

Submitted: 11.09.2014

Accepted: 29.05.2015

Ultrasound assessment of the jugular and vertebral veins in healthy individuals: selected physiological aspects and morphological parameters

Ultrasonograficzna ocena żył szyjnych i żył kręgowych u osób zdrowych: wybrane aspekty fizjologiczne, parametry morfologiczne

Dorota Czyżewska¹, Kamil Krysiuk²,
Konrad Dobrzycki³, Andrzej Ustymowicz⁴

¹ Department of Medical Imaging, Independent Public Province Hospital of J. Śniadecki in Białystok, Poland

² Department of Radiology, The Medical University of Białystok Clinical Hospital, Poland

³ Department of Invasive Cardiology, The Medical University of Białystok Clinical Hospital, Poland

⁴ Department of Radiology, The Medical University of Białystok, Poland

Correspondence: Dorota Czyżewska, MD, Department of Medical Imaging, Independent Public Province Hospital of J. Śniadecki in Białystok, ul. M. Curie-Skłodowskiej 26, 15-950 Białystok, Poland, tel. 85 748 60 31

DOI: 10.15557/JoU.2015.0023

Key words

jugular veins,
vertebral veins,
ultrasound

Abstract

Aim: Ultrasound assessment of morphological parameters of the internal jugular veins and vertebral veins in healthy individuals as well as their dependence on the patient's position. **Material:** The examinations were conducted in 185 healthy individuals (101 females and 84 males) aged 18–89. Ultrasound examinations were conducted with the use of a linear probe with the frequency of 5–9 MHz in the supine (0°) and sitting position (90°). **Results:** In 154 cases (83.2%) on the left side and in 150 cases (81.1%) on the right side, the jugular veins were completely closed in the sitting position. In 31 cases (16.8%) on the left side and in 35 cases (18.9%) on the right side, they were merely narrowed. By contrast with the jugular veins, the cross-sectional area (CSA) of the vertebral veins was greater in the sitting position than in the supine position in a statistically significant way. The CSA values of the jugular veins in the supine position ranged from 0 cm² to 4.3 cm². There were no statistically significant differences in the CSA between men and women. The cross-sectional area of the right jugular vein in the supine position was greater in a statistically significant way than that of the left jugular vein. In this study population, the ratio of the cross-sectional areas of the jugular veins on both sides amounted to 8.5:1. **Conclusions:** The width of the jugular and vertebral veins significantly varies depending on the patient's position. The range of the CSA values for the jugular veins is broad, which should be taken into account when interpreting imaging findings. The internal jugular veins can show considerable asymmetry.

Słowa kluczowe

żyły szyjne,
żyły kręgowy,
ultrasonografia

Streszczenie

Cel pracy: Ultrasonograficzna ocena parametrów morfologicznych żył szyjnych wewnętrznych i żył kręgowych u osób zdrowych oraz ich zależności od pozycji badanego. **Materiał:** Zbadano 185 zdrowych osób: 101 kobiet i 84 mężczyzn w wieku 18–89 lat. Badanie USG wykonywano za pomocą sondy liniowej o częstotliwości 5–9 MHz w pozycji leżącej (0°) oraz w pozycji siedzącej (90°). **Wyniki:** W 154 przypadkach (83,2%) po stronie lewej i w 150 (81,1%) po stronie prawej po przyjęciu pozycji siedzącej światło żył szyjnych ulegało całkowitemu zamknięciu; w 31 (16,8%) przypadkach po stronie lewej oraz 35 (18,9%) przypadkach po stronie prawej ulegało jedynie zmniejszeniu. W przeciwieństwie do żył szyjnych pole przekroju poprzecznego (CSA) żył kręgowych w pozycji siedzącej było istotnie statystycznie większe niż w pozycji leżącej. Wartości CSA żył szyjnych w pozycji leżącej mieściły się w zakresie od 0 cm² do 4,3 cm². Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic CSA pomiędzy grupami kobiet i mężczyzn. Pole przekroju poprzecznego żył szyjnych po stronie prawej w pozycji leżącej było istotnie statystycznie większe niż pole przekroju poprzecznego żył szyjnych po stronie lewej. W badanej populacji stosunek pola przekroju żył szyjnych po obu stronach sięgał 8,5:1. **Wnioski:** Szerokość żył szyjnych i żył kręgowych zmieniają się w zależności od pozycji ciała osoby badanej. Zakres wartości CSA żył szyjnych jest szeroki, co powinno być brane pod uwagę przy interpretacji wyników badań obrazowych tych naczyń. Żyły szyjne wewnętrzne mogą wykazywać znaczną asymetrię.

Introduction

Thanks to studies on the carotid and vertebral arteries, which have been conducted for many years, the morphological parameters, physiology and pathological processes occurring within these vessels are relatively well-explored.

In the pathomechanism of head and neck diseases, disorders within the venous bed are being emphasized more and more frequently. For instance, it is known that cerebral stroke is caused by not only arterial, but also venous mechanisms. Moreover, the influence of venous abnormalities within the head and neck on transient global amnesia has been reported. It is also suggested that they play a role in the pathogenesis of multiple sclerosis^(1,2). The evaluation of physiological changes in the venous bed, associated with head positioning, is also an important element of the management of patients with intracranial hypertension.

However, the lack of knowledge about the physiology and width range of the internal jugular veins (IJVs) and vertebral veins (VVs) can lead to an erroneous diagnosis of a pseudotumor or developmental anomaly, particularly when examined by beginner examiners or those with less experience in head and neck imaging.

The aim of this paper is to evaluate morphological parameters of the internal jugular veins and vertebral veins in healthy individuals as well as their dependence on the body position using ultrasound imaging.

Material and methods

The study involved 185 healthy individuals (students, hospital employees and their relatives): 101 females and 84 males aged 18–89 (mean age 46.2 +/- 20.9). Ultrasound examinations were conducted with the use of a linear probe with the frequency of 5–9 MHz in the supine position (0°, Fig. 1) and subsequently, after 5–10 s of rest, in the sitting position

Wstęp

Prowadzone od wielu lat badania tętnic szyjnych i tętnic kręgowych pozwoliły na stosunkowo dokładne poznanie parametrów morfologicznych, fizjologii i procesów patologicznych zachodzących w obrębie tych naczyń.

W patomechanizmie chorób głowy i szyi coraz częściej zwraca się także uwagę na zaburzenia w obrębie łożyska żylnego. Powszechnie znany jest nie tylko tętniczy, ale też żylny mechanizm udaru mózgu. Opisano również wpływ nieprawidłowości w układzie żylnym głowy i szyi na rozwój przejściowej amnezji globalnej. Ponadto sugeruje się ich rolę w patogenezie stwardnienia rozsianego^(1,2). Badanie fizjologicznych zmian w łożysku żylnym związane z pozycjonowaniem głowy jest także istotnym elementem postępowania u osób z nadciśnieniem śródczaszkowym.

Jednak brak znajomości fizjologii i zakresu szerokości żył szyjnych wewnętrznych (IJVs) i żył kręgowych (VVs) może być przyczyną błędnego rozpoznawania pseudoguza lub anomalii rozwojowej, zwłaszcza przez osoby początkujące albo z małym doświadczeniem w diagnostyce obrazowej głowy i szyi.

Celem pracy jest ultrasonograficzna ocena parametrów morfologicznych żył szyjnych wewnętrznych i żył kręgowych u osób zdrowych oraz ich zależności od pozycji badanego.

Materiał i metody

Zbadano 185 zdrowych osób (studenci, pracownicy szpitala, ich krewni): 101 kobiet i 84 mężczyzn w wieku 18–89 lat (średnia wieku 46,2 +/- 20,9). Badanie USG wykonywano za pomocą sondy liniowej o częstotliwości 5–9 MHz w pozycji leżącej (0°, ryc. 1), a następnie po 5–10 s odpoczynku w pozycji siedzącej (90°, ryc. 2). W obu przypadkach starano się zachować neutralną pozycję głowy (tj. bez odgięć, przygięć i rotacji). Żyły szyjne

(90°, Fig. 2). In both cases, attention was paid to neutral head positioning (i.e. with no flexion, extension or rotation). The jugular veins were assessed in the B-mode at the level of the thyroid cartilage in transverse plane, and the vertebral veins were scanned using the color Doppler between the C2–C6 transverse processes in the longitudinal view using the technique previously described⁽³⁾. The common carotid arteries were used as a reference point in internal jugular vein imaging, and the vertebral arteries in the V2 segment (between the transverse processes) helped to visualize the vertebral veins.

Cross-sectional areas (CSA, Fig. 1) were measured for the jugular veins. As for the vertebral veins, the width was measured, and subsequently their cross-sectional areas were calculated assuming that they were of a round shape. If several vertebral veins were visible, the widest vessel was chosen for measurement. Jugular and vertebral vein measurements were taken in the apnea phase (following expiration). Particular attention was drawn to the scanning technique of the jugular veins in order to avoid their compression and deformation.

The results were analyzed statistically. Mean, minimum, maximum and standard deviation values were determined for the measurable parameters. When making comparisons between the groups, the Student's *t*-test was used for the features compatible with the normal distribution and evaluated with the Shapiro–Wilk test. When the features were not compatible with this distribution, the *U* Mann–Whitney test was performed. When analyzing the measurements between two sides, the paired Student's *t*-test or the Wilcoxon signed-rank test was performed. The Spearman's correlation coefficients were calculated as well. In the calculations, the significance level of $p < 0.05$ was considered statistically significant. The calculations were performed using the statistical package SPSS.

Results

The study revealed that the cross-sectional areas of the jugular and vertebral veins significantly vary depending on the patient's position. The CSA of the jugular veins was

badano w prezentacji B na wysokości chrząstki tarczowatej w płaszczyźnie poprzecznej, a żyły kręgowce w technice kolorowego dopplera w odcinku międzywyrostkowym, w płaszczyźnie podłużnej, zgodnie z wcześniej opisaną techniką⁽³⁾. Punktem odniesienia w obrazowaniu żył szyjnych wewnętrznych były tętnice szyjne wspólne, zaś żył kręgowych – tętnice kręgowce w odcinku V2 (pomiędzy wyrostkami poprzecznymi kręgosłupa).

W przypadku żył szyjnych mierzono pole przekroju poprzecznego (CSA, ryc. 1), w przypadku żył kręgowych – szerokość naczyń, a następnie obliczano pole ich przekroju poprzecznego, zakładając, że są one okrągłego kształtu. W sytuacji, gdy widocznych było kilka żył kręgowych, do pomiaru wybierano najszerze z naczyń. Pomiar żył szyjnych i żył kręgowych wykonywane były w fazie bezdechu (po zakończeniu fazy wydechu). Szczególną uwagę zwrócono na technikę badania żył szyjnych, w celu uniknięcia ich zniekształcenia i kompresji.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, w której dla cech mierzalnych wyliczono średnią arytmetyczną, odchylenie standardowe oraz wartości minimalne i maksymalne. Dla cech zgodnych z rozkładem normalnym, ocenianych testem Shapiro–Wilka, przy porównaniach między grupami stosowano test *t*-Studenta, a dla cech niezgodnych z tym rozkładem – test *U* Manna–Whitneya. Analizując w grupach pomiary pomiędzy stronami, wykorzystano odpowiednio test *t*-Studenta dla par lub test Wilcoxa dla par. Wyliczono również współczynniki korelacji Spearmana. W obliczeniach przyjęto poziom istotności $p < 0,05$ jako znamiennej statystycznie. Obliczeń dokonano, wykorzystując pakiet statystyczny SPSS.

Wyniki

Stwierdzono istotną statystycznie zmienność pola przekroju poprzecznego żył szyjnych i żył kręgowych w zależności od pozycji ciała badanego. W pozycji leżącej CSA żył szyjnych było istotnie statystycznie większe niż w pozycji siedzącej (tab. 1). W 154 przypadkach (83,2%) po stronie lewej i w 150 (81,1%) po stronie prawej po przyjęciu

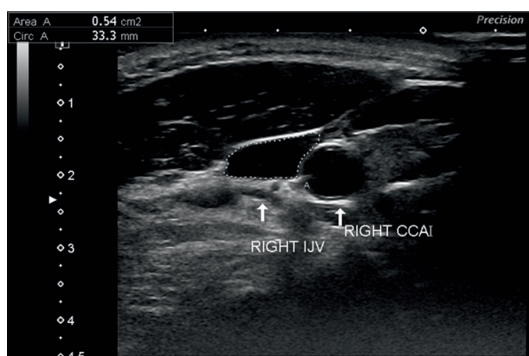


Fig. 1. *Supine position. Internal jugular vein (IJV) is found laterally to the common carotid artery (CCA)*

Ryc. 1. *Pozycja leżąca. Żyła szyjna wewnętrzna (IJV) leży bocznie od tętnicy szyjnej wspólnej (CCA)*

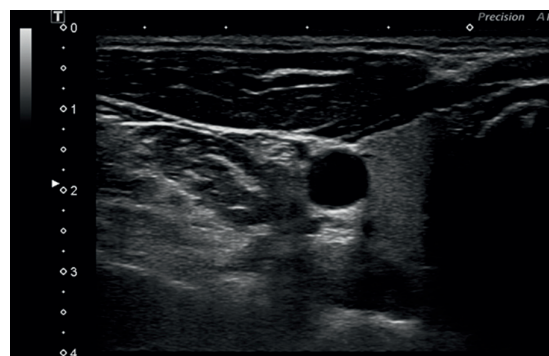


Fig. 2. *Sitting position. In this position, the internal vein cannot be seen (it collapses)*

Ryc. 2. *Pozycja siedząca. W tej pozycji żyła szyjna wewnętrzna jest niewidoczna (zapada się)*

significantly greater in the supine position compared with the sitting position (Tab. 1). In 154 cases (83.2%) on the left side and in 150 cases (81.1%) on the right side, the jugular veins were completely closed in the sitting position. In 31 cases (16.8%) on the left side and in 35 cases (18.9%) on the right side, they were merely narrowed, but not completely closed, during the examination. By contrast with the jugular veins, the CSA of the vertebral veins was greater in the sitting position than in the supine position in a statistically significant way (Tab. 1).

The CSA range of the jugular veins in the supine position was broad (Tab. 1). There were no statistically significant differences in the CSA between men and women. The cross-sectional area of the right jugular vein in the supine position was greater in a statistically significant way than that of the left jugular vein, and the ratio of the cross-sectional areas of the jugular veins on both sides amounted to 8.5:1.

By contrast with the jugular veins, no statistically significant differences were observed between the cross-sectional areas of the left and right vertebral veins.

There were statistically significant correlations between patients' age and cross-sectional areas of the jugular and vertebral veins. The CSA of the jugular veins was observed to increase with age (on the right: $r = 0.384$; on the left: $r = 0.389$, Fig. 3) whereas it decreased in the vertebral veins (right: $r = -0.327$; left: $r = -0.440$; Fig. 4).

Discussion

Physiologically, the internal jugular veins and vertebral veins are treated as a functional unit forming a venous outflow pathway from the region of the head. This unit is called "the cerebrospinal venous system"^(1,2,4,5). In the horizontal position, the jugular veins constitute the main blood outflow pathway from the cranium. The most important factor that decides about the width of the jugular lumen in the supine position is central venous pressure (CVP). This is the

	Cross-sectional area [cm ²]						
	L IJV 0°	R IJV 0°	L IJV 90°	R IJV 90°	L VV 0°	R VV 0°	L VV 90°
Minimum	0	0.1	0	0	0.005	0.005	0.008
Maximum	2.6	4.3	0.4	0.4	0.08	0.053	0.096
Mean	0.97	1.09	0.02	0.02	0.023	0.021	0.030
Median	0.86	0.96	0	0	0.020	0.020	0.025
SD	0.537	0.721	0.060	0.054	0.015	0.012	0.017
L IJV 0° – left internal jugular vein in the supine position R IJV 0° – right internal jugular vein in the supine position L IJV 90° – left internal jugular vein in the sitting position R IJV 90° – right internal jugular vein in the sitting position L VV 0° – left vertebral vein in the supine position R VV 0° – right vertebral vein in the supine position L VV 90° – left vertebral vein in the sitting position R VV 90° – right vertebral vein in the sitting position							

Tab. 1. Cross-sectional area of the jugular and vertebral veins depending on the patient's position (0° – supine position, 90° – sitting position)

pozycji siedzącej światło żył szyjnych ulegało całkowitemu zamknięciu, zaś w 31 (16,8%) przypadkach po stronie lewej oraz 35 (18,9%) przypadkach po stronie prawej uległo jedynie zmniejszeniu, a nie całkowitemu zamknięciu w trakcie badania. W przeciwieństwie do żył szyjnych CSA żył kręgowych w pozycji siedzącej było istotnie statystycznie większe niż w pozycji leżącej (tab. 1).

Uzyskano szeroki zakres wartości CSA żył szyjnych w pozycji leżącej (tab. 1). Nie zaobserwowano natomiast istotnych statystycznie różnic CSA pomiędzy grupami kobiet i mężczyzn. Pole przekroju poprzecznego żył szyjnych po stronie prawej w pozycji leżącej było istotnie statystycznie większe niż pole przekroju poprzecznego żył szyjnych po stronie lewej, a stosunek CSA żył szyjnych po obu stronach sięgał 8,5:1.

W przeciwieństwie do żył szyjnych pole przekroju poprzecznego żył kręgowych w pozycji leżącej nie różniło się w sposób istotny statystycznie pomiędzy stronami.

Stwierdzono występowanie istotnych statystycznie korelacji pomiędzy wiekiem badanego a polem przekroju poprzecznego żył szyjnych i żył kręgowych. Wraz z wiekiem obserwowano zwiększenie CSA żył szyjnych (strona prawa: $r = 0,384$; strona lewa: $r = 0,389$, ryc. 3), zaś obniżenie CSA żył kręgowych (strona prawa: $r = -0,327$; strona lewa: $r = -0,440$; ryc. 4).

Dyskusja

Żyły szyjne wewnętrzne oraz żyły kręgowo traktowane są pod względem fizjologii jako jednostka funkcjonalna stanowiąca główną drogę odpływu krwi z regionu głowy, w literaturze angielskojęzycznej opisywana jako „mózgowo-rdzeniowy system żylny”^(1,2,4,5). W pozycji horyzontalnej główną drogą odpływu krwi z czaszki są żyły szyjne wewnętrzne. Najistotniejszym czynnikiem decydującym o szerokim świetle żył szyjnych w pozycji leżącej jest osrodkowe ciśnienie żyłne (OCŻ). Jest to ciśnienie panujące w dużych naczyniach

	Pole powierzchni [cm ²]						
	IJV L 0°	IJV R 0°	IJV L 90°	IJV R 90°	VV L 0°	VV R 0°	VV L 90°
Minimum	0	0,1	0	0	0,005	0,005	0,008
Maksimum	2,6	4,3	0,4	0,4	0,08	0,053	0,096
Średnia	0,97	1,09	0,02	0,02	0,023	0,021	0,030
Mediana	0,86	0,96	0	0	0,020	0,020	0,025
SD	0,537	0,721	0,060	0,054	0,015	0,012	0,017
IJV L 0° – żyła szyjna wewnętrzna lewa w pozycji leżącej IJV R 0° – żyła szyjna wewnętrzna prawa w pozycji leżącej IJV L 90° – żyła szyjna wewnętrzna lewa w pozycji siedzącej IJV R 90° – żyła szyjna wewnętrzna prawa w pozycji siedzącej VV L 0° – żyła kręgowa po stronie lewej w pozycji leżącej VV R 0° – żyła kręgowa po stronie prawej w pozycji leżącej VV L 90° – żyła kręgowa po stronie lewej w pozycji siedzącej VV R 90° – żyła kręgowa po stronie prawej w pozycji siedzącej							

Tab. 1. Wartości pola przekroju poprzecznego żył szyjnych i żył kręgowych w zależności od pozycji badanego (0° – pozycja leżąca, 90° – pozycja siedząca)

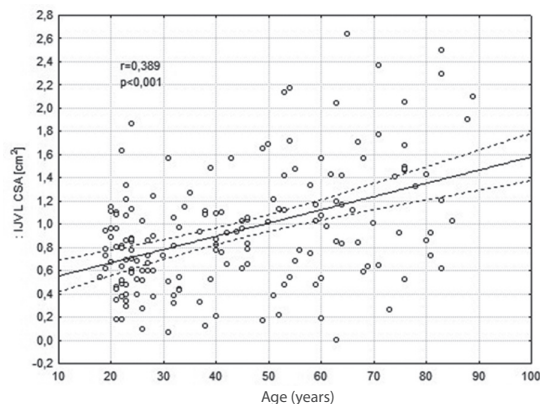


Fig. 3. Dependence of the cross-sectional area of the left internal jugular vein on patient's age

Ryc. 3. Zależność wielkości przekroju poprzecznego lewej żyły szyjnej wewnętrznej od wieku badanego

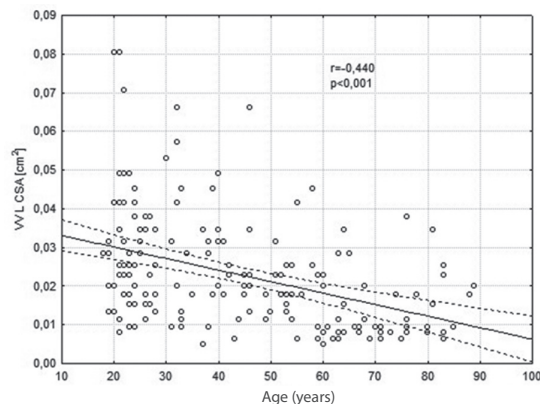


Fig. 4. Dependence of the cross-sectional area of the left vertebral vein on patient's age

Ryc. 4. Zależność wielkości przekroju poprzecznego lewej żyły kręgosłupowej od wieku badanego

pressure in the large venous vessels within the right atrium, which ranges from 2 to 6 mm Hg. Its value depends on several factors, such as: body position, gravitational force, hydration, breathing movements (it decreases on inspiration and increases on expiration), cardiac function and the condition of the autonomic nervous system. The positive pressure in large veins within the chest is transferred to the jugular veins, which makes them continuously open in the supine position. The influence of CVP on the size of the jugular veins is confirmed in both mathematical models and clinical observations, e.g. in a Valsalva maneuver, during which an increase in pressure on the airways induces an increase in CVP^(3,6). As a result, the jugular veins widen.

The jugular veins collapse in the sitting position. This results from a decrease in CVP caused by the gravitational force, the consequence of which is negative pressure in the jugular veins. The pressure noted in the cephalic fragment of the IJVs, depending on the distance of the vein from the heart (approximately 27 cm), is about -21 mm Hg⁽⁷⁾. Because the wall of the jugular veins is rather flaccid with no mechanical support, the vessels tend to collapse. However, the lumen of the jugular veins does not close in the sitting position in each case. In 17.8% of the cases, the cross-sectional area decreased considerably during the examination (up to 10 s of assuming the upright position) but never to the value of 0 cm². This is caused by the presence of low venous flow despite negative transmural pressure. Among the study participants in whom the IJVs remained opened in the upright position, the prevailing group consisted of middle-aged and elderly individuals. The reason for this is probably the age-related adaptation of the autonomic system to changes in the body position. Moreover, the interval between the examinations in two positions could be insufficient to ensure the complete collapsing of the jugular veins. Also, valve incompetence and, in certain cases, an anatomic variant of the venous system within the head and neck could be contributing factors. Manegati, Zaniewski and Valdueza *et al.* demonstrate that in the case of any obstacles in the patency of one of the venous outflow pathways, an alternative pathway

żylnych w okolicy prawego przedsionka, wynoszące ok. 2–6 mm Hg. Na jego wielkość mają wpływ czynniki takie jak: pozycja ciała, siła grawitacji, nawodnienie, ruchy oddechowe (wdech – spadek, wydech – wzrost), wydolność serca oraz stan układu autonomicznego. Dodatnie ciśnienie panujące w dużych żyłach w obrębie klatki piersiowej jest przenoszone na żyły szyjne, co powoduje, że w pozycji leżącej są one stale otwarte. Wpływ OCŻ na wielkość żył szyjnych potwierdzają zarówno modele matematyczne, jak i obserwacje kliniczne – np. przeprowadzenie próby Valsalvy, podczas której wzrost ciśnienia wywieranego na drogi oddechowe powoduje wzrost wartości OCŻ^(3,6). W konsekwencji dochodzi do poszerzenia żył szyjnych.

W pozycji siedzącej żyły szyjne zapadają się. Jest to rezultat spadku OCŻ w wyniku działania siły grawitacji, co skutkuje wytworzeniem ujemnego ciśnienia w świetle żył szyjnych. Ciśnienie notowane w dogłowym odcinku IJV, w zależności od odległości żyły szyjnej od serca (średnio 27 cm), wynosi około -21 mm Hg⁽⁷⁾. Ponieważ ściana żył szyjnych jest wiotka i nie posiada mechanicznego wzmocnienia, naczynia te zapadają się. Jednak nie we wszystkich przypadkach światło IJV zamyka się całkowicie w pozycji siedzącej. U 17,8% osób w trakcie badania (do 10 sekund od pionizacji) pole przekroju naczyń znacznie zmalało, lecz nie do wartości 0 cm². Podyktowane jest to istnieniem niewielkiego przepływu krwi w naczyniu, pomimo ujemnego ciśnienia transmuralnego. Wśród badanych, u których światło IJV pozostało otwarte po pionizacji, dominującą grupę stanowiły osoby w średnim i starszym wieku. Powodem tego jest prawdopodobnie pogarszająca się wraz z wiekiem adaptacja układu autonomicznego do zmiany pozycji ciała. W naszym badaniu również interwał pomiędzy badaniem w obu pozycjach mógł być niewystarczający do całkowitego zapadnięcia się żył szyjnych. Przyczynić się do tego mogły także upośledzona wydolność układu zastawkowego lub, w niektórych przypadkach, wariant anatomiczny systemu żył głowy i szyi. Z badań przeprowadzonych przez Manegatego, Zaniewskiego, Valduezę i wsp. wynika, że w przypadku utrudnień w drożności jednej z dróg żylnych odpływ krwi z czaszki przejmują droga alternatywna,

compensates for such obstacles. For instance, when the azygos vein is not patent, the blood outflow from the vertebral veins is blocked and therefore the internal jugular veins always remain open irrespective of the body position⁽³⁻⁵⁾.

The vertebral veins are an alternative venous outflow pathway to the jugular veins. However, in the supine position, blood flow through the vertebral veins is hemodynamically less efficient than through the internal jugular veins. This results from the fact that small tortuous vertebral vessels create greater flow resistance than the wide internal jugular veins^(4,7). The principles underlying blood flow are those of fluid mechanics according to which flow resistance is inversely proportional to the vascular radius raised to the power of four. In a wide vessel (as IJV), the flow resistance is lower than in small vessels (as VVs). That is why the jugular veins, and not the vertebral veins, are the preferred outflow pathway in the supine position.

By contrast with the jugular veins, the vertebral veins do not collapse in the sitting position. Their low susceptibility to deformation is determined by the mechanical support of the vascular wall by the dura mater, which forms a specific support frame⁽³⁾. That is why the vertebral vessels do not collapse in the sitting position despite negative transmural pressure⁽⁴⁾.

The slight increase in the CSA of the vertebral veins in the sitting position is associated with blood flow hemodynamics in the jugular veins: jugular vein collapsing causes redistribution of blood that flows from the head to small but numerous vertebral veins.

By contrast with the vertebral veins, between which no statistically significant differences were observed, the right and left jugular veins can be highly asymmetrical in the supine position (even up to 85%). The right internal jugular vein is usually characterized by a greater cross-sectional area. This probably results from anatomic relations: the right internal jugular vein drains into the relatively short right brachiocephalic vein which, in turn, directly joins with the superior vena cava. The outflow pathway from the left jugular vein to the superior vena cava is longer, which causes higher blood flow resistance.

A broad range of CSA values of the jugular veins and their asymmetry should be considered an anatomic variant during neck examinations. This will help avoid an erroneous diagnosis of a pathology, e.g. a pseudotumor or venous aneurysm. The difference in CSA values between the right and left jugular veins (to the benefit of the right vein) has also found its practical application; the right IJV is more frequently selected for jugular vein cannulation. The studies conducted by Tartière *et al.* and Sulek *et al.* have demonstrated that in the R IJV cannulation, the procedure is shorter and causes fewer complications than in the L IJV^(8,9).

The age-related increase in the CSA of the jugular veins seems to be explained by the histological structure of the wall. The thickest layer is the tunica adventitia, which mainly consists of collagen fibers. The predominance

np. przy niedrożności żyły nieparzystej ujście krwi z żył kręgowych jest zablokowane, stąd też żyły szyjne wewnętrzne pozostają otwarte zawsze, niezależnie od pozycji ciała⁽³⁻⁵⁾.

Alternatywną drogą odpływu krwi z OUN dla żył szyjnych są żyły kręgowe. Jednak w pozycji leżącej przepływ przez te naczynia jest pod względem hemodynamicznym mniej korzystny niż przez żyły szyjne wewnętrzne. Wynika to z faktu, że drobne, kręte naczynia kręgowe stwarzają większy opór przepływu niż szerokie żyły szyjne wewnętrzne^(4,7). Przepływ krwi podlega bowiem prawu mechaniki cieczy, zgodnie z którym opór przepływu jest odwrotnie proporcjonalny do promienia naczynia, podniesionego do czwartej potęgi. W naczyniu o szerokim świetle – jak w IJV – opór przepływu krwi jest więc mniejszy niż w małych naczyniach – jak VVs. Dlatego też w pozycji leżącej preferowaną drogą odpływu krwi z obszaru głowy są żyły szyjne, a nie żyły kręgowe.

W przeciwieństwie do żył szyjnych żyły kręgowe w pozycji siedzącej nie ulegają zamknięciu. Ich niewielka podatność na odkształcenia uwarunkowana jest mechanicznym wzmocnieniem ściany przez oponę twardą, tworzącą swoisty stelaż⁽³⁾. Dlatego w pozycji siedzącej naczynia kręgowe się nie zapadają pomimo ujemnego ciśnienia transmuralnego⁽⁴⁾.

Obserwowane nieznaczne zwiększenie CSA żył kręgowych w pozycji siedzącej jest powiązane z hemodynamiką przepływu krwi przez żyły szyjne – zapadanie się żył szyjnych skutkuje bowiem redystrybucją krwi płynącej z głowy do niewielkich, ale licznych naczyń kręgowych.

W przeciwieństwie do żył kręgowych, dla których nie odnotowano różnic istotnych statystycznie, żyły szyjne wewnętrzne w pozycji leżącej mogą wykazywać znaczną asymetrię pomiędzy stronami, sięgającą nawet 85%. Naczyniem o większym polu przekroju poprzecznego jest częściej prawa żyła szyjna wewnętrzna. Wynika to prawdopodobnie ze stosunków anatomicznych – prawa żyła szyjna wewnętrzna uchodzi do stosunkowo krótkiej żyły ramienno-głowej prawej, ta zaś znajduje bezpośrednią kontynuację w żyłę główną górną; droga odpływu krwi z lewej żyły szyjnej do żyły głównej górnej jest dłuższa, co powoduje większy opór przepływu krwi.

Szeroki zakres wartości CSA żył szyjnych oraz ich asymetria powinny być uznawane za wariant anatomiczny podczas badania szyi, co pozwoli na uniknięcie błędnego rozpoznania patologii, np. pseudoguza, „tętniaka żylnego”. Różnica wielkości pola przekroju żył szyjnych na korzyść żyły szyjnej wewnętrznej prawej ma również swoje praktyczne zastosowanie – to właśnie IJV R jest naczyniem częściej wybieranym podczas katetyzacji żył szyjnych. Badania Tartière i wsp. oraz Sulek i wsp. wykazały, że w przypadku katetyzacji IJV R założenie cewnika trwa krócej i powoduje mniej komplikacji niż w przypadku IJV L^(8,9).

Zaobserwowany wraz z wiekiem wzrost CSA żył szyjnych wydaje się tłumaczyć budowa histologiczna ściany tych naczyń. Najgrubszą warstwę stanowi przydanka, zbudowana głównie z pęczków włókien kolagenowych. Dominujący udział

of collagen fibers in the wall of the IJVs determines the morphology of these vessels to a major degree. The age-related collagen fiber degeneration considerably affects the flexibility of the jugular vein wall, lowers their resistance to stretching and results in a CSA increase⁽¹⁰⁾.

Moreover, the valve system degeneration in the jugular veins seems to be associated with the value of the cross-sectional area. The progressing physiological dysfunction of the valve system can render blood flow through the jugular veins more difficult and result in an increase in their cross-sectional area in elderly people.

To conclude, it should be stated that the morphology of the internal jugular veins and, to a lesser degree, the vertebral veins depends on the patient position, and the difference in the cross-sectional area between the jugular veins can highly vary. The knowledge about these facts can be useful both for the correct interpretation of imaging findings within the neck and in jugular vein cannulation.

Conclusions

1. The width of the jugular and vertebral veins significantly varies depending on the patient's position.
2. The range of the CSA values for the jugular veins is broad, which should be taken into account when interpreting imaging findings.
3. The right and left internal jugular veins can show considerable asymmetry.

Acknowledgements

The authors thank Dr. Mateusz Zonnenberg and Dr. Paweł Witkowski for their contribution.

Conflict of interest

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

References / Piśmiennictwo

1. Lanzillo R, Mancini M, Liuzzi R, Di Donato O, Salvatore E, Maglio V *et al.*: Chronic cerebrospinal venous insufficiency in multiple sclerosis: a highly prevalent age-dependent phenomenon. *BMC Neurol* 2013; 13: 20.
2. Morovic S, Zamboni P: CCSVI is associated with multiple sclerosis. *Neurol Res* 2012; 34: 770–779.
3. Valdueza JM, von Münster T, Hoffman O, Schreiber S, Einhäupl KM: Postural dependency of the cerebral venous outflow. *Lancet* 2000; 355: 200–201.
4. Zaniwski M, Simka M: Biophysics of venous return from the brain from the perspective of the pathophysiology of chronic cerebrospinal venous insufficiency. *Rev Recent Clin Trials* 2012; 7: 88–92.
5. Menegatti E, Zamboni P: Doppler haemodynamics of cerebral venous return. *Curr Neurovasc Res* 2008; 5: 260–265.

włókien kolagenowych w tworzeniu ściany IJV w znacznym stopniu determinuje morfologię naczyń. Zachodząca wraz z wiekiem degeneracja włókien kolagenowych wpływa istotnie na podatność ścian żył szyjnych, obniża ich wytrzymałość na rozciąganie i skutkuje wzrostem CSA⁽¹⁰⁾.

Również degeneracja systemu zastawek występującego w żyłach szyjnych wydaje się mieć wpływ na wielkość pola przekroju poprzecznego żył szyjnych. Pogłębiająca się fizjologiczna dysfunkcja aparatu zastawkowego może utrudniać odpływ krwi drogą żył szyjnych i skutkować zwiększeniem ich pola przekroju poprzecznego u osób starszych.

Reasumując, należy stwierdzić, że morfologia żył szyjnych wewnętrznych oraz, w mniejszym stopniu, żył kręgowych jest zależna od pozycji badanego, a różnica pola przekroju żył szyjnych może przyjmować znaczne wartości. Znajomość powyższych faktów może być przydatna zarówno w prawidłowej interpretacji badań obrazowych odcinka szyjnego, jak i w przypadku katetyzacji żył szyjnych.

Wnioski

1. Szerokość żył szyjnych i żył kręgowych zmienia się w zależności od pozycji ciała osoby badanej.
2. Zakres wartości CSA żył szyjnych jest szeroki, co powinno być brane pod uwagę przy interpretacji wyników badań obrazowych tych naczyń.
3. Żyły szyjne wewnętrzne mogą wykazywać znaczną asymetrię pomiędzy prawą i lewą stroną.

Podziękowania

Lek. Mateuszowi Zonnenbergowi i lek. Pawłowi Witkowskiemu za wkład w pracę.

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.