

# Blokada pachowa splotu ramiennego pod kontrolą ultrasonografii. Część 2 — techniki wykonania

## Ultrasound guided axillary brachial plexus block. Part 2 — technical issues

Piotr Nowakowski, Andrzej Bieryło

*Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Szpital Czerniakowski, Warszawa*

### Abstract

Axillary brachial plexus block is one of the most frequently employed peripheral blocks. The popularity of axillary block stems from its success as a safe and relatively easy technique with numerous applications. The technique of axillary block has evolved. It was modified after the development of precise nerve localization modalities. Currently, ultrasound is the most important localization technique for regional anaesthesia. Ultrasound-guided axillary block encompasses a spectrum of techniques. The selection of a specific technique can be adjusted to an operator's individual level of skill and proficiency. Axillary block under US-guidance can be performed using a traditional perivascular method and by placing a selective blockade of individual nerves that supply the surgical area. Regardless of the selected method, it enables the incorporation of individual patient anatomical variation in an anaesthesia plan. This paper discusses the technical details and efficacy issues of US-guided axillary brachial plexus block techniques.

**Key words:** regional anaesthesia, peripheral nerve block, brachial plexus; regional anaesthesia, peripheral nerve block, axillary block; regional anaesthesia, techniques

**Słowa kluczowe:** anestezja regionalna, blokada obwodowa, splot ramienny; anestezja regionalna, blokada obwodowa, blokada pachowa; anestezja regionalna, techniki wykonania

Anestezjologia Intensywna Terapia 2015, tom XLVII, nr 4, 431–439

Blokada z dostępu pachowego jest jedną z najczęściej stosowanych blokad obwodowych [1]. Jej popularność wynika z dużego bezpieczeństwa, względnie prostej techniki i licznych wskazań do jej zastosowania. Technika wykonania blokady pachowej podlegała w przeszłości licznym modyfikacjom, co wiązało się przede wszystkim z rozwojem coraz doskonalszych metod i technik identyfikacji struktur nerwowych. Aktualnie najważniejszą metodą lokalizacyjną w anestezji regionalnej staje się ultrasonografia, której życie w odniesieniu do blokady pachowej pozwala na wybór techniki dostosowany do wiedzy i umiejętności wykonującego. Możliwe jest zarówno jej wykonanie w sposób zbliżony

do tradycyjnego, jak i poprzez podanie środka znieczulającego okołonaczyniowo. Umożliwia również precyzyjną identyfikację i selektywną blokadę wybranych gałęzi splotu ramiennego. W każdej z tych opcji możliwe jest uwzględnienie w planowanej technice blokady indywidualnych uwarunkowań anatomicznych pacjenta.

### TECHNIKA WYKONANIA BLOKADY PACHOWEJ POD KONTROLĄ ULTRASONOGRAFII

Wykorzystanie ultrasonografii pozwala na kontrolę wszystkich etapów wykonywania blokady regionalnej, począwszy od identyfikacji budowy anatomicznej znieczulanej

Należy cytować angielską wersję: *Nowakowski P, Bieryło A: Ultrasound guided axillary brachial plexus block. Part 2 — technical issues. Anaesthesiol Intensive Ther 2015; 47: 417–424. 10.5603/AIT.2015.0053.*

okolicy, poprzez kontrolę i bieżące korygowanie w czasie rzeczywistym położenia igły, kończąc na weryfikacji miejsca wstrzykiwania i sposobu rozprzestrzeniania środka miejscowo-znieczulającego [2]. Użycie ultrasonografii pozwala na wyznaczenie optymalnego miejsca wkłucia igły oraz zaplanowanie toru jej wprowadzania w zależności od stosunków topograficznych u danego pacjenta.

Wykorzystanie tej techniki otworzyło nowe możliwości wykonania blokady pachowej i istotnie zmieniło sposób jej wykonania w porównaniu z metodami tradycyjnymi. Przyjmując założenie, że elementem decydującym o sukcesie/niepowodzeniu blokady jest zdeponowanie anestetyku w bliskim sąsiedztwie struktur nerwowych, głównym celem wykorzystania obrazowania ultrasonograficznego jest potwierdzenie właściwego rozprzestrzenienia anestetyku wokół znieczulanych struktur nerwowych. Mając możliwość uwidocznienia budowy anatomicznej znieczulanej okolicy można wybrać miejsce wkłucia igły w taki sposób, aby możliwe było optymalne jej umieszczenie w pobliżu docelowych struktur nerwowych, a tor wprowadzania igły pozwalał na minimalizację ryzyka powikłań (nakłucie naczyń, nerwów, zmniejszenie liczby repozycji igły, ograniczenie dyskomfortu pacjenta). Z tego powodu przy wykorzystaniu ultrasonografii zarówno miejsce wkłucia igły, jak również kierunek jej wprowadzania mogą znacząco różnić się od wykorzystywanych w przypadku technik tradycyjnych, bazujących na anatomicznych punktach orientacyjnych.

W przypadku blokady pachowej zalecaną metodą prowadzenia igły jest technika *in-plane* (ryc. 1). Metoda ta pozwala na łatwiejsze określenie położenia igły niż technika *out-of-plane*. Blokada pachowa jest blokadą powierzchniową, w okolicy dołu pachowego pozostaje dużo miejsca na manipulację igłą, a kąt prowadzenia igły jest płaski, dzięki czemu jest ona dobrze widoczna na ekranie. Z tych względów większość autorów zaleca posługiwanie się tą techniką podczas wykonywania blokady pachowej, mimo że wymaga ona lepszej koordynacji manualnej. Metoda *out-of-plane* wydaje się łatwiejsza technicznie, ale stwarza większe trudności interpretacyjne i wymaga większego doświadczenia w odniesieniu do oceny położenia końcówki igły. Przy posługiwaniu się techniką *in-plane* igłę najwygodniej wprowadzić od góry, ponad głowicą, od strony znacznika. Ułatwia to manipulację igłą i korygowanie kąta jej pochylenia. U pacjentów, u których przy takim miejscu wkłucia igły jej tor koliduje z położeniem struktur naczyniowych alternatywą jest wprowadzenie igły od dolnej strony głowicy.

W piśmiennictwie dostępne są różnorodne opisy techniki wykonania blokady pachowej splotu ramiennego z wykorzystaniem ultrasonografii. Brakuje jednej, ogólnie zaakceptowanej techniki wykonania blokady zdefiniowanej jednoznacznie określonym miejscem przyłożenia głowicy, punktem wkłucia igły i sposobu jej prowadzenia. Również



**Rycina 1.** Technika *in-plane* wykonania blokady pachowej splotu ramiennego, igła prowadzona jest w osi długiej głowicy ultrasonograficznej

objętość oraz liczba wstrzyknięć anestetyku jest różnie definiowana przez różnych autorów. Najogólniej można wyróżnić dwa podejścia do wykonania tej blokady. Pierwsze z nich jest zmodyfikowaną techniką tradycyjną, zakładającą podanie z góry określonej objętości środka znieczulającego wokół tętnicy pachowej, wykorzystując jedno lub większą liczbę wstrzyknięć. Ultrasonografia pozwala na potwierdzenie umiejscowienia końca igły w wybranym punkcie. Jest to technika okołonaczyniowa (lub objętościowa). Alternatywną do metody okołonaczyniowej jest technika blokady okołonerwowej (technika selektywnej blokady nerwów). Koncepcja ta zakłada precyzyjną lokalizację i identyfikację nerwów niezbędnych dla uzyskania właściwego zakresu analgezji, a następnie ostrzyknięciu ich najmniejszą efektywną objętością środka miejscowo-znieczulającego. Objętość podanego anestetyku, liczba wstrzyknięć anestetyku, jak również liczba niezbędnych repozycji igły służą uzyskaniu właściwego rozprzestrzenienia anestetyku wokół znieczulanych nerwów.

## TECHNIKA OKOŁONACZYNIOWA

Jest to metoda najbardziej zbliżona do tradycyjnej, objętościowej metody wykonania blokady splotu ramiennego sięgająca korzeniami do prac de Jonga, Burnhama i Winniego [3–5]. Zakłada okołonaczyniowe podanie względnie dużej objętości anestetyku (30–40 ml), a czynnikiem decydującym o efektywności blokady jest uzyskanie odpowiednio szerokiego rozprzestrzenienia środka znieczulającego w przestrzeni okołonaczyniowej. Zaletą tej metody jest jej łatwość techniczna i brak konieczności identyfikacji poszczególnych nerwów splotu ramiennego. Zasadniczym punktem odniesienia jest tętnica pachowa, wokół której należy zdeponować anestetyk. Odmienne jednak od metody tradycyjnej, polegającej na podaniu środka znieczulającego

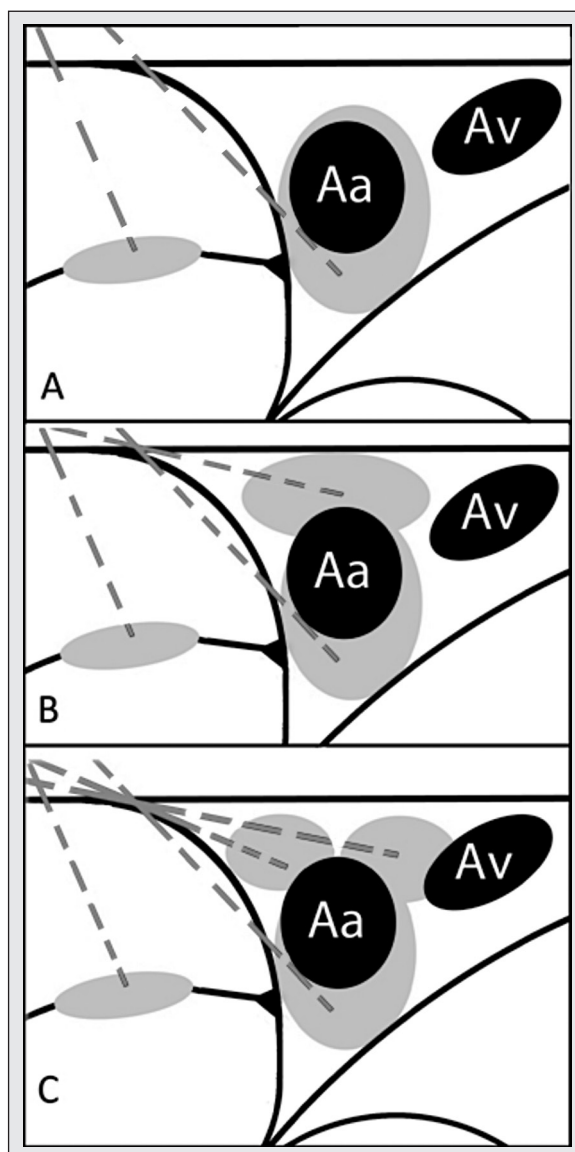
jedynie w sąsiedztwie tętnicy, współczesna koncepcja blokady objętościowej zakłada oddzielne ostrzyknięcie nerwu mięśniowo-skrórnego, z uwagi na jego oddalenie od pęczka naczyniowo-nerwowego u większości pacjentów. Objętość anestetyku używana dla blokady nerwu mięśniowo-skrórnego wynosi 5–10 ml.

Przedmiotem dyskusji pozostaje, w ilu punktach wokół tętnicy należy podać anestetyk, aby uzyskać optymalną skuteczność blokady. Różni autorzy proponują podanie leku w jednym, dwu lub trzech punktach wokół tętnicy pachowej [6–8]. W przypadku pojedynczej iniekcji okołonaczyniowej zalecane jest podanie całej objętości do tyłu od tętnicy, na pozycji godziny 6:00. W przypadku dwu iniekcji okołonaczyniowych zaplanowana objętość jest dzielona i podawana jest na pozycji godziny 12:00 i 6:00, a w przypadku trzech wstrzyknięć odpowiednio na pozycjach godzin: 10:00, 2:00 i 6:00 (ryc. 2).

W ostatnich latach opublikowano kilka badań porównujących skuteczność blokady pachowej wykonywanej techniką okołonaczyniową z podaniem dużej objętości anestetyku (32–40 ml) deponowanej w 2, 3 lub 4 wstrzyknięciach oraz z dodatkowym ostrzyknięciem nerwu mięśniowo-skrórnego (tab. 1). Jak wynika z tych porównań, nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w skuteczności blokady pachowej w zależności od liczby iniekcji. W przypadku mniejszej liczby repozycji igły czas wykonania znieczulenia był krótszy, a akceptacja pacjentów większa. Odnotowano też różnice w szybkości wystąpienia początku blokady poszczególnych nerwów splotu ramiennego w zależności od miejsca podania anestetyku (najszybciej blokadzie ulegały nerwy położone najbliżej miejsca wstrzykiwania), co jednak nie zmieniało ogólnej skuteczności znieczulenia. W ostatnich latach wydawało się, że biorąc pod uwagę rosnącą popularność ultrasonografii w anestezji regionalnej technika okołonaczyniowa blokady pachowej staje się metodą odchodzącą, będącą swego rodzaju reliktem przeszłości. Wyniki powyższych badań wskazują jednak, że również przy zastosowaniu techniki znieczulenia opartej na ultrasonografii metoda ta może być wciąż atrakcyjną opcją pozwalającą na uzyskanie efektywnej blokady przy wykorzystaniu prostszej techniki. Metoda ta może być szczególnie użyteczna dla lekarzy z mniejszym doświadczeniem w interpretacji obrazu USG, posługujących się sprzętem niższej klasy oraz sytuacjach, kiedy dawka podawanego środka znieczulenia miejscowego lub szybkie uzyskanie blokady nie mają decydującego znaczenia.

### TECHNIKA OKOŁONERWOWA

Wprowadzenie ultrasonografii do anestezji regionalnej umożliwiło bezpośrednie uwidocznienie poszczególnych, często drobnych struktur nerwowych oraz innych elementów anatomicznych znajdujących się w ich sąsiedztwie. Technika ta pozwala na wykonanie blokady obwodowej



**Rycina 2.** Okołonaczyniowa technika blokady pachowej splotu ramiennego z wykorzystaniem 2 wstrzyknięć (A), 3 wstrzyknięć (B) i 4 wstrzyknięć (C). Na szaro zaznaczono oczekiwany obszar rozprzestrzenienia anestetyku, linie przerywane — tory wprowadzania igły

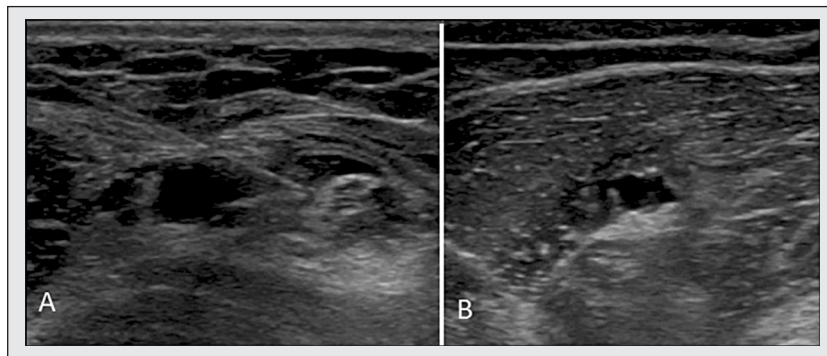
w sposób odmienny od tradycyjnego, ukierunkowany na precyzyjną lokalizację poszczególnych elementów nerwowych istotnych dla zapewnienia analgezji w danej sytuacji klinicznej oraz ostrzyknięcie ich możliwie małą objętością środka znieczulającego. Podobna technika wykorzystywana była już wcześniej, pojawiła się wraz z popularyzacją elektrostymulacji nerwów obwodowych, jednak dopiero możliwość wizualizacji pozwoliła najpełniej wykorzystać potencjał tej metody.

Technika okołonerwowa zakłada selektywne ostrzyknięcie anestetykiem wszystkich nerwów niezbędnych dla uzyskania znieczulenia. Poza obserwacją w czasie rzeczywistym

**Tabela 1.** Skuteczność okołonaczyniowej, pachowej blokady splotu ramiennego w zależności od liczby iniekcji środka miejscowo-znieczulającego

Autor	Technika wstrzyknięcia	Podawana objętość LA w poszczególnych iniekcjach	Całkowita objętość LA	Cel badania, wyniki	Uwagi
Tran 2012 [6]	2 iniekcje 3 iniekcje 4 iniekcje	n. msc. 7 ml, 6.00 — 28 ml n. msc. 7 ml, 6.00 — 14 ml, 12.00 — 14 ml n. msc. 7 ml, 2.00 — 7 ml, 10.00 — 7 ml, 6.00 — 14 ml	35 ml	Skuteczność blokady — NS	Szybszy początek blokady nerwu pośrodkowego w grupie 4 wobec grupy 2 iniekcji; szybszy początek blokady nerwu promieniowego w grupie 2 wobec grupy 3
Bernucci 2012 [7]	Okołonaczyniowo wobec okołonerwowego	n. msc. 8 ml, 6.00 — 24 ml n. msc. 8 ml, n. med 8 ml, n. uln. 8 ml, n. rad 8 ml	32 ml	Skuteczność blokady — NS	Technika okołonaczyniowa — mniej repozycji igły, krótszy czas wykonania, technika okołonerwowa — szybszy początek blokady
Imasogie 2010 [7]	2 iniekcje 4 iniekcje	n. msc. 10 ml, do tyłu od tętnicy pachowej — 30 ml n. msc. 10 ml, n. med 10 ml, n. uln. 10 ml, n. rad 10 ml	40 ml	Skuteczność blokady — NS	Krótszy czas wykonania blokady z 2 iniekcjami

n. msc. (łac. *nervus musculocutaneus*) — nerw mięśniowo-skórny; n. med. (łac. *nervus medianus*) — nerw pośrodkowy; n. uln. (łac. *nervus ulnaris*) — nerw łokciowy; n. rad. (łac. *nervus radialis*) — nerw promieniowy; LA (*local anesthetic*) — środki miejscowo znieczulające; NS — brak istotności statystycznej



**Rycina 3.** Środek znieczulający podany okołonerwowo z wyraźnie widoczną granicą pomiędzy nerwem, a anestetykiem. Środek znieczulający podawany wokół nerwu łokciowego (A); środek znieczulający w sąsiedztwie nerwu mięśniowo skórnego w obrębie przestrzeni powięziowej dzielącej brzośce mięśni (B). Na obu zdjęciach widoczne jest, w jaki sposób podanie środka znieczulającego miejscowo wykontrastowuje blokowany nerw spośród otaczających tkanek

położenia igły jej istotą jest ocena miejsca wstrzykiwania i sposobu dystrybucji anestetyku wokół docelowych struktur nerwowych. Obserwacja rozprzestrzeniania środka znieczulającego w czasie wstrzykiwania umożliwia przerwanie jego podawania w przypadku nieodpowiedniego miejsca wstrzykiwania lub niewłaściwego rozprzestrzeniania anestetyku. Tym samym możliwa jest optymalizacja i zmniejszenie objętości podanego środka. Przyjmuje się, że dystrybucja anestetyku jest optymalna, jeżeli uda się uzyskać okrężne otoczenie nerwu środkiem znieczulającym. Należy podkreślić, że celem postępowania jest podanie anestetyku do przestrzeni okołonerwowej, co można potwierdzić ultraso-

nograficznie dzięki wyraźnie widocznej granicy nerw/anestetyk (ryc. 3). Taki wzorec dystrybucji świadczy o podaniu leku do przestrzeni anatomicznej, w której przebiega nerw.

W przypadku braku uzyskania powyższego wzorca dystrybucji zwiększanie podawanej objętości rzadko doprowadza do poprawy skuteczności blokady i powoduje jedynie niepotrzebne zwiększanie dawki środka miejscowo-znieczulającego. Lepszym rozwiązaniem wydaje się skorygowanie położenia końcówki igły tak, aby uzyskać optymalny sposób dystrybucji anestetyku. Należy pamiętać, że podawany anestetyk rozprzestrzenia się w tkankach wzdłuż przestrzeni powięziowych/przegród łącznotkanko-

**Tabela 2.** Dawki minimalne środka miejscowo znieczulającego niezbędne dla uzyskania skutecznej blokady splotu ramiennego z dostępu pachowego

Autor	Technika wstrzyknięcia	Cel, wyniki	Dawka minimalna	Uwagi
O'Donnell 2009 [11]	Selektywna blokada n. med., n. rad., n. uln., n. msc.	<i>Minimum effective anesthetic volume (MEAV50)</i>	4 ml (po 1 ml na każdy z nerwów)	
Ponrouch 2010 [12]	<i>Mid-humeral</i> , n. med., n. uln.	<i>Minimum effective anesthetic volume (MEAV)</i>	n. med.: 2 ± 0.1 ml n. uln.: 2 ± 0.1 ml	Dodatnia korelacja pomiędzy podaną objętością a czasem utrzymywania blokady
Gonzalez 2013 [13]	n. msc. + okołonaczyniowo	<i>Minimum effective volume (MEV90)</i>	5,5 ml n. msc. 23,5 ml okołonaczyniowo	

n. msc. (łac. *nervus musculocutaneus*) — nerw mięśniowo-skróny; n. med. (łac. *nervus medianus*) — nerw pośrodkowy; n. uln. (łac. *nervus ulnaris*) — nerw łokciowy; n. rad. (łac. *nervus radialis*) — nerw promieniowy

wych, które nie zawsze są czytelne i widoczne na obrazie ultrasonograficznym. Ponadto, nie zawsze łatwo jest w precyzyjny sposób określić położenie końcówki igły względem tych struktur. Stąd decydujące znaczenie ma potwierdzenie właściwego miejsca i wzorca dystrybucji leku na obrazie usg przed podaniem zasadniczej dawki leku. Z tego względu przed podaniem zasadniczej dawki anestetyku celowe jest podanie małej objętości testowej (0,5–1 ml) w celu weryfikacji miejsca wstrzykiwania i sposobu rozprzestrzeniania środka znieczulającego.

Zaletą techniki okołonerwowej blokady pachowej splotu ramiennego jest możliwość znaczącego ograniczenia dawki anestetyku. Konieczne mogą być jednak wielokrotne repozycje igły, co może się wiązać z większym dyskomfortem chorego i dłuższym czasem wykonywania blokady. Ponieważ w technice tej kluczowe znaczenie ma uwidocznienie docelowych struktur nerwowych, niezbędne jest odpowiednie doświadczenie w interpretacji obrazu ultrasonograficznego i identyfikacji nerwów, jak również odpowiednio precyzyjne operowanie igłą. Pomocne jest posługiwanie się igłami ze znacznikami echogenicznymi, w przypadku których znacznie łatwiej jest określić położenie końcówki igły.

W przypadku blokady pachowej splotu ramiennego przy wykorzystaniu opisywanej metody należy zlokalizować i ostrzyknąć anestetykiem co najmniej 4 główne gałęzie splotu ramiennego, nerwy: pośrodkowy, łokciowy, mięśniowo-skróny i promieniowy. Dla określenia minimalnej liczby iniekcji znaczenie ma rozpoznanie wariantów budowy anatomicznej splotu ramiennego. Przy braku możliwości uwidocznienia nerwu mięśniowo-skrónego w przestrzeni powięziowej w obrębie zginaczy ramienia należy przyjąć założenie, że biegnie on wraz z nerwem pośrodkowym bezpośrednio obok tętnicy pachowej. W tym przypadku podawanie leku w obrębie brzuśców mięśni zginaczy jest niezasadne. Przy powierzchownym umiejscowieniu nerwu łokciowego (powyżej naczynia żylnego) pojedyncze wstrzyknięcie anestetyku w pozycji godziny 12:00 może być wystarczające dla znieczulenia nerwu pośrodkowego i łokciowego (a także nerwów skórno-przyśrodkowego ra-

mienia i przedramienia). Z kolei przy głębokim umiejscowieniu nerwu łokciowego (poniżej naczynia żylnego) leży on w sąsiedztwie nerwu promieniowego i pojedyncza iniekcja może wystarczyć dla uzyskania blokady tych dwu nerwów. Posługując się małą objętością anestetyku zdeponowanego ściśle wokół poszczególnych nerwów znieczulenie może nie objąć nerwu skórno-przyśrodkowego ramienia, który jest drobnym nerwem biegnącym tuż pod powięzią podskórną. Blokada tego nerwu ma istotne znaczenie w przypadku wykonywania zabiegu z użyciem mankietu zaciskowego założonego na ramieniu oraz w przypadkach, kiedy linia cięcia tkanek sięga powyżej stawu łokciowego. W tych przypadkach można wykonać dodatkowe 2–3 iniekcje po 1 ml anestetyku w miejscu odpowiadającym położeniu nerwu skórno-przyśrodkowego ramienia (powierzchnie od tętnicy pachowej, wzdłuż powięzi podskórnej), co pozwala uzyskać znieczulenie skóry przyśrodkowej części ramienia. Nerw skórny przyśrodkowy przedramienia biegnący w sąsiedztwie nerwu pośrodkowego zwykle ulega blokadzie wraz z nim. U tych pacjentów, u których jest on widoczny, można go odrębnie ostrzyknąć [9, 10].

Ostateczna decyzja odnośnie do liczby iniekcji i podanej objętości anestetyku zależy od uzyskanego rozprzestrzenienia środka znieczulającego. Rzadko udaje się uzyskać optymalną dystrybucję leku bez dokonywania korekt położenia igły. Większość autorów zaleca w pierwszej kolejności ostrzyknięcie najgłębiej leżącego nerwu promieniowego, a w dalszej nerwów leżących bardziej powierzchownie. Jest to podyktowane z jednej strony obawami o zaburzenie stosunków anatomicznych przez podawaną objętość anestetyku, z drugiej zaś ryzykiem przesłonięcia głębiej leżących struktur w razie przypadkowego podania mikropęcherzyków powietrza przy ostrzykiwaniu struktur leżących powierzchownie. W opinii autorów przy podawaniu małej objętości anestetyku, starannym opróżnieniu układu igła–dren–strzykawka z pęcherzyków powietrza oraz unikaniu nadmiernie energicznych aspiracji przed podaniem leku ryzyko takich zdarzeń jest jednak minimalne i kolejność ostrzykiwania poszczególnych nerwów nie ma dużego znaczenia.

**Tabela 3.** Skuteczność analgetyczna blokady splotu ramiennego z dostępu pachowego wykonywanych pod kontrolą ultrasonografii w zależności od zastosowanej techniki oraz czas niezbędny dla wykonania blokady

Autor, rok	Technika	Liczba pacjentów	Rodzaj i użyta objętość środka znieczulającego miejscowo, liczba iniekcji	Skuteczność	Czas wykonania blokady (min)
Tran 2012 [6]	Okołonaczyniowa,	40	1,5% lidokaina z adrenaliną, 35 ml, 2–4 iniekcje	90–97,5 %	11–12,2
Bernucci 2012 [7]	Okołonaczyniowa, okołonerwowa	25	1,5% lidokaina z adrenaliną, 32 ml 2–4 iniekcje	92–96%	8,2–15,7
Marhofer 2010 [14]	Okołonerwowa	10	1% mepiwakaina 4 lub 15 ml,	80–100%	BD
Tran 2009 [15]	Okołonaczyniowa	40	1,5% lidokaina z adrenaliną, 35 ml, 4 iniekcje	97,5%	7,4
Casati 2007 [16]	Okołonerwowa	30	0,75% ropiwakaina 20 ml	97%	BD
Chan 2007 [17]	Okołonerwowa	62	0,5% bupiwakaina + 2% lidokaina 42 ml	82,8%	BD
Sites 2006 [18]	Okołonaczyniowa	28	1,5% lidokaina + adrenalina 30 ml	82%	7,9
Liu 2005 [19]	Okołonaczyniowa	30	1,5% lidokaina 0,5 ml kg <sup>-1</sup> + adrenalina 1–2 iniekcje	83–90%	6,7–8,2

BD — brak danych

Najczęściej zalecane w piśmiennictwie objętości podanego anestetyku w sąsiedztwie każdego z 4 głównych nerwów splotu ramiennego wynoszą od 5 do 10 ml. U większości pacjentów przy zastosowaniu techniki selektywnej blokady poszczególnych nerwów w okolicy pachowej możliwe uzyskanie skutecznej blokady przy wykorzystaniu łącznie 20 ml anestetyku lub mniejszej. Jak jednak wykazano, przy zastosowaniu opisywanej techniki można uzyskać skuteczną blokadę przy użyciu znacznie niższych objętości, wynoszących nawet około 1 ml na każdy z blokowanych nerwów [11]. W tabeli 2 przedstawiono zestawienie badań ukierunkowanych na wyznaczenie minimalnej objętości anestetyku niezbędnej dla uzyskania skutecznej blokady pachowej splotu ramiennego.

### SKUTECZNOŚĆ BLOKADY

Ocena skuteczności blokady regionalnej jest złożonym zagadnieniem. W istotnym stopniu zależy od definicji, przyjętych kryteriów, a także pozycji osoby dokonującej oceny. O ile z punktu widzenia anestezjologa istotne znaczenie odgrywają topograficzny zakres uzyskanego znieczulenia oraz potrzeba zastosowania dodatkowych technik anestezyjologicznych dla zapewnienia pacjentowi komfortu, to z punktu widzenia chorego główne znaczenie może mieć stopień dyskomfortu podczas wykonywania blokady, dłu-

gość efektu analgetycznego w okresie pooperacyjnym oraz towarzyszące blokadzie powikłania. Z kolei z punktu widzenia operatora istotnym elementem wpływającym na ocenę blokady regionalnej jest czas potrzebny na jej wykonanie i osiągnięcie przez nią odpowiedniej jakości. Dlatego ocena skuteczności znieczulenia powinna zawierać w sobie wypadkową powyższych składowych.

Dostępne w piśmiennictwie dane dotyczące skuteczności analgetycznej blokady pachowej splotu ramiennego wykonywanej pod kontrolą ultrasonografii wskazują na jej dużą efektywność. W tabeli 3 zebrano odsetkową skuteczność blokady pachowej splotu ramiennego pod kontrolą ultrasonografii ocenianą w randomizowanych badaniach klinicznych.

Jak wynika z zestawionych wyników skuteczność blokady pachowej wykonywanej pod kontrolą ultrasonografii jest duża, przekracza 80%, a w niektórych badaniach sięga nawet 100%, bez względu na użytą objętość anestetyku lub technikę znieczulenia (okołonaczyniowa lub okołonerwowa). Należy jednak wziąć pod uwagę, że autorami cytowanych badań byli eksperci w dziedzinie wykorzystania ultrasonografii w anestezji regionalnej. Ponieważ efekty wykorzystania ultrasonografii są w wysokim stopniu zależne od umiejętności i doświadczenia osoby posługującej się nią, to efekt blokady wykonywanej przez osobę o mniejszym doświadczeniu może być gorszy. Należy również pamiętać,

że istotną zaletą blokady pachowej jest jej duża sterowność. Niepełna analgeza całego obszaru unerwanego przez spłot ramienny nie oznacza fiaska blokady i konieczności zmiany koncepcji znieczulenia. Bardzo często wystarczające jest wykonanie blokady uzupełniającej pojedynczego nerwu. Blokadę uzupełniającą można wykonać zarówno w bardziej dystalnym odcinku danego nerwu, jak również na poziomie pierwotnie wykonywanej procedury. Przy wykorzystaniu ultrasonografii i prowadzeniu igły pod kontrolą wzrokową nie ma obawy o uszkodzenie znieczulonych wcześniej nerwów, co było źródłem kontrowersji przy posługiwaniu się wyłącznie technikami lokalizacyjnymi „na ślepo”. Niecelowe jest również nadmierne długie oczekiwanie na ostateczne potwierdzenie niepowodzenia blokady. Najczęściej za niepowodzenie przyjmuje się brak blokady po 30 minutach od podania anestetyku. Należy jednak brać pod uwagę również dynamikę blokady. Według doświadczenia autorów brak objawów rozwijającej się blokady w obszarze unerwionym przez znieczulony nerw po 10–15 minutach od zdeponowania anestetyku wskazuje na wysokie prawdopodobieństwo uzyskania blokady o niedostatecznej głębokości i upoważnia do „wyprzedzającego” wykonania blokady uzupełniającej. Należy pamiętać, aby w tych przypadkach nie przekroczyć dawki maksymalnej środka znieczulającego miejscowo. Jest to szczególnie istotne, jeżeli pierwotna blokada wiązała się z podaniem dużej dawki anestetyku.

### **CZAS WYKONANIA BLOKADY, POCZĄTEK I DŁUGOŚĆ ANALGEZJI**

Jedną z potencjalnych zalet blokad wykonywanych pod kontrolą ultrasonografii jest możliwość skrócenia czasu niezbędnego dla uzyskania znieczulenia chirurgicznego. Skrócenie czasu możliwe jest zarówno dzięki szybszemu wykonaniu procedury blokady oraz dzięki szybszemu początkowi analgezji. Skrócenie procedury wykonania blokady możliwe jest dzięki uniknięciu długotrwałych manipulacji igłą i jej repozycji „na ślepo” w poszukiwaniu docelowych nerwów. Podawany w piśmiennictwie średni czas konieczny na manipulację igłą i zdeponowanie anestetyku podczas blokady pachowej pod kontrolą USG wynosi od około 8 do ponad 15 min (tab. 3) [6, 8, 20, 21]. Do czasu wykonania procedury należy jednak doliczyć w tym przypadku również czas niezbędny na przygotowanie, dokonanie ustawień aparatu USG oraz zabezpieczenie głowicy. Często dłużej niż planowane zajmuje uzyskanie optymalnej projekcji, interpretacja obrazu lub ustalenie położenia igły względem głowicy ultrasonograficznej. Wraz z nabywaniem doświadczenia czas konieczny na pokonanie tych przeszkód ulega jednak skróceniu.

Drugim istotnym składnikiem czasu wykonywania blokady jest czas od zdeponowania anestetyku do uzyskania efektywnego znieczulenia. Czynnikiem pozwalającym

na jego skrócenie wydaje się precyzyjne zdeponowanie anestetyku w pobliżu nerwów, co może być argumentem przemawiającym za wyborem techniki okołonerwowej wykonania blokady pachowej. Jest to obserwacja, którą daje się zauważyć w codziennej praktyce klinicznej. Przemawiają za tym również dane z piśmiennictwa. W badaniu Bernucci [7] wykazano, że w grupie pacjentów, u których wykonywano blokadę pachową techniką okołonerwową czas osiągnięcia skutecznej blokady był krótszy niż u pacjentów znieczulanych techniką okołonaczyniową. Podobne wnioski można wyciągnąć z wyników badania Trana [6], który stwierdził szybszy początek blokady nerwów pośrodkowego i promieniowego, jeżeli anestetyk wstrzykiwany był w pobliżu tych nerwów podczas blokady pachowej pod kontrolą usg techniką okołonaczyniową.

Bardzo ważnym czynnikiem z punktu widzenia pacjenta jest czas utrzymywania się efektu analgetycznego w okresie pooperacyjnym. Na czas ten wpływa wiele czynników, przede wszystkim rodzaj i stężenia środka miejscowo znieczulającego oraz użycie adjuwantów. Znaczenie mają różnice osobnicze farmakodynamiki środków znieczulających miejscowo. Istotną rolę dla wyników odgrywa przyjęta definicja i sposób oceny analgezji w konkretnych badaniach. Podawane w piśmiennictwie bezwzględne wartości czasu utrzymywania się blokady pachowej są bardzo zróżnicowane. Natomiast być może ważniejsze niż bezwzględne wartości ma identyfikacja czynników, które mogą na ten czas wpłynąć. Poza wcześniej wymienionymi elementami znaczenie dla długości efektu analgetycznego wydaje się mieć zwiększenie objętości podanego anestetyku. Jak wynika z badania Schoenmakers [21] użycie objętości 40 ml 1% mepiwakainy w blokadzie pachowej pod kontrolą ultrasonografii skutkowało istotnie dłuższym czasem analgezji w porównaniu z objętością 15 ml tego anestetyku. Również w badaniu Ponroucha [12] wykazano dodatnią korelację pomiędzy podaną objętością, a czasem utrzymywania blokady nerwu pośrodkowego i łokciowego. Marhofer [14] wykazał trend w kierunku wydłużenia czasu analgezji przy podaniu większej objętości anestetyku. Nie jest jednoznaczne, czy efekt ten miałby wynikać z większej objętości, czy też ze zwiększenia dawki środka znieczulającego miejscowo. Spostrzeżenia te wymagają z pewnością potwierdzenia w dalszych badaniach klinicznych.

### **BEZPIECZEŃSTWO BLOKADY**

Ważnym elementem wpływającym na rodzaj wybieranej techniki znieczulenia regionalnego jest jej bezpieczeństwo. Blokady spłotów i nerwów obwodowych są metodami o wysokim poziomie bezpieczeństwa z małym ryzykiem występowania powikłań [22]. Wykorzystanie ultrasonografii wydaje się przyczyniać do dalszego zwiększenia ich bezpieczeństwa [23]. Ryzyko powikłań blokady pachowej jest małe

z powodów anatomicznych, wpływ na to ma powierzchownego umiejscowienie struktur nerwowych w okolicy pachowej, położenie w oddaleniu od jamy opłucnowej, kanału kręgowego bądź innych struktur anatomicznych, których uszkodzenie bądź niezamierzone znieczulenie mogłoby mieć negatywny skutek dla pacjenta. Wykonując blokadę pachową należy jednak pamiętać o ryzyku przypadkowej iniekcji donaczyniowej leku miejscowo znieczulającego i ryzyku wystąpienia ogólnoustrojowych objawów toksyczności leków znieczulających miejscowo. Użycie ultrasonografii nie eliminuje możliwości wystąpienia tego rodzaju powikłań, podobnie jak nie eliminuje ryzyka uszkodzeń neurologicznych w następstwie blokady. Ryzyko powyższych powikłań jest jednak niskie, szacunkowa częstość występowania objawów toksycznych towarzyszących blokadzie pachowej wynosi około 1,5 na 10 000 przypadków, powikłania neurologiczne występują z częstością 0,37 na 10 000 [24]. Najlepszym sposobem uniknięcia powikłań jest przestrzeganie podstawowych zasad anestezji regionalnej, dbałość o technikę, utrzymanie igły w polu widzenia przez cały czas wykonywania blokady i nie podawanie anestetyku bez potwierdzenia miejsca jego wstrzyknięcia.

## PODSUMOWANIE

Blokada pachowa splotu ramiennego z wykorzystaniem ultrasonografii jest użyteczną i uniwersalną techniką znieczulenia. Nadaje się do wykorzystania w większości zabiegów dotyczących kończyny górnej, z wyłączeniem operacji w okolicy barku. Wykorzystanie ultrasonografii sprawia, że blokada ta staje się bezpieczniejszą i bardziej sterowaną niż w przypadku wykorzystania tradycyjnych metod lokalizacyjnych. Jej niewątpliwą zaletą jest bezpieczeństwo wynikające z oddalenia od opłucnej i struktur ośrodkowego układu nerwowego. Blokada pachowa nadaje się do wykorzystania przez lekarzy o różnym stopniu zaawansowania w technikach anestezji regionalnej pod kontrolą ultrasonografii. Techniki okołonaczyniowe, w których nie ma konieczności precyzyjnego odnalezienia wszystkich struktur naczyniowych mogą wykorzystać początkujący dla pogłębienia doświadczenia i nabraniu wprawy w wykonywaniu blokad pod kontrolą ultrasonografii. Z kolei wyzwaniem dla eksperta może być identyfikacja i wykonanie precyzyjnego, selektywnego ostrzyknięcia poszczególnych nerwów splotu ramiennego minimalną objętością środka znieczulającego.

## PODZIĘKOWANIA

- Praca nie była finansowana.
- Konflikty interesów:
  - Piotr Nowakowski prowadził szkolenia i warsztaty praktyczne w zakresie wykorzystania ultrasonografii oraz elektrostymulacji w anestezji regionalnej, za

które otrzymywał wynagrodzenie od firm BBraun, GE, Philips. BK Medical;

- Andrzej Bieryło prowadził szkolenia i warsztaty praktyczne w zakresie wykorzystania ultrasonografii oraz elektrostymulacji w anestezji regionalnej, za które otrzymywał wynagrodzenie od firm BBraun, GE, Philips.

## Piśmiennictwo:

- Nowakowski P, Bieryło A, Duniec L, Kosson D, Łazowski T: The substantial impact of ultrasound-guided regional anaesthesia on the clinical practice of peripheral nerve blocks. *Anaesthesiol Intensive Ther* 2013; 45: 223–229. doi: 10.5603/AIT.2013.0043
- Nowakowski P: Podstawy wykorzystania ultrasonografii w anestezji regionalnej i innych procedurach interwencyjnych. *Opieka okołoooperacyjna* 2013; 3: 14–24.
- Winnie AP, Collins VJ: The subclavian perivascular technique of brachial plexus anesthesia. *Anesthesiology* 1964; 25: 353–363.
- Burnham PJ: Regional block of the great nerves of the upper arm. *Anesthesiology* 1958; 19: 281–284.
- De Jong R: Axillary block of the brachial plexus. *Anesthesiology* 1961; 22: 215–225.
- Tran de QH, Pham K, Dugani S, Finlayson RJ: A prospective, randomized comparison between double-, triple-, and quadruple-injection ultrasound-guided axillary brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 2012; 37: 248–253. doi: 10.1097/AAP.0b013e31824611bf.
- Bernucci F, Gonzalez AP, Finlayson RJ, Tran de QH: A prospective, randomized comparison between perivascular and perineural ultrasound-guided axillary brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 2012; 37: 473–437. doi: 10.1097/AAP.0b013e3182576b6f.
- Imasogie N, Ganapathy S, Singh S et al.: A prospective, randomized, double-blind comparison of ultrasound-guided axillary brachial plexus blocks using 2 versus 4 injections. *Anesth Analg* 2010; 110: 1222–1226. doi: 10.1213/ANE.0b013e3181cb6791
- Marhofer P: Blokady kończyny górnej. In: Marhofer P: Zastosowanie ultrasonografii w blokadach nerwów obwodowych. *Zasady i praktyka. Warszawa* 2010: 58–87.
- Hadzić A: Blokada splotu ramiennego z dostępu pachowego pod kontrolą ultrasonografii. In: Hadzić A, Nowakowski P (ed. pol): Blokady nerwów obwodowych i anatomiczne podstawy anestezji regionalnej z wykorzystaniem ultrasonografii. *Warszawa* 2013: 375–382.
- O'Donnell BD, Iohom G: An estimation of the minimum effective anesthetic volume of 2% lidocaine in ultrasound-guided axillary brachial plexus block. *Anesthesiology* 2009; 111: 25–29. doi: 10.1097/ALN.0b013e3181a915c7.
- Ponrouch M, Bouic N, Bringuier S et al.: Estimation and pharmacodynamic consequences of the minimum effective anesthetic volumes for median and ulnar nerve blocks: a randomized, double-blind, controlled comparison between ultrasound and nerve stimulation guidance. *Anesth Analg* 2010; 111: 1059–1064. doi: 10.1213/ANE.0b013e3181eb6372.
- González AP, Bernucci F, Pham K et al.: Minimum effective volume of lidocaine for double-injection ultrasound-guided axillary block. *Reg Anesth Pain Med* 2013; 38: 16–20. doi: 10.1097/AAP.0b013e3182707176.
- Marhofer P, Eichenberger U, Stockli S et al.: Ultrasonographic guided axillary plexus blocks with low volumes of local anaesthetics: a crossover volunteer study. *Anaesthesia* 2010, 65: 266–271. doi: 10.1111/j.1365-2044.2010.06247.x.
- Tran de QH, Russo G, Munoz L et al.: A prospective, randomized comparison between ultrasound-guided supraclavicular, infraclavicular and axillary brachial plexus blocks. *Reg Anesth Pain Med* 2009; 34: 366–371. doi: 10.1097/AAP.0b013e3181ac7d18.
- Casati A, Danelli G, Baciarello M et al.: A prospective, randomized comparison between ultrasound and nerve stimulation guidance for multiple injection axillary brachial plexus block. *Anesthesiology* 2007; 106: 992–996.
- Chan VWS, Perlas A, McCartney CJL et al.: Ultrasound guidance improves success rate of axillary brachial plexus block. *Can J Anesth* 2007; 54: 176–182.



18. *Sites BD, Beach ML, Spence BC et al.*: Ultrasound guidance improves the success rate of a perivascular axillary plexus block. *Acta Anaesthesiol Scand* 2006; 50: 678–684.
19. *Liu FC, Liou JT, Tsai YF et al.*: Efficacy of ultrasound-guided axillary brachial plexus block: a comparative study with nerve stimulator-guided method. *Chang Gung Med J* 2005; 28: 396–402.
20. *Schafhalter-Zoppoth I, Gray AT*: The musculocutaneous nerve: ultrasound appearance for peripheral nerve block. *Reg Anesth Pain Med*. 2005; 30: 385–390.
21. *Schoenmakers KP, Wegener JT, Stienstra R*: Effect of local anesthetic volume (15 vs 40 mL) on the duration of ultrasound-guided single shot axillary brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 2012; 37: 242–247. doi: 10.1097/AAP.0b013e3182405df9.
22. *Auroy Y, Benhamou D, Bagues L et al.*: Major complications of regional anesthesia in France: The SOS Regional Anesthesia Hotline Service. *Anesthesiology* 2002; 97: 1274–1280.
23. *Kluger R*: Ultrasound guidance reduces the risk of local anesthetic systemic toxicity following peripheral nerve blockade. *Reg Anesth Pain Med* 2013; 38: 289–297. doi: 10.1097/AAP.0b013e318292669b.
24. *Ecoffey C, Oger E, Marchand-Maillet F et al.*: Complications associated with 27031 ultrasound-guided axillary brachial plexus blocks: a web-based survey of 36 French centres. *Eur J Anaesthesiol* 2014; 31: 606–610. doi: 10.1097/EJA.0000000000000063.

**Adres do korespondencji:**

Piotr Nowakowski  
Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii  
Szpital Czerniakowski, Warszawa  
ul. Stępińska 19/25, 00–739 Warszawa  
e-mail: piotr.nowakowski@wum.edu.pl

Otrzymano: 17.06.2014 r.  
Zaakceptowano: 6.03.2015 r.