

¹Jacek LORKOWSKI
²Renata WILK
³Oliwia GRZEGOROWSKA
⁴Paweł SIKORA
⁵Waldemar HŁADKI

Wybrane aspekty kliniczne budowy układu naczyniowego – Naczynia obwodowe.

Selected clinical aspects of the vascular system structure – Peripheral vessels.

¹Klinika Ortopedii i Traumatologii
Szpital Kliniczny MSWiA w Warszawie
ul. Wołoska 137, 02-507 Warszawa
Kierownik kliniki:
prof. dr hab. n. med. Ireneusz Kotela

²Zakład Anatomii, Katedra Nauk
Podstawowych Wydział Nauk o Zdrowiu
w Katowicach Śląski Uniwersytet Medyczny
w Katowicach,
ul. Medyków 18, 40 - 752 Katowice
Kierownik zakładu :
dr n. med. Wirginia Likus

³Oddział Kardiologii i Kardiologii Inwazyjnej
Samodzielny Publiczny Wojewódzki Szpital
Zespolony, ul. Arkońska 4, 71-455 Szczecin
Ordynator oddziału:
dr n.med. Robert Józwa

⁴KG Medical Service
ul. 1 Sierpnia 31, 02-134 Warszawa
Kierownik:
mgr Karolina Gawrońska

⁵Katedra Ortopedii, Traumatologii
i Rehabilitacji, Zakład Fizjoterapii
Akademia im. Frycza-Modrzewskiego
w Krakowie, ul. Herlinga Grudzińskiego 1,
30-705 Kraków
Kierownik zakładu:
prof. nadzw. dr hab. Joanna Golec

Słowa kluczowe:
układ krążenia, układ naczyniowy, anatomia

Key words:
circulatory system,
vascular system, anatomy

Adres do korespondencji:
Jacek Lorkowski
02-507 Warszawa, ul. Wołoska 137
tel. 606 452 887
e-mail: jacek.lorkowski@gmail.com

Układ krążenia jest odpowiedzialny za odpowiednią dystrybucję tlenu oraz substancji odżywczych dla każdego narządu a ponadto usuwanie szkodliwych produktów przemiany materii. W pracy skupiono się na anatomii zasadniczej części tego układu czyli naczyniach krwionośnych, które dostarczają krew w odpowiednie miejsce. Ich zmienności oraz prawidłowa budowa są kluczowe w aspekcie prawidłowego funkcjonowania narządu oraz organizmu jako całości. Opisane zostały przypadki zmienności naczyniowych spotykane z piśmiennictwem naukowym oraz ich ewentualne skutki w postaci objawów klinicznych manifestowanych przez pacjenta. Znajomość najbardziej charakterystycznych objawów może przyczynić się do szybszej diagnostyki podobnych zmian naczyniowych i opracowania właściwego schematu leczenia dla pacjenta oraz zminimalizowania ewentualnych dalszych skutków nieprawidłowego działania malformacji naczyniowych.

Wstęp

Układ krążenia (*sistema sanguiferum*) składa się z podstawowego narządu jakim jest serce (*cor*), pełniącego rolę pompy ssąco-tłoczącej, zapewniające odpowiedni przepływ krwi przez naczynia organizmu oraz naczyń krwionośnych, które stanowią główne elementy transportujące krew do narządów docelowych, zapewniając im odpowiednie zaopatrzenie w tlen i składniki odżywcze. W sercu podzielonym na dwie części prawą i lewą rozpoczynają się dwa układy naczyniowe: w części prawej - krążenie płucne określane jako krwioobieg mały, który zapewnia wymianę gazową, w części lewej krążenie systemowe tzw. krwioobieg duży związany z dostarczaniem krwi do narządów poprzez ich mikrokążenie oraz odbieranie z narządów produktów ich przemiany materii [1,2,3].

Elementy układu naczyniowego
Naczynia krwionośne uczestni-

The circulatory system is responsible for the proper distribution of oxygen and nutrients for each organ and for the removal of harmful metabolic products. The elaboration focuses on the anatomy of the essential part of the system - the blood vessels that deliver blood to the right place. The variability and proper structure of them are crucial for the proper functioning of the organ and the body as a whole. The cases of vascular variability found in the scientific literature and the possible effects in the form of clinical symptoms reported by the patient have been described. Knowledge of the most characteristic symptoms can contribute to faster diagnosis of similar vascular lesions and the development of treatment regimen appropriate for the patient, and minimizing the possible further negative effects of vascular malformations.

czące w budowie układu krążenia można podzielić na tętnice (*arteriae*) odpowiedzialne za transport krwi od serca oraz żyły (*venae*) prowadzące krew do serca. W tym podziale nie uwzględnia się, czy krew w nich płynąca jest bogata w tlen czy nie. W tętnicach płucnych płynie bowiem krew pozbawiona tlenu, a w żyłach płucnych krew bogata w tlen. W tym wypadku określenie „krew tętnicza” jako synonim krwi bogatej w tlen oraz „krew żylna” jako pozbawionej tlenu może być mylące. Tętnice ponadto na całym swoim przebiegu oddają liczne gałęzie stopniowo zmniejszające swoją średnicę aż do poziomu tętniczek (*arteriole*) i dalej łączą się z mikrokążeniem narządu. Tętniczki pełnią rolę czynnika regulacyjnego przepływu krwi w różnych obszarach naczyniowych. Oprócz dużych naczyń wyróżnia się także naczynia budujące elementy mikrokążenia narządów wewnętrznych [1,2]. Pod względem budowy ściany

większych naczyń krwionośnych charakteryzują się budową trójwarstwową. Warstwa zewnętrzna określana jako przydanka (*adventitia*) zawiera przede wszystkim tkankę łączną głównie włókna kolagenowe. Warstwa środkowa (*media*) obejmuje mięśniówkę gładką, a także włókna sprężyste oraz kolagenowe. Ta warstwa jest dobrze rozwinięta w tętnicach ze względu na panujące w nich wysokie ciśnienie krwi. Przy czym udział poszczególnych składników w jej budowie jest zmienny. Warstwa wewnętrzna (*intima*) tzw. śródbłonek wyściela powierzchnię naczyń od środka [4,5]. Różnica występuje w budowie naczyń włosowatych, których ściana ma tylko jedną warstwę – śródbłonek, co jest ściśle związane z ich rolą w wymianie gazowej pomiędzy naczyniem a płynem śródtkankowym w obrębie narządu, a także przenikaniem substancji odżywczych oraz metabolitów przez ścianę naczyń [4,5].

Elementy mikrokrążenia są reprezentowane przez prekapilary, które razem z tętniczkami stanowią łącznik pomiędzy właściwym krążeniem tętnicznym a mikrokrążeniem. Następnie kapilary o najmniejszej średnicy oraz najcieńszej ścianie spośród naczyń włosowatych. Tutaj możliwa jest wymiana gazowa oraz składników odżywczych i produktów przemiany materii w komórkach i tkankach narządu. Proces przenikania tlenu oraz dwutlenku węgla a także niektórych jonów i metabolitów odbywa się na zasadzie dyfuzji w części tętniczej. Przenikanie odbywa się z osocza znajdującego się we wnętrzu naczyń do płynu międzykomórkowego tkanki narządu, natomiast w części żyłnej kapilar ten proces będzie postępował w przeciwnym kierunku [1,2,6].

Kapilary, czyli naczynia włosowate mają najmniejszą średnicę i zbudowaną ze śródbłonek ścianę, najcieńszą spośród naczyń organizmu. Ich wysoka przepuszczalność umożliwia wymianę tlenu, dwutlenku węgla oraz metabolitów - są jedynym przepuszczalnym piętrem układu krążenia. W odcinku początkowym, czyli tętnicznym kapilar następuje dyfuzja: tlenu z krwi do tkanek, a dwutlenku węgla w przeciwnym kierunku. Dzieje się to za pośrednictwem osocza krwi i płynu międzykomórkowego. Dodatkowo wymieniane są jony, metabolity, substancje regulacyjne. Natomiast w części dalszej, żyłnej w obrębie postkapilar następuje powrót płynu z przestrzeni pozanaczyniowej do wewnątrznacyniowej. Istnieją także bezpośrednie anastomozy tętniczo - żyłne pozwalające na przepływ krwi z układu tętniczego do żyłnego z pominięciem mikrokrążenia. Żyłki są elementami układu żyłnego o nieco większej średnicy, posiadającymi jednocześnie trójwarstwową ścianę. Stopniowo przechodzą one w żyły, któ-

rych ściana posiada stosunkową cienką warstwę mięśniową. Ma to związek z ciśnieniem panującym w żyłach, które jest niskie jednak ilość przepływającej przez nie krwi jest duża. Naczynia żyłne w układzie głębokim naczyń przebiegają przylegając do tętnic jako ich żyły towarzyszące, szczególnie na kończynach, co ułatwia przepływ krwi żyłnej w kierunku przeciwnym do siły grawitacji i jest jednym z mechanizmów powrotu krwi żyłnej do serca. Pulsujące naczynie tętnicze uciska z boku na naczynie żyłne leżące w najbliższym sąsiedztwie co wzmaga przepływ krwi. Podobną rolę pełnią kurczące się mięśnie w sąsiedztwie, którego przechodzi naczynie żyłne. Pozostałe mechanizmy powrotu krwi żyłnej do serca to: obecność zastawek w żyłach obwodowych zapobiegających cofaniu się krwi żyłnej i utrzymujących ją na odpowiedniej wysokości w przebiegu naczyń, siła ssąca serca, a także klatki piersiowej generowana podczas wdechu, różnica w ciśnieniu żylnym wytwarzająca się pomiędzy kapilarami żylnymi a prawnym przedsionkiem serca [1,3,7].

W układzie żylnym można wyróżnić: żyły powierzchowne (*venae superficiales*) położone bezpośrednio pod skórą w tkance podskórnej i na powięzi, zwykle towarzyszą im naczynia chłonne oraz nerwy skórne, żyły głębokie przechodzące w sąsiedztwie naczyń tętnicznych jako ich żyły towarzyszące zwykle w obrębie pęczków naczyniowo - nerwowych. Żyły jak wspomniano odprowadzają krew do serca, stopniowo zbierając się w coraz większe naczynia. Specyficzny typ krążenia żylnego stanowi tzw. krążenie wrotne, którego najważniejszym elementem składowym jest sieć dziwna (*rete mirabile*) żyłno - żylna obecna w wątrobie oraz przyśadce mózgowej. W takiej sieci układ krążenia zawiera dwa układy naczyń włosowatych. Początkowo przez tętnice i tętniczki krew przepływa do naczyń włosowatych tętnicznych, dalej żylnych skąd przez żyłki i żyły dociera do kolejnej sieci naczyń włosowatych, tym razem wyłącznie żylnych (sieć żyłno - żylna). Pozwała to naczyniu żylnemu na oddanie substancji, które ze sobą przyniosła krew przepływająca przez nie, do komórek narządu przez który przepływa [2,5,6].

Uwagi kliniczne

• U pacjentów podlegających hemodializie, procedurze niezbędnej w leczeniu nerkozastępczym anastomozy tętniczo - żyłne są wytwarzane sztucznie, by wspomóc i ułatwić proces dializy. Tego typu zespolenie ma na celu zwiększenie przepływu krwi przez naczynie żyłne nawet do 1200 ml/min oraz stopniowe pogrubienie ściany naczyń żylnych pod wpływem przepływu krwi pod zwiększonym ciśnieniem i poszerzenie jej światła. Dzięki takiemu połączeniu można łatwiej nakłuwać żyłę do dializy bez niebezpieczeństwa jej pęknięcia [8,9].

Charakterystyka krążenia systemowego

Naczynia tętnicze

Krążenie systemowe służące do zaopatrzenia wszystkich narządów wewnętrznych w krew i składniki odżywcze ma swój początek w lewej komorze serca, skąd bierze początek aorta, będąca największym naczyniem tętnicznym ludzkiego organizmu. W aorcie można wyróżnić trzy części: aortę wstępującą, łuk aorty oraz aortę zstępującą, w której dodatkowo można wyróżnić aortę piersiową i aortę brzuszną [1,2,3]. Aorta wstępująca (*aorta ascendens*) wychodzi bezpośrednio z lewej komory serca (*ventriculus sinister*) i znajduje się wewnątrz worka osierdziowego. Z początkowego odcinka aorty odchodzi tętnice wieńcowe stanowiąca zaopatrzenie mięśnia sercowego: tętnica wieńcowa prawa (*arteria coronaria dextra*) oraz tętnica wieńcowa lewa (*arteria coronaria sinistra*) opisane przy sercu. Swoją przebieg oba naczynia wieńcowe rozpoczynają w zatokach aorty za płatkami zastawki półksiężycowatej aorty, a następnie biegną na nasierdziu w obrębie bruzd oddzielających poszczególne części serca [3,5,6].

Uwagi kliniczne

• Zmienności w układzie naczyń wieńcowych są bardzo poważnym problemem klinicznym, występującym z częstością od 0,3 do 1,6% przypadków, wykrywane w trakcie badań autopsyjnych lub też badań diagnostycznych, takich jak angiografia. Zwykle nie dają one żadnych objawów u pacjentów, jednak czasem mogą powodować niewielkie duszności, a nawet doprowadzić do śmierci z powodu niedokrwienia mięśnia sercowego. Ponadto korelowane są ze zwiększonym ryzykiem rozwoju ich miażdżycy oraz zaburzeń przepływu krwi. Okazuje się, że większe prawdopodobieństwo występowania zmienności naczyń wieńcowych stwierdza się u kobiet niż u mężczyzn. Większość zmienności dotyczy miejsc odejścia samego naczynia wieńcowego od aorty lub też zmienności odejścia poszczególnych gałęzi naczyń wieńcowych od głównego pnia. Inny typ zmienności dotyczy także przebiegu naczyń na powierzchni serca, a także zakresu ich zaopatrzenia w obrębie mięśnia sercowego [10].

Łuk aorty (*arcus aortae*) – jego początek określa się od miejsca przyczepu worka osierdziowego do miejsca odejścia ostatniej gałęzi łuku tętnicy podobojczykowej lewej. Jego początek leży na wysokości II stawu mostkowo-żebrowego po stronie prawej i w całości znajduje się za rękonością mostka. Jego najwyżej położony wypukły punkt górnego brzegu łuku mieści się poniżej górnego brzegu mostka. Z wypukłego brzegu łuku aorty odchodzi 3 główne gałęzie: pień ramienny głowowy, tętnica szyjna wspólna lewa oraz tętnica podobojczykowa lewa. Z części wklęsłej łuku aorty odchodzi więzadło tętnicze (*ligamentum arteriosum*), pozostałość po przewodzie tętnicznym Botalla ele-

mentu krążenia płodowego łączącego pień płucny z aortą zstępującą. Niekiedy od łuku aorty biorą początek tętnice oskrzelowe lewe (*arteriae bronchiales sinistrae*), prowadzące unaczynienie odżywcze do lewego płuca [2,3,5]

Pień ramiennie-główny (*truncus brachiocephalicus*) leży za mostkiem układając się pomiędzy tchawicą a żyłą ramiennie-główną lewą (*vena brachiocephalica sinistra*). Oddaje: tętnicę szyjną wspólną prawą i tętnicę podobojczykową prawą [1,3,6].

Tętnica szyjna wspólna (*arteria carotis communis*), która przechodzi na szyję układając się w pęczku naczyniowo nerwowym szyi razem z żyłą szyjną wewnętrzną oraz nerwem błędnym, gdzie na wysokości kręgu C4, przy górnym brzegu chrząstki tarczowatej krtań, dzieli się na: tętnicę szyjną zewnętrzną i wewnętrzną [1,2,4].

Tętnica szyjna zewnętrzna (*arteria carotis externa*) zaopatruje elementy szyi oraz głowy z wyjątkiem: mózgowia oraz oka i ucha wewnętrznego. Pierwsze gałęzie oddaje zaraz po odejściu od tętnicy szyjnej wspólnej tętnicę tarczową górną (*arteria thyroidea superior*), tętnicę językową (*arteria lingualis*), tętnicę gardłową wstępującą (*arteria pharyngea ascendens*), tętnicę twarzową (*arteria facialis*), przechodzącą w obręb gruczołu tarczowego i krtań, a także jamy ustnej i języka, gardła i podniebienia oraz na zewnętrzną powierzchnię twarzy, ponadto tętnicę potyliczną (*arteria occipitalis*) i tętnicę uszną tylną (*arteria auricularis posterior*) przechodzącą ku tyłowi w okolicę małżowiny usznej i potylicy, także tętnicę szczękową (*arteria maxillaris*) i tętnicę skroniową powierzchowną (*arteria temporalis superficialis*) będące jej gałęziami końcowymi zaopatrującymi jamę ustną i nosową oraz zęby szczęki i żuchwy, a także boczna część twarzy i małżowinę uszną [2,6,7]

Tętnica szyjna wewnętrzna (*arteria carotis interna*) różni się tym od tętnicy szyjnej zewnętrznej, że na swoim przebiegu w obrębie szyi nie oddaje żadnych odgałęzień, a następnie wchodzi do czaszki przez kanał tętnicy szyjnej (*canalis caroticus*) w obrębie piramidy kości skroniowej. W przebiegu wewnątrzczaszkowym tętnica oddaje odgałęzienia początkowo do narządów zmysłów: tętnicę oczną (*arteria ophthalmica*), która wchodzi do oczodołu przez kanał wzrokowy (*canalis opticus*) razem z nerwem wzrokowym i oddaje tętnicę środkową siatkówki (*arteria centralis retinae*). Tętnica ta wnika w obręb nerwu wzrokowego i dochodząc razem z nim do gałki ocznej, rozgałęzia się w głębokich warstwach siatkówki zaopatrując je [1,4,5].

Po dotarciu do podstawy mózgowia tętnica szyjna wewnętrzna uczestniczy w budowie koła tętniczego mózgu Willis'a tworząc jego przednią część oddaje: tętnicę łączącą tylną (*arteria communicans posterior*), tętnicę przednią mózgu (*arteria cerebri anterior*) oraz tętnicę środkową mózgu (*arteria cerebri media*) stanowiące główne zaopatrzenie mózgu. Dwie tętnice przednie mózgu łączą się za sobą za pomocą tętnicy łączącej przedniej (*arteria communicans anterior*) [1,2,3].

Tętnica podobojczykowa (*arteria subclavia*) po wyjściu przez otwór górny klatki piersiowej przechodzi pod obojczykiem, po górnej powierzchni pierwszego żebra żłobiąc bruzdę tętnicy podobojczykowej, następnie wchodzi do jamy pachowej zmieniając nazwę na tętnicę pachową (*arteria axillaris*). Główne gałęzie tętnicy podobojczykowej stanowią: tętnica kręgową, tętnica piersiowa wewnętrzna oraz pień tarczowo – szyjny i pień żebrowo – szyjny [2,4,5].

Tętnica kręgową (*arteria vertebralis*) wchodzi w obręb otworów w wyrostkach poprzecznych kręgów szyjnych, a następnie wchodzi do czaszki przez otwór wielki. W dole tylnym czaszki na stoku kości potylicznej łączy się z drugostronną tętnicą kręgową tworząc tętnicę podstawną mózgu (*arteria basilaris cerebri*) leżącą w bruzdzie podstawnej mostu. Gałęzie tętnicy kręgowej zaopatrują pień mózgu, a jej gałęzie końcowe tętnice tylne mózgu (*arteria cerebri posterior*), uzupełniają tylną część koła tętniczego mózgu (*circulus arteriosus cerebri*) łącząc się z tętnicą łączącą przednią [3,5,7].

Tętnica piersiowa wewnętrzna (*arteria thoracica interna*) jest drugim pojedynczym naczyniem odchodzącym od tętnicy podobojczykowej, przechodzi ona pionowo wzdłuż brzegów bocznych mostka pomiędzy oplotną żebrową a powięzią wewnątrzpiersiową [1,2,3].

Uwagi kliniczne

- Tętnica piersiowa wewnętrzna jest często wykorzystywana przy operacji pomostowania aortalno – wieńcowego w celu doprowadzenia krwi do naczyń serca w przypadku ich zwężenia lub zablokowania [11].
- Zmienności łuku aorty występują u około 35% populacji i przyjmuje różne formy. Najczęściej zmiany dotyczą odejścia poszczególnych naczyń od łuku oraz ich liczby. Do częstych należy odejście pnia ramiennie-głównego wspólnym pniem z tętnicą szyjną wspólną lewą, jej częstość wynosi nawet 27%, zwykle około 15%. Inne typu odejścia to bezpośrednie odprowadzenie tętnicy kręgowej lewej od łuku aorty, występuje w około 6% przypadków, czy odejście tętnicy podobojczykowej prawej od aorty zstępującej to około 0,65% przypadków. Zmienności łuku aorty i jego gałęzi mogą

pozostawać bezobjawowe lub powodować objawy takie, jak ucisk na tchawicę i przełyk w przypadku przejścia tętnicy podobojczykowej prawej za przełykiem i tchawicą po jej odejściu od aorty zstępującej. Do innych komplikacji dochodzi także w trakcie wykonywania zabiegów wewnątrznacyniowych dotyczących aorty oraz jej gałęzi [12].

• Zmienności koła tętniczego mózgu występują dość często szczególnie w zakresie jego symetrycznej budowy, brak symetryczności pojawia się u 60% populacji [13,14]. Główne zmiany, którym podlegają naczynia budujące koło tętnicze mózgu to niedorozwój, aplazja czy powielanie odcinków koła tętniczego. Zmiany te mogą przyczynić się do tworzenia tętniaków, malformacji tętniczych lub choroby okluzyjnej naczyń mózgowych poprzez zmianę schematu przepływu krwi [15].

Tętnica pachowa (*arteria axillaris*) rozpoczyna się w przedłużeniu tętnicy podobojczykowej na zewnętrznym brzegu pierwszego żebra, przechodzi w obrębie jamy pachowej natomiast krzyżując dolny brzeg ścięgna mięśnia piersiowego większego zmienia nazwę na tętnicę ramienną (*arteria brachialis*). Jej zakres zaopatrzenia obejmuje gałęzie przechodzące w obręb obręczy kończyny górnej oraz stawu ramiennego a także bocznej ściany klatki piersiowej [1,2,3].

Tętnica ramienna (*arteria brachialis*) przechodzi w obrębie grupy przedni mięśni ramienia w bruzdzie przyśrodkowej mięśnia dwugłowego ramienia następnie przechodzi w obręb dołu łokciowego, a po przejściu na przedramię dzieli się na tętnicę promieniową i łokciową, na wysokości szyjki kości promieniowej. Obie tętnice obejmują mięsień nawrotny obły przy czym tętnica promieniowa przechodzi na mięśniu, a łokciowa pod mięśniem [2,4,5].

Tętnica promieniowa (*arteria radialis*) w dalszym przebiegu przechodzi wzdłuż przyśrodkowego brzegu mięśnia ramiennie-promieniowego, który jest jej mięśniem towarzyszącym. Dochodząc do poziomu wyrostka rylcowego kości promieniowej, przechodzi na grzbietową powierzchnię ręki zawijając się wokół podstawy I kości śródreżca, a następnie przechodząc pomiędzy I i II kością śródreżca wraca na powierzchnię dłoniową, tworząc łuk dłoniowy głęboki (*arcus palmaris profundus*) uzupełniany przez gałąź dłoniową głęboką tętnicy łokciowej (*ramus palmaris profundus arteriae ulnaris*) [3,4,6].

Tętnica łokciowa (*arteria ulnaris*) początkowo przechodzi pomiędzy warstwą powierzchowną a głęboką mięśni zginaczy przedramienia, a następnie układa się wzdłuż brzegu bocznego mięśnia zginacza łokciowego nad-

garstka. Przez nadgarstek przechodzi nad troczkiem zginaczy na powierzchnię dłoniową ręki, tworząc łuk dłoniowy powierzchowny (*arcus palmaris superficialis*) uzupełniany przez gałąź dłoniową powierzchowną tętnicy promieniowej (*ramus palmaris superficialis arteriae radialis*) [4,5,7].

Łuki dłoniowe, a szczególnie łuk dłoniowy powierzchowny oddają odgałęzienia unaczyniające śródreżce i palce.

Uwagi kliniczne

• Zmienności układu naczyniowego kończyny dolnej są szczególnie istotne w przypadku wykonywania zespołów tętniczo żylnych. Do najczęściej opisywanych należą wysokie odejście tętnicy promieniowej występujące nawet w 20% populacji, powierzchowne położenie tętnicy ramiennej, łokciowej czy promieniowej, ponadto różnice w położeniu żył kończyny górnej, a przede wszystkim żył ramiennej oraz żyły odłokciowej, które budują żyłę pachową wymagają dokładnego zbadania ich przebiegu przed przystąpieniem do zabiegu [16].

Aorta zstępująca (*aorta descendens*) jest drugim odcinkiem aorty, w której można wyróżnić dwa odcinki: aortę piersiową oraz aortę brzuszną.

Aorta piersiowa (*aorta thoracica*) rozpoczyna się w przedłużeniu łuku aorty, przechodzi w klatkę piersiową w śródpiersiu dolnym tylnym, układa się pomiędzy kręgosłupem piersiowym a przełykiem. Jej początek znajduje się na poziomie kręgu Th4, a kończy w rozworze aortowym przepony leżącym w obrębie jej przyczepu lędźwiowego ograniczonym przez więzadło łukowate pośrodkowe na poziomie Th12. Unaczynia zarówno ściany, jak i narządy klatki piersiowej, jej gałęzie można podzielić na trzewne i ścienne [1,2,3].

Do gałęzi trzewnych (*rami viscerales*) aorty piersiowej należą: gałęzie oskrzelowe tylne (*rami bronchiales*) prowadzące unaczynienie odżywcze płuc, gałęzie przełykowe (*rami esophageales*) zaopatrujące część piersiową przełyku, gałęzie śródpiersiowe (*rami mediastinales*) dla narządów śródpiersia tylnego oraz gałęzie osierdziowe (*rami pericardiaci*) do tylnej ściany osierdzia włóknistego [2,5,7].

Gałęzie ścienne to tętnice przeponowe górne (*arteriae phrenicae superiores*), zaopatrujące górną powierzchnię przepony oraz opłucną przeponową, tętnice międzyżebrowe tylne (*arteria intercostales posterior*) do ścian klatki piersiowej stawów żebrowo - kręgowych oraz mięśni międzyżebrowych ponadto opłucnej żebrowej, podżebrowe (*arteriae subcostales*) o podobnym zakresie zaopatrzenia jak tętnice międzyżebrowe [3,4,6].

Aortę brzuszną (*aorta abdominalis*) – stanowi element przestrzeni zaotrzewnowej jamy brzusznej. Rozpoczyna się w rozworze aortowym na wysokości Th12, a kończy na wysokości kręgu L4, przylegając do trzonów kręgów lędźwiowych przesunięta lekko na lewo. Aorta brzuszną dzieli się na dwie tętnice: biodrową wspólną prawą i lewą (*arteria iliaca communis dextra et sinistra*), a jej bezpośrednim przedłużeniem jest tętnica krzyżowa pośrodkowa (*arteria sacralis media*) biegnąca ku dołowi wzdłuż powierzchni przedniej kości krzyżowej. Podobnie jak aorta piersiowa, aorta brzuszną oddaje gałęzie ścienne i trzewne przy czym te ostatnie można podzielić dodatkowo na parzyste i nieparzyste [1,2,3].

Gałęzie ścienne zwykle parzyste to tętnice lędźwiowe (*arteriae lumbales*) odchodzące metamerycznie od naczyń zwykle 3 do 4 pary, do tylnej ściany jamy brzusznej, tętnic przeponowa dolna prawa i lewa (*arteria phrenica inferior dextra et sinistra*) zaopatrujące przeponę od dołu, a także otrzewną przeponową. Z nich bierze początek także tętnica nadnerczowa prawa i lewa (*arteria suprarenalis superior dextra et sinistra*) górne jedne z trzech naczyń zaopatrujące nadnercza [2,3,4].

Gałęzie trzewne parzyste doprowadzają unaczynienie do parzystych narządów jamy brzusznej i miednicy. Jako pierwsze odchodzą tętnica nadnerczowa środkowa prawa i lewa (*arteria suprarenalis media dextra et sinistra*) zaopatrujące nadnercza, tętnica nerkowa prawa i lewa (*arteria renalis dextra et sinistra*) zaopatrujące nerki oraz tętnica jądrowa prawa i lewa (*arteria testicularis dextra et sinistra*) lub jajnikowa prawa i lewa (*arteria ovarica dextra et sinistra*) zaopatrujące narządy płciowe wewnętrzne przechodząc wraz z nimi do miednicy mniejszej [5,6,7].

Gałęzie trzewne nieparzyste stanowią główne zaopatrzenie przewodu pokarmowego oraz gruczołów leżących w nadbrzuszu. Jako pierwsza gałąź położona najwyższej odchodzi pień trzewny (*truncus coeliacus*), który rozpoczyna się tuż pod przeponą na wysokości Th12 - L1 i po krótkim przebiegu (ma długość 1,5 – 2 cm) dzieli się na: tętnicę żołądkową lewą (*arteria gastrica sinistra*), tętnicę wątrobową wspólną (*arteria hepatica communis*) i tętnicę śledzionową (*arteria lienalis*). Jego gałęzie zaopatrują narządy nadbrzusza takie jak: żołądek, dwunastnicę, wątrobę, trzustkę i śledzionę. Tętnica krezkowa górna (*arteria mesenterica superior*) rozpoczyna się tuż poniżej pnia trzewnego na wysokości L1 i układa się za szyjką trzustki oddając gałęzie zaopatrujące przede wszystkim jelita. Do jej najważniejszych gałęzi należą: tętnica trzustkowo – dwunastnicza dolna (*ar-*

teria pancreaticoduodenalis inferior) unaczyniająca głowę trzustki i dwunastnicę razem z tętnicą trzustkowo – dwunastniczą górną (*arteria pancreaticoduodenalis superior*) od odgałęzień pnia trzewnego, następnie tętnice czcze i kręte (*arteriae jejunales et ileales*) do jelita czczego i krętego, tętnicę okrężniczą środkową (*arteria colica media*) do 2/3 prawych części okrężnicy poprzecznej, tętnicę okrężniczą prawą (*arteria colica dextra*) do okrężnicy wstępującej oraz tętnicę krętniczo – okrężniczą (*arteria ileocolica*) do kątnicy i końcowego odcinka jelita krętego. Tętnica krezkowa dolna (*arteria mesenterica inferior*) ostatnie naczynie nieparzyste trzewne aorty brzusznej odchodzi od aorty brzusznej na wysokości L3 i biegnie ku dołowi w przestrzeni zaotrzewnowej oddając gałęzie do pozostałych odcinków jelita grubego. Jej gałęzie to: tętnica okrężnicza lewa (*arteria colica sinistra*) do 1/3 lewej części okrężnicy poprzecznej oraz okrężnicy zstępującej, tętnice esicze (*arteriae signoides*) do okrężnicy esowatej oraz tętnica odbytnicza górna (*arteria rectalis superior*) do bańki odbytnicy [1,2,3].

Uwagi kliniczne

• Zmienności odejścia naczyń od aorty brzusznej. Spośród wszystkich gałęzi aorty brzusznej tętnice nerkowe wykazują największy stopień zmienności oceniany na 41,3% przypadków badanych, zmienności dotyczyły głównie liczby tętnic nerkowych do chodzących do każdej nerki, a także miejsca, do którego wchodzi w obrębie nerki. Dobra znajomość wariantów naczyniowych jest istotna z punktu widzenia ewentualnych przeszczepów, szczególnie w kontekście różnic występujących pomiędzy dawcą a biorcą.

Inne rzadziej występujące zmienności wykrywane są w przypadku odmiennego ułożenia gałęzi pnia trzewnego stwierdzane w granicach 3 – 4% głównie dotyczące wspólnych pni naczyniowych żołądkowo – śledzionowego lub wątrobowo – śledzionowego.

Stwierdzane były także zmienności dotyczące gałęzi tętnicy krezkowej górnej zwykle związane ze wspólnym odejściem pnia trzewnego oraz tętnicy krezkowej górnej [17].

Dobra znajomość zmienności odgałęzień aorty brzusznej jest niezbędna w badaniach radiodiagnostycznych układu naczyniowego oraz mogą zmniejszyć prawdopodobieństwo wystąpienia komplikacji śródoperacyjnych wymagających podwiązania naczyń doprowadzających krew do operowanego narządu lub wytworzenia zespołów naczyniowych niezbędnych w przypadku wielu zabiegów operacyjnych prowadzonych w obrębie jamy brzusznej [18].

Tętnica biodrowa wspólna prawa i lewa (*arteria iliaca communis*

dextra et sinistra) kieruje się w obręb miednicy mniejszej i na wysokości kręgu L5 w sąsiedztwie stawu krzyżowo – biodrowego dzieli się na tętnicę biodrową wewnętrzną i zewnętrzną [1,2,3].

Tętnica biodrowa wewnętrzna prawa i lewa (*arteria iliaca interna dextra et sinistra*) doprowadzają unaczynienie do ścian oraz do narządów miednicy mniejszej. Po wejściu do miednicy mniejszej dzieli się na pień przedni i tylny [2,3,4].

Pień tylny oddaje gałęzie ściennne w okolicy otworu kulszowego większego: tętnicę biodrowo – lędźwiową (*arteria iliolumbalis*), tętnicę krzyżową boczną górną i dolną (*arteria sacralis lateralis superior et inferior*) oraz tętnicę pośladkową górną (*arteria glutea superior*) unaczyniające ściany miednicy mniejszej w okolicy tyłnej [3,4,5].

Pień przedni oddaje gałęzie ściennne w postaci: tętnicy zasłonowej (*arteria obturatoria*) przechodzącej w obręb kanału asłonowego oraz tętnicy pośladkowej dolnej (*arteria glutea inferior*) dochodząca do okolicy pośladkowej. Gałęzie trzewne to tętnica pępkowa (*arteria umbilicalis*), wraz z odchodzącą od niej tętnicą pęcherzową górną (*arteria vesicalis superior*), a ponadto tętnicę nasieniowodu (*arteria ductus deferentis*) u mężczyzn oraz tętnicę maciczną (*arteria uterina*) oraz odchodzącą od niej tętnicę pochwową (*arteria vaginalis*) u kobiet, ponadto tętnicę odbytniczą środkową (*arteria rectalis media*) oraz tętnicę sromową wewnętrzną (*arteria pudenda interna*) zaopatrujące narządy miednicy mniejszej oraz narządy płciowe zewnętrzne [4,5,6].

Tętnica biodrowa zewnętrzna prawa i lewa (*arteria iliaca externa dextra et sinistra*) stanowi główne źródło zaopatrzenia tętniczego kończyny dolnej. Po przejściu pod więzadłem pachwinowym przez rozstęp naczyniowy zmienia nazwę na tętnicę udową (*arteria femoralis*), która na udzie układa się w kanale przywodzicieli, a wchodząc do dołu podkolanowego przez rozwór przywodziciela gdzie zmienia nazwę na tętnicę podkolanową, której gałęzie uczestniczą w budowie sieci kolana [5,6].

Tętnica podkolanowa poniżej dołu podkolanowego dzieli się na dwie tętnice piszczelowe: przednią i tylną (*arteria tibialis anterior et posterior*).

Tętnica piszczelowa tylna (*arteria tibialis posterior*) jest przedłużeniem tętnicy podkolanowej na powierzchni tylnej podudzia pomiędzy warstwą powierzchownych, a głębokich zginaczy zlokalizowanych na podudziu. W okolicy kostki układa się w kanale

kostki przyśrodkowej i dzieli się na tętnicę podeszwową przyśrodkową i boczną (*arteria plantaris medialis et lateralis*). Tętnica piszczelowa przyśrodkowa zaopatruje mięśnie grupy przyśrodkowej stopy oraz przyśrodkowy brzeg stopy natomiast tętnica podeszwowa boczna kieruje się od strony bocznej ku przyśrodkowej tworząc łuk podeszwowy głęboki (*arcus plantaris profundus*) z udziałem gałęzi podeszwowej głębokiej (*ramus plantaris profundus*) od tętnicy grzbietowej stopy. Od łuku podeszwowego rozpoczynają się naczynia do palców stopy [1,2,3].

Tętnica piszczelowa przednia (*arteria tibialis anterior*) przechodzi ku przodowi po odejściu od tętnicy podkolanowej i po przejściu przez otwór w błonie międzykostnej podudzia wchodzi w obręb mięśni grupy przedniej podudzia. Kieruje się następnie w kierunku grzbietu stopy i przechodząc pod troczkiem prostowników zmienia nazwę na tętnicę grzbietową stopy (*arteria dorsalis pedis*) układając się pomiędzy pierwszą a drugą kością śródstopia. W okolicy stępu tętnica oddaje tętnicę łukowatą (*arteria arcuata*), od której biorą początek naczynia zaopatrujące palce [4,6,7].

Uwagi kliniczne

• Zmienności tętnicy podkolanowej są istotne w przypadku zabiegów operacyjnych dotyczących stawu kolanowego takich jak endoprotezoplastyka stawu kolanowego czy też operacje piszczeli lub dalszego odcinka kości udowej oraz wszelkich zabiegów naczyniowych w obrębie tętnicy podkolanowej lub tętnic piszczelowych [19].

Naczynia żyłne

W układzie naczyń żylnych są dość częste. Zwykle nie powodują one objawów klinicznych. Krew do serca, do prawego przedsionka jest doprowadzana przez dwie żyły główne: żyłę główną górną oraz żyłę główną dolną. Żyła główna górna (*vena cava superior*) powstaje z połączenia przede wszystkim żyły ramiennej – głowowej prawej i lewej (*vena brachiocephalica dextra et sinistra*) oraz żyły nieparzystej (*vena azygos*). Na wysokości Th4 za mostkiem przesunięta bliżej prawego brzegu mostka. Odprowadza krew z głowy oraz kończyny górnej a także klatki piersiowej [1,2,3]. Żyła ramiennej głowowa prawa i lewa powstają z połączenia żyły szyjnej wewnętrznej (*vena iugularis interna*) oraz żyły podobojczykowej (*vena subclavia*) za stawami mostkowo obojczykowymi gdzie tworzą tzw. kąty żyłne. Żyła ramiennej głowowa prawa (*vena brachiocephalica dextra*) jest krótsza od lewej i położona bardziej pionowo natomiast lewa jest dłuższa i leży poziomo za rękojęścią mostka krzyżując od przodu pień ramiennej – głowowej [5,6,7].

Żyła szyjna wewnętrzna (*vena jugularis interna*) rozpoczyna się w przedłużeniu zatoki esowatej (*sinus sigmoideus*) przechodzącej wewnątrz czaszki jako jedna z zatok opony twardej, po wyjściu z czaszki przez otwór żyły szyjnej (*foramen jugulare*) układa się w pęczku naczyniowo – nerwowym szyi i zstępuje do otworu górnego klatki piersiowej. Jest głównym naczyniem odprowadzającym większość krwi z głowy i szyi [3,4,5].

Żyła podobojczykowa (*vena subclavia*) układająca się na pierwszym żebrze w bruzdzie żyły podobojczykowej w obrębie szczeliny przedniej mięśni pochyłych, odprowadza krew z kończyny górnej i jest przedłużeniem żyły pachowej (*vena axillaris*) leżącej w jamie pachowej razem z tętnicą pachową. Ta z kolei powstaje z połączenia żył ramiennych (*vena brachialis*) parzystych, towarzyszących tętnicy ramiennej. Żyły ramienne są przedłużeniem żył przedramienia: żył promieniowych (*venae radiales*) oraz żył łokciowych (*venae ulnares*) towarzyszącym tętnicom przedramienia [5,6,7].

Opisane żyły głębokie nie są jedynymi naczyniami żylnymi kończyny górnej dodatkowo krew jest odprowadzana przez żyły powierzchowne: żyłę odłokciową (*vena basilica*) oraz żyłę pośrodkową przedramienia (*vena mediana antebrachii*). Żyły powierzchowne uchodzą do układu żył głębokich. W przypadku żyły odpromieniowej do żyły pachowej, a w przypadku żyły odłokciowej do żyły ramiennej [1,3,5].

Żyła główna dolna (*vena cava inferior*) przechodzi wzdłuż trzonów kręgów lędźwiowych od miejsca jej powstania na granicy kręgu L4 i L5 z połączenia żył biodrowych wspólnych prawej i lewej w przestrzeni zaotrzewnowej ku górze. Następnie układa się na powierzchni trzewnej wątroby w bruzdzie żyły głównej a stąd przechodząc przez przeponę przez otwór żyły głównej w środku ścięgnistym, wchodzi do klatki piersiowej. Jej długość w klatce piersiowej wynosi około 2 cm, a następnie uchodzi do prawego przedsionka serca. Odprowadza krew z kończyn dolnych oraz miednicy i jamy brzusznej, w jej przejściu w obrębie wątroby uchodzą do niej żyły wątrobowe prowadzące krew z krążenia wrotnego wątroby, dostarczającego krew z całego przewodu pokarmowego oraz jego gruczołów takich jak trzustka i pęcherzyk żółciowy oraz śledziony. Krążenie wrotne charakteryzuje się specyficznym schematem połączeń naczyniowych od poziomu kosmka jelitowego do przedsionka serca:

Kapilary okienkowe kosmka jelita krętego - żyłki - żyła jelita krętego

- żyła wrotna - podziały żyły wrotnej
- kapilary o ścianie nieciąglej wątroby
- żyły wątrobowe - żyła główna dolna -
prawy przedsionek serca [4,6,7].

W przebiegu żyły w obrębie jamy brzusznej uchodzą do niej żyły trzewne parzyste takie jak: żyły nerkowe (*venae renales*), żyła nadnerczowa prawa (*vena suprarenalis dextra*) (lewa żyła nadnerczowa uchodzi zwykle do lewej żyły nerkowej), żyła jądrowa lub jajnikowa (*vena testicularis/ ovarica dextra*).

Żyła biodrowa wspólna prawa i lewa (*vena iliaca communis dextra et sinistra*) powstaje z połączenia żyły biodrowej wewnętrznej i zewnętrznej.

Żyła biodrowa wewnętrzna (*vena iliaca interna*) odprowadza krew z miednicy mniejszej jej ścian i narządów wewnętrznych.

Żyła biodrowa zewnętrzna (*vena iliaca externa*) powstaje w przedłużeniu żyły udowej (*vena femoralis*) w miejscu jej przejścia pod więzadłem pachwinowym przez rozstęp naczyńniowy.

Żyła udowa (*vena femoralis*) natomiast jest przedłużeniem żyły podkolanowej leżącej w dole podkolanowym. Przechodzi przez kanał przywodzicieli oraz w obrębie trójkąta udowego razem z tętnicą udową.

Żyła podkolanowa powstaje z połączenia parzystych żył piszczelowych przednich i tylnych (*venae tibiales anteriores et posteriores*) oraz żył strzałkowych (*venae fibulares*) łączących się z żyłami piszczelowymi tylnymi [1,2,3].

W układzie żył powierzchownych kończyny dolnej występują dwa pnie naczyniowe żyła odstrzałkowa i żyła odpiszczelowa.

Żyłę odstrzałkową (*vena saphena magna*) przebiega wzdłuż bocznej a następnie tylnej powierzchni podudzia w bruzdzie pomiędzy głowami mięśnia brzuchatego łydki, ujście żyły znajduje się w dole podkolanowym do żyły podkolanowej (*vena poplitea*).

Żyła odpiszczelowa (*vena saphena parva*) przebiega wzdłuż powierzchni przyśrodkowej podudzia oraz uda, ujście żyły znajduje się w żyły udowej (*vena femoralis*) poniżej bruzdy pachwinowej przez rozwór odpiszczelowy w powięzi szerokiej uda [1,3,5].

Uwagi kliniczne

• Żyłki żył kończyny dolnej powstają wskutek konieczności przepływu krwi w kierunku przeciwnym do siły grawitacji aby dotarła do serca. Żyły są zaopatrzone w zastawki i zapobiegają cofaniu się krwi. Przyczyną po-

wstawania żyłaków jest drażnienie żył powierzchownych lub ich naciągnięcie, a także niewydolność zastawek żylnych. W wyniku tych procesów pojawia się reflux żylny powodujący poszerzenie się obciążonych odcinków żył i ich kręty przebieg widoczny pod skórą. Żyłaki pojawiają się u osób starszych, ale do czynników ryzyka należą także: otyłość, ciąża oraz utrzymywanie stojącej lub siedzącej pozycji ciała przez dłuższy czas każdego dnia. Nielezione mogą powodować owrzodzenia podudzi oraz zakrzepicę [20].

• Żyłki kończyn dolnych z owrzodzeń lub poszerzonych naczyń o osłabionej ścianie może być także przyczyną krwotoków prowadzących do śmierci [21].

• Zmienności anatomiczne żył powierzchownych kończyn dolnych jest istotna w przypadku operacji żyłaków i warunkują prawidłowo dobraną metodę oraz odpowiedni proces leczenia. Ocenia się liczbę dopływów w miejscu ujścia żyły odpiszczelowej do żyły udowej, lokalizację samej żyły udowej w stosunku do tętnicy udowej, układ połączenia żyły podkolanowej oraz żyły odstrzałkowej, a także ujście gałęzi udowej do żyły odstrzałkowej [22].

Krażenie płucne

Określane jest jako unaczynienie czynnościowe płuc, pozwalające na wymianę gazową. Początek krążenia płucnego znajduje się w prawej komorze serca, z której wychodzi pień płucny. Jego podział na tętnicę płucną prawą oraz lewą prowadzi do bezpośrednio do płuc.

Tętnica płucna prawa i lewa (*arteria pulmonalis dextra et sinistra*) tworzy element korzenia każdego płuca wchodząc do jego wnęki. Wewnątrz płuca tętnica ulega podziałowi zgodnie z podziałem drzewa oskrzelowego obejmującym: tętnice płatowe górną i dolną w płucu lewym oraz tętnice płatowe górną, środkową i dolną w płucu prawym, dalej na tętnice segmentowe zgodne z segmentami oskrzelowo – płucnymi i podsegmentowe. Najmniejsze odgałęzienia tętnice zrazikowe łączą się już bezpośrednio z naczyniami kapilarnymi oplatającymi pęcherzyki płucne. Naczynia kapilarne pęcherzyków płucnych przechodzą w żyłki stopniowo łączące się w większe naczynia żyłne ostatecznie przyjmując formę czterech żył płucnych (*venae pulmonales*): żyły płucnej prawej górnej i dolnej (*vena pulmonalis dextra superior et inferior*) oraz żyły płucnej lewej górnej i dolnej (*vena pulmonalis sinistra superior et inferior*) uchodzących do lewego przedsionka serca.

Unaczynienie odżywcze dla tkanki płucnej prowadzą naczynia oskrzelowe. Są to tętnice oskrzelowe przednie prawe i lewe (*arteriae bronchiales anteriores dextrae et sinistrae*), których źródłem jest tętnica piersiowa wewnętrzna prawa i lewa oraz tętnice

oskrzelowe tylne prawe i lewe (*arteriae bronchiales posteriores dextra et sinistra*) pochodzące z aorty piersiowej.

Uwagi kliniczne

• Zmienności w unaczynieniu odżywczym płuc są istotne w przypadku konieczności usunięcia płata płuca czyli lobektomii, obecnie takie dane są możliwe do uzyskania przy wykorzystaniu angiografii CT z 3D rekonstrukcją [23].

Piśmiennictwo:

1. **Bochenek A, Reicher M.** Anatomia człowieka. tom III. PZWL Warszawa 2007.
2. **Drake LD, Vogl AW, Mitchell AWM.** Gray Anatomia Podręcznik dla studentów. Ed. I polska. Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2010.
3. **Waugh A, Grant A.** Anatomia i fizjologia człowieka w warunkach zdrowia i choroby. Wyd. 1 polskie. Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2012.
4. **Cichocki T, Litwin JA, Mirecka J.** Kompendium histologii. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2009.
5. **Lorkowski J.** Anatomia dla studentów fizjoterapii – repetytorium., Wydawnictwo AFM, Kraków 2011.
6. **Hladki W, Lorkowski J.** Anatomia kliniczna narządów ruchu. Podhalańska Wyższa Szkoła Zawodowa, Nowy Targ 2014.
7. **Woźniak W.** Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2013.
8. **Moore KL, Dalley AF, Agur AMR.** Clinically Oriented Anatomy. 6th Ed Wolters Kluwer/ Lippincott Williams & Wilkins 2010.
9. **Bylsma LC, Gage SM, Reichert H, Dahl SLM, Lawson JH.** Arteriovenous fistulae for haemodialysis: A systematic review and meta-analysis of efficacy and safety outcomes. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2017;54(4):513–522.
10. **Loukas M, Sharma A, Blaak C, Sorenson E, Mian A.** The clinical anatomy of the coronary arteries. J of Cardiovasc Trans Res. 2013;(6):197–207.
11. **Gaudino M, Di Franco A, Rahouma M, Y Tam D, Iannaccone M, Deb S, D’Ascenzo F, Abouarab AA, Girardi LN, Taggard DP, Fremes SE.** Unmeasured confounders in observational studies comparing bilateral versus single internal thoracic artery for coronary artery bypass grafting: a meta-analysis. J Am Heart Assoc. 2018; 6 7(1):e008010.
12. **Karacan A, Turkvatan A, Karacan K.** Anatomical variations of aortic arch branching: evaluation with computed tomographic angiography. Cardiol Young 2014;24(3):485–493.
13. **Klimek-Piotrowska W, Kopeć M, Kochana M, Krzyżewski RM, Tomaszewski KA, Brzego-**

wy P, Walocha J. Configurations of the circle of Willis: a computed tomography angiography based study on a Polish population. *Folia Morphol* 2013; 72(4):293–299.

14. **Nolte J, Angevine JB Jr.** The human brain in photographs and diagrams. Ed 3, St. Louis, 2007 Mosby.

15. **Dimmick SJ, Faulder KC.** Normal Variants of the Cerebral Circulation at Multidetector CT Angiography. RSNA, 2009; radiographics rsna-jnl.org.

16. **Kusztal M, Weyde W, Letachowicz K, Gołębowski T, Letachowicz W.** Anatomical vascular variations and practical implications for access creation on the upper limb. *J Vasc Access* 2014;15(7):70–75.

17. **Kornafel O, Baran B, Pawlikowska I, Laszczyński P, Guziński M, Sasiadek M.** Analysis of anatomical variations of the main arteries branching from the abdominal aorta, with 64-detector computer tomography. *Pol J Radiol* 2010;75(2):38-45.

18. **Prakash, Mokashi V, Rajini T, Shashirekha M.** The abdominal aorta and its branches: anatomical variations and clinical implications. *Folia Morphol* 2011; 70(4):282–286.

19. **Demirtas H, Degirmenci B, Celik AO, Umul A, Aktas AR, Parpar T.** Anatomic variations of popliteal artery: evaluation with 128-section CT -angiography in 1262 lower limbs. *Diagn Interv Imaging* 2016; 97(6):635–642.

20. **Heller JA, Evans NS.** Varicose veins. *Vasc Med* 2015;20(1):88–90.

21. **Serra R, Lelapi N, Bevacqua E, Rizzuto A, De Caridi G, Mafalda M, Casella F, Di Mizio G, De Franciscis S.** Haemorrhage from varicose veins and varicose ulceration: a systematic review. *Int Wound J* 2018;15(5):829–833.

22. **Kim R, Lee W, Park F, Yoo JY, Chung JW.** Anatomic variations of lower extremity venous system in varicose vein patients: demonstration by three-dimensional CT venography. *Acta Radiol* 2017;58(5):54 – 49.

23. **Fourdrain A, De Dominicis F, Blanchard C, Iquille J, Lafitte S, Beuvry P, Michel D, Merlusc G, Havet E, Berna P.** Three-dimensional CT angiography of anatomic variations in the pulmonary arterial tree. *Surg Radiol Anat* 2018; 40(1):45–53.