

Submitted: 04.11.2013

Accepted: 13.11.2013

Współczynnik żyła główna dolna/aorta w ocenie nawodnienia – porównawcza ocena wyników pomiarów doświadczonych i niedoświadczonych badaczy w grupie młodych dorosłych

Inferior vena cava/aorta diameter index in the assessment of the body fluid status – a comparative study of measurements performed by experienced and inexperienced examiners in a group of young adults

Kaja Durajska¹, Emilia Januszkiewicz¹,
Łukasz Szmygel², Wojciech Kosiak³

¹ *Ultrasound Student Association at the Laboratory of Diagnostic Ultrasound and Biopsy, Department of Pediatrics, Oncology, Hematology and Endocrinology, University Clinical Center in Gdańsk, Gdańsk, Poland*

² *Department of Pediatrics, Diabetology and Endocrinology, University Clinical Center in Gdańsk, Gdańsk, Poland*

³ *Laboratory of Diagnostic Ultrasound and Biopsy, Department of Pediatrics, Oncology, Hematology and Endocrinology, University Clinical Center in Gdańsk, Gdańsk, Poland*
Correspondence: Kaja Durajska, Sadowa 6, 81-640 Gdynia, e-mail: kaja.durajska@wp.pl, tel.: +48 692 375 620

DOI: 10.15557/JoU.2014.0027

Słowa kluczowe

współczynnik żyła
główna dolna/aorta,
projekcja podłużna,
poprzeczna,
nawodnienie,
niedoświadczeni
badający

Streszczenie

Ocena stanu nawodnienia jest jednym z najtrudniejszych zadań dla lekarzy klinycystów. Pomimo istnienia wielu metod oceniających stan nawodnienia pacjentów żadna z procedur nie jest w pełni satysfakcjonująca w obecnej dobie nauk medycznych. W przedstawionym poniżej artykule porównano wyniki pomiarów wykonanych przez doświadczonych i niedoświadczonych badaczy w ultrasonograficznej ocenie stanu gospodarki wodnej, bazując na określeniu współczynnika żyła główna dolna/aorta. Badaniami objęto 50 młodych studentów, w wieku od 19 do 26 lat (mediana wieku – 22,95 roku), w tym 27 kobiet oraz 23 mężczyzn. Ochotników badano w pozycji leżącej na plecach, aparatem GE Logiq 7, głowicą typu convex o częstotliwości 2–5 MHz. Pomiaru zostały wykonane w projekcji podłużnej i poprzecznej przez dwóch niedoświadczonych badających, autorów pracy, po wcześniejszym czterogodzinnym przeszkoleniu przez doświadczonego lekarza ultrasonografistę. W badanej grupie stwierdzono podobne wyniki współczynnika żyła główna dolna/aorta w projekcji podłużnej do podawanych w piśmiennictwie. Norma dla współczynnika żyła główna dolna/aorta wyznaczona przez zespół Kosiaka i wsp., która wyniosła $1,2 \pm 2$ odchylenia standardowe, dla odchylenia standardowego 0,17, była zbliżona do wartości współczynnika uzyskanego przez autorów, wynoszącego $1,2286 \pm 2$ odchylenia standardowe, dla odchylenia standardowego 0,2. W przedstawionym artykule udowodniono, że pomiar współczynnika żyła główna dolna/aorta jest badaniem nieskomplikowanym,

Key words

inferior vena cava/
aorta diameter index,
longitudinal plane,
transverse plane,
body fluid status,
inexperienced examiners

możliwym do wykonywania przez lekarzy niemających praktyki ultrasonograficznej. Ponadto wykazano, że współczynnik żyła główna dolna/aorta uzyskany w pomiarach w projekcji poprzecznej jest podobny do współczynnika żyła główna dolna/aorta w pomiarach w projekcji podłużnej – oba pomiary mogą być wykorzystywane zamiennie do oceny stopnia nawodnienia pacjentów.

Abstract

The assessment of the body fluid status is one of the most challenging tasks in clinical practice. Although there are many methods to assess the body fluid status of patients, none of them is fully satisfactory in contemporary medical sciences. In the article below, we compare the results of measurements performed by experienced and inexperienced examiners based on the inferior vena cava/aorta diameter index in a sonographic hydration assessment. The study enrolled 50 young students at the age of 19–26 (the median age was 22.95) including 27 women and 23 men. The volunteers were examined in the supine position with GE Logiq 7 system and a convex transducer with the frequency of 2–5 MHz. The measurements were performed in the longitudinal and transverse planes by two inexperienced examiners – the authors of this paper, following a four-hour training conducted by an experienced sonographer. The longitudinal values of the inferior vena cava/aorta diameter index obtained in this study were similar to those found in the literature. The reference value for the inferior vena cava/aorta index determined by Kosiak *et al.*, which constituted $1.2 \pm 2 SD$, for $SD = 0.17$, was similar to the values obtained by the authors of this paper which equaled $1.2286 \pm 2 SD$, for $SD = 0.2$. The article presented below proves that measuring the inferior vena cava/aorta diameter index is not a complex examination and it may be performed by physicians with no sonographic experience. Furthermore, the paper demonstrates that the inferior vena cava/aorta diameter index measured in the transverse plane is similar to the inferior vena cava/aorta diameter index determined in the longitudinal plane. Thus, both measurements may be used interchangeably to assess the hydration status of patients.

Wstęp

Precyzyjna ocena stanu nawodnienia jest niezwykle trudnym zadaniem dla lekarzy klinicystów^(1–3), a niewłaściwe określenie stopnia odwodnienia bądź przewodnienia może wiązać się z poważnymi komplikacjami, a nawet zgonem pacjenta⁽⁴⁾. Ze względu na swoje ograniczenia obecnie używane metody służące ocenie stopnia nawodnienia nie spełniają dostatecznie oczekiwań lekarzy klinicystów^(1,5). Powszechnie stosowane w tym zakresie badanie fizykalne obarczone jest relatywnie dużym ryzykiem błędu⁽⁶⁾. Znaczny postęp, jaki dokonał się w diagnostyce ultrasonograficznej, pozwolił na zastosowanie metody bezpośrednio przy łóżku chorego jako rozszerzenia podstawowego badania przedmiotowego, nie tylko w przypadku konieczności wykonania badań obrazowych, ale także w celu oceny stanu klinicznego.

Wielu autorów ocenia nowe metody pod kątem wartości diagnostycznej, możliwości łatwego i szybkiego wykorzystania, zależności wyników od doświadczenia badającego oraz czasu niezbędnego do ich opanowania^(7–9).

W prezentowanej pracy autorzy podjęli próbę oceny wartości wybranego wskaźnika diagnostycznego służącego określeniu stanu nawodnienia, poprzez odpowiedzi na pytania dotyczące techniki badania oraz porównanie wyników ultrasonograficznych pomiarów współczynnika żyła główna dolna/aorta (IVC/Ao) dokonanych przez doświadczonych oraz niedoświadczonych badaczy.

Introduction

An accurate assessment of the body fluid status is a challenging task in clinical practice^(1–3) and inappropriate assessment of hydration or overhydration may result in severe complications, even in the patient's death⁽⁴⁾. Due to their limitations, the methods currently used for the hydration status assessment do not meet the expectations of clinicians to a satisfactory level^(1,5). A commonly used physical examination is burdened with the considerable risk of making an erroneous assessment⁽⁶⁾. The advancement that has occurred in the field of ultrasound imaging allows for the application of this method directly at the patient's bed as an extension of the basic physical examination, not only when imaging examinations are necessary, but also for the purposes of clinical assessment of the patient's condition.

Numerous authors assess new methods in terms of their diagnostic value, possibility of easy and fast application, dependency of the outcomes on the examiner's experience as well as time needed for mastering the technique^(7–9).

The presented paper constitutes an attempt to assess the value of the selected diagnostic index used for the hydration status assessment by providing answers to questions connected with the technique of examination and by comparing ultrasound-based measurements of the inferior vena cava/aorta diameter (IVA/Ao) index taken by experienced and inexperienced examiners.

Pytania dotyczące techniki badania

Czy pomiar współczynnika IVC/Ao jest badaniem prostym i szybkim? Ile czasu wymaga opanowanie metody? Czy do wykonania badania niezbędne jest doświadczenie w diagnostyce ultrasonograficznej, czy też metodę tę mogą stosować również osoby bez takiego doświadczenia?

Materiał i metoda

Badaniami objęto 50 zdrowych ochotników (studentów), w wieku $22,5 \pm 3,5$ roku, w tym 27 kobiet (54%) oraz 23 mężczyzn. Wykonywano je u osób leżących na plecach, przy zastosowaniu aparatu GE Logiq 7, głowicą typu convex o częstotliwości 2–5 MHz. Pomiarów dokonano w projekcji podłużnej i poprzecznej, przykładając głowicę poniżej wyrostka mieczykowatego. Średnice IVC i aorty w opcji B-mode mierzono w czasie cyklu oddechowego. Dodatkowo u każdego badanego wykonano pomiar ciśnienia tętniczego zgodnie z wytycznymi Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego, przy pomocy aparatu automatycznego Omron 3, oraz pomiar masy ciała i wzrostu w celu określenia BMI. Badania poprzedzał wywiad chorobowy w kierunku schorzeń przewlekłych oraz przyjmowanych leków. Pomiarów dokonywało dwóch niedoświadczonych badających, autorów pracy, po wcześniejszym czterogodzinnym przeszkoleniu przez doświadczonego lekarza ultrasonografistę. Badania odbywały się pod stałym nadzorem opiekunów pracy. W celu zminimalizowania błędów pomiarowych wszystkie pomiary zostały wykonane trzykrotnie, a do analizy przyjęto medianę wyników. Analizę uzyskanych wyników przeprowadzono za pomocą testu statystycznego w rozkładzie *t*-Studenta. Za wartości istotne uznano wartość *p* mniejszą od 0,05. Uzyskane wyniki odniesiono do danych z literatury. Program badań uzyskał akceptację Niezależnej Komisji Bioetycznej do spraw Badań Naukowych przy GUMed.

Wyniki

W pomiarach ultrasonograficznych w przekroju poprzecznym średnica aorty (Ao) wyniosła 15,7 mm, dłuższy wymiar średnicy żyły głównej dolnej (IVC1) miał 28,4 mm, krótszy wymiar średnicy żyły głównej dolnej (IVC2) – 15,5 mm, natomiast w przekroju podłużnym Ao wyniosła 15,3 mm, a IVC – 18,8 mm (tab. 1). Średnia masa ciała w badanej grupie wyniosła 62 kg, średnia wzrostu – 171 cm, BMI mieściło się w normie ($22,52 \pm 2,78$). W przeprowadzonych badaniach stwierdzono wyniki współczynnika IVC/Ao w projekcji podłużnej zbliżone do danych z literatury⁽¹⁾. Wartość średnia współczynnika IVC/Ao uzyskana przez autorów wyniosła $1,2286 \pm 2 SD$, dla $SD = 0,2$ (tab. 1) i była podobna do wartości wyznaczonej przez zespół Kosiaka i wsp., wynoszącej $1,2 \pm 2 SD$, dla $SD = 0,17$. Ponadto stwierdzono istotną korelację pomiędzy współczynnikiem IVC/Ao w projekcji podłużnej i poprzecznej: $r_1 = 0,508$, $r_2 = 0,457$ (wartość statystyki testowej w rozkładzie *t*-Studenta: $t_1 = 3,776$, $t_2 = 3,286$ dla $p_1 = 0,002$,

Questions connected with examination technique

Is the measurement of IVC/Ao index an easy and fast examination? How much time is needed for mastering this method? Is sonographic experience vital to perform the examination or can it be conducted by persons without such experience?

Material and methods

The study enrolled 50 healthy volunteers (students) at the age of 22.5 ± 3.5 including 27 women (54%) and 23 men. The subjects were examined in the supine position with GE Logiq 7 system and a convex transducer with the frequency of 2–5 MHz. The measurements were taken in longitudinal and transverse views by placing the transducer below the xiphoid process. The diameters of IVC and aorta in a B-mode examination were measured during a regular breathing cycle. In addition, each subject had their arterial pressure taken, as recommended in the guidelines of the Polish Society of Hypertension, with the use of Omron 3 – an automatic blood pressure monitor. Moreover, for BMI index calculation, the weight and height of each subject were taken. The examinations were preceded by an interview in terms of chronic diseases and taken medicines. The measurements were performed by two inexperienced examiners – the authors of this paper, following a four-hour training conducted by an experienced sonographer. The examinations were performed under continuous observation of the supervisors of this study. In order to minimize errors in measurements, all values were calculated three times and the analysis included the median value. The analysis of the outcomes was performed by means of the Student's *t*-test. The *p* value lower than 0.05 was regarded as statistically significant. The outcomes were discussed with the reference to the literature. The study was approved by the Independent Ethics Committee for Academic Research at the Medical University of Gdańsk (Poland).

Results

In sonographic measurements performed in the transverse view, the diameter of aorta (Ao) constituted 15.7 mm, the longer dimension of the inferior vena cava (IVC1) equaled 28.4 mm and the shorter one (IVC2) – 15.5 mm. In the longitudinal view, Ao equaled 15.3 mm and IVC – 18.8 mm (tab. 1). The mean body weight in the study group constituted 62 kg and the mean height – 171 cm; BMI index was normal (22.52 ± 2.78). The measurements conducted in the longitudinal view resulted in obtaining IVC/Ao index values similar to those quoted in the literature⁽¹⁾. The mean IVC/Ao index obtained by the authors of this paper equaled $1.2286 \pm 2 SD$, for $SD = 0.2$ (tab. 1) and was similar to the value determined by Kosiak *et al.* which constituted $1.2 \pm 2 SD$, for $SD = 0.17$. Moreover, a significant correlation was observed between the IVC/Ao indices calculated in the longitudinal and transverse views: $r_1 = 0.508$, $r_2 = 0.457$ (the value in the distribution of the Student's *t*-test: $t_1 = 3.776$, $t_2 = 3.286$ for $p_1 = 0.002$, $p_2 = 0.001$).

	IVC podłużne [mm] <i>Longitudinal IVC [mm]</i>	Ao podłużne [mm] <i>Longitudinal Ao [mm]</i>	IVC/Ao <i>IVC/Ao</i>	BMI [kg/m²] <i>BMI [kg/m²]</i>
Badacz 1. <i>Examiner 1</i>	19	15,7	1,21	22,22
SD	2,95	1,6	0,23	2,78
Badacz 2. <i>Examiner 2</i>	18,5	14,9	1,24	22,22
SD	2,7	1,78	0,22	2,78
Mediana (wszystkich badań) <i>Median (all examinations)</i>	18,8	15,3	1,23	22,22
SD	2,5	1,6	0,2	2,78

IVC – żyła główna dolna; **Ao** – aorta; **IVC/Ao** – współczynnik zapadalności żyła główna dolna/aorta; **BMI** – body mass index; **SD** – odchylenie standardowe.
IVC – inferior vena cava; **Ao** – aorta; **IVC/Ao** – inferior vena cava/aorta collapsibility index; **BMI** – body mass index; **SD** – standard deviation.

Tab. 1. Mediana wartości IVC i średnicy aorty w badanej grupie

Tab. 1. Median IVC and aorta diameters in the study group

$p_2 = 0,001$), a tym samym wykazano możliwość stosowania tych dwóch pomiarów zamiennie (ryc. 1, 2).

Nie stwierdzono natomiast korelacji między wartością współczynnika IVC/Ao mierzonego w projekcji podłużnej a stosunkiem wymiarów krótszego i dłuższego IVC mierzonych w projekcji poprzecznej.

Omówienie

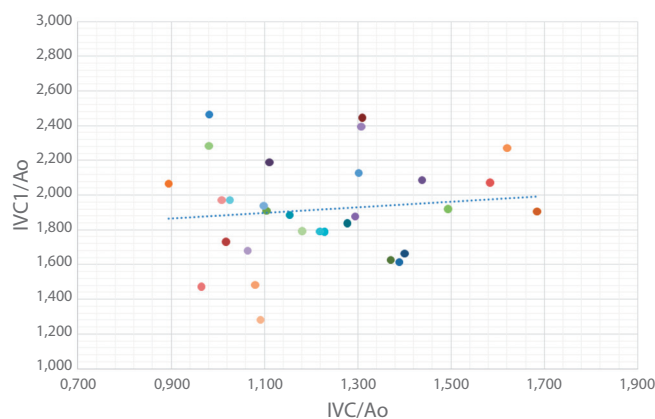
Ocena stanu nawodnienia pacjenta jest istotnym elementem badania fizykalnego⁽¹⁾. Niezwykle ważne jest szybkie rozpoznanie odwodnienia znacznego stopnia i wdrożenie odpowiedniego leczenia (decyzja o przyjęciu do szpitala, nawadnianiu doustnym/dożylnym). Z drugiej strony nierozpoznanie odwodnienia lub nieprawidłowa ocena jego stopnia może prowadzić do nieuzasadnionej hospitalizacji, co wiąże się ze zbędnymi kosztami oraz naraża pacjenta na ryzyko zakażenia wewnątrzszpitalnego⁽⁶⁾. W codziennej praktyce lekarskiej do oceny stopnia nawodnienia stosuje się

Thus, it was demonstrated that these measurements may be used interchangeably (figs. 1, 2).

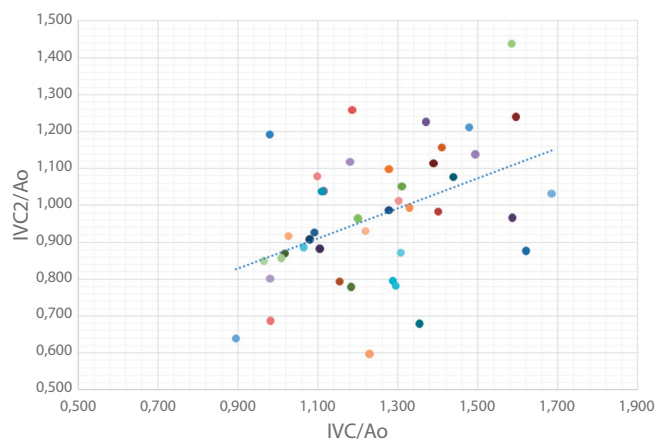
However, no correlation was observed between the value of the IVC/Ao index measured in the longitudinal view and the ratio of the shorter and longer dimensions of the IVC measured in the transverse view.

Discussion

The assessment of the body fluid status is a significant element of a physical examination⁽¹⁾. A fast diagnosis of considerable dehydration and implementation of adequate treatment (admission to hospital, oral/intravenous rehydration) are of vital importance. On the other hand, a failure to identify dehydration or erroneous assessment of its degree may lead to groundless hospitalization, which is associated with unnecessary costs, and puts the patient at risk of hospital-acquired infections⁽⁶⁾. In daily medical practice, the following methods are used to diagnose dehydration:



Ryc. 1. Korelacja pomiędzy wynikami pomiarów: IVC1/Ao a IVC/Ao
Fig. 1. Correlation between the measurements of IVC1/Ao and IVC/Ao



Ryc. 2. Korelacja pomiędzy wynikami pomiarów: IVC2/Ao a IVC/Ao
Fig. 2. Correlation between the measurements of IVC2/Ao and IVC/Ao

subiektywne metody, takie jak badanie fizykalne (suchość śluzówek, napięcie skóry, ciśnienie tętnicze, powrót żylny czy w skrajnych przypadkach zapadnięcie gałek ocznych), badania laboratoryjne (stężenie hemoglobiny, hematokryt, oznaczenie stężenia sodu i białka całkowitego w osoczu) oraz dane z wywiadu lekarskiego (dobowa diureza, obecność wymiotów, biegunek, obrzęków, obfitego pocenia, uczucia pragnienia). Informacje te, choć bardzo pomocne, nie pozwalają na precyzyjne określenie stopnia nawodnienia⁽⁶⁾. Dokładniejszą ocenę umożliwiają procedury inwazyjne, takie jak pomiar ośrodkowego ciśnienia żylnego (OCŻ). Decydując się na ten sposób monitorowania chorego, należy wziąć pod uwagę ryzyko powikłań, takich jak: krwawienia, udar, zator powietrzny, powstanie tętniaka podczas przypadkowego nakłucia tętnicy, a nawet zgon^(10,11). Inną, mało rozpowszechnioną metodą oceny ilościowej zawartości poszczególnych komponentów organizmu jest bioimpedancja, której zastosowanie ograniczone jest znacznymi kosztami i niewielką dostępnością specjalistycznej aparatury.

Użyteczność ultrasonograficznej oceny stanu nawodnienia została uprzednio potwierdzona zarówno u dzieci, jak i u dorosłych w kilku niezależnych badaniach^(1,12–14). W 1979 roku Natori i wsp. po raz pierwszy udowodnili korelację między zmianami średnicy IVC a ciśnieniem w prawym przedsionku serca⁽¹⁵⁾. Współcześnie pomiar średnicy żyły głównej dolnej (IVC) oraz zapadalność żyły głównej dolnej (IVCCI) z dobrym efektem wykorzystuje się do określenia stanu nawodnienia u pacjentów dializowanych^(14,16). Gałęzią medycyny, w której ocena IVC znajduje coraz szersze zastosowanie, jest medycyna ratunkowa, szczególnie u pacjentów po urazach wielonarządowych⁽¹⁷⁾. Wykazano ponadto, że ultrasonograficzne badanie stanu nawodnienia może służyć jako wczesny wykładnik hipowolemii u zdrowych kandydatów na dawców krwi i do określenia stopnia anemizacji przy krwotokach u pacjentów po urazach^(18,19). Mimo znacznej liczby pozytywnych doniesień związanych z pomiarami IVC metoda ta niesie ze sobą pewne ograniczenia, jakimi są brak jednoznacznych norm średnicy żyły głównej dolnej oraz niewystarczająca dostępność odpowiednio przeszkolonego personelu medycznego⁽¹⁾.

Stosunkowo nowym elementem ultrasonograficznej oceny nawodnienia jest współczynnik IVC/Ao. Wyznaczenie aorty jako punktu odniesienia do średnicy żyły głównej dolnej ma swoje szczególne uzasadnienie. Aorta w życiu płodowym rozwija się równolegle z IVC. Jej średnica zależy od wieku, płci i powierzchni ciała, natomiast nie zależy od stopnia nawodnienia, dlatego porównując średnicę IVC do średnicy aorty brzusznej, można pominąć konieczność przeliczania jej na powierzchnię ciała⁽¹⁾. Przeprowadzone badania wykazały istotną zależność pomiędzy wagą a średnicą aorty zarówno w przekroju poprzecznym, jak i podłużnym (wartość współczynnika korelacji $>0,7$). Jak wynika z literatury, wyniki pomiarów współczynnika mogą być zamienne stosowane z pomiarem OCŻ, uznawanym obecnie za najdokładniejszą metodę oceny nawodnienia pacjentów⁽¹⁵⁾. Nieinwazyjność metody ultrasonograficznej sugeruje większą przydatność w codziennej praktyce klinicznej. Wykazano także liniową zależność między OCŻ a IVC/Ao, wynoszącą 0,9696 (współczynnik korelacji liniowej Pearsona)⁽¹⁵⁾.

subjective means, such as physical examination (dry mouth, skin tension, blood pressure, venous return or, in extreme cases, even enophthalmos), laboratory tests (hemoglobin level, hematocrit as well as sodium and total protein plasma levels) and information obtained during the interview (24-hour diuresis, vomiting, diarrhea, edema, excessive sweating, thirst). Although this information is helpful, it does not enable accurate assessment of the hydration status⁽⁶⁾. A more precise assessment is possible by means of invasive procedures, such as taking central venous pressure (CVP). However, when this method of monitoring is selected, one should bear in mind the risk of complications, such as: bleeding, stroke, air embolism, formation of an aneurysm during accidental puncturing of an artery and even death^(10,11). A different and not very common method of a quantitative assessment of individual components in the organism is bioimpedance, the usage of which is constrained by considerable cost and limited access to specialized equipment.

The usefulness of the sonographic hydration status assessment has been previously confirmed both in pediatric patients and in adults in several independent studies^(1,12–14). In 1979, Natori *et al.* for the first time proved the correlation between the alterations in IVC diameter and right atrial blood pressure⁽¹⁵⁾. At present, the measurement of the inferior vena cava (IVC) and inferior vena cava collapsibility (IVCCI) are effectively used to determine the body fluid status of dialysis patients^(14,16). A branch of medicine in which IVC assessment is more and more commonly used is emergency medicine, particularly in the case of patients with multiple organ trauma⁽¹⁷⁾. Moreover, it was shown that ultrasound examination of the fluid status may serve as an early sign of hypovolemia in healthy blood donor candidates and may help determine the degree of inadequate blood supply in patients with hemorrhages after traumas^(18,19). In spite of numerous positive reports connected with IVC measurement, this method is burdened with certain limitations, such as: the absence of clear reference values for the diameter of the inferior vena cava and insufficient availability of adequately trained medical staff⁽¹⁾.

The IVC/Ao index is a relatively new element of sonographic assessment of the hydration status. The selection of the aorta as a reference for the diameter of the inferior vena cava has a particular explanation. In the fetus, the aorta usually develops simultaneously with the IVC. Its diameter correlates with age, sex and body surface but does not correlate with the fluid status. Therefore, when comparing the diameter of the IVC with the diameter of the abdominal aorta, the necessity to calculate it per the body surface may be avoided⁽¹⁾. The conducted studies demonstrated a significant correlation between weight and diameter of the aorta both in transverse and longitudinal views (correlation coefficient $>0,7$). The literature suggests that the measurements of the index may be used interchangeably with CVP which is currently considered the most accurate method in assessing the fluid status of patients⁽¹⁵⁾. The non-invasive character of sonography suggests its greater usefulness in daily clinical practice. Moreover, a linear correlation of 0.9696 (Pearson's linear correlation coefficient) between CVP and IVC/Ao index was determined⁽¹⁵⁾.

Wyniki oceny współczynnika IVC/Ao w przekroju podłużnym dla grupy młodych, zdrowych osób w wieku 20–25 lat uzyskane przez autorów pracy po czterogodzinnym przeszkoleniu są zbliżone do wyników wcześniejszych badań, które po raz pierwszy zostały zaprezentowane na osiemnastym Europejskim Zjeździe Ultrasonograficznym – Euroson 2006 w Bolonii oraz opublikowane w „American Journal of Emergency Medicine”⁽¹⁾. Zbieżność uzyskanych wyników pozwala na stwierdzenie, że pomiar średnicy IVC i aorty oraz określenie współczynnika IVC/Ao jest badaniem prostym, szybkim, możliwym do opanowania podczas krótkiego szkolenia i do wykonywania przez niedoświadczonych badających w sposób porównywalny do doświadczonych badaczy. Wykorzystanie tej metody przez lekarzy nieradiologów umożliwiłoby doraźną, szybką ultrasonograficzną ocenę stopnia nawodnienia pacjentów w codziennej praktyce. O łatwości badania świadczy także powtarzalność wyników uzyskiwanych przez obu badających w kolejnych, następujących po sobie pomiarach. Jednocześnie brak doświadczenia w badaniu ultrasonograficznym nie miał istotnego wpływu na uzyskany wynik. Rezultaty pracy potwierdzają również hipotezę, że wartość współczynnika wyznaczona przez zespół Kosiaka może być traktowana jako powszechnie przyjęta norma.

W badaniach uwzględniono też pomiary współczynnika IVC/aorta mierzonego w przekroju poprzecznym, a uzyskane wyniki wykazały korelacje pomiędzy wartościami współczynnika mierzonego w przekroju podłużnym i poprzecznym ($r_1 = 0,508$, $r_2 = 0,457$). Wskazuje to na możliwość zamiennego stosowania pomiarów, szczególnie w przypadku, gdy w którymś z przekrojów ocena naczyń brzusznych jest utrudniona bądź niemożliwa.

Aparat ultrasonograficzny w rękach doświadczonego ultrasonografisty, służący do badania oceny nawodnienia, może być także wykorzystywany do poszukiwania bezpośredniej przyczyny zaburzeń nawodnienia pacjenta. Wykonując badanie IVC i aorty, można jednocześnie ocenić stan narządów położonych w jamie brzusznej (nerki, śledziona, wątroba) i klatce piersiowej (serce, płuca)^(20,21). Stwierdzenie patologii w powyższym zakresie może pomóc w odnalezieniu przyczyny zaburzeń i pozwala na szybkie podjęcie ukierunkowanych działań leczniczych.

Wnioski

Osoby bez doświadczenia ultrasonograficznego po czterogodzinnym szkoleniu są w stanie wykonać pomiar średnicy IVC i aorty z dokładnością zbliżoną do precyzji doświadczonych badaczy.

Ultrasonograficzna ocena współczynnika IVC/Ao jest badaniem prostym technicznie i z powodzeniem może być stosowana przez osoby bez wcześniejszego doświadczenia w wykonywaniu badań USG.

Współczynnik IVC/Ao uzyskany w projekcji poprzecznej jest podobny do współczynnika IVC/Ao uzyskanego w projekcji podłużnej. Obie płaszczyzny pomiarów mogą być wykorzystywane zamiennie w celu oceny stopnia nawodnienia.

The longitudinal IVC/Ao index measurements performed in a group of young, healthy adults aged 20–25 and conducted by the authors of this paper after a four-hour training are similar to the outcomes of the previous studies which for the first time were presented during the eighteenth European Ultrasound Congress – Euroson 2006 in Bologna and published in the “American Journal of Emergency Medicine”⁽¹⁾. The similarity of the obtained results suggests that measuring the diameters of the IVC and aorta as well as calculation of the IVC/Ao index is an easy and fast examination that can be mastered during a short training and may be performed by inexperienced examiners in a manner comparable to the experienced ones. The application of this method by physicians who are not radiologists would enable fast, emergency sonographic assessment of the hydration status in daily practice. The fact that the examination is easy to perform is also reflected in the reproducibility of results obtained by both examiners in consecutive measurements. Moreover, the lack of experience in sonography did not affect the outcomes in a significant way. The results of the study confirm the hypothesis that the value of the index determined by Kosiak’s team may be treated as a commonly accepted reference.

The study also included the transverse measurements of the IVC/aorta index. The obtained results revealed correlations between the indices measured in longitudinal and transverse views ($r_1 = 0.508$, $r_2 = 0.457$). This suggests a possibility of interchangeable usage of these measurements, particularly when in one of the planes, the assessment of the abdominal vessels is difficult or prevented.

In the hands of an experienced examiner, sonography, as a tool for hydration assessment, may also be used for searching for a direct cause of hydration disorders. During one examination of the IVC and aorta, it is also possible to assess abdominal (kidneys, spleen, liver) and thoracic organs (heart, lungs)^(20,21). Detection of a pathology in the aforementioned area may help to identify the cause of disorders and allows for fast commencement of targeted therapeutic actions.

Conclusions

After a four-hour training, persons without experience in sonography are capable of measuring the diameters of the IVC and aorta with the accuracy comparable to the precision of experienced examiners.

From technical point of view, the sonographic assessment of the IVC/Ao index is an easy examination and may be effectively conducted by persons without prior experience in the field of sonography.

The IVC/Ao index obtained in the transverse view is similar to the IVC/Ao index obtained in the longitudinal view. Thus, for the purposes of the hydration status assessment, the measurements taken in both planes may be used interchangeably.

Konflikt interesów

Autorzy nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.

Conflict of interest

The authors do not report any financial or personal links with other persons or organizations, which might affect negatively the content of this publication and/or claim authorship rights to this publication.

Piśmiennictwo/References

1. Kosiak W, Świętoń D, Czarniak P, Kujawa M, Piskunowicz M: [Usefulness of ultrasound examination in evaluation of body fluid status]. *Ultrasonografia* 2008; 8 (32): 12–14.
2. Yu SJ, Kim DH, Oh DJ, Yu SH, Kang ET: Assessment of fluid shifts of body compartments using both bioimpedance analysis and blood volume monitoring. *J Korean Med Sci* 2006; 21: 75–80.
3. Książek A, Zaluska WT, Mozul S, Szeliga-Król J: Ocena stanu nawodnienia jako czynnika rokowniczego za pomocą techniki bioimpedancji elektrycznej u pacjentów z przewlekłą chorobą nerek. *Postępy Nauk Med* 2009; 10: 789–793.
4. Fansan Z, Levin NW: Dry weight and measurements methods. In: Penido MG (ed.): *Hemodialysis – Different Aspects*. InTech, Rijeka 2011: 263–284.
5. Ishibe S, Peixoto AJ: Methods of assessment of volume status and intercompartmental fluid shifts in hemodialysis patients: implications in clinical practice. *Semin Dial* 2004; 17: 37–43.
6. Steiner MJ, DeWalt DA, Byerley JS: Is this child dehydrated? *JAMA* 2004; 291: 2746–2754.
7. Cushen SE, Turkyilmaz I: Impact of operator experience on the accuracy of implant placement with stereolithographic surgical templates: an in vitro study. *J Prosthet Dent* 2013; 109: 248–254.
8. Yamada K, Fukuda T, Yamashita S, Takahashi H, Tanaka M: [Glidescope performance in tracheal intubation by novice laryngoscopists: a manikin study]. *Masui* 2012; 61: 1386–1390.
9. Özden MG, Maier T, Bek Y, Ruzicka T, Berking C: Cytodiagnosis of erosive melanoma and basal cell carcinoma of the skin using cutaneous tissue smear. *Clin Exp Dermatol* 2013; 38: 251–261.
10. Lammek J, Stefek M: Kaniulacja naczyń. In: Wujtewicz M, Kwiecińska B (eds.): *Intensywna terapia dla studentów*. Akademia Medyczna w Gdańsku, Gdańsk 2005: 63–69.
11. Togashi K, Nandate K, Hoaglan C, Sherman B, Bowdle A: A multicenter evaluation of a compact, sterile, single-use pressure transducer for central venous catheter placement. *Anesth Analg* 2013; 116: 1018–1023.
12. Chen L, Kim Y, Santucci KA: Use of ultrasound measurement of the inferior vena cava diameter as an objective tool in the assessment of children with clinical dehydration. *Acad Emerg Med* 2007; 14: 841–845.
13. Missaka H, Leão F, Cantarelli LH, Dallava PV, Almeida JEE, Figueiredo PC *et al.*: Ultrasonography at bedside in emergency ICU: a powerful diagnostic tool. *Crit Ultrasound J* 2012; 4 (Suppl 1): 3.
14. Krause I, Birk E, Davidovits M, Cleper R, Blieden L, Pinhas L *et al.*: Inferior vena cava diameter: a useful method for estimation of fluid status in children on haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2001; 16: 1203–1206.
15. Sridhar H, Mangalore P, Chandrasekaran VP, Manikam R: Caval aorta index and central venous pressure correlation in assessing fluid status! “Ultrasound bridging the gap”. *ISRN Emergency Medicine* 2012. DOI: 10.5402/2012/828626.
16. Prencipe M, D’Amelio A, Aucella F, Granata A, Fiorini F: [Ultrasonography in the hyperhydrated patient]. *G Ital Nefrol* 2012; 29: 58–64.
17. Yanagawa Y, Nishi K, Sakamoto T, Okada Y: Early diagnosis of hypovolemic shock by sonographic measurement of inferior vena cava in trauma patients. *J Trauma* 2005; 58: 825–829.
18. Pasquero P, Albani S, Sitia E, Castagno F, D’Antico S, Porta M: Inferior vena cava diameters and collapsibility index changes reveal early volume depletion in a healthy donor model. *Crit Ultrasound J* 2012; 4 (Suppl 1): 13.
19. Hatanaka K, Yanagawa Y, Sakamoto T, Okada Y: Predicting the development of anemia by measuring the diameter of the inferior vena cava of patients with spinal cord injury. *Am J Emerg Med* 2008; 26: 446–449.
20. Kosiak W: Ultrasonograf stetoskopem w anestezjologii i medycynie ratunkowej: mit czy rzeczywistość? Część 1. Obraz prawidłowy i podstawy diagnostyki ultrasonograficznej płuc. *Anestezjol Ratown* 2010; 4: 99–106.
21. Jakubowski W: Ultrasonografia w medycynie ratunkowej i stanach zagrożenia życia – stan na 2010 rok. *Ultrasonografia* 2009; 9 (39): 9–12.