

Zastosowanie ultrasonografii w medycynie bólu i anestezji regionalnej – stanowisko ekspertów

Ultrasonography in Pain Medicine and Regional Anesthesia – Expert Consensus

Michał But^{1,2,3}, Magdalena Kocot-Kępska⁴, Dariusz Kosson⁵, Wojciech Gola⁶, Rafał Drwiła⁷,
Andrzej Król⁸

¹Poradnia Leczenia Bólu, Poliklinika MSWiA w Koszalinie, Polska

²Poradnia Leczenia Bólu, Szpital Regionalny w Kołobrzegu, Polska

³Poradnia Leczenia Bólu, Szpital Marynarki Wojennej w Gdańsku, Polska

⁴Zakład Badania i Leczenia Bólu, Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Polska

⁵Zakład Nauczania Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska

⁶Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Szpital Specjalistyczny im. św. Łukasza w Końskich, Polska

⁷Katedra i Zakład Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Polska

⁸Department of Anaesthesia and Chronic Pain Service, St Georges Hospital, London, United Kingdom

STRESZCZENIE

Metodą obrazowania, która zrewolucjonizowała zabiegową medycynę bólu i anestezjologię regionalną jest ultrasonografia. USG daje możliwość wizualizacji struktur układu nerwowego, które są głównym celem zabiegowego leczenia bólu i znieczulenia regionalnego. Za pomocą ultrasonografii możliwe jest precyzyjne i bardzo bezpieczne zdeponowanie leków miejscowo znieczulających bezpośrednio wokół struktury nerwowej, co powoduje uzyskanie szybkiego znieczulenia regionalnego oraz wyłączenie lub modulowanie impulsów patologicznych będących przyczyną bólu przewlekłego. Precyzyjne podanie oraz zdeponowanie niewielkiej objętości jest ważna w przypadku blokad diagnostyczno-prognostycznych w leczeniu bólu. Właściwa identyfikacja nerwu odpowiedzialnego za przewodzenie patologicznych sygnałów bólowych jest kluczowa w osiągnięciu odpowiedniego efektu zabiegów neurodestrukcyjnych, takich jak neuroлиза, kriolezja, termolezja czy neuromodulacja pulsacyjna. Wizualizacja struktur, których nakłucia chcemy uniknąć, takich jak naczynia krwionośne czy narządy mięśniowe, zmniejsza ryzyko wystąpienia działań niepożądanych, takich jak krwiak czy uszkodzenie wrażliwych narządów wewnętrznych. Możliwość śledzenia igły w trakcie wykonywania zabiegu skraca czas procedury i zwiększa jej precyzję. Kontrola rozchodzenia się podawanej w trakcie zabiegu substancji leczniczej zwiększa skuteczność blokady i jej selektywność. W przypadku wykorzystania obrazowania RTG dodatkowe użycie USG skraca czas wykonywanej procedury i zmniejsza ekspozycję na promieniowanie RTG. Ultrasonografia nie naraża klinicysty i pacjenta na szkodliwe promieniowanie RTG. Z uwagi na powszechne stosowanie ultrasonografii w obrazowaniu struktur układu nerwowego podczas znieczulenia regionalnego oraz zabiegów interwencyjnych w medycynie bólu, konieczne jest opracowanie nowych standardów wykonywania tych zabiegów.

SŁOWA KLUCZOWE: analgezja, blokady nerwów, ból przewlekły, interwencyjne leczenie bólu, ultrasonografia w leczeniu bólu, ultrasonografia, znieczulenie regionalne

ABSTRACT

Ultrasound has revolutionized interventional pain medicine and regional anesthesia. It allows visualization of nervous system structures, which are the primary targets in pain management and regional anesthesia procedures. Precise and safe deposition of local anesthetics around nerve structures is made possible with ultrasound, resulting in rapid regional

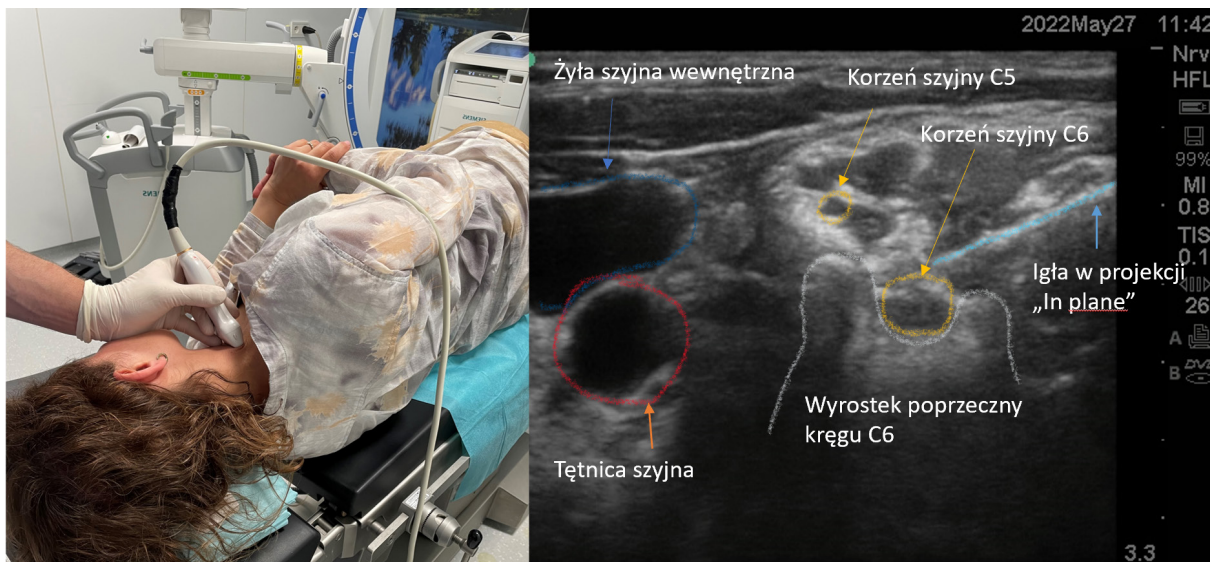
anesthesia and modulation of pathological pain signals. In diagnostic and prognostic pain treatments, the precision of drug administration and deposition of small volumes are crucial. Proper identification of the nerve responsible for transmitting pathological pain signals is key to achieving the desired effect in neurodestructive procedures such as neurolysis, cryoablation, thermocoagulation, or pulsed neuromodulation. Visualization of structures to avoid, such as blood vessels or parenchymal organs, reduces the risk of adverse events like hematoma or damage to sensitive internal organs. Real-time needle tracking during procedures shortens the duration and increases precision. Monitoring the spread of the administered therapeutic substance during the procedure enhances the effectiveness and selectivity of the block. When combined with X-ray imaging, using ultrasound reduces procedure time and exposure to X-ray radiation. Furthermore, ultrasound does not expose clinicians and patients to harmful X-ray radiation. Widespread adoption of ultrasound in imaging nervous system structures during regional anesthesia and interventional pain procedures necessitates the development of new procedural standards.

KEYWORDS: analgesia, chronic pain, interventional pain management, nerve block, regional anesthesia, ultrasonography, ultrasound in pain medicine

W ostatnich 30 latach jesteśmy świadkami bardzo intensywnego rozwoju nowoczesnych technik obrazowania stosowanych w medycynie. Dotyczy to ultrasonografii, tomografii komputerowej, rezonansu magnetycznego i endoskopii. Coraz doskonalsze urządzenia, umożliwiające bardzo szczegółową wizualizację narządów wewnętrznych, poszczególnych organów i tkanek, doprowadziły do niezwyklego postępu w wielu dziedzinach medycyny. Metodą obrazowania, która zrewolucjonizowała zabiegową medycynę bólu i anestezjologię regionalną, jest niewątpliwie ultrasonografia (USG). Już pod koniec XX wieku prof. Bernard Moriggl, autor 214 publikacji i licznych książek w dziedzinie sonoanatomii [4, 7, 8], zobrazował nerwy obwodowe za pomocą aparatu USG. Od tego czasu dokonała się rewolucja w znieczuleniach regionalnych i interwencjach przezskórnych w leczeniu bólu. Potwierdzają to tysiące publikacji na temat technik lokalizacji pod kontrolą USG korzeni, splotów i nerwów obwodowych. Pierwszym polskim artykułem podsumowującym zastosowanie ultrasonografii w anestezji regionalnej była praca dr. Andrzeja Króla, która ukazała się w 2009 roku w czasopiśmie „Ból” [6]. W samym 2022 roku na łamach RAPM (*Regional Anesthesia and Pain Medicine*), specjalistycznego pisma wiodącego światowego towarzystwa Anestezji Regionalnej i Leczenia Bólu – ESRA, hasło ULTRASONOGRAFIA pojawia się w 325 (!) publikacjach. Jest to dowód na bardzo powszechne stosowanie tej metody i intensywny jej rozwój.

W dziedzinie znieczulenia regionalnego i leczenia bólu aparat USG zrewolucjonizował codzienną praktykę. Dzięki temu, że za pomocą ultrasonografii możliwe jest precyzyjne i bardzo bezpieczne zdeponowanie leków miejscowo znieczulających bezpośrednio wokół struktury nerwowej, uzyskujemy szybkie wyłączenie przewodzenia impulsów fizjologicznych konieczne do skutecznego znieczulenia regionalnego oraz wyłączenie lub modulowanie impulsów patologicznych będących przyczyną bólu przewlekłego. Precyzja blokady, uzyskiwana dzięki możliwości obserwacji końca igły i rozchodzenia się leku miejscowo znieczulającego (LZM), pozwala na użycie niewielkiej objętości LZM, co jest kluczowe w przypadku blokad diagnostyczno-prognostycznych w leczeniu

bólu. Właściwa identyfikacja nerwu odpowiedzialnego za przewodzenie patologicznych sygnałów bólowych jest kluczowa w osiągnięciu odpowiedniego efektu zabiegów neurodestrukcyjnych, takich jak: neurolyza, kriolezja, termolezja czy neuromodulacja pulsacyjna. Jednak należy pamiętać, że znalezienie nerwu, będącego przyczyną bólu przewlekłego lub będącego przekaźnikiem ostrych bodźców bólowych, to połowa sukcesu. Aby uzyskać długotrwały efekt przeciwbólowy, należy zastosować zabieg neurodestrukcyjny lub neuromodulujący. Skuteczność każdego z tych zabiegów zależy od odległości końca aktywnego igły termolezyjnej lub sondy kriolezyjnej od struktury nerwowej [3, 5, 10, 11]. Obszar lezji termicznej ma średnicę 2–4 mm wokół końca aktywnego igły [2], obszar tkanek ulegających krioblacji, w zależności od rozmiaru sondy, ma średnicę około 1–1,5 cm [9]. Pod kontrolą USG jesteśmy w stanie wprowadzić igłę do termoblacji czy sondę do krioblacji dostatecznie blisko nerwu, aby zabieg był skuteczny, ale wystarczająco daleko, aby nie uszkodzić mechanicznie włókien nerwowych. Nakłucie nerwu w trakcie zabiegu wywołuje bolesną parestezję, co jest bardzo nieprzyjemne dla pacjenta, a dodatkowo w jego wyniku może dojść do jatrogennego uszkodzenia mechanicznego nerwu, co mogłoby zniwelować efekt analgetyczny zabiegu, a nawet nasilić dolegliwości bólowe. Możliwość obserwacji w USG igły czy sondy w projekcji *in plane* (sposób obrazowania w USG, w którym igła wprowadzana jest w płaszczyźnie skanowania i dzięki temu jest widoczna na całym przebiegu – ryc. 1) podczas zabiegu znacznie skraca czas wykonywania procedury, zmniejsza narażenie na możliwe powikłania, takie jak krwiak czy przypadkowe nakłucie wrażliwych narządów mięsaszowych oraz samego nerwu. Za pomocą USG nie tylko możemy zidentyfikować naczynia krwionośne, lecz także rozróżnić tętnice od żył. Dzięki temu można tak zaplanować trajektorię igły, by uniknąć ich nakłucia i powstania krwiaka. Narządy mięsaszowe również są doskonale widoczne w USG, co daje nam możliwość uniknięcia ich uszkodzenia. Nie ma takiej możliwości przy postugiwaniu się aparatem RTG, gdyż na zdjęciu widzimy jedynie układ kostny. Położenie struktury nerwowej, w pobliżu której musi znaleźć się igła, sonda czy elektroda, wyznaczane jest względem kości widocznej na zdjęciach



Ryc. 1. Blokada korzenia C6 prawego pod kontrolą USG. Czerwony okrąg – tętnica szyjna. Żółty okrąg – korzeń C6. Niebieska linia – igła w projekcji *in plane*.

RTG. Jeśli struktura nerwowa jest położona na samej kości lub wychodzi prze otwór kostny, RTG pozwala na szybkie i precyzyjne umieszczenie elektrody czy sondy w odpowiedniej odległości, jednak przy planowaniu trajektorii igły musimy polegać na znajomości anatomii i doświadczeniu klinicysty, aby uniknąć nakłucia narządów, mogących znajdować się na drodze igły, gdyż są one niewidoczne. Takie warunki występują jedynie w przypadku głęboko położonych korzeni nerwów lędźwiowych i piersiowych, gałęzi przyśrodkowych unerwiających stawy międzywyrostkowe czy zasłoniętych kośćmi czaszki niektórych nerwów czaszkowych oraz zwojów i splotów układu współczulnego. W tych przypadkach RTG nadal jest niezbędnym narzędziem obrazowania podczas zabiegów neurodestrukcyjnych i neuromodulujących [1].

Dzięki kompaktowej konstrukcji oraz relatywnie niewielkiemu kosztowi wysokiej jakości aparatów USG stały się one powszechnym narzędziem w rękach anestezjologa, specjalisty leczenia bólu, ortopedy czy neurochirurga. USG staje się niezastąpionym narzędziem diagnostycznym i zabiegowym w poradni leczenia bólu, ortopedycznej, na bloku operacyjnym czy w oddziale intensywnej terapii. Czynniki, które sprawiły, że USG zrewolucjonizowało leczenie bólu i anestezjologię regionalną to:

1. Możliwość wizualizacji struktur układu nerwowego, które są głównym celem zabiegowego leczenia bólu i znieczulenia regionalnego.
2. Możliwość wizualizacji struktur, których nakłucia chcemy uniknąć (naczynia krwionośne czy narządy miękkie), co znacznie zmniejsza ryzyko wystąpienia działań niepożądanych, takich jak krwiak czy uszkodzenie wrażliwych narządów wewnętrznych.
3. Możliwość śledzenia igły w trakcie wykonywania zabiegu, co skraca czas procedury i zwiększa jej precyzję.
4. Możliwość kontroli rozchodzenia się podawanej w trakcie zabiegu substancji leczniczej, co zwiększa skuteczność

blokady i jej selektywność (nie blokujemy nerwów, których nie chcemy, co ma kluczowe znaczenie w przypadkach zabiegów diagnostyczno-prognostycznych).

5. Możliwość badania dynamicznego w bólu, spowodowanym dysfunkcją narządu ruchu – w odróżnieniu od badania MRI możemy śledzić zachowanie struktur układu mięśniowo-szkieletowego podczas ruchu, np. w zgięciu i przepięści stawu.
6. Brak narażenia klinicysty i pacjenta na szkodliwe promieniowanie RTG.
7. Brak konieczności stosowania ciężkich osłon osobistych dla personelu medycznego.
8. W przypadku wykorzystania obrazowania RTG dodatkowe użycie USG skraca czas wykonywanej procedury i zmniejsza ekspozycję na promieniowanie RTG.

Atuty te sprawiły, że wykorzystywane wcześniej obrazowanie RTG znajduje praktyczne zastosowanie jedynie w przypadku zabiegów, kiedy położenie nerwów nie pozwala na użycie USG (gałęzie niektórych nerwów czaszkowych, zwoje grzbietowe korzeni rdzeniowych w odcinku piersiowym i lędźwiowym, gałęzie przyśrodkowe unerwiające stawy międzywyrostkowe). Jednak nawet w tych przypadkach użycie USG jako obrazowania podwójnego, tzw. *double guidance*, pozwala na zmniejszenie liczby wykonanych zdjęć, uniknięcie nakłucia naczyń krwionośnych niewidocznych na zdjęciach RTG. Poprawia to bezpieczeństwo zabiegu i zmniejsza ekspozycję na szkodliwe promieniowanie zarówno pacjenta, jak i klinicysty. Wykorzystanie USG umożliwia także wykonywanie zabiegów u kobiet w ciąży lub planujących ciążę.

Obecnie na całym świecie prowadzone są dziesiątki szkoleń z zastosowaniem USG w anestezji regionalnej i leczeniu bólu. Upowszechnienie znieczulenia regionalnego, które dokonano się dzięki USG, znacząco wpłynęło na poprawę jakości kontroli bólu w okresie pooperacyjnym, zmniejszenie

ilości stosowanych silnych analgetyków opioidowych, a co się z tym wiąże zmniejszenie ryzyka działań niepożądanych, takich jak wymioty, zaburzenia świadomości, depresja oddechowa czy zaburzenia czynności przewodu pokarmowego [10]. W znieczuleniu regionalnym USG zastąpiło lub uzupełniło neurostimulację w identyfikacji nerwów i splotów. W interwencyjnym leczeniu bólu od kilkunastu lat obserwuje się zmniejszenie roli tradycyjnego obrazowania RTG na rzecz obrazowania USG. Wpłynęły na to wymienione wcześniej czynniki. Jesteśmy świadkami rewolucji w wielu dziedzinach medycyny, która dokonała się dzięki USG. Towarzystwa naukowe związane z anestezjologią regionalną czy medycyną bólu, wychodząc naprzeciw oczekiwaniom lekarzy i potrzebie edukacji w wykorzystaniu tego fenomenalnego narzędzia, organizują liczne szkolenia i warsztaty praktyczne. W samym 2022 roku ESRA zorganizowała osiem warsztatów doskonalących techniki znieczulenia regionalnego i interwencji w medycynie bólu wykonywane pod kontrolą USG (9th ESRA Pain Cadaver Workshop, Innsbruck, 32th Regional Anesthesia Cadaver Workshop, Londyn, 13th ESRA RA – UK Ultrasound in Pain Medicine Course, 10th Pain Cadaver Workshop, Innsbruck – Austria, 33th RA Cadaver Workshop, Barcelona – Hiszpania, Praga – Czechy, Londyn – UK, 2nd ESRA Cadaver Workshop, Witten/Herdecke – Niemcy, 19th Eastern European Cadaver Workshop Semmelweis University, Budapeszt – Węgry).

Sekcja Interwencyjna Polskiego Towarzystwa Badania Bólu, skupiająca polskich specjalistów zajmujących się przede

wszystkim leczeniem zabiegowym bólu, także organizuje od wielu lat takie szkolenia. Nieodłącznym elementem każdego z nich jest nauka technik wykorzystujących obrazowania USG. W 2022 roku odbyły się trzykrotnie warsztaty doskonalące zabiegowe techniki leczenia bólu. Zajęcia odbywały się w Warszawie, w Zakładzie Medycyny Sądowej WUM. Poza lekarzami z Polski część uczestników stanowili lekarze z całego świata. Innym bardzo prężnym ośrodkiem szkolenia w zakresie ultrasonografii jest Górnośląska Szkoła Ultrasonografii. Od wielu lat organizuje cyklicznie szkolenia w zakresie anestezjologii regionalnej i leczenia bólu z wykorzystaniem USG.

Wobec coraz powszechniejszego stosowania ultrasonografii w obrazowaniu struktur układu nerwowego podczas znieczulenia regionalnego czy zabiegów interwencyjnych w medycynie bólu konieczne jest stworzenie nowych standardów wykonywania tych zabiegów. Stare wytyczne, dotyczące na przykład zabiegu termoablacji nerwów, opierają się na wykorzystaniu obrazowania RTG (w którym nerwy są niewidoczne), co może wpływać negatywnie zarówno na skuteczność zabiegu, jak i jego bezpieczeństwo. Polskie Towarzystwo Badania Bólu pracuje nad takimi standardami w medycynie bólu, a polski oddział Europejskiego Towarzystwa Anestezji Regionalnej i Leczenia Bólu opracowuje i wprowadza standardy znieczulenia regionalnego dla poszczególnych procedur zabiegowych zgodnie ze wytycznymi PROSPECT (*Procedure Specific Postoperative Pain Management*).

Piśmiennictwo

- [1] Cohen S.P., Bhaskar A., Bhatia A. et al.: Consensus practice guidelines on interventions for lumbar facet joint pain from a multispecialty, international working group. *Reg Anesth Pain Med.* 2020; 45(6): 424–467.
- [2] Cosman E.R. Jr, Dolensky J.R., Hoffman R.A.: Factors that affect radiofrequency heat lesion size. *Pain Med.* 2014; 15(12): 2020–2036.
- [3] Grant S.A., Auyong D.B.: *Ultrasound Guided Regional Anesthesia.* Oxford Academic Books, Oxford 2016.
- [4] Gruber H., Loizides A., Moriggl H.G.B.: *Sonographic Peripheral Nerve Topography: A Landmark-based Algorithm.* Springer, New York 2019.
- [5] Ke M., Yinghui F., Yi J. et al.: Efficacy of Pulsed Radiofrequency in the Treatment of Thoracic Postherpetic Neuralgia from the Angulus Costae: A Randomized, Double-Blinded, Controlled Trial. *Pain Physician* 2013; 16: 15–25.
- [6] Król A.: Ultrasound: A new stimulating ERA in Regional Anaesthesia. *Bol* 2009; 10(2): 47–54.
- [7] Moriggl H.G.B.: *Anatomy & Sonoanatomy for Ultrasound Guided Pain Interventions.* Toronto Centre for Ultrasound Education, Toronto 2015.
- [8] Moriggl H.G.B.: *Nervensonographie kompakt. Anatomie der peripheren Nerven mit Landmarks.* Springer, New York 2018.
- [9] Nicolás M., Acosta C.M., Martínez Ferro M. et al.: Short communication: ultrasound-guided percutaneous cryoanalgesia of intercostal nerves for uniportal video-assisted thoracic surgery. *Ultrasound J.* 2022; 14: 33.
- [10] Onuh O., Boehm K., Hao Y. et al.: Effectiveness of Local Anesthetics for Postoperative Pain Management in Elective Hand Surgery: A Systematic Review. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2022; 10(10 Suppl): 74.
- [11] Simpson G., Krol A., Nicholls B., David Silver D.: *Ultrasound-guided interventions in chronic pain management.* ESRA, Geneva 2021.

Liczba znaków: 19 221 Liczba stron: 5 Tabele: – Ryciny: 1 Piśmiennictwo: 11

Konflikt interesów: Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

Prawa autorskie: Some rights reserved: Polskie Towarzystwo Badania Bólu. Published by Index Copernicus Sp. z o.o.

Autor do korespondencji: dr n. med. Magdalena Kocot-Kępska, Zakład Badania i Leczenia Bólu Katedry Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego, ul. Śniadeckich 10, 31-531 Kraków; e-mail: magdalena.kocot-kepska@uj.edu.pl



This material is available under the Creative Commons – Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).
The full terms of this license are available on: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Cytowanie pracy: But M., Kocot-Kępska M., Dariusz Kosson D., Wojciech Gola W., Drwiła R., Król A. Zastosowanie ultrasonografii w medycynie bólu i anestezji regionalnej – stanowisko ekspertów. BOL 2023; 24(2): 9–13

Spis treści numeru: <https://bolczasopismo.pl/issue/15672>
