

ARTYKUŁ POGLĄDOWY / REVIEW PAPER

Otrzymano/Submitted: 29.02.2020 • Zaakceptowano/Accepted: 18.06.2020

© Akademia Medycyny

Anestezja regionalna u pacjentów z tępyymi urazami klatki piersiowej w OIT

Regional anaesthesia in patients with blunt chest trauma in the ICU

Paweł Pietraszek, Damian Grochulski

Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Szpital Uniwersytecki
im. K. Marcinkowskiego w Zielonej Górze



Streszczenie

Urazy klatki piersiowej ze złamaniami jej chrzęstno-kostnych struktur wiążą się ze znacznym nasileniem bólu, skutkującym pogorszeniem funkcji płuc. Skuteczna analgezja może przyczynić się do poprawy wyników leczenia w tej grupie pacjentów. Podstawowymi środkami przeciwbólowymi stosowanymi w Oddziale Intensywnej Terapii są opioidy, które dość dobrze kontrolują ból, ale z drugiej mają szereg działań niepożądanych. Adekwatne leczenie bólu oznacza nie tylko zmniejszenie jego nasilenia, ale także redukcję działań ubocznych leków opioidowych. Środkiem umożliwiającym osiągnięcie tego celu mogą być techniki znieczulenia regionalnego, począwszy od znieczulenia zewnątrzoponowego, po nowsze techniki międzypowięziowe wykonywane przy pomocy ultrasonografii. W opracowaniu omówiono techniki znieczulenia regionalnego, przydatne u pacjentów intensywnej terapii z obrażeniami klatki piersiowej. *Anestezjologia i Ratownictwo 2020; 14: 153-161.*

Słowa kluczowe: anestezja regionalna, OIT, uraz klatki piersiowej

Abstract

Chest injuries with cartilage and bone fractures are associated with substantial pain intensity resulting in deterioration of lung function. Adequate pain management could improve treatment outcomes in this group of patients. The basic analgesics used in ICUs are opioids, which can be very effective in pain control, but they have a number of side effects. Adequate treatment of pain means not only reducing its intensity but also reducing the adverse effects of opioid drugs. The way to achieve this goal may be regional anesthetic techniques, ranging from epidural anesthesia to newer interfascial techniques performed with ultrasonography guidance. The paper discusses regional anaesthetic techniques useful in the intensive care patients with chest injuries. *Anestezjologia i Ratownictwo 2020; 14: 153-161.*

Keywords: regional anaesthesia, ICU, chest trauma

Wstęp

Złamania chrzęstno-kostnego szkieletu klatki piersiowej są powszechną konsekwencją urazów spowodowanych wypadkiem komunikacyjnym, różnego rodzaju upadków (np. z wysokości), ale też

resuscytacji krążeniowo-oddechowej. Są wykrywane u co najmniej 10% wszystkich poszkodowanych w wypadkach komunikacyjnych. Mnogie złamanie żeber wiążą się często z koniecznością hospitalizacji w OIT, znacznym odsetkiem powikłań płucnych oraz ze śmiertelnością sięgającą 33% [1]. Ciężkość urazu

koreluje z liczbą złamanych żeber i wraz z wiekiem chorego determinuje chorobowość i śmiertelność. Złamanie ≥ 3 żeber, wiek >65 lat oraz rozwinięcie zapalenia płuc są niezależnymi czynnikami rokowniczymi zwiększonej śmiertelności [2].

Ból związany z uszkodzeniem rusztowania klatki piersiowej może mieć nasilenie od umiarkowanego do znacznego, osiągając incydentalnie skrajnie wysokie wartości. Wzrost natężenia bólu związany jest np. ze zmianą pozycji ciała, kaszlem lub fizjoterapią. Ból utrudniając głębokie oddychanie oraz efektywny kaszel ogranicza fizjologiczne mechanizmy obronne, co predysponuje do powstania niedodmy, zapalenia płuc i w konsekwencji rozwoju niewydolności oddechowej [3]. Poprawienie mechaniki oddychania może znacząco ograniczyć występowanie wyżej wymienionych problemów. Cel ten można osiągnąć prowadząc adekwatną analgezję, zwłaszcza u pacjentów >65 roku życia [4].

Nieadekwatnie leczony ból może prowadzić do szeregu problemów oraz poważnych powikłań takich jak pobudzenie psychoruchowe z usuwaniem cewników i rurek intubacyjnych, zwiększone zapotrzebowanie na leki sedacyjne, asynchronia pacjent-respirator, zaburzenia hemodynamiczne, majaczenie, immunosupresja, zwiększona częstość infekcji płucnych, przedłużenie wentylacji mechanicznej, wydłużenie hospitalizacji, zespół przetrwałego bólu po leczeniu w OIT oraz zespół stresu pourazowego (PTSD) [5-8].

Walka z bólem w urazach klatki piersiowej

Podstawowym sposobem walki z bólem w OIT jest farmakoterapia oparta o leki opioidowe. Ich pozytywne efekty są okupione działaniami niepożądanymi takimi jak nadmierna sedacja, majaczenie, niewydolność oddechowa, niedrożność porażenna jelit, nudności, wymioty i immunosupresja. Preferowaną strategią leczenia bólu w OIT jest więc podejście multimodalne. Oznacza ono stosowanie leków przeciwbólowych o różnych mechanizmach działania wraz z innymi technikami, które pozwalają na zmniejszenie ryzyka działań niepożądanych i sumarycznych dawek leków. Do leków pomagających zmniejszyć zużycie opioidów należą m.in. paracetamol, metamizol, niesteroidowe leki przeciwzapalne, gabapentynoidy, deksmedetomidyna, ketamina, czy lidokaina [9].

W multimodalnym podejściu leczeniu bólu niebagatelną rolę odgrywają techniki anestezji regionalnej. Umożliwiają one przyspieszenie odłączenia od respiratora, ułatwiają rehabilitację, oraz skracają czas pobytu w OIT [10]. Nawet jeśli znieczulenie regionalne nie jest w stanie wyeliminować konieczności podaży opioidów ze względu na różne źródła bólu u pacjentów OIT, to jego zastosowanie może zmniejszyć sumaryczne zapotrzebowanie na opioidy i środki sedatywne. Nie jest to bez znaczenia, jeśli naszym zamierzeniem jest to, by pacjent był płyciej i krócej sedowany [11].

W celu leczenia bólu związanego z urazem klatki piersiowej u pacjenta w OIT można zastosować kilka technik znieczulenia regionalnego: znieczulenie zewnątrzoponowe w odcinku piersiowym, znieczulenie przykręgowe w odcinku piersiowym, blokady w przedziale mięśnia prostownika grzbietu i zębatego przedniego oraz blokady przymostkowe. Decyzję o wykonaniu konkretnego rodzaju znieczulenia należy podjąć po rozważeniu wszystkich „za i przeciw”, jeśli przewidywane korzyści przeważają nad możliwymi powikłaniami. Indywidualne podejście oznacza również wybranie optymalnego czasu do wykonania blokady.

Znieczulenie zewnątrzoponowe w odcinku piersiowym (Thoracic epidural anesthesia, TEA)

Znieczulenie zewnątrzoponowe jest najczęstszą techniką anestezji regionalnej wykorzystywaną w OIT. W przypadku tępych urazów klatki piersiowej jest ono uważane za standard postępowania przeciwbólowego, kiedy leki opioidowe są nieskuteczne, lub gdy stopień obrażeń wskazuje, że leki opioidowe mogą być niewystarczające. Im więcej złamanych żeber, złamania obustronne lub obecna niestabilność klatki, tym większa jest korzyść, jaką pacjent może odnieść ze znieczulenia zewnątrzoponowego [11,12]. Zastosowanie ultrasonografii może ułatwić założenie cewnika u pacjentów z „trudną anatomią” [13]. Stężenie oraz objętość anestetyków lokalnych będą uzależnione od liczby złamanych żeber, chorób współistniejących, wieku i przede wszystkim stanu hemodynamicznego pacjenta. Przykładowe dawki w tabeli I.

Tabela I. Podsumowanie blokad regionalnych przydatnych w leczeniu bólu w mnogich złamaniach żeber skrótów: TEA – znieczulenie zewnątrzoponowe w odcinku piersiowym, TPVB – znieczulenie przykręgowe w odcinku piersiowym, SAPB – znieczulenie w przedziale mięśnia zębatego, ESPB – znieczulenie w przedziale prostownika grzbietu

Table I. Summary of regional blockades useful in the treatment of pain in multiple rib fractures. TEA – Thoracic Epidural Anaesthesia, TPVB – Thoracic Paravertebral Block, SAPB – Serratus Anterior Muscle Plane Block, ESPB – Erector Spinae Plane Block

	TEA (thoracic epidural analgesia)	TPVB (thoracic paravertebral block)	SAPB (serratus anterior plane block)	ESPB (erector spinae plane block)	Przymostkowe
BLOKOWANE DERMATOMY	gałęzie brzuszne i grzbietowe nerwów rdzeniowych	gałęzie brzuszne i grzbietowe nerwów rdzeniowych	gałęzie boczne nerwów międzyżebrowych	gałęzie grzbietowe (i brzuszne) nerwów rdzeniowych, nerwy międzyżebrowe	Gałęzie przednie nerwów międzyżebrowych
ZAKRES ZNIECZULENIA	obustronnie cała klatka piersiowa	średnio 5-6 dermatomów (1-9), jednostronnie	2/3 boczne klatki piersiowej (bez okolicy przykręgosłupowej i przymostkowej)	jednostronnie klatka piersiowa, 7 lub więcej dermatomów	1/3 przednia klatki piersiowej
UŁOŻENIE PACJENTA	na boku, siedzące, na brzuchu	na boku, siedzące, na brzuchu	na plecach, na boku, siedzące	na boku, siedzące, na brzuchu	Na plecach
DAWKA BOLUS	0,1-0,2 ml/kg (0,2-0,5% ropiwakaina, 0,125-0,375% bupiwakaina)	0,3 ml/kg	30 ml 0,2-0,5% bupiwakainy/ ropiwakainy	20-30 ml 0,2-0,5% bupiwakainy/ ropiwakainy	15-20 ml 0,2-0,25% bupiwakainy/ ropiwakainy
WLEW	0,1 ml/kg (0,2% ropiwakaina, 0,1-0,2% bupiwakaina)	0,1 ml/kg	5-10 ml/godz 0,2-0,375% ropiwakainy 0,125-0,25% bupiwakainy; raczej powtarzane bolusy	5-10 ml/godz 0,2-0,375% ropiwakainy 0,25% bupiwakainy; raczej powtarzane bolusy	5 ml/godz 0,2% ropiwakainy 0,125% bupiwakainy; raczej powtarzane bolusy

Znieczulenie przykręgowe w odcinku piersiowym (Thoracic paravertebral block, TPVB)

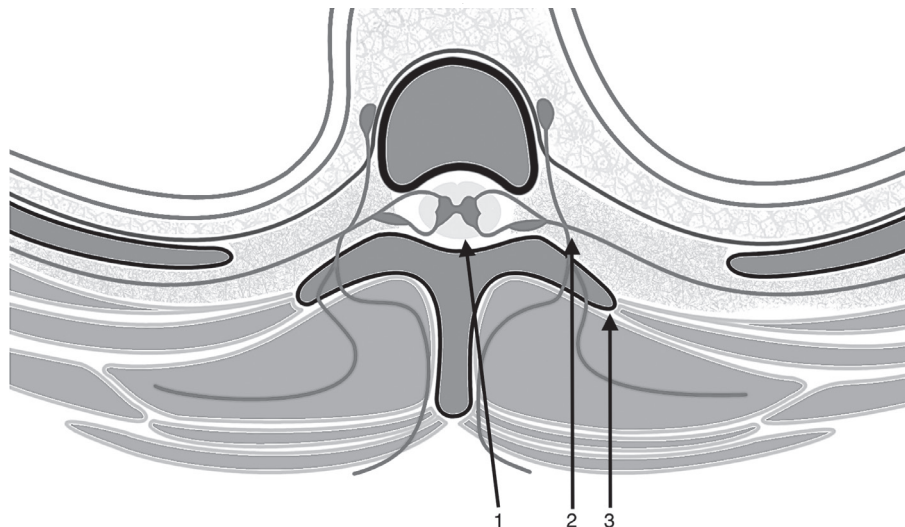
Wykonanie znieczulenia zewnątrzoponowego u pacjentów OIT nie zawsze jest możliwe, np. ze względu na trudności techniczne. Dobrą i bezpieczną alternatywą jest znieczulenie przykręgowe w odcinku piersiowym. Technika wykonania tego znieczulenia po odpowiednim przeszkoleniu jest relatywnie prosta, a wykorzystanie ultrasonografii poprawia jakość analgezji oraz pozwala na zmniejszenie ilości powikłań [14]. W badaniach dotyczących techniki „na punkty anatomiczne” powikłanie w postaci punkcji opłucnej było odnotowane u 0,6-0,9% pacjentów, odma opłucnowa u 0,26-0,3%, punkcja naczynia u 3,8%, hipotensja zaś u 2,2-5% dorosłych pacjentów [15,16]. W badaniu Pace i wsp. obejmującym 1427 blokad przykręgowych pod kontrolą ultrasonograficzną częstość hipotensji oceniono na 0,47%, nie zaobserwowano punkcji opłucnej

ani odmy opłucnowej [17].

Anestetyk lokalny wstrzyknięty do przestrzeni przykręgowej rozprzestrzenia się głównie dogłównowo oraz doogonowo, część jednak dyfunduje również przyśrodkowo do przestrzeni zewnątrzoponowej i bocznie w kierunku przestrzeni międzyżebrowej. Podanie 20 ml anestetyku powoduje znieczulenie w zakresie około 5 dermatomów [18]. Iniekcja na 2 poziomach może być konieczna przypadku większej ilości złamanych żeber. Należy wówczas zachować szczególną ostrożność, aby nie przekroczyć maksymalnych dawek anestetyków.

Znieczulenie w przedziale mięśnia prostownika grzbietu (Erector spinae plane block, ESPB)

Istotą znieczulenia w przedziale mięśnia prostownika grzbietu jest zdeponowanie anestetyku pomiędzy mięśniami prostownikami grzbietu a grzbietową powierzchnią wyrostków poprzecznych kręgów



Rycina 1. Miejsce depozycji anestetyku w odniesieniu do struktur nerwowych w przypadku 1. znieczulenia zewnątrzoponowego, 2. znieczulenia przykręgowego, 3. znieczulenia w przedziale mięśnia prostownika grzbietu

Figure 1. Place of local anaesthetic administration in relation to nerve structures 1. Epidural Anaesthesia, 2. Paravertebral Blockade, 3. Erector Spinae Plane Block

(rycina 1) [19]. W odróżnieniu od blokady przykręgowej anestetyk jest podawany w sporej odległości od centralnych struktur nerwowych, co z jednej strony decyduje o większym bezpieczeństwie, a z drugiej o mniejszej sile działania analgetycznego. Ważną zaletą tego znieczulenia jest intensywne rozprzestrzenianie dogłównie i doogonowe, zapewniające szeroki dermatomalny zakres blokady. Znieczulenie w przedziale prostownika grzbietu można wykonać na całej długości kręgosłupa piersiowego i lędźwiowego, w przypadku urazów klatki piersiowej wykonuje się je zazwyczaj na poziomie Th4-Th7.

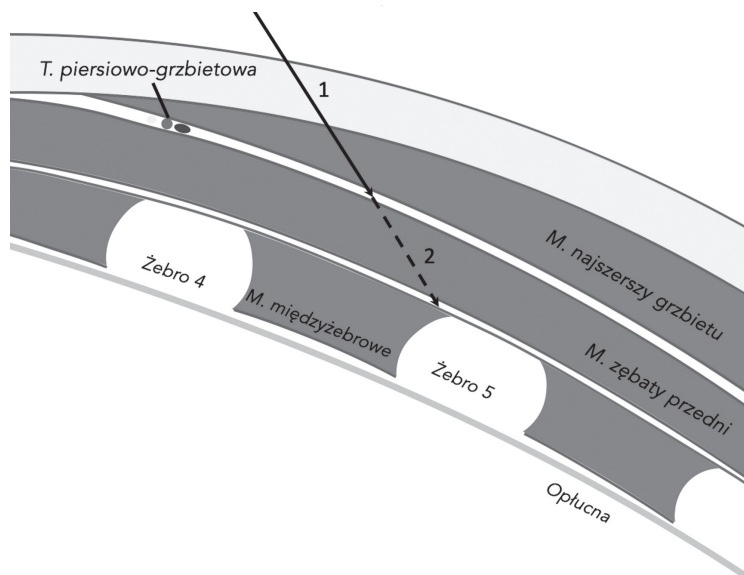
Mechanizm działania znieczulenia ESP jest wciąż badany. Najpełniejsza blokada dotyczy gałęzi grzbietowych nerwów rdzeniowych, które przebiegają przez obszar depozycji anestetyku. Środek znieczulający miejscowo w różnym stopniu przechodzi przez więzadło żebroowo-poprzeczne w kierunku przestrzeni przykręgowej znieczulając gałęzie nerwów rdzeniowych (i w mniejszym stopniu nerwy współczulne), oraz w kierunku przestrzeni międzyżebrowych obejmując nerwy międzyżebrowe. Badania na zwłokach dotyczące rozprzestrzeniania się anestetyku w kierunku przestrzeni przykręgowej są sprzeczne – niektóre z nich wspierają tezę o rozprzestrzenianiu się anestetyku do przestrzeni przykręgowej, [20,21] a inne tę tezę odrzucają [22].

Znieczulenie w przedziale mięśnia zębatego przedniego (Serratus anterior muscle plane block, SAPB, SAM)

Znieczulenie w przedziale mięśnia zębatego przedniego zostało opracowane na potrzeby chirurgii piersi jako rozwinięcie znieczuleń PECS, jednak dość szybko znaleziono dla niego nowe zastosowania. Polega ono na zdeponowaniu anestetyku lokalnego w przestrzeni pomiędzy mięśniem zębatym przednim a mięśniem najszerszym grzbietu na poziomie 5 żebra. Modyfikacja blokady polega na podaniu anestetyku poniżej mięśnia zębatego przedniego, a powyżej żeber i mięśni międzyżebrowych. Blokada swym działaniem obejmuje gałęzie skórne boczne nerwów międzyżebrowych Th2-Th9, nerw piersiowy długi i piersiowo-grzbietowy [23]. Miejsce depozycji anestetyku przedstawiono na rycinie 2.

Blokady przymostkowe

Grupę kilku znieczuleń regionalnych wykonywanych w bliskości mostka, których wspólnym mianownikiem jest znieczulenie przednich gałęzi nerwów międzyżebrowych można podzielić na 2 zasadnicze grupy: procedury głębokie i powierzchowne. Blokadą



- Rycina 2. Miejsce depozycji anestetyku w znieczuleniu w przedziale mięśnia zębatego przedniego
1. Blokada powierzchowna – przestrzeń pomiędzy mięśniem najszerzym grzbietu a zębatym przednim na wysokości 5 żebra w linii pachowej środkowej/tylnej,
 2. Blokada głęboka – poniżej mięśnia zębatego przedniego, nad powierzchnią żebrem i mięśnie międzyżebrowych

Figure 2. Place of local anaesthetic administration in Serratus Anterior Plane Block.

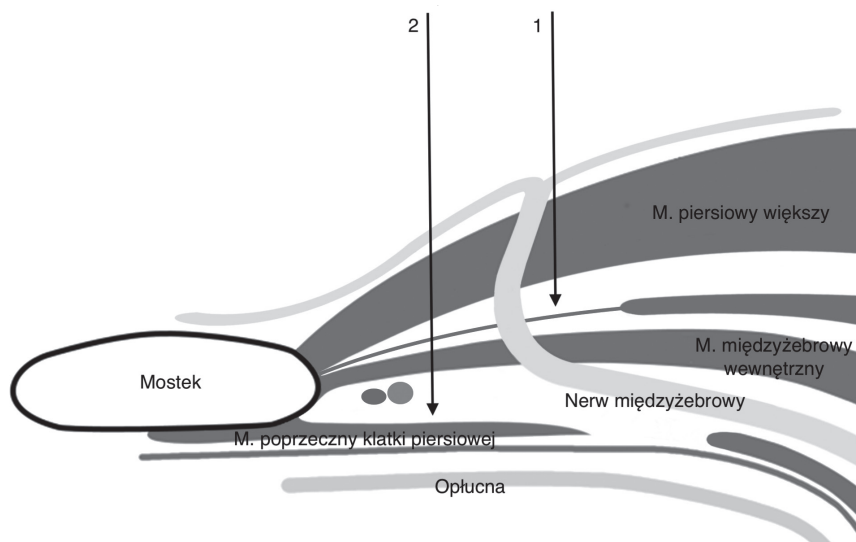
głębką jest Transverse Thoracic Muscle Plane Block (TTM, TTPB), w której anestetyk jest deponowany poniżej mięśni międzyżebrowych wewnętrznych, a powierzchownie w stosunku do mięśnia poprzecznego klatki piersiowej, w bezpośredniej bliskości mostka [24,25].

Drugą grupą znieczuleń przymostkowych są blokady powierzchowne (Superficial Parasternal Intercostal Plane Blocks), w których anestetyk jest podawany w niewielkiej odległości od mostka do przestrzeni leżącej poniżej mięśnia piersiowego większego i powierzchownie w stosunku do mięśni międzyżebrowych zewnętrznych i żeber (rycina 3). Przy takim postępowaniu ryzyko uszkodzeń opłucnej i naczyń krwionośnych jest zdecydowanie mniejsze niż w przypadku blokady głębokiej, a skuteczność analgetyczna podobna [26]. Znieczulenie to zostało opisane niezależnie przez wielu autorów, dlatego też możemy spotkać się w literaturze z różnorodnym nazewnictwem (Pectointercostal Block, Subpectoral Interfascial

Plane Block, Parasternal Pecs Block, Anterior Thoracic Medial Block).

Dyskusja

Złotym standardem leczenia przeciwbólowego w urazach klatki piersiowej jest znieczulenie zewnątrzoponowe w odcinku piersiowym. Jest ono korzystniejsze w kontekście efektu przeciwbólowego od analgezji systemowej, a jego wykorzystanie umożliwia dodatkowo skrócenie czasu wentylacji mechanicznej [27-31]. Dane odnośnie wpływu znieczulenia zewnątrzoponowego na przeżywalność u pacjentów z tępych urazami klatki piersiowej nie są jednoznaczne. W metaanalizie z 2009 roku w odniesieniu do śmiertelności nie stwierdzono statycznie istotnej przewagi znieczulenia zewnątrzoponowego w stosunku do analgezji systemowej (autorzy przeglądu podkreślają niską jakość badań) [31]. Nowsze prace sugerują, że znieczulenie zewnątrzoponowe w tej grupie pacjentów



Rycina 3. Miejsce depozycji anestetyku w blokadach przymostkowych

1. Blokady powierzchowne – poniżej mięśnia piersiowego większego, powierzchownie w stosunku do mięśni międzyżebrowych zewnętrznych i żeber,
2. Blokady głębokie – poniżej mięśni międzyżebrowych wewnętrznych, powierzchownie w stosunku do mięśnia poprzecznego klatki piersiowej

Figure 3. Place of local anaesthetic administration in parasternal blocks

może wpłynąć na zmniejszenie śmiertelności [32,33].

Bardzo dobrą alternatywą dla znieczulenia zewnątrzoponowego, zwłaszcza w przypadku urazów po jednej stronie klatki piersiowej, jest znieczulenie przykręgowe w odcinku piersiowym. W porównaniu do analgezji dożylniej sterowanej przez pacjenta zapewnia lepszą kontrolę bólu i wpływa korzystnie na funkcję płuc [34]. W zakresie skuteczności przeciwbólowej jest porównywalne do znieczulenia zewnątrzoponowego [35,36]. W stosunku do znieczulenia zewnątrzoponowego w odcinku piersiowym nie stwierdzono też różnic w długości wentylacji mechanicznej, częstości zapaleń płuc, pobytu w OIT, czy pobytu w szpitalu [37].

Ryzyko powikłań związanych z zaburzeniami krzepnięcia jest inne w zależności od rodzaju planowanej blokady regionalnej. Procedury proksymalne, głębokie (np. znieczulenie zewnątrzoponowe, przykręgowe) wiążą się ze stosunkowo wysokim ryzykiem krwawienia i poważnych konsekwencji neurologicznych. W przypadku tych blokad towarzystwa naukowe opracowują i systematycznie aktualizują odpowiednie

wytyczne [38]. Dzięki rozwojowi ultrasonografii w ciągu ostatnich kilku lat opracowano techniki anestezji regionalnej, w których anestetyk jest deponowany bardziej obwodowo, w przedziałach mięśniowo-pięziowych, dzięki czemu ryzyko powikłań, a także ich konsekwencje są mniejsze. Zastosowanie tego typu blokad w kontekście zaburzeń krzepnięcia jest bardziej liberalne niż znieczulenia zewnątrzoponowego czy przykręgowego, nie opracowano jednak dotychczas jednoznacznych wytycznych [39].

Znieczulenie w przedziale mięśnia prostownika grzbietu (ESPB) jest przedmiotem bardzo intensywnych badań klinicznych. Jednym z pierwszych opisanych zastosowań ESPB było leczenie bólu w mnogich złamaniach żeber [40,41]. W tej grupie pacjentów w OIT ESPB może okazać się przydatnym narzędziem, ze względu na to, że w znacznie mniejszym stopniu dotyczy go problemy związane ze znieczuleniem zewnątrzoponowym (hipotensja, trudności techniczne czy wspomniane wyżej zaburzenia krzepnięcia) [42,43]. U pacjentów po operacjach kardiochirurgicz-

nych zastosowanie ESPB pozwala na porównywalną do TEA kontrolę bólu [44]. U pacjentów po zabiegach wideotorakoskopowych ciągle ESPB pozwala na porównywalną kontrolę bólu do ciągłego znieczulenia przykręgowego [45].

Znieczulenie w przedziale mięśnia zębatego przedniego ma szereg zalet: jest powierzchowne, proste technicznie, w większości przypadków nie ma potrzeby specjalnego układania pacjenta (może leżeć na plecach). W przypadku mnogich złamań żeber od kilku lat jest stosowane jako bezpieczna i efektywna alternatywa dla TEA i TPVB [46-50]. Analgezja bocznej ściany klatki piersiowej w omawianej grupie pacjentów może ułatwiać odzwyczajanie pacjentów od respiratora [51,52]. Wykonując tę blokadę należy jednak pamiętać, że SAPB nie zapewnia pełnej analgezji połowy klatki piersiowej i zazwyczaj jest nieskuteczna przy złamaniach tylnych oraz przymostkowych odcinków żeber.

Uraz klatki piersiowej dotyczący jedynie jej przedniej ściany (złamania mostka i przymostkowych odcinków żeber) jest bardzo często skutkiem prowadzenia resuscytacji krążeniowo-oddechowej. Na podstawie analizy ponad 2148 badań sekcyjnych pacjentów po resuscytacji krążeniowo-oddechowej Kralji i wsp. stwierdzili złamania mostka u 59% mężczyzn i 79% kobiet, złamania żeber u 77% mężczyzn i 85% kobiet, zwichnięcia stawów mostkowo-żebrowych u 33% mężczyzn i 12% kobiet [53]. Zastosowanie w tej grupie pacjentów selektywnej blokady gałązek przednich nerwów międzyżebrowych (powierzchnowe i głębokie blokady przymostkowe) może przynieść bardzo dobry efekt przeciwbólowy przy minimalnej ilości powikłań. Niestety obecnie brakuje danych dotyczących optymalnego dawkowania, powikłań oraz badań porównujących skuteczność analgetyczną tych technik w stosunku do innych metod analgezji u pacjentów

w OIT. Blokada w tym przedziale może zapewniać dobrą jakość analgezji po złamaniach mostka oraz po operacjach kardiochirurgicznych [54,55].

Podsumowanie i wnioski

Skuteczna analgezja może przyczynić się do poprawy wyników leczenia u pacjentów z tępyimi urazami klatki piersiowej. Techniki anestezji regionalnej zapewniając podobną lub lepszą jakość analgezji w stosunku do leków opioidowych, umożliwiają ograniczenie ich zużycia i pozwalają na zmniejszenie związanych z tymi lekami licznych działań niepożądanych. Podstawową techniką anestezji regionalnej stosowaną w tej grupie pacjentów jest znieczulenie zewnątrzoponowe w odcinku piersiowym. W przypadku pacjentów OIT jej wykorzystanie nie zawsze jest możliwe. W takich sytuacjach warto skorzystać z technik alternatywnych, które mogą być równie skuteczne, a ze względu na ich bardziej powierzchowny, międzypowięziowy charakter są bezpieczniejsze od znieczulenia zewnątrzoponowego. Należy jednak podkreślić brak dobrej jakości badań dotyczących tych znieczuleń u pacjentów oddziałów intensywnej terapii, co w znacznej mierze ogranicza ich szersze zastosowanie.

Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

Adres do korespondencji / Correspondence address

✉ Paweł Pietraszek

Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii
Szpital Uniwersytecki im. K. Marcinkowskiego
ul. Zyty 26; 65-046 Zielona Góra

✉ pawel.pietraszek@outlook.com

Piśmiennictwo/References

1. Pressley CM, Fry WR, Philp AS, Berry SD, Smith RS. Predicting outcome of patients with chest wall injury. *Am J Surg*. 2012 Dec;204(6):910-3; discussion 913-4. doi: 10.1016/j.amjsurg.2012.05.015.
2. Battle CE, Hutchings H, Evans PA. Risk factors that predict mortality in patients with blunt chest wall trauma: a systematic review and meta-analysis. *Injury*. 2012 Jan;43(1):8-17. doi: 10.1016/j.injury.2011.01.004.
3. Kiraly L, Schreiber M. Management of the crushed chest. *Crit Care Med*. 2010;38(9-Suppl):S469-77.
4. Ho AMH, Karmakr MK, Critchley LAH. Acute pain management of patients with multiple fractured ribs: A focus on regional techniques. *Curr Opin Crit Care*. 2011;17:3237.
5. Battle CE, Lovett S, Hutchings H. Chronic pain in survivors of critical illness: a retrospective analysis of incidence and risk factors. *Crit Care*. 2013;17(3):R101. Published 2013 May 29. doi:10.1186/cc12746.

6. Myhren H, Ekeberg O, Toien K, Karlsson S, Stokland O. Posttraumatic stress, anxiety and depression symptoms in patients during the first year post intensive care unit discharge. *Crit Care* 2010;14:R14.
7. Georgiou E, Hadjibalassi M, Lambrinou E, Andreou P, Papanthanasoglou ED. The Impact of Pain Assessment on Critically Ill Patients' Outcomes: A Systematic Review. *Biomed Res Int.* 2015;2015:503830.
8. O'Connell KM, Quistberg DA, Tessler R, Robinson BRH, Cuschieri J, Maier RV, et al. Decreased Risk of Delirium With Use of Regional Analgesia in Geriatric Trauma Patients With Multiple Rib Fractures. *Ann Surg.* 2018 Sep;268(3):534-40. doi: 10.1097/SLA.0000000000002929.
9. Devlin JW, Skrobik Y, Gélinas C, Needham DM, Slooter AJC, Pandharipande PP, et al. Executive Summary: Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Management of Pain, Agitation/Sedation, Delirium, Immobility, and Sleep Disruption in Adult Patients in the ICU. *Crit Care Med.* 2018 Sep;46(9):1532-1548. doi: 10.1097/CCM.0000000000003259.
10. White PF, Kehlet H, Neal JM, et al; Fast-Track Surgery Study Group: The role of the anesthesiologist in fast-track surgery: From multimodal analgesia to perioperative medical care. *Anesth Analg* 2007; 104:1380-96
11. Barr J, Fraser GL, Puntillo K, Ely EW, Gélinas C, Dasta JF, et al. Clinical practice guidelines for the management of pain, agitation, and delirium in adult patients in the intensive care unit. *Crit Care Med* 2013;41:263-306.
12. Carrier FM, Turgeon AF, Nicole PC, et al. Effect of epidural analgesia in patients with traumatic rib fractures: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Can J Anaesth.* 2009;56:230-42.
13. Chin KJ, Karmakar MK, Peng P. Ultrasonography of the adult thoracic and lumbar spine for central neuraxial blockade. *Anesthesiology.* 2011;114(6):1459-85.
14. Patnaik R, Chhabra A, Subramaniam R, et al. Comparison of paravertebral & block by anatomic landmark technique to ultrasound-guided paravertebral block for breast surgeries. *Reg Anesth Pain Med.* 2018;43:385-90.
15. Lönnqvist PA, MacKenzie J, Soni AK, Conacher ID. Paravertebral blockade. Failure rate and complications. *Anaesthesia.* 1995 Sep;50(9):813-5.
16. Kelly ME, Mc Nicholas D, Killen J, Coyne J, Sweeney KJ, McDonnell J. Thoracic paravertebral blockade in breast surgery: Is pneumothorax an appreciable concern? A review of over 1000 cases. *Breast J.* 2018 Jan;24(1):23-27. doi: 10.1111/tbj.12831].
17. Pace MM, Sharma B, Anderson-Dam J, Fleischmann K, Warren L, Stefanovich P. Ultrasound-Guided Thoracic Paravertebral Blockade: A Retrospective Study of the Incidence of Complications. *Anesth Analg.* 2016 Apr;122(4):1186-91. doi:10.1213/ANE.0000000000001117.
18. Karmakar MK. Thoracic paravertebral block. *Anesthesiology* 2001; 95: 771-80.
19. Forero M, Adhikary SD, Lopez H, Tsui C, Chin KJ. The Erector Spinae Plane Block: A Novel Analgesic Technique in Thoracic Neuropathic Pain. *Reg Anesth Pain Med.* 2016;41:621-7.
20. Yang HM, Choi YJ, Kwon HJ, O J, Cho TH, Kim SH. Comparison of injectate spread and nerve involvement between retrolaminar and erector spinae plane blocks in the thoracic region: a cadaveric study. *Anaesthesia.* 2018;73:1244-50.
21. Adhikary SD, Bernard S, Lopez H, Chin KJ. Erector spinae plane block versus retrolaminar block: a magnetic resonance imaging and anatomical study. *Reg Anesth Pain Med.* 2018;43:756-62.
22. Ivanusic J, Konishi Y, Barrington MJ. A cadaveric study investigating the mechanism of action of erector spinae blockade. *Reg Anesth Pain Med.* 2018;43:567-71.
23. Blanco R, Parras T, McDonnell J, Galino A. Serratus plane block: a novel ultrasound-guided thoracic wall nerve block. *Anaesthesia.* 2013;68:1107-13.
24. Ueshima H, Kitamura A. Blocking of Multiple Anterior Branches of Intercostal Nerves (Th26) Using a Transversus Thoracic Muscle Plane Block. *Reg Anesth Pain Med.* 2015;40:388.
25. Fujii S, Vissa D, Ganapathy S, et al Transversus thoracic muscle plane block on a cadaver with history of coronary artery bypass grafting. *Reg Anesth Pain Med.* 2017;42:535-7. doi:10.1097/AAP.0000000000000607.
26. de la Torre PA, García PD, Alvarez SL, Miguel FJ, Pérez MF. A novel ultrasound-guided block: a promising alternative for breast analgesia. *Aesthet Surg J.* 2014;34:198-200.
27. Bulger EM, Edwards WT, Klotz PT, Jurkovich GJ. Epidural analgesia improves outcome after multiple rib fractures. *Surgery.* 2004;136:426-30.
28. Behera BK, Puri GD, Ghai B. Patient controlled epidural analgesia with fentanyl and bupivacaine provides better analgesia than intravenous patient controlled analgesia for early thoracotomy pain. *J Postgrad Med.* 2008;54:86-90.
29. Peek J, Smeeing DPJ, Hietbrink F, Houwert RM, Marsman M, de Jong MB. Comparison of analgesic interventions for traumatic rib fractures: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2018 Feb 6.
30. Yeh D, Kutcher M, Knudson M, Tang J. Epidural analgesia for blunt thoracic injury—which patients benefit most? *Injury* 2012; 43: 1667-71.
31. Carrier FM, Turgeon AF, Nicole PC, Trepanier CA, Fergusson DA, Thauvette D, et al. Effect of epidural analgesia in patients with traumatic rib fractures: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Can J Anaesth.* 2009;56:230-42.
32. Gage A, Rivara F, Wang J, Jurkovich GJ, ArbabiSJ. The effect of epidural placement in patients after blunt thoracic trauma. *Trauma Acute Care Surg.* 2014;76:39-45.
33. Jensen CD, Stark JT, Jacobson LL, et al. Improved outcomes associated with the liberal use of thoracic epidural analgesia in patients with rib fractures. *Pain Med.* 2017;18:1787-94.
34. Yeying G, Liyong Y, Yuebo C, et al. Thoracic paravertebral block versus & intravenous patient-controlled analgesia for pain treatment in

- patients with multiple rib fractures. *J Int Med Res.* 2017;45:2085-91.
35. Mohta M, Verma P, Saxena AK, Sethi AK, Tyagi A, Girotra G. Prospective randomized comparison of continuous thoracic epidural and thoracic paravertebral infusion in patients with unilateral multiple fractured ribs: A pilot study. *J Trauma.* 2009;66:1096-101.
36. Shapiro BS, Wasfie T, Chadwick M, Barber KR, Yapchai R. Comparative Analysis of the Paravertebral Analgesic Pump Catheter with the Epidural Catheter in Elderly Trauma Patients with Multiple Rib Fractures. *Am Surg.* 2017 Apr1;83(4):399-402.
37. Malekpour M, Hashmi A, Dove J, et al. Analgesic choice in management of rib & fractures: paravertebral block or epidural analgesia? *Anesth Analg* 2017;124:1906-11.
38. Horlocker TT, Vandermeulen E, Kopp SL, Gogarten W, Leffert LR, Benzon HT. Regional Anesthesia in the Patient Receiving Antithrombotic or Thrombolytic Therapy: American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Evidence-Based Guidelines (Fourth Edition). *Reg Anesth Pain Med.* 2018 Apr;43(3):263-309. doi: 10.1097/AAP.0000000000000763.
39. Working Party;; Association of Anaesthetists of Great Britain & Ireland; Obstetric Anaesthetists' Association; Regional Anaesthesia UK. Regional anaesthesia and patients with abnormalities of coagulation: the Association of Anaesthetists of Great Britain & Ireland The Obstetric Anaesthetists' Association Regional Anaesthesia UK. *Anaesthesia.* 2013 Sep;68(9):966-72. doi:10.1111/anae.12359.
40. Hamilton DL, Manickam B. Erector spinae plane block for pain relief in rib fractures. *Br J Anaesth.* 2017 Mar 1;118(3):474-5. doi: 10.1093/bja/aex013.
41. Luftig J, Mantuani D, Herring AA, Dixon B, Clattenburg E, Nagdev A. Successful emergency pain control for posterior rib fractures with ultrasound-guided erector spinae plane block. *Am J Emerg Med.* 2018 Aug;36(8):1391-6. doi:10.1016/j.ajem.2017.12.060.
42. Adhikary SD, Prasad A, Soleimani B, Chin KJ. Continuous Erector Spinae Plane Block as an Effective Analgesic Option in Anticoagulated Patients After Left Ventricular Assist Device Implantation: A Case Series. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2019 Apr;33(4):1063-1067. doi: 10.1053/j.jvca.2018.04.026.
43. Adhikary SD, Liu WM, Fuller E, Cruz-Eng H, Chin KJ. The effect of erector spinae plane block on respiratory and analgesic outcomes in multiple rib fractures: a retrospective cohort study. *Anaesthesia.* 2019 May;74(5):585-593. doi: 10.1111/anae.14579.
44. Nagaraja PS, Ragavendran S, Singh NG, Asai O, Bhavya G, Manjunath N, Rajesh K. Comparison of continuous thoracic epidural analgesia with bilateral erector spinae plane block for perioperative pain management in cardiac surgery. *Ann Card Anaesth.* 2018 Jul-Sep;21(3):323-327. doi: 10.4103/aca.ACA_16_18].
45. Taketa Y, Irisawa Y, Fujitani T. Comparison of ultrasound-guided erectorspinae plane block and thoracic paravertebral block for postoperative analgesia after video-assisted thoracic surgery: a randomized controlled non-inferiority clinical trial. *Reg Anesth Pain Med.* 2019 Nov 8. pii: rapm-2019-100827. doi: 10.1136/rapm-2019-100827.
46. Millerchip S, May L, Hillermann C. Continuous serratus anterior block: an alternative regional analgesia technique in patients with multiple rib fractures. *Reg Anaesth Pain Med.* 2014;39:ESRA-10758.
47. Fu P, Weyker PD, Webb CA. Case report of serratus plane catheter for pain management in a patient with multiple rib fractures and an inferior scapular fracture. *AA Case Rep.* 2017;15:132-5.
48. Kunhabdulla NP, Agarwal A, Gaur A, et al. Serratus anterior plane block for multiple rib fractures. *Pain Physician.* 2014;17:E553-5.
49. Bossolasco M, Bernardi E, Fenoglio LM. Continuous serratus plane block in a patient with multiple rib fractures. *J Clin Anesth.* 2017;38:85-86.
50. Durant E, Dixon B, Luftig J, et al. Ultrasound-guided serratus plane block for & ED rib fracture pain control. *Am J Emerg Med.* 2017;35:197.e3-197.e6.
51. Parras T. Case series: serratus plane block for rib fracture analgesia. *ESRA Academy.* 2015;3:105289.
52. Lopez-Matamala B, Fajardo M, Estebanez-Montiel B, Blancas R, Alfaro P, Chana M. A new thoracic interfascial plane block as anaesthesia for difficult weaning due to ribcage pain in critically ill patients. *Med Intensiva.* 2013;38:463-5.
53. Kralj E, Podbregar M, Kejžar N, Balažic J. Frequency and number of resuscitation related rib and sternum fractures are higher than generally considered. *Resuscitation.* 2015 Aug;93:136-41. doi: 10.1016/j.resuscitation.2015.02.034.
54. Thomas KP, Sainudeen S, Jose S, Nadhari MY, Macaire PB. Ultrasound-Guided Parasternal Block Allows Optimal Pain Relief and Ventilation Improvement After a Sternal Fracture. *Pain Ther.* 2016;5:115-22. doi:10.1007/s40122-016-0050-5.
55. Fujii S, Roche M, Jones PM. Transversus thoracis muscle plane block in cardiac surgery: a pilot feasibility study. *Reg Anesth Pain Med.* 2019:rapm-2018-100178.