neostygmina	2 µg/kg		
Ketamina		0,25-1,0 mg/ml	
Epinefryna	1:200 00		

Tabela VIII. Zalecane dawki leków - w zależności od poziomu blokady

Table VIII. Drugs dosage depending of the blockade level

	Pojedyncza dawka	Cewnik	UWAGI
Odcinek lędźwiowy	0,5 ml/kg 0,25% bupiwakainy/ L-bupiwakainy 0,37% ropiwakainy 0,5 ml/kg m.c.	0,32 ml/kg/godz. 0,0625% bupiwakainy 0,2 ml/kg/godz. 0,1% bupiwakainy 0,16 ml/kg/godz. 0,125% bupiwakainy 1/2-1/3 dawki co 60 min po operacji	
Odcinek piersiowy	0,2 ml/kg 0,25% bupiwakainy/ L- bupiwakainy 0,37% ropiwakainy 0,75 ml/kg m.c.	0,16 ml/kg/godz. 0,0625% bupiwakainy 0,1 ml/kg/godz. 0,1% bupiwakainy 0,1 ml/kg/godz. 0,125% bupiwakainy 1/2-1/3 dawki co 60 min lub 0,2% ropiwakaina wlew ciągły 0,25-0,4 ml/kg/godz.	max. 14 ml/godz. (max. 12.ml/godz.) max. 10 ml/godz. zmienić na 0,1% ropiwakainę - najszybciej jak to tylko możliwe
Odcinek krzyżowy	0,5 ml/kg 0,25% bupiwakaina (operacja w obrębie krocza) 0,75 ml/kg 0,25% bupiwakaina Th10-12 (przepuklina pachwinowa) 1 ml/kg 0,25% bupiwakaina Th6-10 (okolica pępka)	0,32.ml/kg/godz. 0,0625% bupiwakainy 0,2 ml/kg/godz. 0,1% bupiwakainy 0,16 ml/kg/godz. 0,125% bupiwakainy	

Tabela IX. Poziom punkcji a miejsce operacji
Table IX. Puncture level depending of the place of operation

Operacja	Poziom punkcji	Wymagana analgezja
torakotomia	Th 6-7	Th 2-8
operacja jamy brzusznej i klatki piersiowej	Th 7-8/8-9	Th 4-12
nadbrzusze	Th 8-9/9-10	Th 6-12
podbrzusze	Th 10-11/ 11-12	Th 8-L2
kończyna dolna	L 3-4	Th 12-S1

większą toksycznością. U niemowląt bariera krew-mózg jest dużo bardziej przepuszczalna dla LMZ.

Większość znieczuleń jest wykonywana w sedacji czy w znieczuleniu ogólnym, dlatego dawka testowa ma ograniczoną wartość. W pediatrii często pierwszymi objawami toksycznymi są: drgawki, zaburzenia rytmu serca, zatrzymanie krążenia czy oddychania.

Sugeruje się, że najlepszą praktyką jest powolne podawanie leku – po negatywnej aspiracji z ciągłym monitorowaniem EKG (> 25% zmiany w załamku T lub odcinka ST w wybranym odprowadzeniu).

Ocena wysokości bloku i skuteczności analgetycznej

U przytomnego pacjenta można określić wysokość bloku wywołując reakcję na uszczyknięcie lub stwierdzenie odczucia zimna stosując kostkę lodu lub zimny, mokry gazik. W przypadku niemowląt oraz dzieci pod wpływem analgesedacji dużo lepszym rozwiązaniem będzie przeskórna stymulacja elektryczna [43]. U dzieci wymagających głębokiej sedacji lub znieczulenia ogólnego wskaźnikiem skutecznej blokady jest brak ruchu w odpowiedzi na bodziec.

W innych przypadkach oceny skuteczności blokady dokonuje się z użyciem skali Bromage (tabela X) i skali bólu: FLACC niemowlęta (tabela XI), CHEOPS 1-7 r.ż. (tabela XII), VAS starsze dzieci (rycina 2).

Tabela X. Skala Bromage

Table X. Bromage scale

0	brak blokady (zachowana pełna ruchomość w stawach kolanowych i skokowych)
1	blok 33% (stopy w pełni ruchome, w stawach kolanowych tylko ograniczone ruchy)
2	blok 66% (brak ruchomości w stawach kolanowych przy zachowanej ruchomości stóp)
3	blok 100% (całkowity brak ruchomości kończyn dolnych)

Wskazania do wykonania blokad centralnych u dzieci

- Operacje na kończynie dolnej – amputacje, biopsje mięśni, wydłużanie ścięgien, operacje stóp końsko-szpotawych [44].
- Operacje przewodu pokarmowego – plastyka przepukliny, resekcje jelit, wytworzenie przetoki okrężniczo-skrónej, operacja zwężenia odźwiernika [45,46], appendektomia, nacięcie i drenaż ropnia odbytu, laparotomia zwiadowcza.
- Operacje urologiczne – obrzezanie, wodniaki jąder, żyłaki powrózka nasiennego, plastyka moczowodu, przetoka pęcherzowo-skróna [47], spodziectwo, wnętrostwo, cystoskopia.
- Operacje defektów ściany jamy brzusznej [48].
- Operacje przepukliny oponowo-rdzeniowej [49].
- W kardio- i torakochirurgii – PDA, ASD/VSD [50].
- Radioterapia.
- Terapia bólu przewlekłego.
- Choroby: mukopolisacharydoza, dystrofia mięśniowa, artrogrypoza, dysplazja oskrzelowo-płucna, hypertermia złośliwa.
- Trudne drogi oddechowe [51]: laryngo-/tracheomalacia, zwężenie podgłośniowe, duży język.
- Wcześnieiki i byłe wcześnieiki: zespół wiotkiego dziecka, brak prawidłowego rozwoju.
- Nagłe przypadki: pełen żołądek, niedrożność jelit [5], infekcja klatki piersiowej.

Przeciwwskazania do wykonania blokad centralnych u dzieci

■ Bezwzględne

- Brak zgody prawnego opiekuna.
- Zakażenie w miejscu punkcji.

■ Względne [41]

- Koagulopatia.

Tabela XI. Skala bólu FLACC (niemowlęta)

Table XI. FLACC pain scale (babies)

Kategoria	0	1	2
wyraz twarzy - Face	bez szczególnego wyrazu lub uśmiechnięta	grymasy, markotna, niezainteresowana	częste lub stałe grymasy, drżąca bródka
ułożenie nóg - Legs	swobodne, zrelaksowane	niespokojne, napięte	kopanie, podciąganie nóg
aktywność - activity	leży cicho w normalnej pozycji, porusza się łatwo	wierci się, przesuwa się do przodu do tyłu, niespokojne	wygina się, sztywnieje, szarpie się
Płacz - cry	nie płacze	popłakuje, kwili	przez cały czas łąka lub krzyczy
możliwość ukojenia - consolability	spokojne i zadowolone	daje się uspokoić głaskaniem, przytulaniem, niespokojne	trudno utulić

Tabela XII. Skala bólu CHEOPS (1-7 r.ż.)

Table XII. CHEOPS pain scale

Zachowanie		Punkty
płacz	nie płacze	0
	marudzi	2
	płacze	2
	krzyczy	3
twarz	uśmiechnięta	0
	markotna	1
	grymasy	2
werbalizacja	pozytywna	0
	brak	1
	narzekanie	1
	narzekanie na wiele dolegliwości	2
	narzekanie na ból	2
pozycja	neutralna	1
	niepokój, podnoszenie się, drżenia	2
dotyk	brak	1
	dotykane, sięganie do, potrzeba wyprostowania	2
nogi	neutralna	1
	kopanie, napięcie, stanie, wyprost	2

Zwyczajowo unika się wykonywania blokad centralnych u chorych z zaburzeniami krzepnięcia. Jednakże dotychczasowe badania wskazują na relatywnie niski odsetek powikłań u chorych z niewielką trombocytopenią np. w przebiegu nowotworu. Znieczulenie przewodowe może być wykonane u chorych z zaburzeniami krzepnięcia w trakcie przetaczania preparatów krwi – w sytuacjach nagłych.

2. Anomalie anatomiczne.

Blokady regionalne są często pomijane u chorych z rozszczepem kręgosłupa, anomalią w obrębie lędźwiowo-krzyżowym; przerwanie ciągłości przestrzeni podpajęczynówkowej ze względu

na możliwość nierównomiernego rozłożenia się środka miejscowo znieczulającego. Dokładna obserwacja chorego i powolna podaż leku umożliwiają bezpieczne wykonanie blokady centralnej.

3. Hypowolemia.

Blokady centralne nie powinny być wykonywane u chorych z masywnym krwotokiem i z ciężką hypowolemią. Niewielka i średnia hypowolemia powinny być skorygowane przed wykonaniem blokady.

Powikłania

1. Zaburzenia krążeniowo-oddechowe.
2. Bóle głowy.

3. Bóle pleców.
4. Wysokie lub całkowite znieczulenie.
5. Powikłania neurologiczne.
6. Zakażenia.

Podsumowanie

Blokady centralne u dzieci mimo doniesień o ich skuteczności i bezpieczeństwie długo nie mogły stać się standardem postępowania. Obawa przed powikłaniami czy wręcz uszkodzeniem układu nerwowego blokowała anestezjologów przed ich wykonywaniem. Niezrozumiałe przekonanie, że dzieci w znacznie mniejszym stopniu niż dorośli odczuwają ból lub go wręcz nie odczuwają, było przez szereg lat poważną wymówką i usprawiedliwieniem. Dziecko jako ciągle rozwijający się organizm, z wciąż niedojrzałymi narządami, organami pogłębiało lęk przed tym jak zareaguje na stosowane leki i technikę znieczulenia. Rozwój technik anestezji regionalnej, w tym blokad centralnych, przyczynił się do coraz częstszego ich stosowania i przesunięcia standardów postępowania w anestezjologii na ich rzecz. Należy pamiętać o różnicach anatomiczno-fizjologicznych pomiędzy dorosłymi a dziećmi, uwzględnić obecność ewentualnych wad anatomicznych i rozwojowych. Przygotowując się do znieczulenia należy przeprowadzić rozmowy z rodzicami, w przypadku starszych dzieci z dzieckiem i uzyskać zgody na proponowaną formę znieczulenia. Ważną rolę odgrywa adekwatna, skuteczna premedykacja dziecka, dziecko spokojne, wyciszone niekiedy nawet senne pozwala na bezpieczne przeprowadzenie znieczulenia. Standardem jest wykonanie blokady centralnej w analgesedacji lub w znieczuleniu ogólnym. Należy unikać wykonywania blokady u szarpącego się, walczącego dziecka. Większość małych pacjentów wymaga sedacji z zastosowaniem: fentanylu, ketaminy, midazolamu, sewofluranu, tiopentalu [26]. U nieprzytomnego pacjenta wykonanie blokady nie zwiększa ryzyka powikłań neurologicznych [52]. Śródoperacyjna sedacja może nawet nie być potrzebna z uwagi na zmniejszenie aferentnej impulsacji drogi wstępującej tworzącej siatkowatego rdzenia kręgowego [53], co samo w sobie powoduje sedację.

Należy zapewnić szczególnie starannie warunki do bezpiecznego przeprowadzenia znieczulenia, zapewnić podstawowe monitorowanie, zabezpieczyć dostęp dożylny, utrzymywać temperaturę w pomieszczeniu około 25°C. Wykonanie blokady centralnej odbywa się

najczęściej w pozycji leżącej na boku, stwarza to możliwość wykonania blokady z dostępu pośrodkowego, przykręgosłupowego bocznego i z dostępu poprzez rozwór krzyżowy. Każdy z nich pozwala na wykonanie blokady podpajęczynówkowej i zewnątrzoponowej w sposób jednorazowy lub poprzez założenie cewnika ciągłego. Pozycja siedząca jest stosowana głównie u dzieci starszych i współpracujących. Zastosowanie aparatów USG pozwala na wcześniejsze określenie optymalnego poziomu i głębokości wkłucia igły. W trakcie wykonywania blokady pozwala na przesłedzenie toru igły i rozejścia się podawanego środka. Igły stosowane do wykonania blokad są krótkie pięciocentymetrowe. Długość ta zabezpiecza przed ich złamaniem. Średnica igieł w przypadku blokad podpajęczynówkowych to najczęściej 25 G, w przypadku blokad zewnątrzoponowych to 18-20 G.

Środki podawane do blokad to leki miejscowo znieczulające: bupiwakaina, L-bupiwakaina, ropiwakaina. Z uwagi na krótki czas działania oraz powikłania neurologiczne opisywane u dorosłych zaprzestano używania lignokainy. W celu wydłużenia czasu działania przeciwbólowego do wyżej wymienionych środków dodawane są najczęściej opioidy: morfina, fentanyl i adjuwanty jak: klonidyna, blokująca receptory alfa2, ketamina, blokująca receptory NMDA, fizostygmina, której mechanizm działania nie jest do końca poznany. Wskazania to znieczulenie w szeregu zabiegach w obrębie klatki piersiowej, jamy brzusznej i kończyn dolnych i postępowanie przeciwbólowe.

Przeciwwskazania bezwzględne to oczywiście brak zgody rodziców, a u dzieci starszych pacjenta i infekcja w miejscu wkłucia. Pozostałe to podobnie jak u dorosłych: alergia na stosowane do blokady środki, koagulopatie (zaburzenia krzepnięcia). Interpretacja wyników koagulogramu u niemowląt może być trudna ze względu na niedojrzałość układu krzepnięcia. Najczęstszym wrodzonym zaburzeniem krzepnięcia jest choroba von Willebranda. Nie udokumentowano związku pomiędzy krwiakiem podpajęczynówkowym a tym zaburzeniem w populacji pediatrycznej [22]. Wodogłowie – krwiaki wewnątrzkomorowe są częstym powikłaniem u wcześniaków. Te dzieci często rozwijają wodogłowie i wymagają założenia zastawki komorowo-otrzewnowej. Do niedawna uważano, że obecność tej zastawki jest przeciwwskazaniem do blokady podpajęczynówkowej ze względu na ryzyko zakażenia zastawki. Opublikowano 5 przypadków skutecznej blokady podpajęczynówkowej u dzieci z zastawką komorowo-

-otrzewnową [54]. Obserwowane powikłania blokad centralnych u dzieci to: wysokie lub całkowite znieczulenie. Występuje w około 0,6% przypadków. Najczęściej jest spowodowane uniesieniem nóg niemowlęcia po podaniu leku albo przedawkowaniem i barbotażem [53]. Ograniczona kifoza piersiowa ułatwia dogłowe rozprzestrzenianie się środków znieczulenia miejscowego, skutkujące bezdechem i koniecznością mechanicznej wentylacji. Wystąpienie hipotensji i desaturacji jest bardzo rzadkie. Jeżeli występują, związane są z wysokim blokiem lub analgesacją. Mogą pojawiać się bóle głowy. Dotychczas sądzono, że popunkcyjne bóle głowy są dość rzadkie w grupie dzieci < 10 r.ż. ze względu na niskie ciśnienie płynu mózgowo-rdzeniowego oraz wysoką elastyczność opon [55], ale bóle głowy po punkcji lędźwiowej występują z taką samą częstością w populacji pediatrycznej, jak w populacji dorosłych tj. 1-25% [56]. Popunkcyjne bóle głowy są 2-3 razy częstsze po diagnostycznej punkcji lędźwiowej niż po znieczuleniu podpajęczynówkowym. Grubsze igły powodują większy wyciek płynu mózgowo-rdzeniowego, zwiększając ryzyko ich występowania [57]. U dorosłych igły pencil point powodują mniej popunkcyjnych bólów głowy. Lavi i wsp. w randomizowanych badaniach dowodzą, że występują one w 36%, gdy używamy igieł Atraucan, Quincke i 3% w grupie Whitacre [58]. Igły pencil point powodują większe uszkodzenie tkanek a związane z tym zapalenie sprzyja gojeniu, co zmniejsza ryzyko przecieku płynu mózgowo-rdzeniowego. Leczenie popunkcyjnych bólów głowy jest takie samo u dzieci, jak u dorosłych. Przede wszystkim – analgetyki, odpoczynek w łóżku i płynoterapia doustna lub dożylna [59]. Jeżeli objawy nie ustępują w przeciągu kilku dni, należy rozważyć zewnątrzoponową łąkę z krwi w objętości 0,2-0,3 ml/kg [60], co było skutecznie stosowane w populacji pediatrycznej. Bóle pleców - występują w 5-10%, jednak nie dowiedziono ich związku ze znieczuleniem podpajęczynówkowym [22]. Zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych. Doniesienia o zapaleniu opon mózgowo-rdzeniowych związanym ze znieczuleniem podpajęczynówkowym są kazuistyczne [61]. Powikłania neurologiczne występują w 3-4% przypadków, definiowane jako nowo pojawiający się ból lub zaburzenia czucia wychodzące z okolicy pośladkowej i promieniujące do kończyny dolnej [27]. W większości przypadków objawy są niewielkie a badania obrazowe nie pokazują patologii. Ocena skuteczności działania blokady bólowych u przytomnego pacjenta, starszych dzieci,

można określić wysokość bloku wywołując reakcję na uszczypnięcie lub stwierdzenie odczucia zimna, stosując kostkę lodu lub zimny, mokry gazik. W przypadku niemowląt oraz dzieci pod wpływem analgesacji dużo lepszym rozwiązaniem będzie przezskórna stymulacja elektryczna [43]. U dzieci wymagających głębokiej sedacji lub znieczulenia ogólnego wskaźnikiem skutecznej blokady jest brak ruchu w odpowiedzi na bodziec, można też zastosować skalę Bromage (tabela VII) i skalę bólu: FLACC niemowlęta (tabela VIII), CHEOPS 1-7 r.ż. (tabela IX), VAS starsze dzieci (rycina 2). U dzieci z wykonaną blokadą centralną parametry hemodynamiczne podczas operacji są stabilne i łatwo je utrzymać w granicach normy. Dzieci po zabiegu budzą się spokojniejsze. Małe dzieci i tak często płaczą, ale nie z powodu bólu, a sytuacji stresowej i braku obecności przy nich rodziców. Im szybciej dziecko trafi pod ich opiekę, tym szybciej się uspokaja. U dzieci w znieczuleniu ogólnym, by zabezpieczyć analgezję pooperacyjną, najczęściej stosowane są doodbytniczo czopki diklofenaku, paracetamolu. W tych przypadkach celowe może być wykonanie blokad nerwów obwodowych - jako terapia bólu pooperacyjnego, co wydaje się być dobrą praktyką kliniczną [62]. Czas działania blokad centralnych jest znacznie dłuższy i ich efekt analgetyczny może być wydłużany poprzez stosowanie wraz ze środkami miejscowo znieczulającymi najczęściej opioidów lub adjuwantów. W przypadkach koniecznych można je stosować w sposób ciągły poprzez założony cewnik. To działanie w znaczny sposób ogranicza wystąpienie dolegliwości bólowych, poprawia ukrwienie tkanek, zapobiega i zmniejsza występowanie obrzęku tkanek. Tkanki są lepiej ukrwione, utlenowane, rany pooperacyjne szybciej się goją, prawdopodobieństwo ich infekcji jest znacznie mniejsze. Blokada centralna zapewnia wszystkie elementy zbilansowanego znieczulenia z minimalnym wpływem na układ krążenia i oddychania [63] oraz zmniejsza częstość PONV [64], można uniknąć intubacji dotchawiczej, ryzyka powikłań oddechowych związanych ze znieczuleniem ogólnym, szczególnie w grupie chorych wysokiego ryzyka: zwężenie podgłośniowe, laryngo- i tracheomalacja, trudne drogi oddechowe, dystrofia mięśniowa, nadreaktywne drogi oddechowe, pęcherzowe oddzielanie się naskórka [65-67]. Znieczulenie podpajęczynówkowe jest tańsze [68], ze względu na szybszy powrót do zdrowia, krótszy pobyt w szpitalu. Lepiej niż znieczulenie ogólne i zewnątrzoponowe znosi odpowiedź współczulną oraz minimalizuje reakcje metaboliczne, hormonalne

i hemodynamiczne w odpowiedzi na stres związany z zabiegiem operacyjnym [69]. Jest znieczuleniem z wyboru u dzieci z grupy ryzyka hipertermii złośliwej, aminoamidowe środki znieczulenia miejscowego mogą być u nich bezpiecznie stosowane [70]. Jest to także metoda alternatywna dla dzieci z oddechowymi chorobami układowymi, dla których zabieg operacyjny stanowi wielkie ryzyko [71]. Wszystkie te czynniki powodują w efekcie krótszy pobyt w szpitalu, wdrożenie znacznie szybciej ewentualnej rehabilitacji i szybszy powrót do zdrowia.

Wnioski

1. Blokada centralna zapewnia wszystkie elementy zbilansowanego znieczulenia z minimalnym wpływem na układ krążenia [63] i oddychania oraz zmniejsza częstość PONV [64].
2. Można uniknąć intubacji dotchawiczej, ryzyka powikłań oddechowych związanych ze znieczuleniem ogólnym, szczególnie w grupie chorych wysokiego ryzyka: zwężenie podgłośniowe, laryngo- i tracheomalacja, trudne drogi oddechowe, dystrofię mięśniowe, nadreaktywne drogi oddechowe, pęcherzowe oddzielanie się naskórka [65-67]. Należy pamiętać, że pomimo wyboru w tych przypadkach znieczulenia przewodowego zawsze należy być przygotowanym na ryzyko "trudnej intubacji"
3. Znieczulenie podpajęczynówkowe lepiej niż znieczulenie ogólne i zewnątrzoponowe znosi odpowiedź współczulną oraz minimalizuje reakcje metaboliczne, hormonalne i hemodynamiczne w odpowiedzi na stres związany z zabiegiem operacyjnym [69].
4. Znieczulenie podpajęczynówkowe jest znieczuleniem z wyboru u dzieci z grupy ryzyka hipertermii złośliwej, jako że aminoamidowe środki znieczulenia miejscowego mogą być bezpiecznie stosowane u dzieci z ryzykiem hipertermii złośliwej [70]. Jest to także metoda alternatywna dla dzieci z oddechowymi chorobami układowymi, dla których zabieg operacyjny stanowi wielkie ryzyko [71].
5. Znieczulenie podpajęczynówkowe, zewnątrzoponowe, ze względu na szybszy powrót dziecka do zdrowia, krótszy pobyt w szpitalu jest tańsze.

Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

Adres do korespondencji:

✉ Małgorzata Domagalska

Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii Dzieci

Szpital Dziecięcy im. B. Krysiwicza

ul. Krysiwicza 7/8

☎ (+48 61) 850 62 00

✉ m.domagalska@icloud.com

Piśmiennictwo

1. Brown TC. History of pediatric regional anesthesia. *Pediatr Anesth.* 2012;22:3-9.
2. Bier A. Experiment regarding the cocainization of the spinal cord. *Zentralbl Chir.* 1899;51:361-9.
3. Bainbridge WS. A report of twelve operations on infants and young children during spinal anesthesia. *Arch Pediatr.* 1901;18:570-4.
4. Gray HT. A study of subarachnoid block in children and infants. *Lancet.* 1909;2:913-7.
5. Berkowitz S, Greene BA. Spina anaesthesia in children: Report based on 350 patients under 13 years. *Anesthesiology.* 1951;12:376-87.
6. Campbell MF. Caudal anesthesia in children. *Am J Urol.* 1933; 30: 245-9.
7. Rushton FG. Epidural anaesthesia in infants and children. *Can Anaesth Soc J.* 1954;1:37.
8. Lourey CJ, McDonald IH. Caudal anaesthesia in children. *Anaesth Intensive Care.* 1973;1:547-8.
9. Schulte-Steinberg O, Rahlfs VW. Caudal anaesthesia in children and spread of 1% lignocaine: a statistical study. *Br J Anaesth* 1970;42:1093.
10. Abijan JC, Mellish RW, Browne AF, Perkins FM, Lambert DH, Mazuzan JE, Jr Spinal anesthesia for surgery in the high-risk infant. *Anesth Analg.* 1984;63:359-62.
11. Williams JM, Stoddart PA, Williams SA, Wolf AR. Postoperative recovery after inguinal herniotomy in ex-premature infants: Prospective comparison of spinal and general anesthesia. *Anesth Analg.* 1995;80:7-13.
12. Ecoffey C, Lacroix F, Giaufre E, Orliaguet G, Courreges P. Association des Anesthesistes Reanimateurs Pediatriques d'Expression Francaise (ADARPEF) Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: A follow-up one-year prospective survey of the

- French-Language Society of Pediatric Anesthesiologists (ADARPEF) *Paediatr Anaesth.* 2010;20:1061-9.
13. Krane EJ, Dalens BJ, Murat I, Murrel D. The safety of epidurals placed during general anesthesia. *Reg. Anesth. Pain Med.* 1998;23:433-8.
 14. Faiz SH, Rahimzadeh P, Sakhaei M, Imani F, Derakhshan P. Anesthetic effects of adding intrathecal neostigmine or magnesium sulphate to bupivacaine in patients under lower extremities surgeries. *J Res Med Sci.* 2012;17(10):918-22.
 15. Abd-Elshafy SK, Abdalla E, Ali M, Mohamed H. Caudal Neostigmine and Bupivacaine Facilitates Early Extubation and Provides Prolonged Postoperative Analgesia in Children Undergoing Open Heart Surgery. *J Anesth Clin Res.* 2015; 6(3):512.
 16. Breschan C, Jost R, Krumpholz R, Schaumberger F, Stettner H, Marhofer P, et al. A prospective study comparing the analgesic efficacy of levobupivacaine in pediatric patients undergoing caudal blockade. *Paediatr Anaesth.* 2005;15:301-6.
 17. Olney JW, Young C, Wozniak DF, Ikonomidou C, Jevtovic-Todorovic V. Anesthesia induced developmental neuroapoptosis: Does it happen in humans? *Anesthesiology.* 2004;101:273-5.
 18. Di Gruccio ML, Joksimovic S, Jokcsovic PM, Lunardi N, Salajegheh R, Jevtovic-Todorovic V, et al. Hyperexcitability of Rat Thalamocortical Networks after Exposure to General Anesthesia during Brain Development. *J Neurosci.* 2015;35(4):1481-92.
 19. Gupta A, Saha U. Spinal Anesthesia in children: A review. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2014;30(1):10-18.
 20. Chin KJ, Karmakar MK, Peng P. Ultrasonography of the adult thoracic and lumbar spine for central neuraxial blockade. *Anesthesiology.* 2011;114(6):1459-85.
 21. Martlew RA, Meakin G, Wadsworth R, et al. Dose of propofol for laryngeal mask airway insertion in children: effect of premedication with midazolam. *Br J Anaesth.* 1996;76:308-9.
 22. Viitanen H, Annala P, Viitanen M, Yli-Hankala A. Midazolam premedication delays recovery from propofol-induced sevoflurane anesthesia in children 1-3 yr. *Can J Anaesth.* 1999;46:766-71.
 23. Riva J, Lejbusiewicz G, Papa M, et al. Oral premedication with midazolam in paediatric anesthesia: effects on sedation and gastric contents. *Paediatr Anaesth.* 1997;7:191-6.
 24. Lopez T, Sanchez FJ, Garzon C, Muriel C. Spinal anesthesia in pediatric patients. *Minevra Aesthesiol.* 2012;78:78-87.
 25. Lederhas G. Spinal anesthesia in paediatrics. *Best Pract Res Clin Anesthesiol.* 2003;17:365-76.
 26. Singh R, Batra YK, Bhartu N, Panda NB. Comparison of propofol versus propofol-ketamine combination for sedation during spinal anesthesia in children: Randomized clinical trial of efficacy and safety. *Paediatr Anaesth.* 2010;20:439-44.
 27. Kokki H. Spinal blocks. *Paediatrics.* 2012;22:56-64.
 28. Abajian JC, Mellish RW, Browne AF, Perkins FM, Lambert DH, Mazuzan JE Jr. Spinal anesthesia for surgery in the high- risk infant. *Anesth Analg.* 1984;63:359-62.
 29. Geiduschek JM. *Pediatrics.* In: Brown DL, editor. *Regional anaesthesia and analgesi.* 1st ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 1996. p.559-62.
 30. Dohi S, Seino H. Spinal anesthesia in premature infants: Dosage and effects of sympathectomy. *Anesthesiology.* 1986;65:559-61.
 31. Sethna NF, Berde CB. *Pediatric regional anesthesia.* In: Gregory GA, editor. *Paediatric Anaesthesia.* 3rd edition. New York: Churchill Livingstone Inc; 1994. p.281-317.
 32. Dohi S, Naito H, Takahashi T. Age-related changes in blood pressure and duration of motor block in spinal anesthesia. *Anesthesiology.* 1979;50:319-23.
 33. Pascucci RC, Hershenson MB, Sethna NF, Lorin SH, Stark AR. Chest wall motion of infants during spinal anesthesia. *J Appl Physiol.* (1985) 1990;68:2087-91.
 34. Gleason CA, Martin RJ, Anderson JV, Carlo WA, Sanniti KJ, Fanaroff AA. Optimal position for spinal tap in preterm infants. *Paediatrics.* 1983;71:31-5.
 35. Perlas A, Chaparro LE, Chin KJ. Lumbar Neuraxial Ultrasound for Spinal and Epidural Anesthesia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Post Author Corrections: December 9, 2014. Reg Anesth Pain Med.* 2016 Mar-Apr;41(2):251-60.
 36. Wright TE, Orr RJ, Haberkern CM, Walbergh EJ. Complications during spinal anesthesia in infants: High spinal blockade. *Anesthesiology.* 1990;73:1290-2.
 37. Kokki H, Heikkinen M, Turunen M, Vanamo K, Hendolin H. Needle design does not affect the success rate of spinal anaesthesia or the incidence of postpuncture complications in children. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2005; 49:1367-72.
 38. Kokki H, Hendolin H. Comparison of 25G and 29G Quincke spinal needles in pediatrics day care surgery. A prospective randomized study of puncture characteristics, success rate and postoperative complaints. *Paediatr Anesth.* 1996;6:115-9.
 39. Kokki H, Ylonen P, Laisalmi M, Heikkinen M, Reinikainen M. Isobaric ropivacaine 5mg/ml for spinal anaesthesia in children. *Anesth Analg.* 2005;100:66-70.
 40. Frawley G, Smith KR, Ingelmo P. Relative potencies of bupivacaine, levobupivacaine and ropivacaine for neonatal spinal anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2009;103:731-8.
 41. Greco C, Berde CB. *Acute Pain Management in children.* In: Bonica's Management Pain, 4th edition. J. Ballantyne, J. Rathmell, S. Fishman, editors, LWW, Philadelphia, 2010, Chapter 50. 681-698.
 42. Shah RD, Suresh S. Applications of regional anaesthesia in paediatrics *Br J Anaesth.* 2013;111(suppl 1): i114-i124.
 43. Rochette A, Raux O, Troncin R, Dadure C, Verdier R, Capdevila X. Clodidine prolongs spinal anesthesia in newborns. A prospective dose ranging study. *Anesth Analg.* 2004;98:56-9.

44. Kokki H, Heikkinen M, Ahonen R. Recovery after pediatric day case herniotomy performed under spinal analgesia. *Pediatr Anesth.* 2004;14:564-7.
45. Williams RK, Adams DC, Aladjem EV, Kreutz JM, Sartorelli KH, Vane DW, et al. The safety and efficacy of spinal anesthesia for surgery in infants; The Vermont Infant Spinal Registry. *Anesth Analg.* 2006;102:67-71.
46. Kachoko L, Smith E, Tzeitlin E, Efrat R, Tarabikin E, Peled E, et al. Spinal anesthesia in neonates and infants- a single center experience of 505 cases. *Paediatr Anesth.* 2007;17:647-53.
47. Gupta A, Saha U, Sinha SK, Gupta N. Subarachnoid block versus general anesthesia in children undergoing surgeries below umbilicus. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2008;24:425-8.
48. Puncuh F, Lampugnani E, Kokki H. Use of spinal anaesthesia in pediatric patients: A single centre experience with 1132 cases. *Pediatr Anesth.* 2004;14:564-7.
49. Somri M, Gaitini LA, Vaida SJ, Malatzkey S, Sabo E, Yudashkin M, et al. The effectiveness and safety of spinal anaesthesia in the pyloromyotomy procedure. *Paediatr Anaesth.* 2003;13:32-7.
50. Hammer GB, Ramamoorthy C, Cao H, Williams GD, Boltz MG, Kamra K, et al. Postoperative analgesia after spinal blockade in infants and children undergoing cardiac surgery. *Anesth Analg.* 2005;100:1283-8.
51. Gingrich BK. Spinal anesthesia for a former preterm infant undergoing upper abdominal surgery. *Anaesth Analg.* 2006;103:1624.
52. Bernardis CM, Hadzic A, Suresh S, Neal JM. Regional anesthesia in anesthetized or heavily sedated patients. *Reg Anesth Pain Med.* 2008;33(5):449-60.
53. Hermanns H, Stevens MF, Werdehausen R, Braun S, Lipfert P, Jetzek-Zader M. Sedation during spinal anaesthesia in infants. *Br J Anaesth.* 2006;97:380-4.
54. Kachko L, Platis CM, Livini G, Tarabikin E, Michowicz S, Katz J. Spinal anaesthesia in infants with ventriculoperitoneal shunt: report of five cases and review of literature. *Paediatr Anaesth.* 2006;16:578-83.
55. Kokki H, Sakonvaara M, Herrgard E, Onen P. Postdural puncture headache is not age-related symptom in children: A prospective, open-randomised, parallel group study comparing a 22-gauge Quincke with 22-gauge Whitacre needle. *Paediatr Anesth.* 1999;9:429-34.
56. Apiliogullari S, Duman A, Gok F, Akillioglu I. Spinal needle design and size affect the incidence of postdural puncture headache in children. *Paediatr Anaesth.* 2010;20:177-82.
57. Mallhotra SK, Iyer BR, Gupta AK, Raghunathan M, Nakra D. Spinal analgesia and auditory functions: Comparison of 2 sizes of Quincke needle. *Minerva Anesthesiol.* 2007;73: 395-9.
58. Lavi R, Yarnitsky D, Rowe JM, Weissman A, Segal D, Avivi I. Standard vs atraumatic Whitacre needle for diagnostic lumbar puncture: a randomized trial. *Neurology.* 2006;67:1492-94.
59. Ylönen P, Kokki H. Management of postdural puncture headache with epidural blood patch in children. *Pediatric Anesthesia.* 2002;12:526-9.
60. Robins B, Boggs DP. Caudal epidural blood patch for treating intractable vomiting in a child after placement of a permanent intrathecal catheter. *Anesth Analg.* 2001;92:1169-70.
61. Polaner DM, Taenzer AH, Walker BJ, Bosenberg AMB. Pediatric Regional Anesthesia Network (PRAN): A Multi-Institutional Study of the Use and Incidence of Complications of Pediatric Regional Anesthesia. *Anesth Analg.* 2012;115(6):1353-64.
62. Saowaphak L, Niramol T, Naiyana A, Wiriya M, Suwannee S. Efficacy of surgical transversus abdominis plane block for postoperative pain relief following abdominal surgery in pediatric patients. *Pediatr Anesthesia.* 2015;25(6):614-20.
63. Ozkan O, Fatmanur E, Derya C, Ilhan C, Seza A. Spinal Anesthesia for Noncardiac Surgery in High-Risk Infants With Corrected Tetralogy of Fallot and Cardiomyopathy. *Anesth Pain Med.* 2015;5(4):e25778.
64. Hasani A. Regional anesthesia in children: indications and limitations. *Period Biol.* 2015;117:215-18.
65. Kumar KR, Kumar H, Baidya DK, Arora MK. Successful use of spinal anesthesia for inguinal hernia repair in a child with Hunter syndrome with difficult airway. *J Clin Anesth.* 2016;30:99-100.
66. Frawley G, Bell G, Disma N, Withington DE, de Graaff JC, Morton NS, et al. General Anesthesia compared to Spinal anesthesia (GAS) Consortium. Predictors of Failure of Awake Regional Anesthesia for Neonatal Hernia Repair: Data from the General Anesthesia Compared to Spinal Anesthesia Study--Comparing Apnea and Neurodevelopmental Outcomes. PMID:26001028.
67. Davidson AJ, Morton NS, Arnup SJ, de Graaff JC, Disma N, Withington DE, et al. General Anesthesia compared to Spinal anesthesia (GAS) Consortium. Apnea after Awake Regional and General Anesthesia in Infants: The General Anesthesia Compared to Spinal Anesthesia Study--Comparing Apnea and Neurodevelopmental Outcomes, a Randomized Controlled Trial. *Anesthesiology.* 2015;123(1):38-54.
68. Walcott BP, Khanna A, Yanamadala V, Coumans JV, Peterfreund RA. Cost analysis of spinal and general anesthesia for the surgical treatment of lumbar spondylosis. *J Clin Neurosci.* 2015;22(3):539-43.
69. Milosavljevic SB, Pavlovic AP, Trpkovic SV. Influence of Spinal and General Anesthesia on the Metabolic, Hormonal, and Hemodynamic Response in Elective Surgical Patients. *Med Sci Monit.* 2014;20:1833-40.
70. Rosenberg H, Pollock N, Scheimann A, Bulger T, Stowell K. Malignant hyperthermia: a review. *Orphanet J Rare Dis.* 2015;10:93.
71. Jones LJ, Craven PD, Lakkundi A, Foster JP, Badawi N. Regional (spinal, epidural, caudal) versus general anaesthesia in preterm infants undergoing inguinal herniorrhaphy in early infancy. Editorial Group: Cochrane Neonatal Group. Published Online: 9 JUN 2015.