

# ULTRASONOGRAFIA W PRAKTYCE PIELĘGNIARSKIEJ

## Ultrasonography in nursing practice



Grzegorz Cichowlas<sup>1,2</sup>, Maciej Latos<sup>1,3</sup>, Anna Gąsior<sup>2</sup>, Izabela Fornal<sup>2,4</sup>, Dariusz Kosson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zakład Nauczania Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Wydział Nauk o Zdrowiu, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska

<sup>2</sup>Szpital Czerniakowski sp. z o.o., Warszawa, Polska

<sup>3</sup>II Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Uniwersyteckie Centrum Kliniczne Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, Warszawa, Polska

<sup>4</sup>Zakład Podstaw Pielęgniarstwa, Wydział Nauk o Zdrowiu, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska

Pielęgniarstwo Chirurgiczne i Angiologiczne 2023; 17(4): 159–165

DOI: <https://doi.org/10.5114/pchia.2023.134717>

Praca wpłynęła: 28.10.2023, przyjęto do druku: 05.11.2023

Adres do korespondencji:

mgr piel. **Grzegorz Cichowlas**, Zakład Nauczania Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Wydział Nauk o Zdrowiu, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska, e-mail: [grzegorz.cichowlas@wum.edu.pl](mailto:grzegorz.cichowlas@wum.edu.pl)

### Streszczenie

Ultrasonografia (USG) to metoda obrazowania medycznego opierająca się na wykorzystaniu fal dźwiękowych o wysokiej częstotliwości do generowania obrazów wewnętrznych struktur organizmu. W kontekście pielęgniarstwa USG stanowi skuteczne narzędzie umożliwiające szybką i nieinwazyjną ocenę poszczególnych struktur anatomicznych, uwzględniając między innymi: kaniulację naczyń żylnych, monitorowanie perystaltyki jelit oraz ocenę pęcherza moczowego. Praktyka wykorzystująca obrazowanie USG jest powszechnie akceptowana w zawodzie pielęgniarstwie na całym świecie i znajduje odzwierciedlenie w międzynarodowej literaturze naukowej.

**Słowa kluczowe:** ultrasonografia, praktyka pielęgniarstwa, pielęgniarstwo, POCUS.

### Zarys historyczny

Ultrasonograf (USG) służy do wykonywania badań ultrasonograficznych [1]. Pierwszym urządzeniem działającym na zasadzie dzisiejszych aparatów ultrasonograficznych był wynaleziony przez Paula Langevina w 1915 r. hydrofon, który stosowano do wykrywania okrętów podwodnych podczas I wojny światowej. W latach 50. XX w. położnik Ian Donald zaczął wykorzystywać ultrasonografię do diagnozowania zmian w jamie brzusznej [2, 3]. Na przestrzeni dziesięcioleci nastąpił znaczący rozwój ultrasonografii, poczynając od badania guzów mózgu i tkanek miękkich (1952 r.), koncentrując się na położnictwie, kardiologii, okulistyce, internie (1955–1957 r.). Lata 1970–1980 XX w. to wynalezienie nowych głowic, konweksowej i liniowej, a także jest

### Summary

Ultrasound is a medical imaging technique that employs high-frequency sound waves to produce images of internal bodily structures. In the field of nursing, ultrasound serves as a valuable instrument for swiftly and non-invasively evaluating precise anatomical structures, such as venous cannulation, evaluating bowel peristalsis, and assessing the urinary bladder. The use of ultrasound imaging is widely accepted in the nursing profession globally, as shown by its extensive reference in the international scientific literature.

**Key words:** ultrasonography, nursing practice, nurse, POCUS.

to początek badań przepływowych krwi z użyciem zjawiska Dopplera oraz rozwój badań endorektalnych i endowaginalnych. Jest to moment, kiedy ultrasonografia stawała się coraz bardziej mobilna i można ją było zastosować bezpośrednio przy łóżku pacjenta [2, 4, 5].

### Działanie ultrasonografu

Radiologia diagnostyczna w obrazowaniu wykorzystuje promienie X, natomiast ultrasonografia w adekwatny sposób korzysta z ultradźwięków [5]. Fala akustyczna o wysokiej częstotliwości wpadając w drgania mechaniczne, prowadzi do powstania fal ultradźwiękowych. Zakres tych fal zaczyna się powyżej 16 kHz (próg

styszalności), tzn. są to drgania mechaniczne o częstotliwości 16 000 Hz/s. W ultrasonografii wykorzystuje się częstotliwość fal na poziomie 2–15 MHz, czyli 2 000 000–15 000 000 drgań/s [6].

Ultrasonograf jest narzędziem diagnostycznym, który wykorzystuje fale dźwiękowe o różnej prędkości do wizualizacji struktur wewnętrznych organizmu. Prędkości fal ultradźwiękowych dla tkanek miękkich to 1540 m/s, tkanki tłuszczowej – 1460 m/s, w zależności od rodzaju kości jest to zakres od 1500–4300 m/s, natomiast najmniejsza prędkość występuje w tkance płucnej – 650 m/s. Oprócz impedancji akustycznej istotnym parametrem jest natężenie fali, od którego zależy zakres głębokości obrazowanych tkanek. W zależności od rodzaju badanej tkanki wiązki ultradźwiękowe podlegają działaniom różnych zjawisk: odbiciu, załamaniu, absorpcji czy rozproszeniu. Odbicie dotyczy sytuacji, w której fala ultradźwiękowa pada prostopadle na badany ośrodek. Wiązka ultradźwiękowa praktycznie w całości zostaje odbita z powodu różnej impedancji ośrodków, przez co może utrudniać dalszą penetrację. Ma to szczególne znaczenie w sytuacji, gdy stykają się dwa ośrodki – tkanki miękkie z tkankami kostnymi lub gazami. Do zjawiska załamania dochodzi w sytuacji, gdy fala ultradźwiękowa przechodzi przez dwa różne ośrodki pod kątem innym niż kąt prosty. W konsekwencji zmienia się prędkość wiązki, co skutkuje zmianą kąta nachylenia. Zjawiska, o których mówi się, że działają tłumiąco, to rozproszenie i absorpcja. Rozproszenie powstaje, gdy długość fali jest większa niż przeszkoda rozpraszająca. Absorpcja zaś jest skutkiem przemiany energii wiązki ultradźwiękowej w ciepło, powodując nieodwracalne straty energii [6–8].

Źródłem fal ultradźwiękowych w aparacie ultrasonograficznym jest głowica. W głowicy fale ultradźwiękowe są generowane, emitowane i odbierane za pośrednictwem przetworników piezoelektrycznych. Te przetworniki wykorzystują zjawisko piezoelektryczności, które polega na zdolności niektórych materiałów do generowania napięcia elektrycznego pod wpływem mechanicznego naprężenia oraz na odwrotnym efekcie tego zjawiska, czyli przekształ-

caniu napięcia elektrycznego na drgania mechaniczne. W kontekście ultrasonografii przetworniki piezoelektryczne działają zarówno jako źródło emisji ultradźwięków, jak i odbierają sygnały odbite od badanych tkanek [5, 9].

Gdy częstotliwość fali jest wysoka, powstaje obraz wysokiej jakości (głowica liniowa), lecz uwidaczniający struktury płytko leżące. Natomiast gdy częstotliwość fali ultradźwiękowej jest niska (głowica konweksowa, sektorowa), rozdzielczość obrazu jest również niska, jednakże większa jest głębokość penetracji [10, 11].

Wyróżnia się trzy rodzaje głowic. Głowica liniowa – obraz prostokątny, konweksowa – obraz trapezoidalny, sektorowa – obraz sektorowy (ryc. 1).

Zjawisko Dopplera jest wykorzystywane w badaniach ultrasonograficznych naczyń krwionośnych. Fale ultradźwiękowe, które padają na krwinki w naczyniach, zmieniają częstotliwość w zależności od prędkości krążącej krwi oraz kierunku przepływu. Dzięki tym badaniom można wykrywać zaburzenia hemodynamiczne i mierzyć prędkość przepływu krwi [5, 8].

## Cechy aparatu ultrasonograficznego

Podczas wyboru USG do użytku przy łóżku pacjenta istotne są cechy takie, jak uniwersalność, rozmiar, mobilność i sposób zasilania urządzenia. W szpitalach przestrzeżonych wokół łóżek szpitalnych jest często ograniczona, dlatego ultrasonografy powinny być odpowiedniej wielkości, aby można je było łatwo umieścić w pobliżu pacjenta. Prostota interfejsu użytkownika oraz obecność dedykowanych presetów zaprogramowanych dla konkretnych sytuacji są istotne, aby umożliwić korzystanie z urządzenia przez klinicystów bez konieczności zgłębiania tajników ultrasonografii. Dodatkowo ważnym czynnikiem jest łatwość utrzymania czystości aparatu i przeprowadzenia jego dezynfekcji [12]. Obecne urządzenia ultrasonograficzne przy niewielkich rozmiarach potrafią być przystępne cenowo, mieć możliwości zbliżone do aparatów ultrasonograficznych standardowych rozmia-



Ryc. 1. Schemat przedstawiający kształt wiązki ultradźwiękowej emitowanej przez poszczególne głowice. Od lewej: głowica liniowa, głowica konweksowa, głowica sektorowa



Ryc. 2. Przykładowe głowice mobilne

rów, dodatkowo są mobilne i kompaktowe, a nie tracą przy tym na jakości. Pojęcie „sonda kieszonkowa” oznacza głowicę ultradźwiękową, która jest lekka, przenośna, niedroga i łatwa w użyciu (ryc. 2) [2, 13].

### Point of care ultrasonography

*Point of care ultrasonography* (POCUS) to ultrasonografia w miejscu opieki realizowana w czasie rzeczywistym przy łóżku pacjenta, co daje możliwość natychmiastowej interpretacji emitowanych obrazów. Badanie ultrasonograficzne jest badaniem nieinwazyjnym, bezbolesnym, a w dodatku nie wymaga użycia środków cieniujących do uwidocznienia badanych struktur [14–16]. Badanie fizykalne i wywiad (w tym pielęgniarSKI) nie zawsze wskazują na pełne rozpoznanie nagłych stanów zagrażających zdrowiu i życiu pacjentów, a także potrzeb pielęgnacyjnych, dlatego możliwość skorzystania z szybkich metod obrazowania rozwiązuje ten problem [14].

POCUS nie zastępuje tradycyjnego badania ultrasonograficznego wykonywanego przez lekarza radiologa czy też lekarza innej specjalności (z certyfikatem potwierdzającym nabycie umiejętności) i nie służy do pełnej diagnostyki. Jego celem jest udzielenie odpowiedzi na konkretne kliniczne pytania, które mają charakter binarny – „tak” lub „nie”. Dzięki temu dostarcza informacji jakościowych, a nie ilościowych. POCUS pozwala na szybkie wykluczenie lub potwierdzenie stanów zagrażających życiu, umożliwiając podejmowanie decyzji bez konieczności przewożenia pacjenta do sali diagnostycznej czy narażania go na dodatkowe promieniowanie jonizujące. Pozwala także na ograniczenie zbędnego wykonania inwazyjnych procedur pielęgniarSKICH lub racjonalnego ich podejmowania ze zmniejszoną traumatyzacją i ryzykiem zakażenia [14, 17, 18].

POCUS może posłużyć także do przeprowadzania procedur medycznych, które do tej pory były wykonywane „na ślepo” lub zapobiegawczo, a nie ze względu na wskazania. Ultrasonografia stała się nieodłącznym elementem opieki w stanach nagłych, szczególnie w medycynie ratun-

kowej. Literatura informuje o umiejętnościach pielęgniarzek w zakresie obrazowania ultrasonograficznego, dzięki czemu poprawiły się bezpieczeństwo i skuteczność wykonywanych procedur pielęgniarSKICH [19].

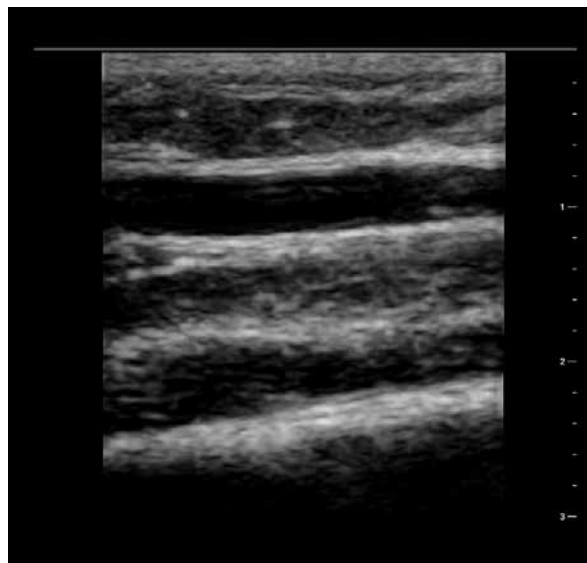
### Protokół FAST

Protokół FAST (ang. *focused assessment with sonography for trauma*) jest badaniem skoncentrowanym na ocenie pacjentów z podejrzeniem obrażeń jamy brzusznej i klatki piersiowej. Badanie to ma na celu szybkie wykrycie płynu w jamie otrzewnowej, a także opłucnej i osierdziu, co może wskazywać na uszkodzenia narządów wewnętrznych, takich jak wątroba, śledziona, nerki czy pęcherz, oraz klatki piersiowej i narządów klatki piersiowej [20, 21].

Podczas badania FAST ultrasonograf wykorzystuje się do przeskanowania czterech obszarów: prawego górnego kwadrantu oraz lewego górnego kwadrantu jamy brzusznej, miednicy z przyłożenia nadłonowego, a także osierdzia z przyłożenia pod wyrostkiem mieczykowatym, by stwierdzić obecność płynu w osierdziu. Obecności płynu może być objawem krwawienia lub innych poważnych obrażeń wewnętrznych [20, 21]. Protokół FAST jest ważnym narzędziem diagnostycznym w triażu urazowym i pozwala na szybkie podjęcie decyzji dotyczących dalszego postępowania medycznego. Jest to skuteczna metoda oceny urazu jamy brzusznej, która może przyczynić się do szybkiego rozpoznania i leczenia życia potencjalnie zagrożonych pacjentów.

### Cewnikowanie naczyń obwodowych

Cewnikowanie obwodowych naczyń żylnych to powszechnie stosowana procedura medyczna, która umożliwia podawanie leków, płynów i krwi pacjentom hospitalizowanym. Skuteczna implementacja cewnika obwodowego (ang. *peripheral intravenous catheter*)



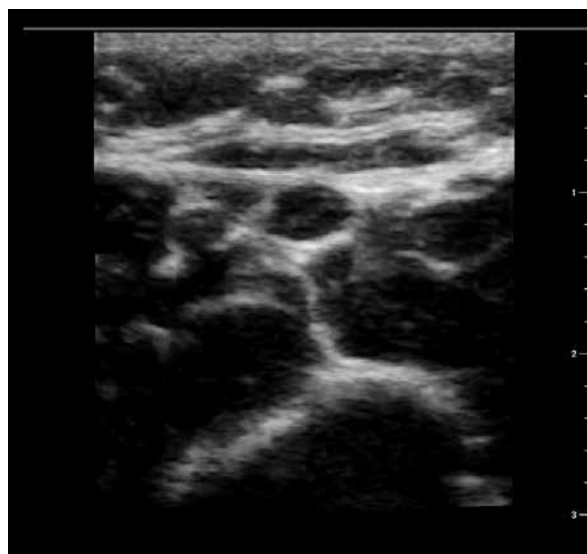
Ryc. 3. Przyłożenie głowicy *in plane* i przykładowy widok naczynia żylnego

może zwiększyć zaufanie pacjenta do personelu medycznego i poprawić poczucie bezpieczeństwa chorego [22, 23]. Ultrasonografia może być bardzo pomocna u pacjentów z problemami z dostępem żylnym ocenianym jako trudny w skali A-DIVA. Jest to metoda bezinwazyjna i bezbolesna, która pozwala na uwidocznienie naczyń krwionośnych w czasie rzeczywistym. Jednym z najważniejszych atutów zastosowania USG w przypadku pacjentów z trudnym dostępem dożylnym jest poprawa bezpieczeństwa procedury cewnikowania obwodowego. Użycie obrazowania ultrasonograficznego w procesie kaniulacji pozwala na wizualizację położenia igły w naczyniu krwionośnym, co umożliwia prawidłowe wprowadzenie cewnika naczyniowego [24, 25].

Głowica liniowa wykorzystywana jest do kaniulacji naczyń krwionośnych. Dostępne są dwie techniki prowadzenia igły z wykorzystaniem aparatu USG: *in plane* (ryc. 3) oraz *out of plane* (ryc. 4).

Technika *in plane* polega na wprowadzeniu igły do naczynia w tym samym kierunku, w którym skierowana jest głowica USG. W tej technice głowica USG pozostaje nieruchoma, a igła i jej manewrowanie są widoczne na ekranie od momentu wkłucia.

Technika *out of plane* polega na wprowadzeniu igły do naczynia pod kątem 45° względem głowicy USG. W tej technice głowica USG jest ustawiona prostopadle do naczynia, a na ekranie widoczny jest przekrój naczynia. Igła jest wprowadzana w punkcie wskaza-



Ryc. 4. Przyłożenie głowicy *out of plane* i przykładowy widok naczynia żylnego





Ryc. 5. Przyłożenie głowicy do badania pęcherza moczowego wraz z przykładowym obrazem ultrasonograficznym

nym markerem, który znajduje się w połowie długiego boku głowicy. Gdy igła pojawi się na ekranie, należy odsunąć głowicę i kontynuować wprowadzanie aż do nakłucia naczynia [25].

### Ocena pęcherza moczowego

Cewnikowanie pęcherza moczowego jest zabiegiem, który niesie ryzyko zakażenia układu moczowego (ZUM). Jest to częste powikłanie szpitalne, stanowi nawet 20–30% wszystkich zakażeń. Zakażenie układu moczowego może wydłużyć hospitalizację pacjenta nawet o 21 dni. Najskuteczniejszą metodą zapobiegania ZUM jest przestrzeganie wytycznych dotyczących cewnikowania pęcherza moczowego oraz wystrzeganie się jego niepotrzebnego stosowania [26]. Jeśli pęcherz moczowy nie jest odpowiednio wypełniony, trudno jest ocenić położenie cewnika z powodu braku wypływu moczu. W takim przypadku konieczne jest wykonanie kolejnych prób, aż do uzyskania próbki moczu. Cała procedura może być bardzo stresująca dla pacjenta i personelu medycznego, zwłaszcza ze względu na intymny charakter zabiegu [27].

Ultrasonografia jest skuteczną metodą oceny objętości moczu w pęcherzu moczowym. Skanery pęcherza moczowego BS (ang. *bladder scan*) działają na zasadzie odbijania fal ultradźwiękowych od tkanek ciała. Pęcherz moczowy wypełniony moczem jest dobrze widoczny w obrazie ultrasonograficznym, ponieważ ma inną gęstość niż otaczające tkanki. Skaner BS składa się z sondy i jednostki głównej. Sondę przykładają nad spojeniem łonowym, a jednostka główna przetwarza sygnały ultradźwiękowe i wyświetla obraz pęcherza moczowego na ekranie. Skanery BS są bardzo dokładne, jednak mają pewne ograniczenia. Torbiele czy inne płyny ustrojowe mogą zostać błędnie zidentyfikowane

jako pęcherz moczowy, co może prowadzić do zafałszowania wyniku [28, 29].

Pomiar objętości moczu w pęcherzu moczowym za pomocą aparatu USG wymaga dokonania dwóch pomiarów: średnicy poprzecznej i przednio-tylnej. Pomiary te są wykonywane z wykorzystaniem głowicy ultrasonograficznej ułożonej w orientacji poprzecznej [27] (ryc. 5). W międzynarodowych badaniach wykazano, że pielęgniarki są w stanie skutecznie wykonywać tego typu pomiary. W Japonii pomiar objętości moczu w pęcherzu moczowym za pomocą aparatu USG jest jedną z podstawowych umiejętności pielęgniarek i jest finansowany przez ubezpieczenie zdrowotne w zakresie opieki nad pacjentem z nietrzymaniem moczu [28, 30, 31].

### Ocena perystaltyki jelit

Przeglądy systematyczne i metaanalizy wykazały, że w ocenie jelit i ich chorób ultrasonografia jest równie dokładna, jak tomografia komputerowa i rezonans magnetyczny, przy jednocześnie niższym koszcie wykonania [32–36].

Badanie USG motoryki jelit to nieinwazyjna metoda obrazowania, która pozwala na ocenę ruchów perystaltycznych jelita cienkiego. Badanie wykonuje się u pacjenta w pozycji leżącej. Głowica ultrasonograficzna jest przykładana do jamy brzusznej w różnych miejscach, w zależności od obszaru, który ma zostać oceniony. Badanie USG motoryki jelit polega na obserwacji ruchów perystaltycznych jelita cienkiego w czasie rzeczywistym. Metoda ta pozwala ocenić amplitudę, częstotliwość i kierunek ruchów perystaltycznych [37, 38]. Badanie ruchów perystaltycznych jelit odbywa się zarówno w projekcji *in plane*, jak i *out of plane* (ryc. 6, 7).



Ryc. 6. Przykładowe przyłożenie głowicy do badania jelit w projekcji *in plane* wraz z przykładowym obrazem jelit

### Ocena objętości zalegającej w żołądku

Ocena objętości zalegającej w żołądku ma szeroki zakres zastosowań w praktyce pielęgniarskiej. Za pomocą ultrasonografii można ocenić, czy żołądek jest wystarczająco opróżniony przed zabiegiem chirurgicznym oraz do badania pooperacyjnych zaburzeń czynności żołądka, a także u pacjentów leczonych na oddziałach intensywnej terapii [39–44]. Powszechną metodą jest obrazowanie odźwiernika żołądka. Badanie pacjenta odbywa się w pozycji półsiedzącej za pomocą głowicy konweksowej w celu znalezienia odcinka, w którym aorta, żyła kręzkowa górna i odźwiernik są jednocześnie widoczne. Objętość żołądka można wyliczyć z formuły Perlasa [39, 40]:



Ryc. 7. Przykładowe przyłożenie głowicy do badania jelit w projekcji *out of plane*

Objętość żołądka (ml) =  $27,0 + 14,6 - \text{powierzchnia przekroju poprzecznego odźwiernika żołądka (cm}^2) - 1,28 \text{ wiek (lata)}$

Wzór wydaje się skomplikowany, jednak nowsze aparaty ultrasonograficzne mają wgrane oprogramowanie, które wylicza objętość zalegającą w żołądku.

### Podsumowanie

Ultrasonografia jest bezpieczną i dokładną metodą diagnostyczną, która jest powszechnie stosowana w medycynie, w tym w pielęgniarstwie. Jest wykorzystywana do wspomaganie procesów kaniulacji, obserwacji perystaltyki jelit i zalegania w żołądku, cewnikowania pęcherza moczowego czy oceny wypełnienia pęcherza moczowego, a także podczas działań resuscytacyjnych. Ze względu na brak promieniowania jonizującego ultrasonografia jest szybką i bezpieczną metodą obrazowania dla wszystkich pacjentów, w tym dzieci i kobiet w ciąży.

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

### Piśmiennictwo

1. Kowalski H, Siedlecki T. Ultrasonografia i elastografia, W: Pruszyński B i wsp. (red.). Radiologia. Diagnostyka obrazowa RTG TK USG i MR. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2014, 26-33.
2. Pruszyński B. Główne etapy rozwoju badań obrazowych. W: Pruszyński B i wsp. (red.). Radiologia. Diagnostyka obrazowa RTG TK USG i MR. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2014, 22-26;
3. Leidi A, Rouyer F, Marti C, Reny JL, Groscurin O. Point of care ultrasonography from the emergency department to the internal medicine ward: current trends and perspectives. Intern Emerg Med 2020; 15: 395-408.

4. Leggett CB, Naqvi M, Esakoff TF, Diniz MA, Wong MS. Incorporating personal-device-based point-of-care ultrasound into obstetric care: a validation study. *Am J Obstet Gynecol* 2022; 226: 552.e1-552.e6.
5. Smallwood N, Dachsel M. Point-of-care ultrasound (POCUS): unnecessary gadgetry or evidence-based medicine? *Clin Med (Lond)* 2018; 18: 219-224.
6. Jakubowski W. Diagnostyka ultrasonograficzna. W: Pruszyński B (red.). Diagnostyka obrazowa. Podstawy teoretyczne i metodyka badań. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2013, 542-556.
7. Dmoch-Gajzlerska E. Podstawy diagnostyki ultrasonografii medycznej. W: Dmoch-Gajzlerska E (red.). USG dla położnych. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2014, 11-57.
8. Jankovic D, Peng P. Basics of ultrasound imaging. W: Regional nerve blocks in anesthesia and pain therapy: traditional and ultrasound-guided techniques. Springer, Berlin 2015, 27-56.
9. Ma IW, Chun R, Kirkpatrick AW. Basics of ultrasound. In: Ferrada P (ed.). *Ultrasoundography in the ICU*. Springer, Cham 2015, 1-36.
10. Nowakowski P. Podstawy wykorzystania ultrasonografii w anestezji regionalnej i innych procedurach interwencyjnych. *Opieka Okooperacyjna* 2013; 3: 14-24.
11. Jacob A. Podstawy ultrasonografii oraz obsługa sprzętu. W: Hebl J i wsp. Znieczulenie regionalne i blokady nerwów z wykorzystaniem ultrasonografii. Atlas kliniki Mayo. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2013, 91-104.
12. Nowakowski P. Ultrasonografia point-of-care u pacjentów w stacjach nagłych. *OPM* 2017; 4: 46-53.
13. Lee L, DeCara JM. Point-of-care ultrasound. *Curr Cardiol Rep* 2020; 22: 149.
14. Kaszuba A. Ultrasonografia jako innowacyjna metoda diagnostyczna w pracy ratownika medycznego [praca dyplomowa]. Krakowska Akademia im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego, Kraków 2016.
15. Totenhofer R, Luck L, Wilkes L. Point of care ultrasound use by Registered Nurses and Nurse Practitioners in clinical practice: an integrative review. *Collegian* 2021; 28: 456-463.
16. American Institute of Ultrasound in Medicine; American College of Emergency Physicians: AIUM practice guideline for the performance of the focused assessment with sonography for trauma (FAST) examination. *American Institute of Ultrasound in Medicine. J Ultrasound Med* 2014; 33: 2047-2056.
17. Chen L, Malek T. Point-of-care ultrasonography in emergency and critical care medicine. *Crit Care Nurs Quarterly* 2018; 41: 94-101.
18. Brunhoeber LA, King J, Davis S, Witherspoon B. Nurse practitioner use of point-of-care ultrasound in critical care. *J Nurs Pract* 2018; 14: 383-388.
19. Varndell W, Topacio M, Hagness C, Lemon H, Tracy D. Nurse-performed focused ultrasound in the emergency department: a systematic review. *Aust Emerg Care* 2018; 21: 121-130.
20. Fedak A, Świętoń F. Badanie ultrasonograficzne według protokołów FAST i eFAST. *Inż Fiz Med* 2019; 8: 163-165.
21. Kumor Ł, Rak M. Ultrasonografia w obrażeniach ciała. W: Rak M (red.). POCUS-y ultrasonografia ratunkowa. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2021, 199-224.
22. Moureau N, Chopra V. Indications for peripheral, midline, and central catheters: summary of the Michigan appropriateness guide for intravenous catheters recommendations. *J Assoc Vasc Access* 2016; 21: 140-148.
23. Yalçınlı S, Akarca FK, Can Ö, Uz İ, Konakçı G. Comparison of standard technique, ultrasonography, and near-infrared light in difficult peripheral vascular access: a randomized controlled trial. *Prehospital Disaster Med* 2022; 37: 65-70.
24. Edwards C, Jones J. Development and implementation of an ultrasound-guided peripheral intravenous catheter program for emergency nurses. *J Emerg Nurs* 2018; 44: 33-36.
25. Niczyporuk A, Rak M. Wykonywanie procedur pod kontrolą ultrasonografii. W: Rak M (red.). POCUS-y ultrasonografia ratunkowa. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2021, 343-364.
26. Miętkiewicz S, Nowaczyk B. Profilaktyka i kontrola zakażeń na Oddziałach Anestezjologii i Intensywnej Terapii. W: Dyk D i wsp. *Pielęgniarstwo anestezjologiczne i intensywnej opieki*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2018, 256-286.
27. Caglar AA, Tekeli A, Karacan CD, Tuygun N. Point-of-care ultrasound-guided versus conventional bladder catheterization for urine sampling in children aged 0 to 24 months. *Pediatr Emerg Care* 2021; 37: 413-416.
28. Matsumoto M, Tsutaoka T, Yabunaka K i wsp. Development and evaluation of automated ultrasonographic detection of bladder diameter for estimation of bladder urine volume. *PLoS One* 2019; 14: e0219916.
29. Daurat A, Choquet O, Bringuier S i wsp. Diagnosis of postoperative urinary retention using a simplified ultrasound bladder measurement. *Anesth Analg* 2015; 120: 1033-1038.
30. O'Brien R, Firani A, Sheridan MJ i wsp. Bladder point of care ultrasound: a time saver in the pediatric emergency department. *J Emerg Med* 2021; 61: e32-e39.
31. Nixon G, Blattner K, Muirhead J, Kerse N. Rural point-of-care ultrasound of the kidney and bladder: quality and effect on patient management. *J Primary Health Care* 2018; 10: 324-330.
32. Louis E, Collard A, Oger AF i wsp. Behaviour of Crohn's disease according to the Vienna classification: changing pattern over the course of the disease. *Gut* 2001; 49: 777-782.
33. Bryant RV, Friedman AB, Wright EK i wsp. Gastrointestinal ultrasound in inflammatory bowel disease: an underused resource with potential paradigm-changing application. *Gut* 2018; 67: 973-985.
34. Maaser C, Sturm A, Vavricka SR i wsp. European Crohn's and Colitis Organisation [ECCO] and the European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology [ESGAR]. ECCO-ESGAR Guideline for Diagnostic Assessment in IBD Part 1: Initial diagnosis, monitoring of known IBD, detection of complications. *J Crohns Colitis* 2019; 13: 144-164.
35. Buisman WJ, Mauritz FA, Westerhuis WE, Gilja OH, van der Zee DC, van Herwaarden-Lindeboom MY. Evaluation of gastric volumes: comparison of 3D ultrasound and magnetic resonance imaging. *Ultrasound Med Biol* 2016; 42: 1423-1430.
36. Schmitz A, Schmidt AR, Buehler PK i wsp. Gastric ultrasound as a preoperative bedside test for residual gastric contents volume in children. *Paediatr Anaesth* 2016; 26: 1157-1164.
37. Quaiá E. Contrast-enhanced ultrasound of the small bowel in Crohn's disease. *Abdom Imaging* 2013; 38: 1005-1013.
38. Mekky MA, Abbas WA. Endoscopic ultrasound in gastroenterology: from diagnosis to therapeutic implications. *World J Gastroenterol* 2014; 20: 7801-7807.
39. Perlas A, Chan VW, Lupu CM, Mitsakakis N, Hanbidge A. Ultrasound assessment of gastric content and volume. *Anesthesiology* 2009; 111: 82-89.
40. Perlas A, Arzola C, van de Putte P. Point-of-care gastric ultrasound and aspiration risk assessment: a narrative review. *Can J Anesth* 2018; 65: 437-448.
41. Coriat R, Polin V, Oudjit A i wsp. Gastric emptying evaluation by ultrasound prior colonoscopy: an easy tool following bowel preparation. *World J Gastroenterol* 2014; 20: 13591-13598.
42. Mirbagheri N, Dunn G, Naganathan V, Suen M, Gladman M. Normal values and clinical use of bedside sonographic assessment of postoperative gastric emptying. *Dis Colon Rectum* 2016; 59: 758-765.
43. Sharma V, Gudivada D, Gueret R, Bailitz J. Ultrasound-assessed gastric antral area correlates with aspirated tube feed volume in enterally fed critically ill patients. *Nutr Clin Pract* 2017; 32: 206-211.
44. Taskin G, Inal V, Yamanel L. Does ultrasonographic assessment of gastric antrum correlate with gastric residual volume in critically ill patients? A prospective observational study. *J Clin Monit Comput* 2021; 35: 923-929.