

Rafał Szajkowski

Zastosowanie ultrasonografii dopplerowskiej
z podwójnym obrazowaniem
w diagnostyce wybranych patologii
tętnic kończyn dolnych

Klinika Chirurgii Ogólnej i Naczyń
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego
w Poznaniu

Rozprawa doktorska

Promotor : Dr hab. med. Marcin Gabriel prof. UM

Poznań 2010

Niniejszą pracę dedykuję
mojej żonie Karolinie
i mojemu synowi Maurycemu

Spis treści

Skróty	1
1. Wstęp	3
1.1 Zarys historyczny diagnostyki naczyniowej	3
1.2 Wybrane metody diagnostyczne wykorzystywane w diagnostyce naczyniowej	5
1.2.1 Ultrasonografia dopplerowska z podwójnym obrazowaniem	5
1.2.2 Angiografia	10
1.2.3 Angiografia tomografii komputerowej	12
1.3 Wybrane zagadnienia z patologii tętnic.....	14
1.3.1 Jatrogenne powikłania po nakłuciu tętnic	14
1.3.1.1 Jatrogenne tętniaki rzekome	14
1.3.1.2 Jatrogenne przetoki tętniczo-żylne	17
1.3.2 Miażdżycowe niedokrwienie kończyn dolnych	20
1.3.2.1 Diagnostyka	22
1.3.2.2 Leczenie przewlekłego niedokrwienia kończyn dolnych	23
2. Cele	25
3. Pacjenci i metodyka badań	26
3.1 Wpływ lokalizacji komory tętniaka rzekomego na skuteczność terapii zachowawczej	26
3.2 Jatrogenne przetoki tętniczo-żylne	28
3.3 Diagnostyka zespołu niebieskich palców	30
3.4 Znaczenie mapowania dupleksowego tętnic w diagnostyce przedoperacyjnej.....	33
3.5 Metodologia zabiegów diagnostycznych	35
3.5.1 Badanie dopplerowskie z podwójnym obrazowaniem tętnic kończyn dolnych	35
3.5.2 Zabiegi endowaskularne	38
3.5.3 Angiografia tomografii komputerowej	39
3.6 Metody statystyczne	39
4. Wyniki	41
4.1 Skuteczność terapii uciskowej.....	41

4.2	Jatrogenne przetoki tętniczo-żylne	44
4.3	Zespół niebieskich palców	49
4.4	Miażdżycowe niedokrwienie kończyn dolnych	58
4.4.1	Porównanie DUAM i DSA.....	59
4.4.2	Porównanie DUAM i KT-angio	62
4.4.3	Powikłania i koszty procedur diagnostycznych	65
5.	Omówienie	67
5.1	Jatrogenne tętniaki rzekome	67
5.2	Jatrogenne przetoki tętniczo-żylne	70
5.3	Zespół niebieskich palców	74
5.4	Dupleksowa diagnostyka przedoperacyjna u pacjentów z miażdżycowym niedokrwieniem kończyn dolnych	79
6.	Wnioski	87
7.	Streszczenie	88
7.1	Streszczenie w języku polskim	88
7.2	Streszczenie w języku angielskim (summary)	91
8.	Piśmiennictwo	94

Skróty

ABI - *ankle-brachial index* – wskaźnik kostka-ramię

AFC - *arteria femoralis communis* – tętnica udowa wspólna

AFS - *arteria femoralis superficialis* – tętnica udowa powierzchowna

APF - *arteria profunda femoris* – tętnica głęboka uda

ATA - *anterior tibial artery* – tętnica piszczelowa przednia

BMI - *body mass index* – wskaźnik masy ciała

BTS - *blue toe syndrome* - zespół niebieskich palców

CFA - *common femoral artery* - tętnica udowa wspólna

CFV - *common femoral vein* – żyła udowa wspólna

CIA - *common iliac artery* – tętnica biodrowa wspólna

CLFV - *circumflex lateral femoral vein* – żyła okalająca udo boczna

CUR - celowany ucisk ręczny

CW - *continuous wave* – fala ciągła

DSA - *digital subtraction angiography* – cyfrowa angiografia subtrakcyjna

DUAM - *duplex ultrasound arterial mapping* – dupleksowe przedoperacyjne mapowanie tętnic

EIA - *external iliac artery* – tętnica biodrowa zewnętrzna

FA - *false aneurysm* - tętniak rzekomy

FAP - *false aneurysm profound* - tętniak rzekomy z komorą w przestrzeni podpowięziowej

FAS - *false aneurysm superficial* - tętniak rzekomy z komorą w przestrzeni nadpowięziowej

GSV - *giant saphenous vein* - żyła odpiszczelowa

IAVF - *iatrogenic arteriovenous fistula* - jatrogenna przetoka tętniczo-żylna

KT-angio - angiografia tomografii komputerowej

MDCTA - *multidetector computed tomography angiography* – angiografia wielorzędowej TK

MIP - *maximum intensive projection* – tomograficzna rekonstrukcja przestrzenna

MR-angio - angiografia rezonansu magnetycznego

OB - obserwacja (leczenie zachowawcze)

OP - operacja (leczenie zabiegowe)

OU - opatrunek uciskowy

PA - *popliteal artery* - tętnica podkolanowa

PAD - *peripheral arterial disease* – choroba naczyń obwodowych
PFA - *profound femoral artery* - tętnica głęboka uda
PSV - *peak systolic velocity* - maksymalna prędkość skurczowa
PTA - *posterior tibial artery* – tętnica piszczelowa tylna
PTA - *percutaneous angioplasty* – przezskórna angioplastyka balonowa
PW - *pulse wave* – fala impulsowa
SFA - *superficial femoral artery* - tętnica udowa powierzchowna
SFV - *superficial femoral vein* – żyła udowa powierzchowna
VFC - *vena femoralis communis* – żyła udowa wspólna
VFS - *vena femoralis superficialis* – żyła udowa powierzchowna
2D - *two-dimensional* - dwuwymiarowy
3D - *three-dimensional* – trójwymiarowy

1. Wstęp

1.1 Zarys historyczny diagnostyki naczyniowej

Początki diagnostyki radiologicznej chorób naczyniowych datuje się na lata dwudzieste zeszłego wieku. Za prekursora obrazowych metod badania tętnic uznawany jest portugalski neurolog A.E. Moniz (1874-1955), który w 1927 roku wykonał pierwszą angiografię tętnic wewnątrzczaszkowych w celu lokalizacji guza mózgu, a dziesięć lat później opisał kilka przypadków zwężenia tętnic szyjnych rozpoznanych w badaniu arteriograficznym. W 1929 roku inny Portugalczyk, chirurg R. dos Santos (1880-1970) wykonał pierwszą aortografię naczyń jamy brzusznej wykorzystując opracowaną przez siebie metodę bezpośredniego nakłucia aorty. Pomimo inwazyjności metoda ta była w wielu ośrodkach wykorzystywana jeszcze pod koniec zeszłego wieku.

Prawie równocześnie następował dynamiczny rozwój polskiej diagnostyki radiologicznej chorób tętnic. W końcu lat dwudziestych ubiegłego wieku A. Elektorowicz z Warszawy wykonał pierwsze próby arteriografii u psów. Jako kontrastu używał on 30% jodku sodowego oraz 50-60% abrodilu i thorotrastu. Nakłuwał aortę lub tętnice udowe po ich wcześniejszym wypreparowaniu w znieczuleniu miejscowym. Na początku lat trzydziestych XX wieku Oleński, Kiturakis i Szczerbo wykonali pierwszą w Polsce arteriografię mózgową u pacjenta z guzem mózgu w Klinice Chirurgii Uniwersytetu im. Stefana Batorego w Wilnie.

Przełomowym momentem w rozwoju światowej i polskiej diagnostyki radiologicznej chorób naczyń było opublikowanie w 1953 roku przez szwedzkiego radiologa S.I. Seldingera (1921-1998) metody przezskórnego nakłucia naczynia. Wyeliminowało to prawie całkowicie konieczność wcześniejszego wypreparowywania naczyń lub ich nakłuwania w przestrzeni zaotrzewnowej.

W tym samym okresie J. Bowkiewicz stworzył w Warszawie pierwsze centrum diagnostyki angiograficznej wykorzystując wiedzę zdobytą podczas stażów w Zurichu, Bonn, Paryżu i Mineapolis. Od 1959 roku rozpoczął organizowanie kursów szkoleniowych kształcących angiorediologów. Dalszym etapem był rozwój radiologii zabiegowej.

Naturalnym zakresem zmian była próba połączenia osiągnięć radiodiagnostyki i chirurgii zabiegowej. W 1964 roku Amerykanie Ch. Dotter i M. Judkins wykonali w Portland pierwszą

przezskórną angioplastykę, poszerzając u starszej kobiety tętnicę udową w zagrożonej, z powodu zaawansowanych zmian miażdżycowych, amputacją kończynie. Natomiast już w 1967 roku odbyła się pierwsza polska przezskórną angioplastyka, którą wykonał w Katowicach Z. Wawrzynek. Było to wewnątrznacyniowe udrożnienie tętnicy udowej metodą Dottera z wykorzystaniem zestawu własnej produkcji. W 1974 roku A. Gruntzig i W. Hopff z Zurichu wprowadzili elastyczny, dwukanałowy cewnik z cylindrycznym balonem, który przyczynił się do dalszego, gwałtownego rozwoju i szerokiego rozpowszechnienia przezskórnych metod leczenia wewnątrznacyniowego.

Połowa lat sześćdziesiątych XX wieku to początek rozwoju nieinwazyjnej techniki badania tętnic opartej na zastosowaniu fal ultradźwiękowych oraz zjawisku Dopplera, czyli tzw. ultrasonografii dopplerowskiej. W 1967 roku McLeod opracował i opisał metodę pomiaru przepływu krwi w tętnicy z uwzględnieniem jego kierunku. Udoskonalone badanie dopplerowskie, zwane także metodą „ślepego Dopplera”, jest nadal wykorzystywane w diagnostyce przesiewowej patologii nacyniowej oraz w ocenie patologii naczyń wewnątrzczaszkowych. Jednakże najszerszej obecnie stosowaną techniką diagnostyki nieinwazyjnej naczyń jest badanie dopplerowskie z podwójnym obrazowaniem, powstałe z połączenia klasycznego obrazu ultrasonograficznego z obrazowaniem dopplerowskim.

Zdarzeniami poprzedzającymi wprowadzenie aparatów dupleksowych do powszechnego użycia klinicznego było odkrycie przez braci Pierre i Jacques Curie w 1880 roku efektu piezoelektrycznego w kryształach kwarcu i tytanianu baru, dzięki czemu stworzono podwaliny generowania i odbierania fal ultradźwiękowych. W 1918 roku P. Langevin wykorzystał odkrycie braci Curie budując piezoelektryczny generator ultradźwiękowy wykorzystywany do wykrywania i namierzania okrętów podwodnych. Pierwszym urządzeniem pozamilitarnym wykorzystującym ultradźwięki był „*supersonic reflectoscope*” zbudowany w 1941 roku przez F. Friestone z Uniwersytetu w Michigan i służący do wykrywania wad w metalach. Pierwsze medyczne zastosowanie reflektoskopu jest zasługą wiedeńskiego neurologa K.T. Dussika, próbującego w 1946 roku wykryć obecność guzów w mózgu. W 1951 roku powstał pierwszy skaner obrazujący narządy w prezentacji dwuwymiarowej z modulacją jasności, tzw. prezentacją B. Trzy lata później Szwedzi I. Edler i H. Hertz przedstawili skaner ultradźwiękowy pracujący w trybie M-mode umożliwiającą obrazowanie ruchu zastawek serca. Natomiast w 1955 roku S. Satomura i Y. Nimura przeprowadzili pierwszą analizę ruchu zastawek serca z wykorzystaniem efektu Dopplera. Dziesięć lat później firma Siemens wyprodukowała pierwszy ultrasonograf czasu

rzeczywistego – Vidoson. Ostatecznie rozwój techniki duplexowej był możliwy dzięki zaprojektowaniu przez N. Boma wieloelementowej głowicy elektronicznej w 1971 roku (1-3).

Początek XXI wieku to czas żywiołowego rozwoju nowoczesnej diagnostyki chorób tętnic opartej przede wszystkim na angiografii tomografii komputerowej i rezonansu magnetycznego.

1.2 Wybrane metody diagnostyczne wykorzystywane w diagnostyce naczyniowej

1.2.1 Ultrasonografia dopplerowska z podwójnym obrazowaniem

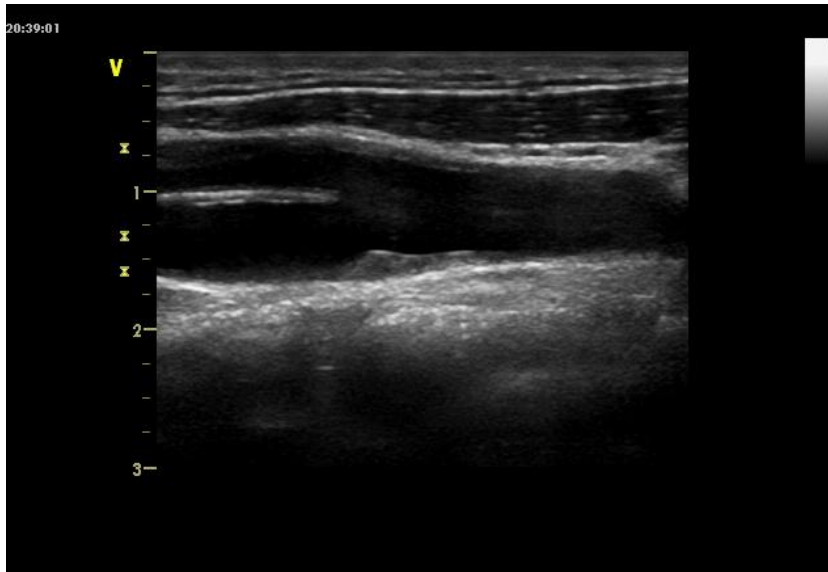
Badanie duplexowe jest połączeniem dwóch metod diagnostycznych, tzn. obrazowania ultrasonograficznego i wykorzystania zjawiska Dopplera.

Ultrasonografia jest nieinwazyjną metodą diagnostyczną umożliwiającą uzyskanie obrazu przekroju badanego obiektu. Wykorzystuje ona zjawisko rozchodzenia się, rozpraszania i odbicia fali ultradźwiękowej na granicy ośrodków. Prędkość rozchodzenia się fali ultradźwiękowej w tkankach miękkich wynosi średnio 1540 m/s. W ultrasonografii medycznej wykorzystywane są ultradźwięki w zakresie częstotliwości od 2 do 50 MHz. Źródłem fali ultradźwiękowej jest przetwornik zamieniający prąd elektryczny w dźwięk, zbudowany z piezoelektryków, czyli kryształów zmieniających swój kształt wskutek zmian napięcia elektrycznego (4).

Odbity i powracający sygnał ultradźwiękowy wprawia w drganie przetwornik powodując powstanie różnicy potencjałów w elemencie piezoelektrycznym. Amplitudę powracającego sygnału, zależną od stopnia odbicia lub rozproszenia ech oraz od osłabienia sygnału podczas jego przechodzenia przez tkankę, można przedstawić w funkcji czasu. Przyjmuje się przy tym, że opóźnienie powracającego echa odpowiada odległości pomiędzy przetwornikiem a głębokością, na której umiejscowiony jest obserwowany obiekt. Jednocześnie różnicę amplitudy sygnału można przedstawić jako zróżnicowaną jasność plamki na ekranie. Ten sposób obrazowania określany jest mianem prezentacji B (*B-mode*) (ryc. 1.1).

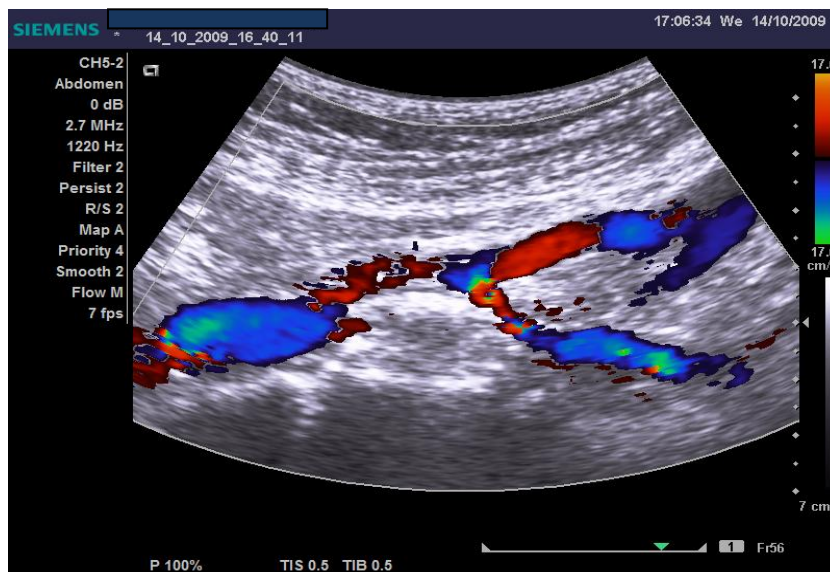
Jakość uzyskiwanego obrazu jest uzależniona m.in. od rodzaju użytej głowicy. W większości przypadków wykorzystuje się ciągi składające się ze 128 elementów, rozmieszczonych w szeregu. W przypadku głowic liniowych, wykorzystywanych zazwyczaj w diagnostyce naczyń obwodowych, szereg ma 3,5-4 cm długości. Umożliwia on uzyskanie prostokątnego

obrazu, którego pole widzenia, jakość i rozdzielczość są porównywalne w całym zakresie głębokości badanego obszaru (ryc. 1.1).



Rycina 1.1 Podział tętnicy szyjnej wspólnej w prezentacji B. Wykorzystanie głowicy liniowej umożliwia uzyskanie obrazu w kształcie prostokąta, którego pole widzenia, jakość i rozdzielczość są porównywalne w całym zakresie głębokości badanego obszaru.

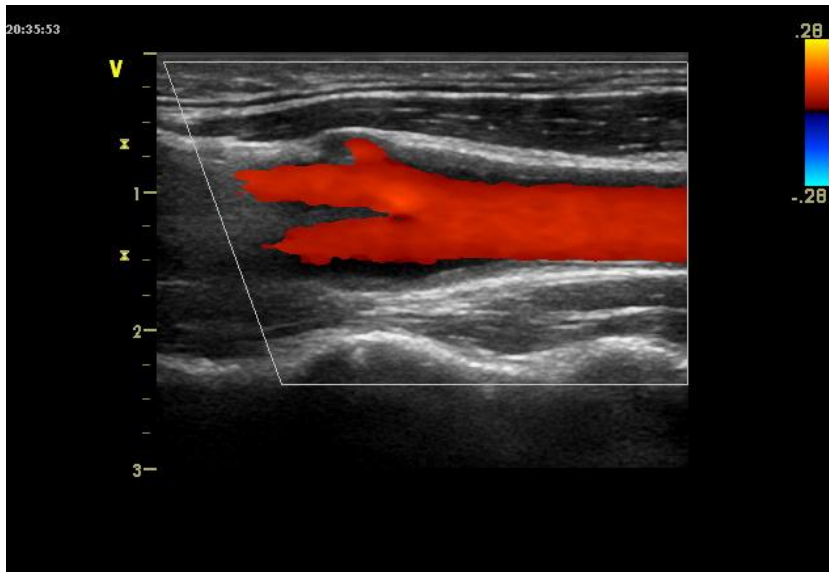
Natomiast w głowicach konwexowych stosowane są szeregi krzywolinijne, w których poszczególne wiązki ulegają odchyleniu, a obraz układa się wachlarzowato. W części obrazu umiejscowionego przy przetworniku linie skanowe przebiegają bliżej siebie, zwiększając odległość między sobą w miarę zwiększania głębokości. Poszerzenie pola widzenia związane jest z pogorszeniem jakości (rozdzielczości) w głębszych partiach obrazu. Szeregi krzywoliniowe stosuje się głównie w obrazowaniu narządów jamy brzusznej (ryc. 1.2) (5, 6).



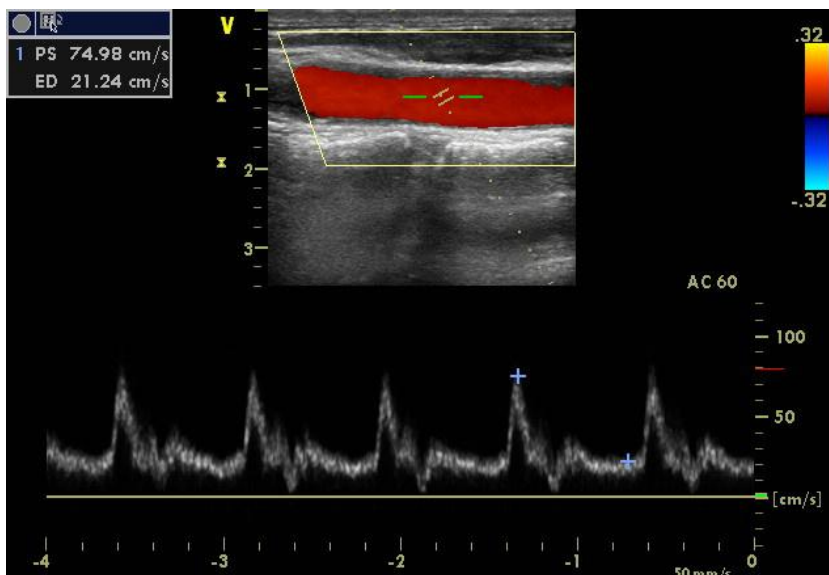
Rycina 1.2 Obraz układu tętnic biodrowych uzyskany przy użyciu głowicy konwexowej – zwężenie dalszego odcinka tętnicy biodrowej wspólnej.

Obrazowanie w prezentacji B umożliwia: zlokalizowanie badanego naczynia oraz opisanie jego cech morfologicznych (przede wszystkim średnicy i struktury ściany naczyniowej z

pomiarem grubości kompleksu intima-media) oraz wykrycie i charakterystykę występujących złogów miażdżycowych lub przyściennych skrzeplin. Niemożliwe jest natomiast określenie parametrów hemodynamicznych przepływu krwi. Taką możliwość uzyskuje się w przypadku połączenia prezentacji B z badaniem dopplerowskim. Uzyskuje się w ten sposób badanie dupleksowe, czyli połączenie w jednym obrazie dwóch funkcji, tzn. B-mode i obrazowania kolorowego (ryc. 1.3) lub B-mode i obrazowania spektralnego (ryc. 1.4) (4).



Rycina 1.3 Podział tętnicy szyjnej wspólnej w badaniu dupleksowym - prezentacja B z użyciem funkcji Dopplera kolorowego.



Rycina 1.4 Tętnica szyjna wspólna w prezentacji tripleksowej – prezentacja B z jednoczesnym użyciem funkcji Dopplera kolorowego i spektralnego.

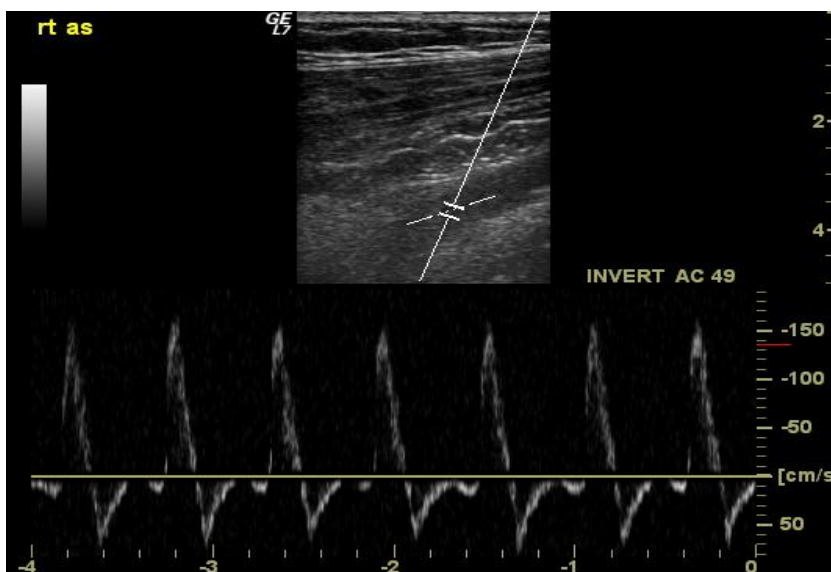
Zjawisko Dopplera polega na względnej zmianie obserwowanej częstotliwości fali dźwiękowej w następstwie wzajemnego przemieszczania się źródła dźwięku i obserwatora. Odkrycie powyższej zależności było udziałem dwóch fizyków, pracujących niezależnie od siebie, tzn. Ch. Dopplera w 1842 roku i A.H. Fizeaua w 1848 roku (7). Jakkolwiek pierwotnie

badania przeprowadzano w układzie „nieruchomy obserwator i poruszające się źródło dźwięku”, to w aparatach dopplerowskich wykorzystuje się układ nieruchomego źródła i „obserwatora” z ruchomym przedmiotem odbijającym falę dźwiękową (w tym przypadku – elementami morfotycznymi krwi). Obserwowane zmiany częstotliwości określane są mianem przesunięcia dopplerowskiego, którego wartość jest proporcjonalna do względnych prędkości elementów układu. Analiza przesunięcia umożliwia określenie prędkości oraz kierunku przepływu krwi w naczyniach (5, 8).

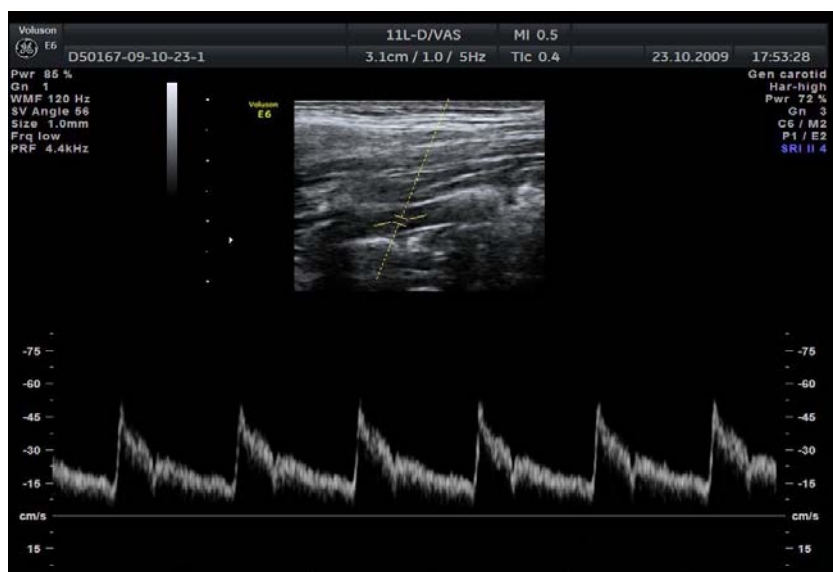
Graficzny zapis badania dopplerowskiego określany jest mianem widma przepływu. Jego kształt, odzwierciedlający hemodynamikę przepływu w naczyniu, umożliwia rozróżnienie dwóch typów przepływu, tzn. wysoko- i niskooporowy. Pierwszy (ryc. 1.5) charakteryzuje się relatywnie dużymi wartościami maksymalnej prędkości skurczowej, dużą amplitudą prędkości oraz wystąpieniem krótkiej fazy przepływu wstecznego, zlokalizowanej na granicy skurczu i rozkurczu komór serca. Tętnice z wysokooporowym przepływem zaopatrują mięśnie (5, 9).

Przepływ niskooporowy (ryc. 1.6) charakteryzuje się relatywnie mniejszymi wartościami maksymalnej prędkości skurczowej i małą amplitudą prędkości. Jest to przepływ jednokierunkowy, bez fazy zatrzymania lub zmiany kierunku. Fizjologicznie przepływ niskooporowy jest charakterystyczny dla naczyń zaopatrujących narządy mięszone – np. tętnic: szyjnej wewnętrznej, kręgowej, wątrobowej, śledzionowej, nerkowej.

Wystąpienie niskooporowego spektrum w tętnicach „mięśniowych” wskazuje na patologiczny charakter przepływu, wywołany przez obecność hemodynamicznie istotnej przeszkody lub niedrożności zlokalizowanej pomiędzy sercem a miejscem pomiaru (9).



Rycina 1.5 Przepływ wysokooporowy w tętnicy podobojczykowej.



Rycina 1.6 Przepływ niskooporowy w tętnicy kręgowej.

W tradycyjnej ultrasonografii dopplerowskiej fale ultradźwiękowe emitowane są w sposób ciągły (metoda fali ciągłej – CW), natomiast w ultrasonografii typu „duplex” - pulsacyjnie (metoda impulsowa – PW). W odniesieniu do badania dopplerowskiego metodą fali ciągłej nie istnieje górna granica prędkości krwi, którą można zmierzyć. Brak jest natomiast informacji o głębokości z jakiej pochodzi sygnał, a aparat rejestruje ruch krwi we wszystkich naczyniach znajdujących się na drodze wiązki ultradźwięków. Znajduje ona zastosowanie w prostych, przenośnych systemach wykorzystywanych do badań przesiewowych, do oceny tętna u płodu oraz w kardiologii do oceny szybkich przepływów w obrębie zastawek serca (5, 10).

Zastosowanie metody impulsowej jest ograniczone istnieniem górnej granicy prędkości przepływu, jaką można oznaczyć tą techniką. Jednakże metoda ta umożliwia dokładne określenie głębokości przebiegu naczynia oraz ocenę ruchu krwi w jednym, wybranym naczyniu poprzez umieszczenie w jego świetle (pod kontrolą obrazu w prezentacji B) tzw. bramki próbkującej. Wiarygodne pomiary przepływu uzyskiwane są tylko wówczas, gdy kąt insonacji zawarty między wiązką ultradźwięków a długą osią naczynia nie przekracza 60° .

Badanie dopplerowskie z podwójnym obrazowaniem jest jedną z podstawowych metod diagnostycznych w chorobach naczyń. Obrazowanie dupleksowe, dzięki istotnej czułości i specyficzności, nieinwazyjności oraz powszechnej dostępności, stało się podstawową metodą badawczą w diagnostyce chorób układu żylnego oraz tętnic szyjnych i kręgowych. W pierwszym przypadku badania dupleksowe prawie całkowicie wyparły stosowaną wcześniej flebografię. W drugim przypadku w wielu ośrodkach badanie dupleksowe jest uznawane za

wystarczające do kwalifikacji chorych ze zwężeniem tętnic szyjnych do wdrożenia leczenia zabiegowego (8, 11).

Należy jednakże pamiętać, że badanie dupleksowe oprócz wymienionych powyżej zalet, charakteryzuje się szeregiem ograniczeń. Najpoważniejszym jest subiektywność oceny. Konieczność uwzględnienia podczas obrazowania szeregu parametrów ustawienia aparatu, ustawienia głowic oraz brak jednolitych kryteriów rozpoznawania patologii umożliwiają postawienie zupełnie różnych rozpoznań podczas badania tych samych odcinków naczyń przez różnych ultrasonografistów. Wydaje się, że jedynym czynnikiem zwiększającym trafność postawionych rozpoznań jest odpowiednie wykształcenie i zdobycie doświadczenia przez osoby wykonujące badania.

Kolejnym problemem jest ograniczona wiedza osób wykonujących badania na temat podstaw terapii zachowawczej i zabiegowej w zakresie patologii naczyniowej. Ta składowa warunkuje z jednej strony przygotowywanie nieprawidłowych wyników lub tworzenie rutynowych opisów, często mało przydatnych w konkretnych sytuacjach klinicznych.

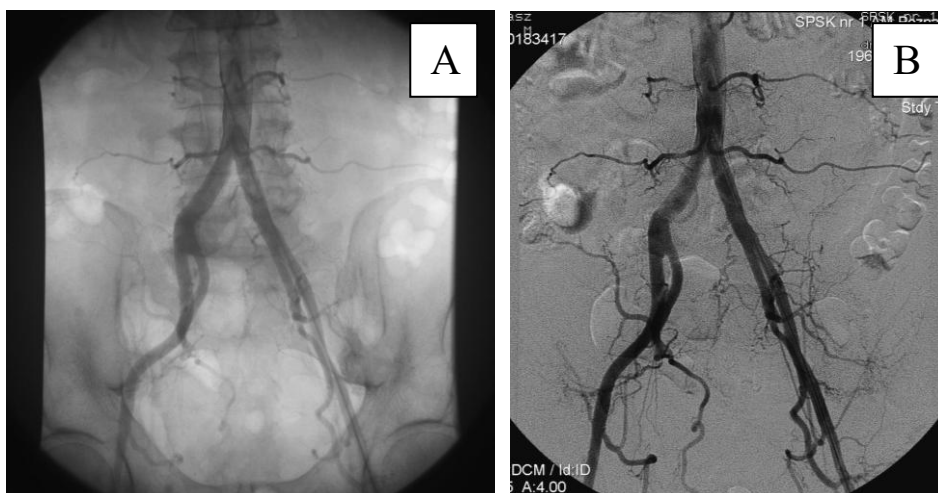
Innym problemem jest trudność w jednoznacznym przedstawieniu wyników. Brak jest w piśmiennictwie szczegółowych wytycznych odnośnie przedstawiania wyników badania, szczególnie w odniesieniu do układu tętniczego (1, 11). Rekonstrukcje przedstawione w dalszej części pracy są bardzo sugestywne i porównywalne w formie wizualnej z obrazami uzyskanymi w cyfrowej angiografii subtrakcyjnej (DSA) lub angiografii tomografii komputerowej (KT-angio). Jednakże ich wykonanie jest pracochłonne. Natomiast łatwiejszy do wykonania opis jest często negowany przez chirurgów/angiologów przyzwyczajonych do samodzielnej oceny zdjęć (12).

1.2.2 Angiografia

Angiografia to inwazyjne badanie układu naczyniowego polegające na iniekcji jodowego środka cieniującego do światła naczynia krwionośnego i rejestracji przepływu krwi cieniującej na seryjnych zdjęciach rentgenowskich. W zależności od rodzaju badanego naczynia krwionośnego rozróżnia się: arteriografię (badanie tętnic) i flebografię (badanie żył). Wstrzyknięcie środka cieniującego do światła tętnicy lub żyły odbywa się najczęściej przez cewnik wprowadzony do układu naczyniowego po przezskórnym nakłuciu naczynia lub znacznie rzadziej bezpośrednio przez kaniulę igły umieszczoną w jego świetle. W celu badania tętnicy głównej i jej rozgałęzień cewnik wprowadza się do aorty, najczęściej po

nakłuciu tętnicy udowej, natomiast dla zobrazowania układu żylnego najczęściej stosuje się nakłucie i cewnikowanie żyły udowej lub jednej z żył powierzchownych okolicy zgięcia łokciowego. Przeskórne nakłucie naczyń krwionośnych (zarówno tętnicznych jak i żylnych) odbywa się za pomocą tzw. metody Seldingera. W metodzie tej po nakłuciu naczynia specjalną igłą i uzyskaniu wypływu krwi wprowadza się do jego światła metalowy lub teflonowy przewodnik. Następnie igłę usuwa się, a na przewodnik nawleka się odpowiedni cewnik.

Dawniej przepływ krwi cieniującej przez badany obszar naczyniowy rejestrowano za pomocą serii zdjęć rentgenowskich, taśmy kinematograficznej lub magnetycznej. Aktualnie obrazy pojawiające się na wtórnym ekranie wzmacniacza elektronowego zapisywane są w postaci cyfrowej w układach pamięciowych systemu komputerowego (tzw. cyfrowa angiografia subtrakcyjna – DSA). W pierwszej fazie badania (przed podaniem środka cieniującego) wykonuje się ekspozycję wstępną dla uzyskania obrazu wzorcowego – tzw. tła. Dalsze ekspozycje rejestrują poszczególne fazy napływu środka cieniującego. Obrazy te ulegają subtrakcji (odejmowaniu) w stosunku do tła (ryc. 1.7 – arteriografia i cyfrowa angiografia subtrakcyjna tego samego odcinka naczyń). W ten sposób eliminuje się obraz struktur kostnych z pozostawieniem naczyń wypełnionych krwią cieniującą. Główne zalety cyfrowej angiografii subtrakcyjnej to: niewielkie stężenie środka cieniującego (2-3%) potrzebne do uwidocznienia naczyń oraz duża rozdzielczość kontrastowa umożliwiająca zobrazowanie aorty i jej głównych gałęzi po dożylnym podaniu środka cieniującego bez potrzeby cewnikowania naczyń. Wadą tej techniki natomiast jest mniejsza (w porównaniu z rutynową angiografią) rozdzielczość przestrzenna (11, 13).



Ryciny 1.7 Arteriografia (A) i cyfrowa angiografia subtrakcyjna (B) tego samego odcinka naczyń.

1.2.3 Angiografia tomografii komputerowej

Angiografia tomografii komputerowej jako jedna z metod badawczych układu naczyniowego szczególnie zyskała na znaczeniu w momencie wprowadzenia do praktyki klinicznej wielorzędowej spiralnej tomografii komputerowej.

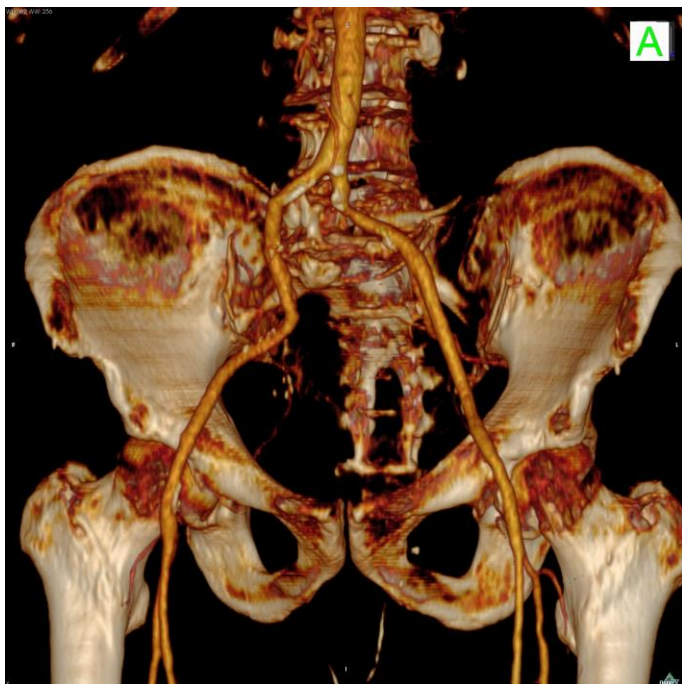
Istotą badania jest wykonanie wielu poprzecznych przekrojów ciała po dożylnym podaniu środka cieniującego i zobrazowanieżądanego naczynia krwionośnego w czasie jego optymalnego wysycenia. W związku z tym ważne jest dokładne określenie obszaru zainteresowania i czasu napływu krwi cieniującej do badanej tętnicy lub żyły. Jodowy środek cieniujący najczęściej wstrzykuje się do jednej z żył powierzchownych okolicy zgięcia łokciowego. W związku z indywidualnymi różnicami w prędkości przepływu krwi w łożysku naczyniowym zaleca się próbną iniekcję 20 ml 60% preparatu z równoczesnym skanowaniem badanego naczynia z prędkością jednego przekroju na sekundę. Aktualnie większość tomografów wielorzędowych posiada automatyczny system umożliwiający wyznaczenie optymalnego programu badania. Diagnostyczną dawkę środka cieniującego o objętości 120-150 ml podaje się przy pomocy strzykawki automatycznej z prędkością 3-5 ml/s. Badanie rozpoczyna się z opóźnieniem ustalonym w czasie próbnej iniekcji i polega na wykonaniu w fazie bezdechu kilkudziesięciu lub kilkuset częściowo nakładających się przekrojów obrazowanego obszaru anatomicznego (13).

Angiografia wielodetektorowej tomografii komputerowej (MDCTA - *multidetector computed tomography angiography*) umożliwia szybkie obrazowanie całej kończyny dolnej oraz jamy brzusznej w czasie jednego zatrzymania oddechu, z dużą rozdzielczością. Głównymi ograniczeniami MDCTA są: użycie relatywnie dużej objętości jodowego środka cieniującego, ekspozycja na promieniowanie jonizujące oraz obecność wielopoziomowych, uwapnionych, przyściennych złogów utrudniających ocenę naczynia (11, 14).

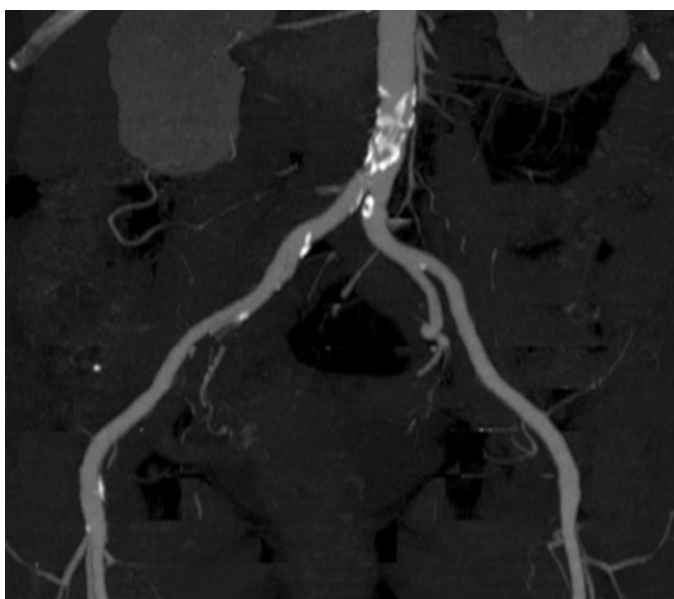
Uzyskane w trakcie skanowania dane cyfrowe można przetwarzać praktycznie w dowolny sposób. Najczęściej stanowią one źródło różnorodnych obrazów rekonstrukcyjnych ułatwiających rozpoznanie charakteru i rozległości procesu patologicznego. Najważniejsze ze stosowanych rekonstrukcji to:

- prezentacja trójwymiarowa pozwalająca odzwierciedlić przestrzenne stosunki anatomiczne oraz ściany naczynia niezależnie od kierunku projekcji (ryc. 1.8),

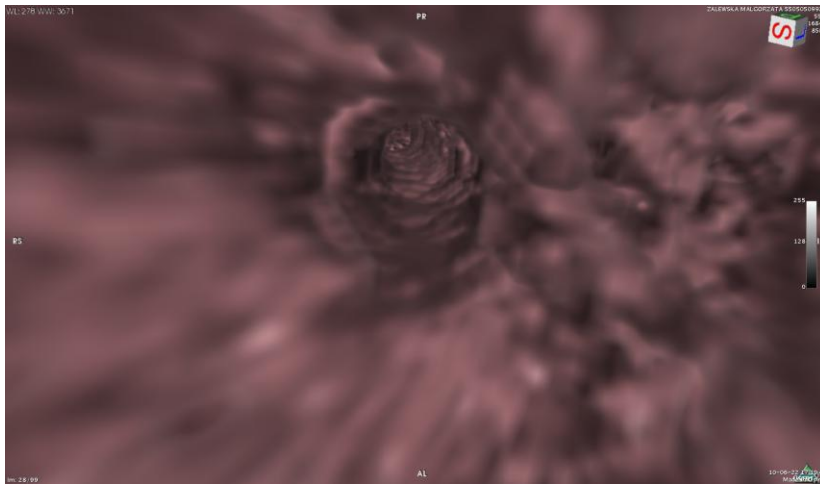
- prezentacja pikseli wybranych w zależności od reprezentowanych wartości pochłaniania promieni X; algorytm oznaczony akronimem MIP umożliwia uwidocznienie naczyń z „wymazaniem” towarzyszących im struktur kostnych i tkanek miękkich (ryc. 1.9),
- prezentacja wnętrza naczyń z zastosowaniem dedykowanych programów wirtualnej endoskopii (ryc. 1.10).



Rycina 1.8 Prezentacja 3D.



Rycina 1.9 Prezentacja MIP.



Rycina 1.10 Prezentacja

wnętrza naczyń z zastosowaniem dedykowanych programów wirtualnej endoskopii.

1.3 Wybrane zagadnienia z patologii tętnic

1.3.1 Jatrogenne powikłania po nakłuciu tętnic

Wg piśmiennictwa 0,02-7% zabiegów endowaskularnych może być powikłanych powstaniem tętniaka rzekomego (FA) (15-17), natomiast powikłaniem 0,005-2,8% zabiegów wewnątrznacyniowych może być jatrogenna przetoka tętniczo-żylna (IAVF) (18-23).

Spośród tzw. dużych powikłań naczyniowych po diagnostycznym lub leczniczym nakłuciu tętnic w pachwinach tętniaki rzekome stanowią 61,2-82% zdarzeń. Do rzadziej występujących powikłań zalicza się duże krwiaki (11,2-23,1%), przetoki tętniczo-żylne (1,2-11,7%), krwotoki zewnętrzne (6,1-8,6%), niedrożność dużych pni tętniczych (zakrzepica, rozwarstwienie ściany; 3,1-9,8%), a nawet bakteriemię lub posocznicę (19, 24-26).

1.3.1.1 Jatrogenne tętniaki rzekome

Charakterystyczną cechą morfologiczną tętniaka rzekomego jest brak naturalnego ograniczenia zmiany przez elementy strukturalne ściany naczyniowej. Patologiczne poszerzenie powstaje w wyniku przerwania ciągłości ściany tętnicy. Wypływ krwi do otaczających tkanek utrzymuje się tak długo, dopóki nie nastąpi wyrównanie ciśnienia w przestrzeni otaczającej z ciśnieniem tętniczym (27). Utrzymany pozostaje ciągły, wirowy przepływ w obrębie zmiany, z rytmicznym wylewaniem się krwi do jamy tętniaka podczas

skurczu oraz z jej powrotem do naczynia w trakcie rozkurczu. Bezpośrednio po powstaniu wynacznienia rozmiary tętniaka rzekomego są ograniczone przez rozwarstwione tkanki (28).

Z biegiem czasu dochodzi do wytworzenia pseudotorebki otaczającej komorę tętniaka rzekomego, wytworzonej z przyściennej skrzepliny podlegającej stopniowej organizacji (włóknieniu). Procesowi temu towarzyszy pokrywanie wnętrza jamy tętniaka komórkami śródbłonna, migrującymi ze światła uszkodzonego naczynia. Zjawisko to istotnie ogranicza prawdopodobieństwo samoistnego wykrzepnięcia zmiany, a także zmniejsza skuteczność leczenia zachowawczego przy pomocy ucisku (29-31).

W poniższej analizie uwzględniliśmy wyłącznie jatrogenne tętniaki rzekome powstałe w następstwie nakłucia tętnicy w celach diagnostycznych lub leczniczych. Pominęliśmy natomiast tętniaki zespoleniowe.

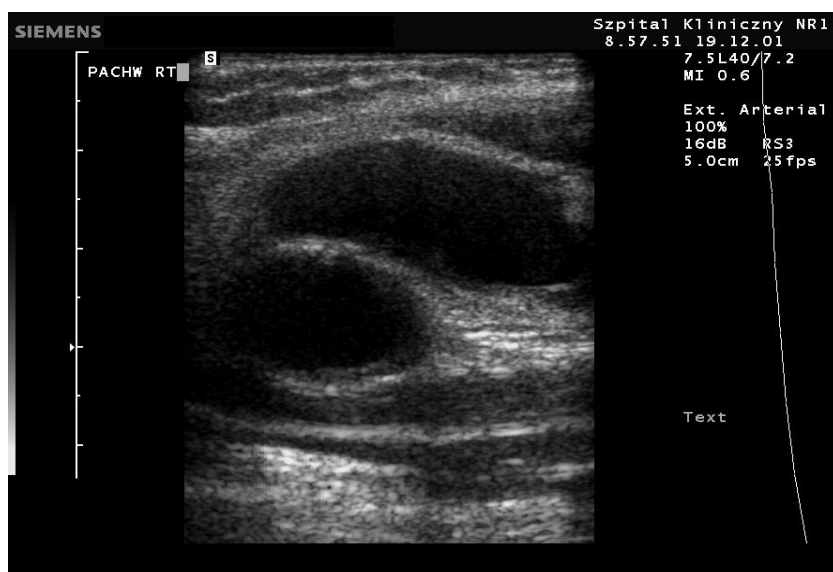
W dotychczasowych publikacjach wymienionych zostało szereg czynników mogących zwiększać ryzyko powstania tej postaci powikłania. Należą do nich: płeć żeńska, BMI > 28 (ze szczególnym uwzględnieniem otyłości brzusznej), niewyrównane nadciśnienie tętnicze, obecność zmian miażdżycowych w miejscu nakłucia tętnicy, podaż leków przeciwzakrzepowych, antyagregacyjnych lub trombolitycznych (15, 16, 18, 29, 32). W ostatnim okresie pojawiły się doniesienia o wpływie miejsca nakłucia tętnicy na ryzyko powstania tętniaka rzekomego. Panuje przekonanie, że szczególnie niekorzystne jest nakłucie tętnic: ramiennej, udowej powierzchownej i głębokiej uda (31, 33-35). Najmniejsze ryzyko powstania tętniaka rzekomego obserwowane jest w przypadku wykonywania zabiegów diagnostycznych (koronarografia, angiografia naczyń obwodowych). Ryzyko powstania zmiany wzrasta 0,5-3-krotnie w przypadku angioplastyki, ok. 10-krotnie po zabiegach aterectomii i ok. 20-krotnie po wykonaniu kontrpulsacji wewnątrzortalnej (25, 36-38).

Objawy kliniczne tętniaków rzekomych charakteryzują się ograniczoną specyficznością. Poza danymi z wywiadu o nakłuciu lub urazie naczyń często zgłaszanymi dolegliwościami są parestezje w miejscu nakłucia skóry i ich częste promieniowanie wzdłuż nerwu udowego (39, 40). W badaniu przedmiotowym można zaobserwować obecność tętniącego guza w okolicy nakłucia skóry, wystąpienie szmeru naczyniowego oraz powstanie dużego lub powiększającego się krwiaka (28, 31). Spośród wymienionych powyżej objawów największe znaczenie przypisuje się wystąpieniu ciągłego szmeru naczyniowego, nieobecnego przed wykonaniem procedury endowaskularnej. Jednocześnie należy pamiętać o możliwości występowania tętniaków bezobjawowych, wykrywanych przypadkowo nawet po kilkunastu miesiącach od czasu nakłucia tętnicy.

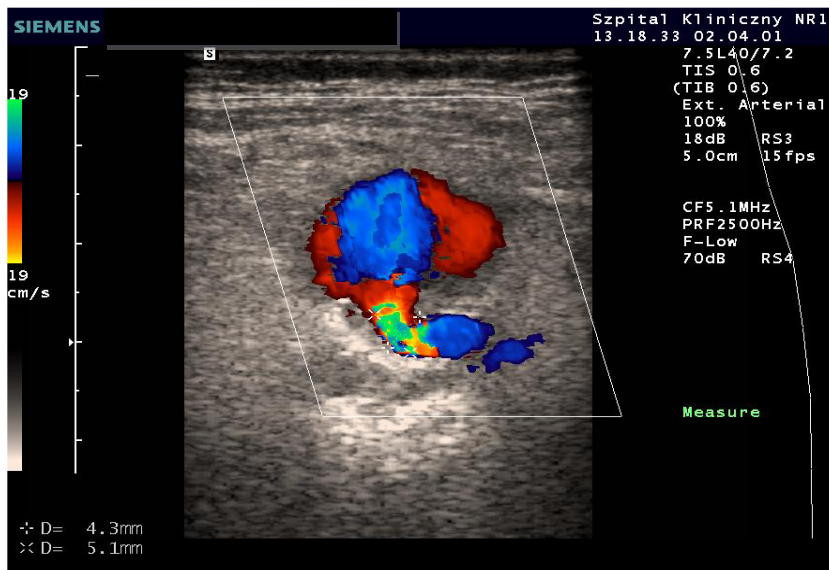
Ze względu na ograniczoną skuteczność badania klinicznego, w przypadku podejrzenia obecności zmian patologicznych w miejscu nakłucia, należy każdorazowo wykonać badania dodatkowe. W przypadku uszkodzenia ciągłości powłok nad tętnicą (np. oskalpowanie, oparzenie, zmiżdżenie) zalecanymi badaniami są: DSA, KT- lub MR-angio. W pozostałych przypadkach badaniem z wyboru jest badanie dopplerowskie z podwójnym obrazowaniem. Czułość i specyficzność powyższych czterech badań w wykrywaniu tętniaków rzekomych jest porównywalna (28, 41), natomiast dostępność, koszty oraz możliwość powtórzenia badań przemawiają jednoznacznie za stosowaniem badań dopplerowskich (41-43).

Tętniaki rzekome w prezentacji B uwidaczniają się w postaci owalnych, dobrze ograniczonych przestrzeni o zmniejszonej echogeniczności (ryc. 1.11). Część wypełniona treścią płynną jest hypoechogeniczna lub bezechowa. Strefa skrzeplin przyściennych, w zależności od ich wieku, a więc i stopnia zwłóknienia, zmienia swą echogeniczność od hypoechogenicznej („świeże” skrzepliny) do normo- lub nawet hyperechogenicznej („stare”, zwłókniałe skrzepliny). W większości przypadków w celu uwidocznienia przepływu konieczne jest użycie Dopplera kolorowego. W większości przypadków tętniak uwidacznia się w postaci „gejzeru” krwi wtryskiwanej z dużą prędkością z ubytku w ścianie naczynia do wnętrza komory (28, 42, 44, 45) (ryc. 1.12).

Metody leczenia jatrogennych tętniaków rzekomych można podzielić na dwie grupy. Z jednej strony stosowane jest leczenie zachowawcze, obejmujące obserwację bez podejmowania zabiegów leczniczych, opatrunek uciskowy, celowany ucisk ręczny oraz celowany ucisk głowicą ultrasonograficzną. Z drugiej strony tętniaki rzekome zaopatrywane są zabiegowo przez: ostrzykiwanie trombiną, operacyjne zaopatrzenie „wrót” lub implantację stentgraftu (24, 25, 32, 39, 46).



Rycina 1.11 Wielokomorowy tętniak rzekomy tętnicy udowej wspólnej w prezentacji B.



Rycina 1.12 Tętniak rzekomy tętnicy ramiennej – „wrota” zlokalizowane na bocznej ścianie naczynia.

1.3.1.2 Jatrogenne przetoki tętniczo-żylne

Jatrogenne przetoki tętniczo-żylne (IAVF) powstają w następstwie jednoczesnego nakłucia tętnicy i leżącej w bezpośrednim sąsiedztwie żyły. Po usunięciu igły utrzymuje się drożność kanału łączącego obydwa naczynia. W przeciwieństwie do tętniaków rzekomych przetoki powstają stosunkowo rzadko. Ich powstanie towarzyszy 0,005-0,14% zabiegów na naczyniach obwodowych oraz 0,3-2,8% zabiegów kardiologicznych (18, 20, 43, 47-49).

Czynnikiem sprzyjającym powstaniu przetoki tętniczo-żylnej jest nakłucie tętnicy udowej w odcinku poniżej podziału tętnicy udowej wspólnej (CFA) (20, 39). Opinie dotyczące istotności innych czynników są podzielone. O ile w niektórych pracach wskazywano na częste występowanie przetok u chorych w starszym wieku (50), otyłych (19) oraz w przypadku wykorzystania introduktorów o większej średnicy podczas zabiegów leczniczych (51), to w większości prac istnienie takich zależności wykluczono lub uznano ich wpływ za statystycznie nieistotny (47).

Jatrogenne przetoki tętniczo-żylne najczęściej przebiegają bezobjawowo. Rzadko występujące parestezje nie są nasilone bardziej niż po nie powikłanym nakłuciu tętnicy. Najczęstszym objawem klinicznym mogącym wskazywać na powstanie przetoki jest pojawienie się po zabiegu ciągłego szmeru nad miejscem nakłucia skóry. Zazwyczaj jest on cichy, a drżenie tkanek okołonaczyniowych jest słabo wyczuwalne.

Każdy przypadek klinicznego podejrzenia powstania przetoki tętniczo-żylnej wymaga weryfikacji w badaniach dodatkowych. Badaniem pierwszego wyboru, charakteryzującym się

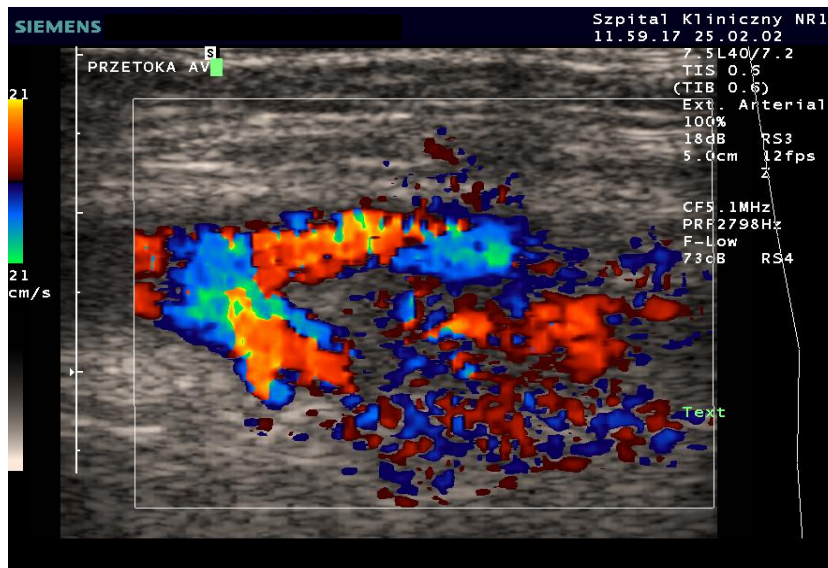
szeroką dostępnością, niskimi kosztami oraz najwyższą czułością i specyficzną, jest ultrasonografia dopplerowska z podwójnym obrazowaniem.

Kanał przetoki, niezależnie od średnicy, długości, przebiegu oraz wielkości przepływu jest zazwyczaj niewidoczny w prezentacji B. Pomocne jest natomiast zastosowanie Dopplera kolorowego. W przypadku obecności IAVF w tkankach okołonaczyniowych powstają wibracje, widoczne w postaci licznych kolorowych plam (ryc. 1.13).

Nasilenie wibracji (intensywność plamek) oraz obszar ich występowania są proporcjonalne do wielkości przecieku. Obecność IAVF warunkuje zmianę charakteru przepływu w poszczególnych odcinkach naczyń uczestniczących w tworzeniu przetoki. Rycina 1.14 przedstawia przepływy w otoczeniu przetoki wytworzonej pomiędzy przednią ścianą odcinka bliższego tętnicy głębokiej uda (AFP) a tylną ścianą żyły udowej powierzchownej (VFS) (23, 52).

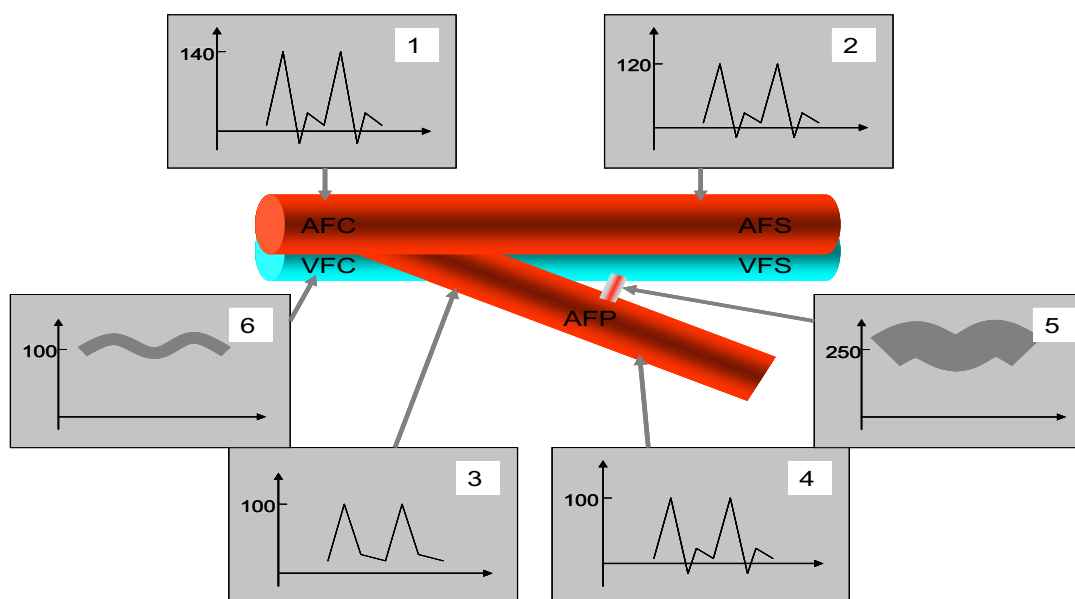
W różnicowaniu IAVF należy uwzględnić krótkoodcinkowe hemodynamicznie istotne zwężenie, rozwarstwienie ściany i odwarstwienie blaszki miażdżycowej w świetle nakłutej tętnicy. Uważa się, że 5-10% tętniaków rzekomych współistnieje z przetokami tętniczo-żylnymi, których obecność znamienne pogarsza skuteczność leczenia zachowawczego.

W przypadku dużego przecieku faza rozkurczowa przepływu w szyi tętniaka może ulec całkowitemu zaniknięciu, co może dodatkowo utrudniać wykrycie nietypowych postaci tętniaków rzekomych (53).



Rycina 1.13 Jatrogenna przetoka tętniczo-żylna wytworzona pomiędzy przednią ścianą tętnicy głębokiej uda a tylną ścianą żyły udowej powierzchownej. Liczne kolorowe plamki w okolicy przetoki odpowiadają drganiom otaczających tkanek.

Rycina 1.14 Spektrum przepływu w poszczególnych naczyniach tworzących przetokę powstałą pomiędzy przednią ścianą tętnicy głębokiej uda a tylną ścianą żyły udowej powierzchownej.



1. AFC – przepływ o prawidłowym spektrum, wysokooporowy, trójfazowy; w przypadku przetok z dużym przeciekiem objętość przepływu może wzrosnąć, w porównaniu ze stroną przeciwną;
2. AFS – najczęściej przepływ niezmienny, w porównaniu z sytuacją sprzed nakłucia; u pacjentów bez istotnych zmian miażdżycowych przepływ wysokooporowy, trójfazowy;
- 3 i 4. AFP – w odcinku bliższym w stosunku do przetoki (3) zmniejsza się oporowość przepływu, ze zmianą spektrum z trój- na dwufazowe; prędkość średnia przepływu zwiększa się, natomiast PSV ulega obniżeniu, w porównaniu ze stroną przeciwną; w odcinku dalszym (4) w stosunku do lokalizacji wrót oporowość przepływu wzrasta, co skutkuje ponownym pojawieniem się przepływu trójfazowego, którego prędkość i objętość będą mniejsze, w porównaniu ze stroną przeciwną;
5. kanał przetoki – szybki lub bardzo szybki, niskooporowy przepływ w kierunku żyły o małej amplitudzie skurczowo-rozkurczowej;
6. VFC – w odcinku dalszym w stosunku do przetoki istnieje możliwość odwrócenia kierunku przepływu; w odcinku bliższym dosercowy przepływ ulega przyspieszeniu, przyjmując niekiedy charakter niskooporowego przepływu tętniczego z ograniczeniem lub ze zniesieniem pulsacji oddechowej.

W przypadku powstania wątpliwości diagnostycznych istnieje możliwość wykonania kolejnych badań radiologicznych. W DSA oraz w KT-angio przetoka uwidacznia się w postaci szybkiego przechodzenia środka cieniującego z tętnicy do naczyń żylnych, jeszcze w trakcie fazy tętniczej badania. Rezonans magnetyczny charakteryzuje się mniejszą czułością i specyficznością w wykrywaniu przetok, w porównaniu z KT-angio (23, 54).

Rzadko występujące objawy kliniczne oraz duża ilość powikłań towarzyszących leczeniu zabiegowemu przetoki tętniczo-żylniej powodują, że zalecana jest daleko idąca wstrzeżliwość w podejmowaniu inwazyjnych form leczenia. Na podstawie dotychczasowych obserwacji wykazano, że w ciągu 12 miesięcy wykrzepnięciu ulega 38-90% przetok (47, 55), z tego ok. 70% zamyka się w ciągu pierwszych 4 miesięcy. Jakkolwiek brak jest jednoznacznych kryteriów pozwalających na określenie prawdopodobieństwa

wykrzepnięcia zmiany, to wydaje się, że możliwość zakończenia stosowania terapii przeciwwzkrzepowej zwiększa odsetek przetok ulegających samoistnemu zamknięciu.

Wdrożenia leczenia zabiegowego wymaga tylko 12-19% przetok (15, 54, 55), głównie w przypadku wystąpienia objawów klinicznych, będących następstwem dużego przecieku, tj. upośledzenia ukrwienia obwodowego kończyn, przeciążenia prawokomorowego lub dokuczliwych parestezji nerwu udowo-goleniowego. Zasadniczą formą leczenia zabiegowego jest operacyjne zaopatrzenie ubytków w ścianach naczyń tworzących przetokę.

1.3.2 Miażdżycowe niedokrwienie kończyn dolnych

Całkowita częstość występowania pacjentów z chorobą tętnic obwodowych (*peripheral arterial disease* - PAD) wynosi 3–10% populacji, wzrastając do 15–20% u osób powyżej 70 roku życia (56, 57). Objawy występują trzykrotnie częściej u mężczyzn, czemu obok uwarunkowań genetycznych sprzyja częstsze palenie papierosów (58, 59). Szacuje się, że w około 98% przypadków przyczyną rozwoju objawów przewlekłego niedokrwienia kończyn dolnych są zmiany miażdżycowe. Pozostałe przyczyny, takie jak: choroba Buergera i inne choroby o podłożu zapalnym, przerost włóknisto-mięśniowy, następstwa ostrego niedokrwienia kończyn dolnych i zespoły uciskowe są rozpoznawane tylko u ok. 2% pacjentów (60).

Udowodnionymi czynnikami ryzyka rozwoju zmian miażdżycowych są: wzrastający wiek, cukrzyca, nadciśnienie tętnicze, palenie tytoniu, przewlekłe stany zapalne oraz zaburzenia gospodarki lipidowej. Niedokrwieniu kończyn dolnych często towarzyszy choroba niedokrwienna serca (ok. 25% pacjentów) lub objawy niedokrwienia mózgu (10-15%) (61-66).

Do najczęściej występujących dolegliwości należą: parestezje, uczucie wychłodzenia lub zwiększona wrażliwość stóp na zimno, chromanie przestankowe (głównie w postaci bólu lub osłabienia mięśni łydek, rzadziej pośladków, pod wpływem wysiłku fizycznego), ból spoczynkowy i rozwój zmian martwiczych. Objawy kliniczne zgłaszane przez pacjentów są zależne od: stopnia zwężenia/niedrożności naczyń, lokalizacji zmian w poszczególnych odcinkach naczyniowych, stopnia rozwoju krążenia obocznego oraz stopnia zaangażowania pacjenta w realizację zaleconej terapii zachowawczej, szczególnie treningu marszowego (11, 59).

Do określenia nasilenia objawów klinicznych wykorzystuje się klasyfikację według Fontaine'a (tabela 1.1) (60).

Tabela 1.1 Stopnie niedokrwienia kończyn dolnych według klasyfikacji Fontaine'a

stopień zaawansowania	objawy kliniczne
I	bez objawów klinicznych lub występowanie mrowienia i zwiększonej wrażliwości stóp na zimno
IIa	chromanie przestankowe z dystansem przejścia > 200 m
IIb	chromanie przestankowe z dystansem przejścia < 200 m
III	ból spoczynkowy
IV	martwica, zgorzel

W zależności od głównej lokalizacji zmian miażdżycowych wyróżnia się cztery postaci choroby (11, 60):

- 1) niedrożność aortalno-biodrowa, występująca u 10-30% pacjentów. Charakteryzuje się znaczącym nasileniem objawów, z drętwieniem, osłabieniem siły mięśniowej lub z chromaniem całych kończyn i mięśni pośladkowych. Specyficzną postacią niedrożności aortalno-biodrowej jest zespół Lériche'a związany z wybiórczą niedrożnością dalszego odcinka aorty brzusznej, impotencją oraz objawami przewlekłego niedokrwienia obu kończyn dolnych. Jakkolwiek leczenie zabiegowe wymaga rozległych operacji lub interwencji endowaskularnych to uzyskiwane wyniki są dobre, z długotrwałymi pozytywnymi skutkami,
- 2) niedrożność udowo-podkolanowa, dotycząca do 70% pacjentów. Zmiany rozwijają się zazwyczaj w dalszym odcinku tętnicy udowej powierzchownej, w miejscach podlegających silnym naprężeniom podczas zginania kończyny w stawie kolanowym. Szerzenie się procesu miażdżycowego w kierunku bliższym lub współwystępowanie procesów zakrzepowych sprzyja rozwojowi niedrożności całej tętnicy udowej powierzchownej. Krążenie oboczne jest zazwyczaj zachowane za pośrednictwem tętnic: głębokiej uda i podkolanowej. Leczenie zabiegowe stosowane w przypadku niedrożności tętnicy udowej powierzchownej

charakteryzuje się ograniczoną skutecznością, głównie pod względem długości zachowania drożności implantowanych stentów lub pomostów naczyniowych,

3) niedrożność obwodowa, występująca u 8-15% pacjentów, często współistnieje z cukrzycą. Wymaga ona różnicowania z innymi schorzeniami, szczególnie z chorobą Buergera. Często towarzyszą jej zmiany martwicze na stopach. Rokowanie co do uzyskania istotnej poprawy jest niepewne, jakkolwiek w ostatnim czasie nadzieję wzbudziła możliwość wykonywania angioplastyk balonowych naczyń obwodowych (67),

4) niedrożność wielopoziomowa, dotycząca 10-20% pacjentów.

1.3.2.1 Diagnostyka

Rozpoznanie przewlekłego niedokrwienia kończyn dolnych można postawić na podstawie wywiadu i badania przedmiotowego z uwzględnieniem obecności tętna na poszczególnych tętnicach. W celu weryfikacji rozpoznania wstępnego i w celu monitorowania przebiegu leczenia korzystne jest określenie wskaźnika kostka-ramię (*ankle-brachial index* – ABI). Spoczynkowy ABI, wynoszący $< 0,9$ wskazuje na hemodynamicznie istotne zwężenie tętnic i często jest używany jako hemodynamiczna definicja choroby tętnic obwodowych. U pacjentów objawowych ABI $< 0,9$ cechuje się 95-procentową czułością w wykrywaniu PAD ze zmianami w arteriografii i prawie 100-procentową swoistością w identyfikacji zdrowych osób (11).

Głównym celem metod obrazowych jest identyfikacja zmian tętnicznych, które nadają się do rewaskularyzacji za pomocą techniki wewnątrznaczyniowej lub otwartej techniki chirurgicznej. Obecnie stosowanymi metodami obrazowania są: ultrasonografia dupleksowa, angiografia, KT- i MR-angio. Wybierając metodę obrazowania, należy wziąć pod uwagę potencjalne działania niepożądane i przeciwwskazania.

Jakkolwiek większość autorów uznaje wiodącą rolę ultrasonografii dopplerowskiej z podwójnym obrazowaniem w ocenie umiejscowienia i zaawansowania zmian miażdżycowych to w różny sposób ocenia się jej przydatność w obrazowaniu przedoperacyjnym. Część autorów potwierdza jej wartość wyłącznie w śledzeniu przebiegu choroby i ocenie wyników leczenia. Autorzy ci uznają za mało bezpieczne kwalifikowanie chorych do leczenia zabiegowego wyłącznie na podstawie badania dupleksowego, które jakoby nie daje możliwości jednoznacznej oceny napływu i warunków odpływu z planowanych pomostów (60). Część autorów uznaje znaczenie badania dupleksowego w planowaniu pomostowania

udowo-podkolanowego (56, 68). Niektórzy lekarze wykonują zabiegi rekonstrukcyjne wyłącznie na podstawie mapowania dupleksowego (11, 12, 69).

W podręcznikach chirurgii naczyniowej za złoty standard przedoperacyjnej diagnostyki przewlekłego niedokrwienia kończyn dolnych uznaje się arteriografię klasyczną lub cyfrową angiografię subtrakcyjną. Zaznacza się jednocześnie, że badanie to powinno być wykonywane wyłącznie u pacjentów zakwalifikowanych wstępnie do leczenia zabiegowego (60). W ostatnich miesiącach coraz częściej pojawiają się sugestie konieczności ograniczenia roli DSA w diagnostyce przedoperacyjnej. Podstawowym argumentem jest inwazyjność metody z możliwością wystąpienia szeregu powikłań przy coraz szerszej dostępności innych badań diagnostycznych. Rozwój technologiczny dokonujący się w ostatnim czasie uwarunkował olbrzymi postęp w możliwości obrazowania naczyń w badaniach angiograficznych tomografii komputerowej i rezonansu magnetycznego.

Zalety MR-angio to: bezpieczeństwo użycia i możliwość szybkiego uzyskania wysokiej rozdzielczości, trójwymiarowych (3D) obrazów całej jamy brzusznej, miednicy i kończyn dolnych w jednym badaniu. Trójwymiarowa natura rezonansu magnetycznego sprawia, że obrazy można obracać i oceniać w nieskończonej liczbie płaszczyzn. Jednakże używana siła pola magnetycznego uniemożliwia wykonanie badania u pacjentów ze stymulatorem serca, czy implantami (np. kręgosłupa). Technika wyklucza także < 5% pacjentów z klaustrofobią, niepoddającą się sedacji. Stenty umieszczone w segmentach naczyń obwodowych mogą powodować zaburzenia utrudniające ocenę tych odcinków (11, 13).

Według zaleceń przedstawianych na międzynarodowych kongresach jednak właśnie te badania powinny być uznane za podstawową formę obrazowania przedoperacyjnego, natomiast użycie klasycznej angiografii powinno generalnie ograniczać się do wykonywania zabiegów endowaskularnych.

1.3.2.2 Leczenie przewlekłego niedokrwienia kończyn dolnych

Podstawową formą terapii przewlekłego niedokrwienia kończyn dolnych jest leczenie zachowawcze obejmujące:

- eliminację czynników ryzyka w celu zahamowania postępu choroby, ze zwróceniem szczególnej uwagi na zaprzestanie palenia tytoniu, modyfikację diety, normalizację masy ciała, poprawę parametrów gospodarki lipidowej (statyny), leczenie chorób towarzyszących (m.in. cukrzycy, nadciśnienia tętniczego) (70-73) oraz

- ograniczenie lub wyeliminowanie objawów niedokrwienia, ze szczególnym uwzględnieniem decydującej roli treningu marszowego w wydłużaniu dystansu chromania przestankowego (74, 75).

Wskazaniem do wdrożenia terapii zabiegowej jest występowanie objawów klinicznych w III lub IV stopniu zaawansowania według klasyfikacji Fontaine'a. W przypadku II stopnia niedokrwienia wskazaniem do operacji może być krótki dystans przejścia bezbólowego, który istotnie pogarsza jakość życia chorego. Uwzględnienie powyższych wskazań odnośnie kwalifikacji chorych z objawami chromania przestankowego warunkuje indywidualne podejście do leczenia zabiegowego, z uwzględnieniem wieku pacjenta i jego ogólnego stanu zdrowia, z oczekiwaniami co do jakości życia oraz ryzyka związanego z przeprowadzeniem planowanej procedury (11, 60).

Do niedawna procedurami dominującymi w zakresie chirurgii naczyniowej były zabiegi udrażniania naczyń lub implantowania pomostów omijających. Obecnie coraz większa grupa chorych zaopatrywana jest technikami endowaskularnymi (67, 76). Jednymi z kryteriów kwalifikujących do wdrożenia poszczególnych procedur są zalecenia TASC II (11).

2. Cele

Wykonanie zaplanowanych badań miało umożliwić określenie:

1. wpływu umiejscowienia komory tętniaka rzekomego w stosunku do powięzi na skuteczność leczenia zachowawczego oraz ryzyko wystąpienia powikłań miejscowych,
2. znaczenia dupleksowej oceny jatrogennej przetoki tętniczo-żylniej w wyborze metody leczenia,
3. roli badania dopplerowskiego z podwójnym obrazowaniem w wykrywaniu przyczyn mikrozatorowości obwodowej na kończynach, warunkującej wystąpienie objawów zespołu niebieskich palców oraz
4. przydatności dupleksowego mapowania przedoperacyjnego tętnic u pacjentów z miażdżycowym niedokrwieniem kończyn dolnych.

3. Pacjenci i metodyka badań

W celu realizacji wymienionych wcześniej celów wyróżnione zostały cztery populacje pacjentów. Zostały one scharakteryzowane w kolejnych podrozdziałach.

3.1 Wpływ lokalizacji komory tętniaka rzekomego na skuteczność terapii zachowawczej

W latach 2006-2008 ocenie poddano grupę 259 chorych, u których w następstwie przeprowadzonych zabiegów endowaskularnych (107 zabiegów diagnostycznych i 152 zabiegi lecznicze) powstał tętniak rzekomy (FA) tętnicy udowej. Chorzy pochodzili z 5 różnych ośrodków, w których wykonywane są zabiegi wewnątrznaczyniowe. Badana populacja obejmowała 140 mężczyzn i 119 kobiet w wieku 36-78 lat (średnio 63,3 lata). Z całej badanej populacji 241 chorych w momencie wykonywania zabiegu diagnostycznego otrzymywało jeden lub dwa leki antyagregacyjne (kwas acetylosalicylowy w dawce 100-150 mg/dobę lub ticlopidynę w dawce 2x250 mg/dobę). Charakterystykę populacji przedstawiono w tabeli 3.1.

Tabela 3.1 Charakterystyka pacjentów leczonych zachowawczo z powodu jatrogenego tętniaka rzekomego powstałego po zabiegu endowaskularnym

Oceniany parametr	Cała populacja	Grupa 1A	Grupa 1B
Liczba pacjentów	259	142	117
mężczyźni / kobiety	140 / 119	84 / 58	56 / 61
Wiek: zakres / średnia \pm odchylenie standardowe (w latach)	36 – 78 63,3 \pm 12,6	36 – 71 61,9 \pm 11,4	39 - 78 65,4 \pm 13,7
BMI: zakres / średnia \pm odchylenie standardowe	16,8 – 44,1 27,8 \pm 7,01	17,5 – 43,9 26,6 \pm 5,1	16,8 – 44,1 29,0 \pm 4,8
Liczba zabiegów diagnostycznych / leczniczych	107 / 152	186	97
Liczba kończyn <i>prawych</i> / <i>lewych</i>	135 / 24	87 / 99	49 / 48%

Procedurę nakłucia i wykonania diagnostycznych lub terapeutycznych zabiegów wewnątrznaczyniowych opisano w rozdziale 3.5.2.

W okresie 6-48 godzin od wykonania nakłucia tętnicy u wszystkich chorych włączonych do badania rozpoznano obecność tętniaka rzekomego. Metodą diagnostyczną wykrywającą zmianę i określającą jej morfologię było badanie dopplerowskie z podwójnym obrazowaniem, którego szczegóły opisano w rozdziale 3.5.1. W badaniu określono morfologię tętniaka, ze szczególnym uwzględnieniem ilości i wielkości komór oraz ich lokalizacji w stosunku do powięzi, jak również umiejscowienia jego „wrót” stosunku do podziału tętnicy udowej wspólnej.

Po potwierdzeniu obecności tętniaka rzekomego w badaniu obrazowym wdrażano leczenie w postaci jednej z dwóch opisanych poniżej form ucisku. Kwalifikacja do poszczególnych sposobów leczenia była uzależniona od obrazu klinicznego oraz od schematu postępowania obowiązującego w ośrodku, w którym chory był leczony. Poszczególne sposoby leczenia dotyczyły:

- 142 chorych (grupa IA, tabela 3.10), u których zastosowano opatrunek uciskowy (OU), tzn. pelotę o rozmiarach ok. 50x50x70 mm, przygotowaną z ciasno zwiniętej ligniny (ryc. 3.1), przykładano w pachwinie, w oznaczonym wcześniej miejscu występowania tętniaka. Ucisk wywierano bandażując okolicę pachwiny opaską elastyczną o dużej rozciągliwości (ryc. 3.2). Po upływie 24 godzin wykonywano kontrolne badanie dupleksowe. W przypadku braku skuteczności ucisk kontynuowano przez kolejne 24 godziny.
- 117 chorych (grupa IB, tabela 3.1), u których zastosowano celowany ucisk ręczny (CUR). Po oznaczeniu lokalizacji tętniaka choremu podawano lek przeciwbólowy i przykładano ucisk ręczny, który utrzymywano przez okres 20-40 min, z 5 minutowymi przerwami co 10 min. Po sesji uciskowej skuteczność zabiegu oceniano w badaniu dopplerowskim z podwójnym obrazowaniem. W przypadku braku skuteczności sesję powtarzano.

Do leczenia uciskowego zakwalifikowano wyłącznie chorych z jednokomorowymi tętniakami rzekomymi o średnicy komory mniejszej niż 50 mm. Kryteriami dyskwalifikującymi chorych od zastosowania terapii zachowawczej były:

- wstrząs hipowolemiczny,
- współwystępowanie jatrogennej przetoki tętniczo-żylniej,
- martwicze zmiany skórne w pachwinie,
- brak zgody pacjenta na zastosowanie tej formy leczenia.



Rycina 3.1 Pelota wykorzystywana w opatrunku uciskowym po nakłuciu tętnicy udowej.



Rycina 3.2 Sposób wykonania opatrunku uciskowego w pachwinie.

3.2 Jatrogenne przetoki tętniczo-żylne

Ocenie poddano grupę 57 chorych, u których w latach 2004-2008 w następstwie przeprowadzonych zabiegów endowaskularnych (tzn. 24 angiografii diagnostycznych oraz 33 zabiegów terapeutycznych naczyń obwodowych lub wieńcowych) powstała jatrogenna przetoka tętniczo-żylna (IAVF) tętnicy udowej. Badana populacja obejmowała 26 mężczyzn i 31 kobiet w wieku 49-76 lat (średnio 69,5 lat). Charakterystykę badanej populacji przedstawiono w tabeli 3.2.

Tabela 3.2 Charakterystyka pacjentów z jatrogenną przetoką tętniczo-żylną powstałą po zabiegu endowaskularnym

Oceniany parametr	Wartość
Liczba pacjentów	57
mężczyźni / kobiety	26 / 31
Wiek: zakres / średnia \pm odchylenie standardowe (w latach)	49 – 76 / 69,5 \pm 8,1
BMI: zakres / średnia \pm odchylenie standardowe	17,9 – 41,3 / 28,2 \pm 6,5
Liczba zabiegów diagnostycznych / leczniczych	24 / 33
Liczba kończyn prawych / lewych	56 / 1

Przebieg procedur wewnątrznaczyniowych opisano w rozdziale 3.5.2. U wszystkich chorych poddanych badaniu wyczuwano tętno na obu tętnicach udowych i podkolanowych.

We wszystkich przypadkach obecność IAVF wykryto po upływie 6-48 godzin od nakłucia tętnicy, na podstawie badania dopplerowskiego z podwójnym obrazowaniem – metodę diagnostyczną opisano w rozdziale 3.5.1. We wszystkich przypadkach badania wykonywane były dwukrotnie, przez dwóch niezależnych, doświadczonych ultrasonografistów. Podczas badania oceniano następujące elementy morfologiczne przetoki: naczynia biorące udział w tworzeniu zmiany, lokalizację obydwóch „wrót” na poszczególnych odcinkach naczyń, długość i przebieg kanału przetoki oraz objętość przecieku tętniczo-żylnego.

W ocenie objętości przepływu przez przetokę zastosowano trzy metody pomiarowe, uwzględniające pole przekroju kanału/naczynia oraz prędkość średnią przepływu w danym miejscu:

- metoda 1 – określenie objętości przepływu bezpośrednio w kanale przetoki; średnicę kanału oznaczono po jego wyznakowaniu przy pomocy Dopplera kolorowego,

- metoda 2 – określenie objętości przepływu w tętnicach udowych: wspólnej (P_{CFA} - powyżej „wrót” przetoki) oraz w powierzchownej i głębokiej (P_{SFA} i P_{PFA} - poniżej „wrót” przetoki) po stronie przetoki. Objętość przecieku tętniczo-żylnego obliczono na podstawie równania:

$$\text{Objętość przecieku} = P_{CFA} - (P_{SFA} + P_{PFA}),$$

- metoda 3 – określenie objętości przepływu w odcinkach bliższych żył udowych wspólnych na obu kończynach. Objętość przecieku tętniczo-żylnego obliczono jako różnicę objętości przepływu po stronie chorej i zdrowej.

Wykorzystując kolejno poszczególne metody wykonano po trzy oznaczenia, uśredniając uzyskane wyniki i zaokrąglając je do pełnych dziesiątek.

Postępowanie terapeutyczne w odniesieniu do obserwowanych pacjentów było uzależnione od występujących objawów, stanu klinicznego chorego oraz od wielkości przecieku.

Kryteriami wdrożenia leczenia zachowawczego były:

- brak objawów klinicznych niewydolności serca,
- przeciek z objętością < 400 ml/minutę,
- obserwacja trwająca < 12 miesięcy,
- zgoda pacjenta na prowadzenie terapii zachowawczej.

Kryteriami wdrożenia terapii zabiegowej były:

- wystąpienie objawów klinicznych niewydolności serca,
- przeciek z objętością > 400 ml/minutę,
- brak skuteczności terapii zachowawczej w okresie 12 miesięcy,
- brak zgody pacjenta na kontynuację terapii zachowawczej,
- współistnienie tętniaka rzekomego.

Leczenie operacyjne polegało na wypreparowaniu uszkodzonego odcinka naczynia i zaopatrzenie „wrót” tętniaka przy pomocy szwu niewchłanialnego lub implantacji łąty naczyniowej. Zabieg kończyło założenie drenu i warstwowe zszywanie powłok.

3.3. Diagnostyka zespołu niebieskich palców

Analizie poddano grupę 92 chorych diagnozowanych i leczonych w latach 2004-2009 z powodu objawów zespołu niebieskich palców (*blue toe syndrome* - BTS) w poradni i na oddziale Kliniki Chirurgii Ogólnej i Naczyń oraz w Klinice Hipertensjologii, Angiologii i Chorób Wewnętrznych Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu. Badana grupa obejmowała 53 mężczyzn i 39 kobiet w wieku 17-88 lata (średnio 63,2 lata) (tabela 3.3).

U wszystkich chorych w okresie od 1 tygodnia do 6 miesięcy przed wykonaniem badań wystąpiły objawy ograniczonego niedokrwienia kończyn górnych lub dolnych w postaci ograniczonego siniego zabarwienia i/lub powstania ogniskowych zmian martwiczych na opuszkach palców i/lub na powierzchni podeszwy stóp (n=83, ryc. 3.3 i 3.4) lub opuszkach palców ręki (n=9, ryc. 3.5).

Powstaniu zmian towarzyszyło wystąpienie dokuczliwego bólu lub pieczenia zmienionych chorobowo miejsc. W żadnym przypadku nie występowały objawy ostrego niedokrwienia całych kończyn, wymagające podjęcia leczenia zabiegowego w trybie pilnym. Choroby towarzyszące oraz przyjmowanie leków modyfikujących krzepliwość krwi przedstawione zostały w tabeli 3.3.



Rycina 3.3 Zespół niebieskich palców u pacjenta z tętniakiem aorty brzusznej.



Rycina 3.4 Ogniskowe zmiany martwicze na stopie u pacjentki z pourazowym tętniakiem rzekomym tętnicy podkolanowej.



Rycina 3.5 Ogniskowe zmiany martwicze na palcach ręki u pacjentki z hemodynamicznie istotnym zwężeniem bliższego odcinka lewej tętnicy pod-obończykowej.

Tabela 3.3 Charakterystyka pacjentów z objawami zespołu niebieskich palców

	liczba (odsetek)
Liczba pacjentów	92
kobiety / mężczyźni	39 / 53
Wiek: zakres / średnia \pm odchylenie standardowe (w latach)	17 - 88 / 53,2 \pm 13,7
BMI: zakres / średnia \pm odchylenie standardowe	17,3 – 40,4 / 26,1 \pm 7,3
palce	65 (70,6%)
hyperlipidemia	53 (57,6%)
cukrzyca	18 (19,6%)
nadciśnienie tętnicze	59 (64,1%)
pacjenci przyjmujący kwas acetylosalicylowy w dawce 100-150 mg/dobę	26 (28,3%)

W celu różnicowania etiologii zmian martwiczych na opuszkach palców pomiędzy skrajnym niedokrwieniem a mikroczatorowością u pacjentów z brakiem tętna na stopach oznaczano wskaźnik kostka-ramię. U wszystkich w/w pacjentów wartość wskaźnika była większa niż 0,7.

U wszystkich chorych doraźnie wdrożono leczenie przeciwkrzepliwe w postaci heparyn drobnocząsteczkowych, w dawce: deltaparyna 0,1 ml/10 kg m.c./dobę lub enoksaparyna 1 mg/kg m.c./dobę oraz wybranych leków wazodylatacyjnych (Buvasodil 2x300 mg, Medargin 3x2 g, Pentoksyfilina 2x600 mg). U wszystkich chorych wykonano badanie dupleksowe aorty i tętnic kończyn górnych lub dolnych, w zależności od lokalizacji zmian chorobowych. Metodologię badania przedstawiono w rozdziale 3.5.1. Badania wykonywało 3

doświadczonych ultrasonografistów. W odniesieniu do części pacjentów prawidłowość wyników badań dupleksowych zweryfikowano na podstawie oceny okołoperacyjnej (n=49), w KT-angio (n=34) lub w DSA (n=22).

Pacjentów, u których w badaniach obrazowych nie wykryto morfologicznych przyczyn wystąpienia mikrozatorowości skierowano do wykonania badań hematologicznych i kardiologicznych.

3.4. Znaczenie mapowania dupleksowego tętnic w diagnostyce przedoperacyjnej

W latach 2008-2009 w prospektywnym, nierandomizowanym badaniu u 103 pacjentów z klinicznymi objawami miażdżycowego niedokrwienia kończyn dolnych wykonano mapowanie dupleksowe tętnic kończyn dolnych (*duplex ultrasound arterial mapping* - DUAM). W 13 przypadkach diagnostyce i leczeniu podlegały jednocześnie obie kończyny, dlatego w badaniu uwzględniono wyniki uzyskane w odniesieniu do 129 kończyn (tabela 3.4).

Kryterium włączenia do badania było przedoperacyjne wykonanie dupleksowego mapowania układu tętniczego, którego rezultaty były porównywane z wynikami innych technik obrazowania tzn. cyfrowej angiografii subtrakcyjnej (DSA, n=90), angiografii tomografii komputerowej (KT-angio, n=29) lub angiografii rezonansu magnetycznego (MR-angio, n=8). W 116 przypadkach uzyskano ostateczną weryfikację podczas zabiegów operacyjnych lub endowaskularnych wykonanych w Klinice Chirurgii Ogólnej i Naczyń Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu.

Pacjentów, u których wykonano badania dupleksowe, ale nie było możliwości weryfikacji uzyskanych wyników w innych badaniach obrazowych lub śródoperacyjnie nie włączono do badania. Najczęstszymi powodami braku zakwalifikowania pacjentów do badania były:

- laboratoryjne objawy niewydolności nerek,
- dyskwalifikacja z przeprowadzenia zabiegu diagnostycznego lub operacyjnego oraz
- brak zgody pacjenta na wdrożenie proponowanych procedur diagnostyki obrazowej lub zabiegów terapeutycznych.

W badaniu uwzględniono dane epidemiologiczne badanej populacji, tzn. wiek, wzrost, masę ciała, wskaźnik BMI, choroby towarzyszące, palenie papierosów, dystans przejścia bezbólowego oraz występowanie bólu spoczynkowego lub klinicznych objawów skrajnego niedokrwienia. Charakterystyka badanej grupy została przedstawiona w tabeli 3.4. Częstość

wykonania poszczególnych badań diagnostycznych przedstawiono w tabeli 3.5. W przypadku ograniczenia diagnostyki przedoperacyjnej wyłącznie do wykonania DUAM prawidłowość uzyskanych wyników określono śródoperacyjnie.

Tabela 3.4 Charakterystyka pacjentów uwzględnionych w badaniu

Oceniany parametr		liczba (odsetek)
Pacjenci: <i>liczba całkowita / mężczyźni / kobiety</i>		103 / 72 / 31
Liczba kończyn: <i>całkowita / lewe / prawe</i>		129 / 74 / 55
Wiek: <i>zakres / średnia ± odchylenie standardowe (lat)</i>		42 – 85 / 65,5 ± 9,8
BMI: <i>zakres / średnia ± odchylenie standardowe</i>		21,1 – 41 / 26,5 ± 3,89
Zaawansowanie kliniczne objawów niedokrwienia według klasyfikacji Fontaine’a <i>liczba kończyn / odsetek</i>	stopień IIa / II b	7 / 21 (5,4% / 16,3%)
	stopień III	69 (53,5%)
	stopień IV	32 (24,8%)
Choroby towarzyszące i czynniki ryzyka <i>liczba pacjentów / odsetek</i>	Palenie papierosów	51 (49,5%)
	Nadciśnienie tętnicze	63 (61,2%)
	Cukrzyca	27 (26,2%)
	Hyperlipidemia	55 (53,4%)
	Choroba niedokrwienna serca	51 / 49,5%
	Przebyte udary niedokrwienne mózgu	12 (11,6%)

Tabela 3.5 Liczba kończyn poddanych poszczególnym badaniom diagnostycznym

	Metody diagnostyczne			
	tylko DUAM	DUAM + DSA	DUAM + KT-angio	DUAM + DSA + KT-angio
Liczba / odsetek kończyn	19 / 14,7%	81 / 63,8%	20 / 15,7%	9 / 7,1%

Badanie dopplerowskie z podwójnym obrazowaniem

Badanie dupleksowe wykonywane było przez dwóch ultrasonografistów, posiadających duże doświadczenie w zakresie diagnostyki dupleksowej naczyń kończyn dolnych. Ponieważ celem przeprowadzonego badania była ocena przydatności DUAM w diagnostyce

przedoperacyjnej, a nie powtarzalność wyników nie analizowano zgodności wyników uzyskiwanych przez obydwóch badających.

We wszystkich przypadkach DUAM było wykonywane w pierwszej kolejności, co wykluczało znajomość wyników innych badań obrazowych. Metodologię badania przedstawiono w rozdziale 3.5.1.

Diagnostyka angiograficzna była wykonywana bądź to jako osobne badanie diagnostyczne, stanowiące podstawę do zaplanowania terapii (n=23), bądź też jako wstęp do zaplanowanego wcześniej leczenia endowaskularnego (n=67).

Procedurę wykonania diagnostycznych i terapeutycznych zabiegów wewnątrznaczyniowych opisano w rozdziale 3.5.2.

3.5 Metodologia zabiegów diagnostycznych

3.5.1 Badanie dopplerowskie z podwójnym obrazowaniem tętnic kończyn dolnych

Badania dupleksowe wykonywano na aparatach Logic 7 firmy GE, Vivid 3 firmy GE, EnVisor R firmy Philips i Sonoline firmy Siemens, przy użyciu głowic konweksowych o częstotliwości 3,5-4,5 MHz i liniowych o częstotliwości 5-12 MHz lub 5-9 MHz. Badania wykonywano w pozycji leżącej na plecach.

We wszystkich omawianych przypadkach naczynia oceniano wstępnie w prezentacji B, a następnie w badaniu dupleksowym z wykorzystaniem Dopplera kolorowego i spektralnego.

W odniesieniu do pacjentów z powikłaniami miejscowymi po zabiegach endowaskularnych zakres badania był ograniczany do oceny tętnic biodrowych zewnętrznych (głowicami konweksowymi) oraz udowych wspólnych i odcinków bliższych tętnic: udowych powierzchownych i głębokich uda. W pierwszej kolejności wykorzystywano aplikacje tętnicze, natomiast w przypadku braku stwierdzenia zaburzeń przepływu badanie powtarzano z wykorzystywaniem aplikacji żylnych.

W przypadku wykrycia obecności tętniaków rzekomych oceniano: liczbę, wielkość i lokalizację komór w stosunku do powięzi, stopień wypełnienia komór skrzeplinami oraz lokalizację „wrót” tętniaków (uszkodzenia ściany tętnicy) na poszczególnych odcinkach tętnic w pachwinie.

U pacjentów z jatrogennymi przetokami tętniczo-żylnymi oceniano: lokalizację przetoki w stosunku do podziału tętnicy udowej wspólnej, naczynia uczestniczące w tworzeniu przecieku, objętość przepływu krwi w tętnicach doprowadzających oraz w żyłach odprowadzających. W rozpoznaniu i określeniu lokalizacji przetoki wykorzystano kryteria przedstawione w pracy Pawlaczyk i wsp. (52).

W przypadku pacjentów z klinicznymi objawami zespołu niebieskich palców ocenie podlegał układ tętniczy całej kończyny. Na kończynach górnych oceniano średnicę i drożność tętnic podobojczykowych, pachowych, ramiennych, promieniowych i łokciowych. W celu wykluczenia obecności zmian w odcinkach bliższych tętnic podobojczykowych po stronie lewej głowicą konweksową ustawioną poprzecznie w *fossa jugularis* uwidaczniano łuk aorty wraz z odejściem gałęzi łuku aorty (ryc. 4.10). Drugim sposobem wykrycia/wykluczenia obecności zmian hemodynamicznie istotnych była ocena charakteru i symetryczności przepływu w tętnicach kręgowych. W przypadku braku stwierdzenia obecności zmian morfologicznych w badanych naczyniach, stanowiących potencjalne źródło mikrozatorowości, wykonywano oceny przepływu w tętnicach i żyłach pachowych podczas prób czynnościowych tj. Adsona, odwiedzenia kończyn i in.

W odniesieniu do kończyn dolnych oceniano: aortę brzuszną oraz tętnice: biodrowe wspólne, biodrowe zewnętrzne, udowe wspólne, udowe powierzchowne, podkolanowe, piszczelowe przednie i piszczelowe tylne. U pacjentów z hemodynamicznie istotnymi zmianami w tętnicach udowych powierzchownych dodatkowo oceniano obecność zwężeń w odcinkach bliższych tętnic głębokich uda. W DUAM nie oceniano drożności tętnic strzałkowych.

W odniesieniu do pacjentów z objawami mikrozatorowości za morfologiczne zmiany stanowiące potencjalne źródło zatorów uznano: krótkoodcinkowe istotne zwężenia, hemodynamicznie istotne zagięcia i uciski z zewnątrz, skrzepliny występujące w tętniakach prawdziwych lub w udrożnionych odcinkach tętnic/proteż oraz tętniaki rzekome.

W części badania oceniającej przydatność DUAM w diagnostyce przedoperacyjnej badania dupleksowe służyły do podania średnicy badanych naczyń oraz lokalizacji potencjalnych zwężeń i niedrożności. Określano umiejscowienie oraz długość każdej zaobserwowanej istotnej hemodynamicznie zmiany. Stopień zwężenia określano na podstawie oceny spektrum przepływu, określając stosunek maksymalnej prędkości skurczowej (PSV - *peak systolic velocity*) w miejscu zwężenia (PSV_S) i w odcinku naczynia położonym w kierunku bliższym od zwężenia (PSV_P). Uwzględnianą w badaniach zależność pomiędzy wartością ilorazu PSV_S/PSV_P a stopniem zwężenia przedstawiono w tabeli 3.6.

Tabela 3.6 Parametry oceny stopnia zwężenia tętnic kończyn dolnych na podstawie analizy spektrum przepływu (12, 69)

wartość ilorazu PSV_S / PSV_P	stopień zwężenia tętnicy
< 2	< 50%
2,0 – 2,5	50% - 60%
> 2,5	60% - 70%
> 3,0	> 70%
liczne zwężenia niepowodujące zmiany ilorazu lub z wartością ilorazu < 2,0	rozsziane zmiany, bez następstw hemodynamicznych
brak przepływu	niedrożność

PSV_S – maksymalna prędkość przepływu w miejscu zwężenia

PSV_P – maksymalna prędkość przepływu w bliższym odcinku naczynia

W przypadku występowania zmian zwężających światło naczynia określano ich echogeniczność, wyróżniając zmiany uwapnione (hiperechogeniczne, ewentualnie z cieniem akustycznym) (ryc. 3.6) i nie uwapnione (hipoechogeniczne lub bezechowe) (ryc. 3.7). Wyniki badań przedstawiano w postaci opisowej lub w postaci rycin, notując jednocześnie wystąpienie wszelkich trudności podczas wykonywania lub interpretacji badania.



Rycina 3.6 Dobrze uwapnione, przyścienne złoże z cieniem akustycznym.



Rycina 3.7 Słabo uwa-
pniony złóg w podziale
tętnicy szyjnej wspólnej.

3.5.2 Zabiegi endowaskularne

Endowaskularne badania diagnostyczne i/lub terapeutyczne wykonano na aparatach: stacjonarnym Integris Allura (Philips Medical Systems, Holandia) w pracowni naczyniowej Działu Radiologii Klinicznej SKPP nr 1 w Poznaniu oraz mobilnym SIAS Angio XL 13 TR Plus (SIAS SpA, Włochy) na sali operacyjnej Kliniki Chirurgii Ogólnej i Naczyń Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu.

Po wykonaniu znieczulenia miejscowego nakłuwano tętnicę udową wspólną po stronie z zachowanym tętnem w pachwinie. Przez introduktor 5-6F (Balton, Polska) do aorty wprowadzano prowadnik (Guide Wire M, Terumo, Belgia) i cewnik diagnostyczny (Cook) przez który podawano niejonowy środek cieniujący (Ultravist 370, Bayer Schering Pharma, Niemcy) w całościowej dawce 50-200 ml, w zależności od ilości i lokalizacji wykonywanych sekwencji. U każdego pacjenta uwidaczniano odcinek dalszy aorty oraz obustronnie tętnice biodrowe, udowe, podkolanowe, piszczelowe i strzałkowe. Badanie wykonywano w prezentacji tylnoprzodniej, a ich wyniki były oceniane przez radiologów lub chirurgów naczyniowych.

Przy kwalifikacji do wdrożenia procedur endowaskularnych przestrzegano zaleceń TASC II (11). W odniesieniu do tętnic biodrowych implantowano stenty: Absolute, Absolute Pro lub Omnilink Elite (Abbott, Szwajcaria), natomiast w odniesieniu do tętnic udowych powierzchownych stenty: Absolute Pro lub Xpert (Abbott, Niemcy). W przypadku naczyń obwodowych zabieg ograniczano do wykonania angioplastyki balonami FoxCross lub Fox SV (Abbott, Szwajcaria).

Podczas zabiegów leczniczych wykorzystywano introduktory o grubości 6-8 F (Balton lub Cook). U zdecydowanej większości pacjentów koszulki naczyniowe usuwano bezpośrednio po zakończeniu zabiegu. Każdorazowo po usunięciu introduktorów stosowano miejscowy ucisk ręczny, trwający 10-15 minut, a następnie zakładano opatrunek uciskowy z pelotą, utrzymywany przez kolejne 6 godzin. Bezpośrednio po zdjęciu opatrunku uciskowego pachwiny badano palpacyjnie i osłuchiowano w celu wczesnego wykrycia obecności tętniaków rzekomych i jatrogennych przetok tętniczo-żylnych.

Podczas zabiegu endowaskularnego pacjenci otrzymywali heparynę niefrakcjonowaną podawaną dożylnie w bolusie 5-7 tys. jednostek. W ciągu pierwszej doby otrzymywali heparyny drobnocząsteczkowe w dawce leczniczej (deltaparynę w dawce 200 j/kg m.c./dobę lub enoksaparynę w dawce 1,5 mg/kg m.c./dobę). W przypadku implantacji stentów w pierwszej dobie włączano dwa leki antyagregacyjne, tzn. kwas acetylosalicylowy w dawce 150-325 mg/dobę oraz ticlopidynę w dawce 2x250 mg/dobę lub clopidogrel w dawce 1x150 mg/dobę.

3.5.3 Angiografia tomografii komputerowej

Badania KT-angio tętnic kończyn dolnych wykonywane były przy użyciu 4-rzędowego tomografu komputerowego marki Toshiba Aquilion TSX-101A. Po dożylnym podaniu 100-140 ml jodowego, niejonowego środka cieniującego (Optiray, Iomeron, Omnipaque lub Visipaque) przy pomocy strzykawki automatycznej wykonywano jednorazowe skanowanie aorty brzusznej i tętnic kończyn dolnych (od poziomu tętnic nerkowych do poziomu podziału tętnic podkolanowych). Do oceny naczyń wykorzystywano obrazy skanów poprzecznych (warstwy wyjściowe o grubości 5 mm i warstwy rekonstruowane o grubości 1,6 mm) oraz obrazy rekonstruowane. Badania były opisywane przez radiologów.

3.6 Metody statystyczne

Cechy ilościowe zostały scharakteryzowane przy pomocy następujących wartości: średniej arytmetycznej, mediany, minimum, maksimum oraz odchylenia standardowego. Do opracowania statystycznego danych z rozkładem normalnym wykorzystano testy parametryczne, natomiast dane bez rozkładu normalnego analizowano przy użyciu testów nieparametrycznych. Do weryfikacji różnic pomiędzy podgrupami w rozkładzie cechy ilościowej lub cechy wyrażonej w skali porządkowej użyty został test Manna-Whitneya.

Testem Chi-kwadrat weryfikowana była zależność pomiędzy dwiema cechami jakościowymi. Stwierdzone zależności uznawane były za istotne statystycznie, gdy ich poziom istotności p był równy lub mniejszy od 0,05.

Obliczenia wykonane zostały przy użyciu pakietu statystycznego „Statistica” firmy StatSoft.

4. Wyniki

4.1 Skuteczność terapii uciskowej

Średnica komór tętniaków wynosiła: w grupie I 17-46 mm (średnio 32 ± 11 mm), natomiast w grupie II 21-50 mm (średnio 36 ± 9 mm) ($p=0,8$). Wykrzepnięcie tętniaka rzekomego obserwowano u: 23,2% chorych leczonych opatrunkiem uciskowym i 77,8% chorych z zastosowaniem celowanego ucisku ręcznego (tabela 4.1) ($p=0,03$).

Tabela 4.1 Skuteczność poszczególnych technik uciskowych w zależności od wybranych parametrów morfologii tętniaka rzekomego w grupie leczonej opatrunkiem uciskowym (grupa I) i celowanym uciskiem ręcznym (grupa II)

grupa (liczebność)	korzystne efekty terapii	skuteczność terapii w tętniakach o średnicy komory		skuteczność terapii tętniaków zlokalizowanych	
		< 35 mm	≥ 35 mm	nadpowięziowo	podpowięziowo
I (n = 142)	23,2%	29,8%	16,6%	76,2%	14,5%
II (n = 117)	77,8%	83,5%	67%	71,4%	78,6%

Prawdopodobieństwo wykrzepnięcia jamy tętniaka było istotnie uzależnione od trzech czynników: wielkości jamy tętniaka, BMI oraz lokalizacji „wrót” tętniaka w zakresie poszczególnych odcinków naczyń w pachwinie. W grupie chorych leczonych z wykorzystaniem OU istotnie lepsze wyniki uzyskano w przypadku tętniaków małych, o średnicy < 35 mm (29,8% skuteczności), w porównaniu z komorami o większej średnicy (16,6% skuteczności) ($p < 0,05$). U pacjentów grupy II występowała podobna zależność, jednakże była ona statystycznie nieistotna (odpowiednio 81,3% i 69,7% skuteczności) ($p = 0,6$) (tabela 4.1).

W obydwu grupach u chorych otyłych ($BMI > 28$) odnotowano pogorszenie skuteczności leczenia uciskiem. W grupie I skuteczność zabiegu wyniosła 18,6% u osób otyłych oraz 27,8% u osób z $BMI < 28$ ($p < 0,05$), natomiast w grupie II odpowiednio 71,7% i 79,3% ($p = 0,7$).

Skuteczność stosowanych zabiegów była istotnie uzależniona od nakłucia określonej tętnicy. Lokalizacja „wrót” tętniaka rzekomego w zakresie: tętnicy udowej powierzchownej lub tętnicy udowej wspólnej związana była ze skutecznością leczenia odpowiednio 29,2% i 42,4% przypadków w grupie I ($p < 0,05$) oraz 85,7% i 98,1% w grupie II ($p = 0,09$). Natomiast umiejscowienie „wrót” tętniaka w zakresie: tętnicy głębokiej uda lub tętnicy biodrowej zewnętrznej związana była z istotnym zmniejszeniem skuteczności, tzn. odpowiednio do 2,9% i 8,3% w grupie I oraz 6,7% i 16,6% w grupie II (tabela 4.2).

Tabela 4.2 Względna skuteczność poszczególnych postaci terapii kompresyjnej w zależności od lokalizacji „wrót” tętniaka rzekomego

grupa	Lokalizacja „wrót” tętniaka rzekomego w zakresie tętnicy:			
	biodrowej zewnętrznej	udowej wspólnej	udowej powierzchownej	głębokiej uda
I	8,3%	42,4%	29,2%	2,9%
II	16,6%	98,1%	85,7%	6,7%

Obserwowano istotne różnice w zakresie skuteczności poszczególnych postaci terapii uciskowej oraz występowania powikłań stosowanej formy leczenia w zależności od położenia komór tętniaka w stosunku do powięzi. W przypadku tętniaków rzekomych, których komory zlokalizowane były w przestrzeni nadpowięziowej (FAs), korzystny wynik leczenia stwierdzono u: 76,2% chorych grupy I i 71,4% pacjentów grupy II ($p=0,9$). Niepowodzenia obserwowane u 9 chorych z nadpowięziowym umiejscowieniem tętniaka rzekomego były spowodowane wystąpieniem wymienionych poniżej wtórnych powikłań, które wymagały zmiany formy terapii na: przezskórne ostrzyknięcie trombiną ($n=3$) lub leczenie operacyjne ($n=6$). Zabiegi te wykonano w trybie pilnym. Niezależnie od wysokiej skuteczności leczenia nadpowięziowych tętniaków rzekomych w podgrupie tej odnotowano wystąpienie szeregu powikłań wtórnych, w postaci: pęknięcia komory z gwałtownym poszerzeniem jej rozmiarów i wystąpieniem objawów wstrząsu hipowolemicznego ($n = 2$), rozwoju zmian martwiczych skóry w uciskanym obszarze ($n = 4$) (ryc. 4.1) i powstania krwotoku zewnętrznego ($n=3$) (ryc. 4.2).

Zmiany martwicze skóry w trakcie kompresjoterapii powstawały niezależnie od obecności dużych krwiaków. W podgrupie nadpowięziowych tętniaków rzekomych nie obserwowano objawów zespołu ciasnoty wewnątrzpowięziowej.



Rycina 4.1 Martwica skóry powstała po zastosowaniu opatrunku uciskowego w leczeniu jatrogennego tętniaka rzekomego zlokalizowanego nadpowięziowo.



Rycina 4.2 Martwica skóry powstała po zastosowaniu ucisku ręcznego nadpowięziowego tętniaka rzekomego. Krwotok zewnętrzny.

W przypadku tętniaków rzekomych, których komory były zlokalizowane w przestrzeni podpowięziowej (FAP) skuteczność terapii uciskowej wyniosła: 14,5% w grupie I i 78,6% w grupie II ($p=0,02$). Wdrożenie leczenia zabiegowego w trybie pilnym konieczne było tylko w 3 przypadkach, z powodu wystąpienia objawów zespołu ciasnoty wewnątrzpowięziowej. W pozostałych przypadkach niepowodzenia terapii uciskowej leczenie zabiegowe wdrożono w trybie planowym. Podczas stosowania kompresjoterapii podpowięziowych tętniaków rzekomych zaobserwowano wystąpienie następujących powikłań wtórnych: zespołu ciasnoty wewnątrzpowięziowej ($n=3$) i zmian martwiczych skóry w obszarze przyłożonego ucisku ($n=4$) (ryc. 4.3).

Zmiany martwicze powstały wyłącznie w przypadku obecności rozległych krwiaków, powodujących silne napięcie skóry w pachwinie (ryc. 4.4). Powstawały one częściej w

przypadku zastosowania opatrunku uciskowego (n=3), niż w przypadku użycia przerywanego ucisku ręcznego (n=1).



Rycina 4.3 Martwica skóry powstała po zastosowaniu opatrunku uciskowego podpowięziowego tętniaka rzekomego. Czynnikiem zwiększającym ryzyko powstania martwicy jest rozległy krwiak w tkance podskórnej.



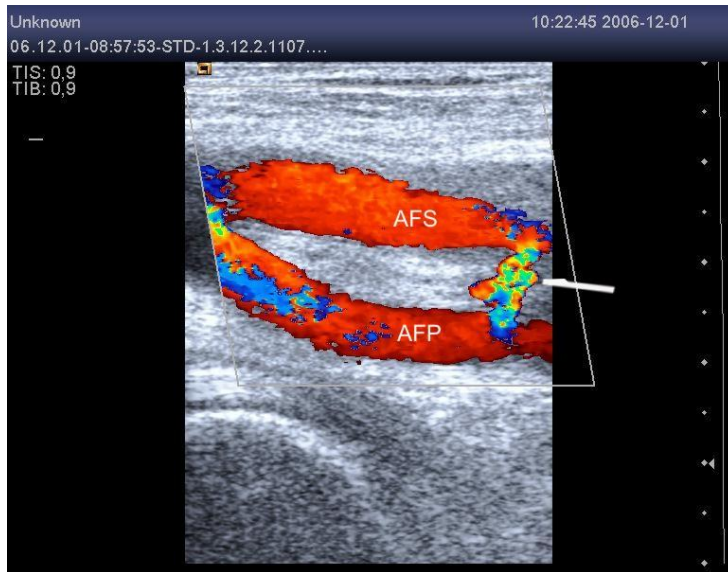
Rycina 4.4 Rozległy krwiak w przestrzeni nadpowięziowej, upośledzający ukrwienie skóry i zwiększający ryzyko wystąpienia zmian martwiczych.

4.2 Jatrogenne przetoki tętniczo-żylne

Ból w pachwinie (42,1%) oraz parestezje w zakresie powierzchni przednio-przyśrodkowej uda (27,6%) były dominującymi objawami klinicznymi zgłaszanymi przez chorych włączonych do badania. W badaniu przedmiotowym nakłuwanych pachwin stwierdzono obecność: szmeru naczyniowego (98,2%), tętniącego guza (28,1%) i/lub krwiaka (75,4%).

Obecność przetoki tętniczo-żylnej potwierdzono u wszystkich pacjentów włączonych do badania. Współistnienie dwóch przetok (pierwszej między: tętnicą głęboką uda a żyłą boczną

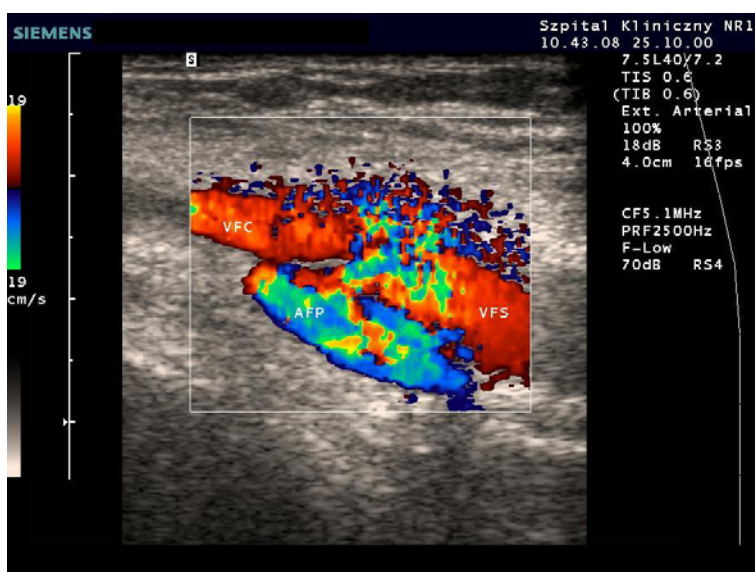
okalającą udo i drugiej między: tętnicą udową powierzchowną a w/w) stwierdzono u jednego chorego (ryc. 4.5).



Rycina 4.5 Podwójna przetoka wytworzona pomiędzy tylną ścianą tętnicy udowej powierzchownej (AFS) a żyłą boczną okalającą udo (strzałka) oraz pomiędzy w/w żyłą a przednią ścianą tętnicy głębokiej uda (AFP).

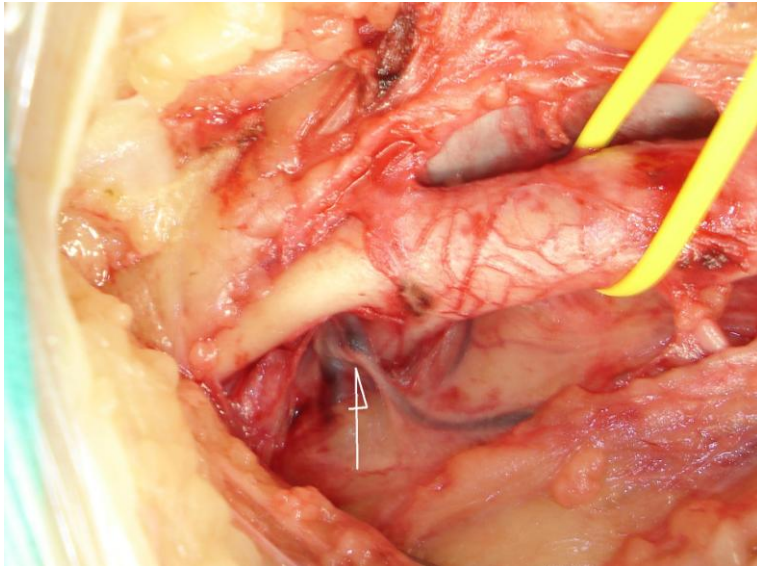
Natomiast u dwóch pacjentów odnotowano jednocześnie występowanie dwóch powikłań, tzn. przetoki tętniczo-żylny i tętniaka rzekomego. „Wrota” tętniaka rzekomego były zlokalizowane w jednym przypadku na przedniej ścianie tętnicy głębokiej uda (z odpływem przez żyłę udową powierzchowną), natomiast w drugim przypadku na przyśrodkowej ścianie tętnicy udowej wspólnej (z odpływem przez żyłę udową wspólną).

W połowie przypadków (n = 28; 49,1%) naczyniem zaopatrującym przetokę tętniczo-żylną była tętnica głęboka uda. „Wrota” przetoki zawsze znajdowały się na przedniej ścianie naczynia. Naczyniami odbierającymi były najczęściej żyły: boczna okalająca udo (28,4%) oraz udowa powierzchowna (20,7%) (ryc. 4.6).



Rycina 4.6 Jatrogenna przetoka wytworzona pomiędzy przednią ścianą tętnicy głębokiej uda (AFP) a tylną ścianą żyły udowej powierzchownej (VFS). VFC – żyła udowa wspólna.

Tętnica udowa powierzchowna stanowiła drugie, co do częstości, naczynie zaopatrujące przetokę tętniczo-żylną (n = 21; 36,2%). „Wrota” przetoki zlokalizowane były: w zakresie tylnej ściany naczynia w 17 przypadkach, natomiast w zakresie przyśrodkowej ściany naczynia w 1 przypadku. W 2 pozostałych przypadkach uszkodzeniu uległy odcinki bliższe drobnych gałęzi tętnicy udowej powierzchownej. Naczynie odprowadzające przetoki stanowiła żyła: udowa powierzchowna (18,9%) lub boczna okalająca udo (17,3%) (ryc. 4.7).



Rycina 4.7 Podział tętnicy udowej wspólnej. Pomiedzy odcinkami bliższymi tętnic: udowej powierzchownej i głębokiej uda przebiega żyła boczna okalająca udo (strzałka).

W przypadku przetok zaopatrywanych przez tętnice: udową powierzchowną i głęboką uda występowała dość stała zależność polegająca na tym, że im dalej od podziału tętnicy udowej wspólnej wytworzona była przetoka, tym mniejsze istniało prawdopodobieństwo uszkodzenia żyły bocznej okalającej udo. Jednocześnie wzrastało prawdopodobieństwo uszkodzenia żyły udowej powierzchownej. W pierwszym przypadku kanał przetoki najczęściej miał długość 1-3 mm, natomiast w drugim przypadku ściany naczyń zazwyczaj stykały się ze sobą.

Naczyniem najrzadziej zaopatrującym przetokę tętniczo-żylną była tętnica udowa wspólna (15,5%). „Wrota” przetoki umiejscowione były: w zakresie przyśrodkowej ściany naczynia w 1 przypadku, w zakresie bocznej ściany w 2 przypadkach oraz w zakresie przedniej ściany w 6 przypadkach. Tylko u 1 chorego naczyniem odbierającym była żyła udowa wspólna – w tym przypadku „wrota” przetoki znajdowały się w zakresie przyśrodkowej ściany tętnicy. Współistnienie tętniaka rzekomego z komorą zlokalizowaną w bezpośredniej bliskości pęczka naczyniowego skutkowało praktycznie brakiem wytworzenia kanału przetoki. W pozostałych przypadkach odpływ z przetoki odbywał się za pośrednictwem dopływów opuszki żyły odpiszczelowej, krzyżujących od przodu tętnicę udową wspólną. Każdorazowo oba

uszkodzone naczynia były połączone za pośrednictwem długiego, wąskiego, najczęściej krętego kanału (ryc. 4.8).

Częstość udziału poszczególnych naczyń tętniczych i żylnych w tworzeniu przetok przedstawiono w tabeli 4.3.



Rycina 4.8 Jatrogenna przetoka tętniczo-żylna wytworzona pomiędzy przednią ścianą tętnicy udowej wspólnej (CFA) a dopływem opuszki żyły odpiszczelowej (GSV). Strzałką oznaczono kanał przetoki. SFV – żyła udowa powierzchowna.

Tabela 4.3 Naczynia biorące udział w wytworzeniu jatrogennych przetok tętniczo-żylnych po nakłuciu naczyń w pachwinie

Tętnica zaopatrująca	liczba przetok (odsetek)	Naczynie tworzące ramię odprowadzające przetoki			
		Żyła udowa powierzchowna	Żyła okalająca udo boczna	Żyła udowa wspólna	Dopływy opuszki żyły odpiszczelowej
CFA	9 (15,5%)	-	-	1 (1,7%)	8 (13,8%)
SFA	21 (36,2%)	11 (18,9%)	10 (17,3%)	-	-
PFA	28 (49,1%)	12 (20,7%)	16 (28,4%)	-	-

Oznaczoną objętość przecieku tętniczo-żylnego przedstawiono w tabeli 4.4. Oznaczenia wykonane przy pomocy metody 1 odrzucono ze względu na trudności z wykonaniem pomiarów średnicy kanału. Trudności te były pochodną częstego braku możliwości uwidocznienia kanału, np. w przypadku bezpośredniego przylegania ścian uszkodzonych naczyń, oraz dużej zmienności wykonywanych pomiarów, zależnych m.in. od użytego

wzmocnienia Dopplera kolorowego. Wyniki oznaczeń wykonanych przy pomocy dwóch pozostałych metod charakteryzowały się większą powtarzalnością. Rezultaty uzyskiwane przy uwzględnieniu przepływu w tętnicach (metoda 2) miały najczęściej mniejszą wartość niż te otrzymywane w oparciu o ocenę przepływów żylnych (metoda 3).

Tabela 4.4 Objętość przepływu (ml/min) przez przetoki wytworzone przy udziale poszczególnych naczyń tętniczych i żylnych, określona przy pomocy dwóch metod. Podano wartość średnią oraz minimalną i maksymalną. Wartości podane w górnej linii obliczono na podstawie oceny przepływów tętniczych (metoda 2), natomiast wartości podane w dolnej linii obliczono na podstawie oceny przepływów żylnych (metoda 3).

Tętnica zaopatrująca	liczba przetok (odsetek)	Przepływ (ml/min) w przetokach wytworzonych przy udziale poszczególnych naczyń			
		SFV	CLFV	CFV	Dopływy opuszki GSV
CFA	9 (15,5%)	-	-	310 (190-390) 360 (150-520)	110 (50-200) 130 (70-240)
SFA	21 (36,2%)	310 (220-430) 380 (260-500)	230 (100-380) 270 (130-420)	-	-
PFA	28 (49,1%)	340 (240-480) 370 (200-530)	240 (160-310) 260 (150-440)	-	-

Niezależnie od zastosowanej metody pomiarowej wykazano, że w przypadku przetok wytworzonych przez duże pnie żyłne (np. żyły udowe: wspólną lub powierzchowną) przecieki były znacząco większe (310-380 ml/min) niż w przypadku uszkodzenia mniejszych pni żylnych (np. żyły okalającej udo bocznej lub dopływów opuszki żyły odpiszczelowej) (110-270 ml/min). Te ostatnie charakteryzowały się najmniejszą objętością przepływu.

Wyniki uzyskane podczas leczenia chorych z wykorzystaniem obu metod terapeutycznych przedstawione zostały w tabeli 4.5. W przypadku wdrożenia terapii zachowawczej (obserwacji) samoistne zamknięcie się przetoki odnotowano wyłącznie u pacjentów, u których naczyniami odbierającymi były dopływy głównych pni żylnych (żyła okalająca udo boczna – 62-75% oraz dopływy opuszki żyły odpiszczelowej – 86%). Jednocześnie przetoka tego samego typu stanowiła ryzyko niepowodzenia leczenia operacyjnego, w postaci przetrwałego przecieku mimo podjętej próby wypreparowania i zamknięcia jej „wrót”.

Nie obserwowano natomiast samoistnego zamknięcia się przetok wytworzonych z udziałem głównych pni żylnych układu głębokiego (żył udowych: wspólnej i powierzchownej). Jednocześnie leczenie operacyjne tego typu przetok charakteryzowało się 100% skutecznością zabiegu.

Tabela 4.5 Postępowanie terapeutyczne w odniesieniu do chorych z jatrogenną przetoką tętniczo-żylną

Pierwotne postępowanie lecznicze	Liczba przetok	Naczynia tworzące przetokę	Liczba przypadków	Zamknięcie przetok (%)	Dalsze postępowanie OP/OB
Obserwacja (OB)	28	PFA-CLFV	12	9 (75%)	3/0
		SFA-CLFV	8	5 (62%)	2/1
		SFA-SFV	1	0 (0%)	0/1
		CFA-opuszka GSV	7	6 (86%)	1/0
Operacja pierwotna (OP)	30	PFA-SFV	12	12 (100%)	-/-
		PFA-CLFV	4	3 (75%)	1/0
		SFA-SFV	10	10 (100%)	-/-
		SFA-CLFV	2	1 (50%)	1/0
		CFA-CFV	1	1 (100%)	-/-
		CFA-opuszka GSV	1	0 (0%)	0/1

CFA – tętnica udowa wspólna, SFA – tętnica udowa powierzchowna, PFA – tętnica głęboka uda, CFV – żyła udowa wspólna, SFV – żyła udowa powierzchowna, CLFV – żyła okalająca udo boczna, GSV – żyła odpiszczelowa

4.3 Zespół niebieskich palców

Zmiany morfologiczne i czynnościowe w naczyniach, stanowiące potencjalne źródło mikroatorowości obwodowej, rozpoznano w badaniach dupleksowych u 80 z 92 badanych pacjentów (86,9%). Lokalizację i charakter zmian makroskopowych występujących w poszczególnych odcinkach naczyń przedstawiono w tabeli 4.6.

Zmiany makroskopowe i/lub czynnościowe w tętnicach podobojczykowych zostały wykryte u wszystkich pacjentów z objawami zespołu niebieskich palców w zakresie kończyn górnych. Hemodynamicznie istotne zwężenie bliższego odcinka tętnicy podobojczykowej rozpoznano u chorych z dwukierunkowym przepływem w jednoimiennej tętnicy kręgowej (zespół podkradania typu I, stopień II) (ryc. 4.9).

Tabela 4.6 Zmiany morfologiczne wykryte w badaniu dupleksowym głównych pni tętniczych kończyn, stanowiące potencjalne źródło mikrozatorowości

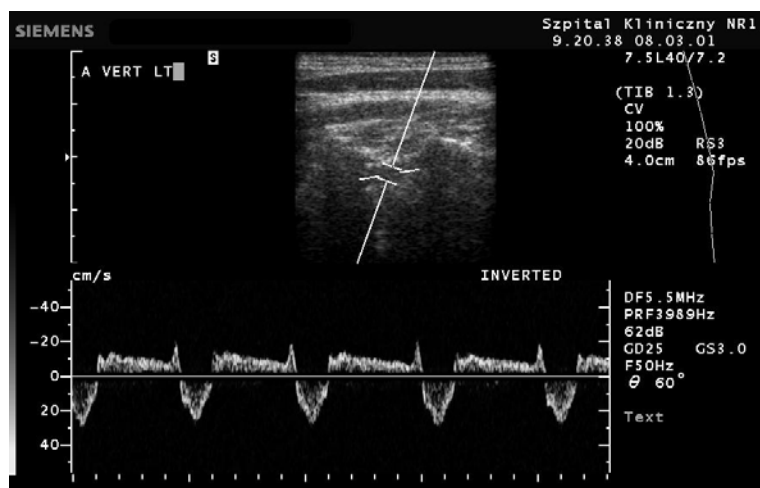
Naczynie	Tętniaki		Istotne zwężenie	Niedrożność	Inne	Razem
	prawdziwe	rzekome				
aorta	10		2			12
tętnice biodrowe	5		14	1		20
tętnica udowa powierzchowna	8	3	14	4		29
tętnica podkolanowa	1	1	1			3
protezy		2 ³	3 ¹		2 ²	7
tętnice podobojczykowe	1	1	5		2 ⁴	9
razem	25	7	39	5	4	80

¹ – obecność reszkowych skrzeplin przyściennych w protezach udrożnionych fibrynolitycznie

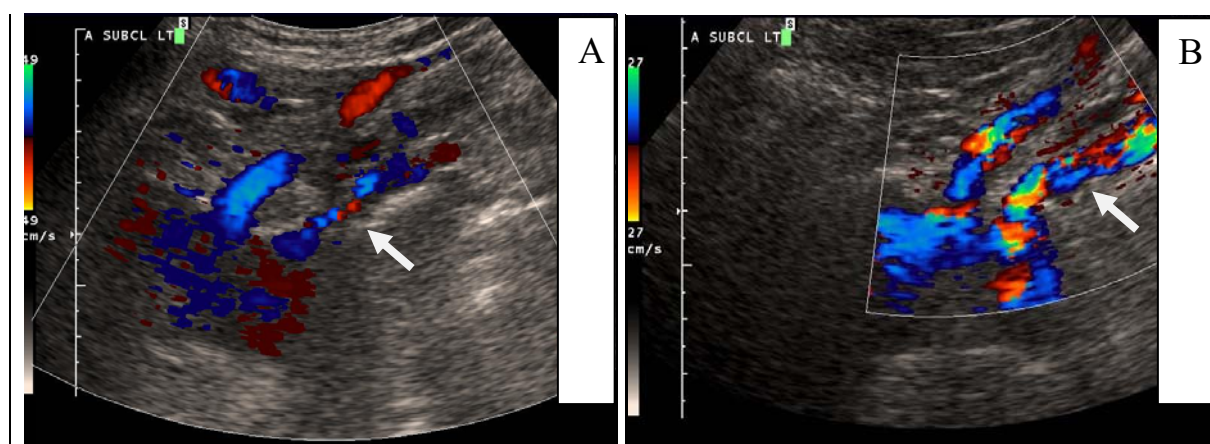
² – zakażenie protezy z obecnością stref płynowych w otoczeniu korpusu protezy

³ - tętniaki rzekome w okolicy zespolenia bliższego z aortą (n=1) i tętnicą biodrową wspólną (n=1)

⁴ - zespół górnego otworu klatki piersiowej



Rycina 4.9 Dwukierunkowy przepływ w tętnicy kręgowej – zespół podkradania stopień II – powstały w następstwie hemodynamicznie istotnego zwężenia odcinka bliższego jednoimiennej tętnicy podobojczykowej.



Rycina 4.10 Uwidocznienie łuku aorty z odejściem lewostronnych tętnic: szyjnej wspólnej i podobojczykowej (strzałka). A – hemodynamicznie istotne zwężenie odcinka bliższego tętnicy podobojczykowej; B – kontrola po zabiegu angioplastyki lewej tętnicy podobojczykowej – bez zwężenia reszkowego.

Obecność stenozy potwierdzono w badaniu ultrasonograficznym gałęzi łuku aorty głowicą konweksową (ryc. 4.10) oraz podczas angiografii połączonej z angioplastyką i/lub stentowaniem zwężonego odcinka naczynia. Pacjentka z prawdziwym tętniakiem tętnicy podobojczykowej była leczona zachowawczo dwoma lekami antyagregacyjnymi, natomiast u chorego z pourazowym tętniakiem rzekomym (ryc. 4.11A) wszczepiono stent powlekanego (ryc. 4.11B).

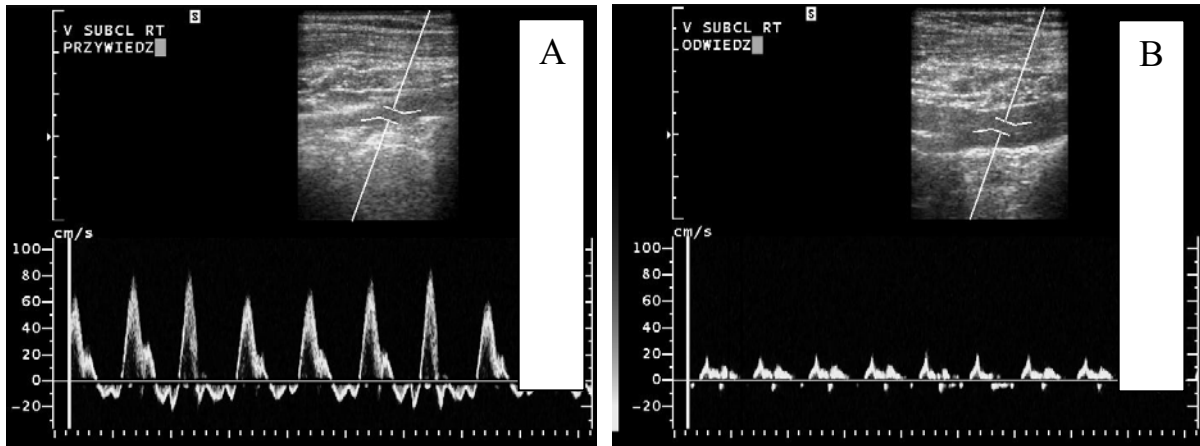


Rycina 4.11 Stan po złamaniu i operacyjnym zaopatrzeniu obojczyka. (A) - jatrogenny tętniak rzekomy tętnicy podobojczykowej lewej. (B) – stan po implantacji stentu powlekanego.

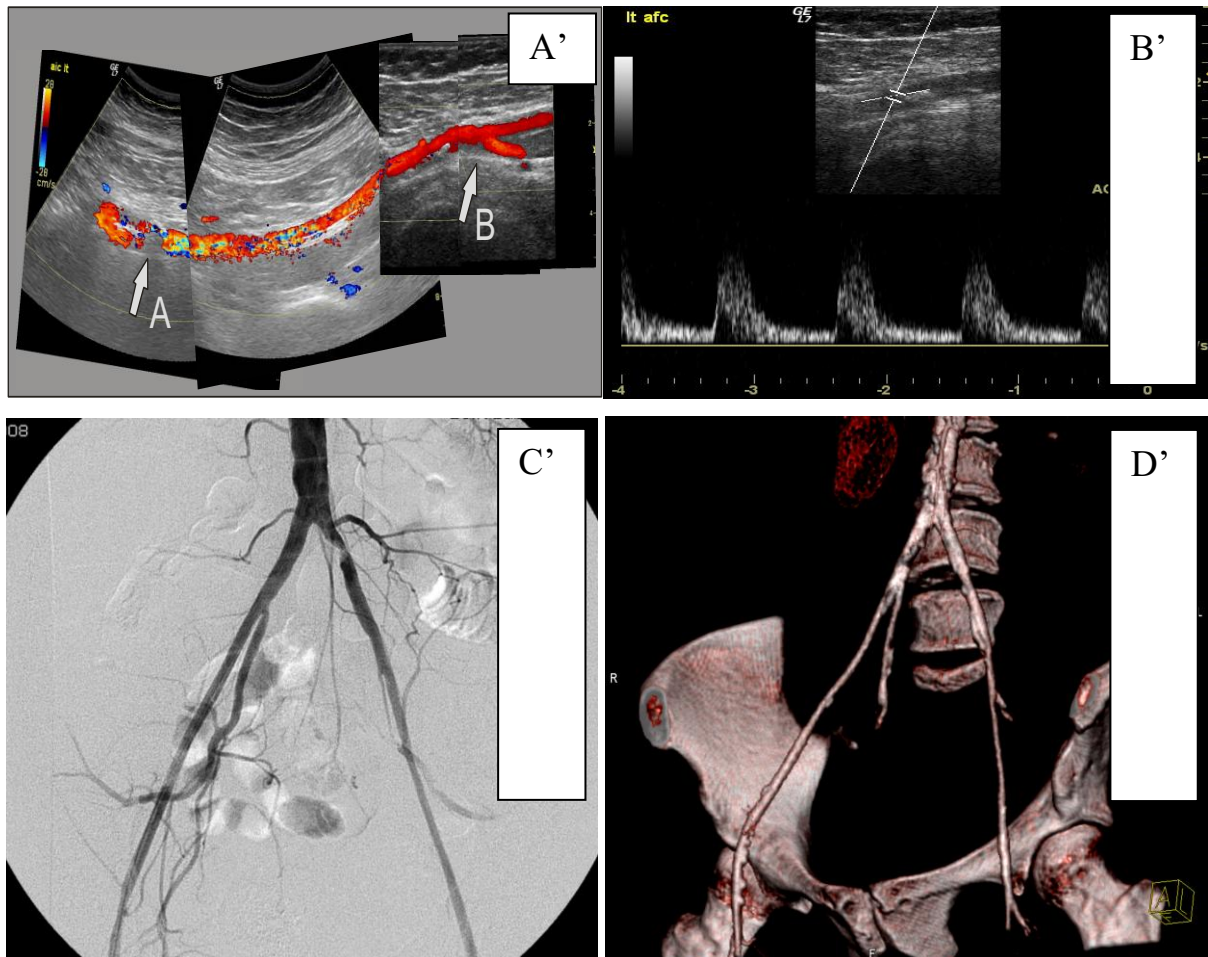


Obecność objawów uciskowych w obrębie górnego otworu klatki piersiowej rozpoznano podczas oceny przepływu w żyłach i tętnicach pachowych z wykonaniem prób czynnościowych (ryc. 4.12). Rozpoznanie potwierdzono w badaniu angiograficznym tomografii komputerowej. Obu chorych leczono zabiegowo usuwając fragment pierwszego żebra lub przeprowadzając korektę nieprawidłowo zrósniętego obojczyka.

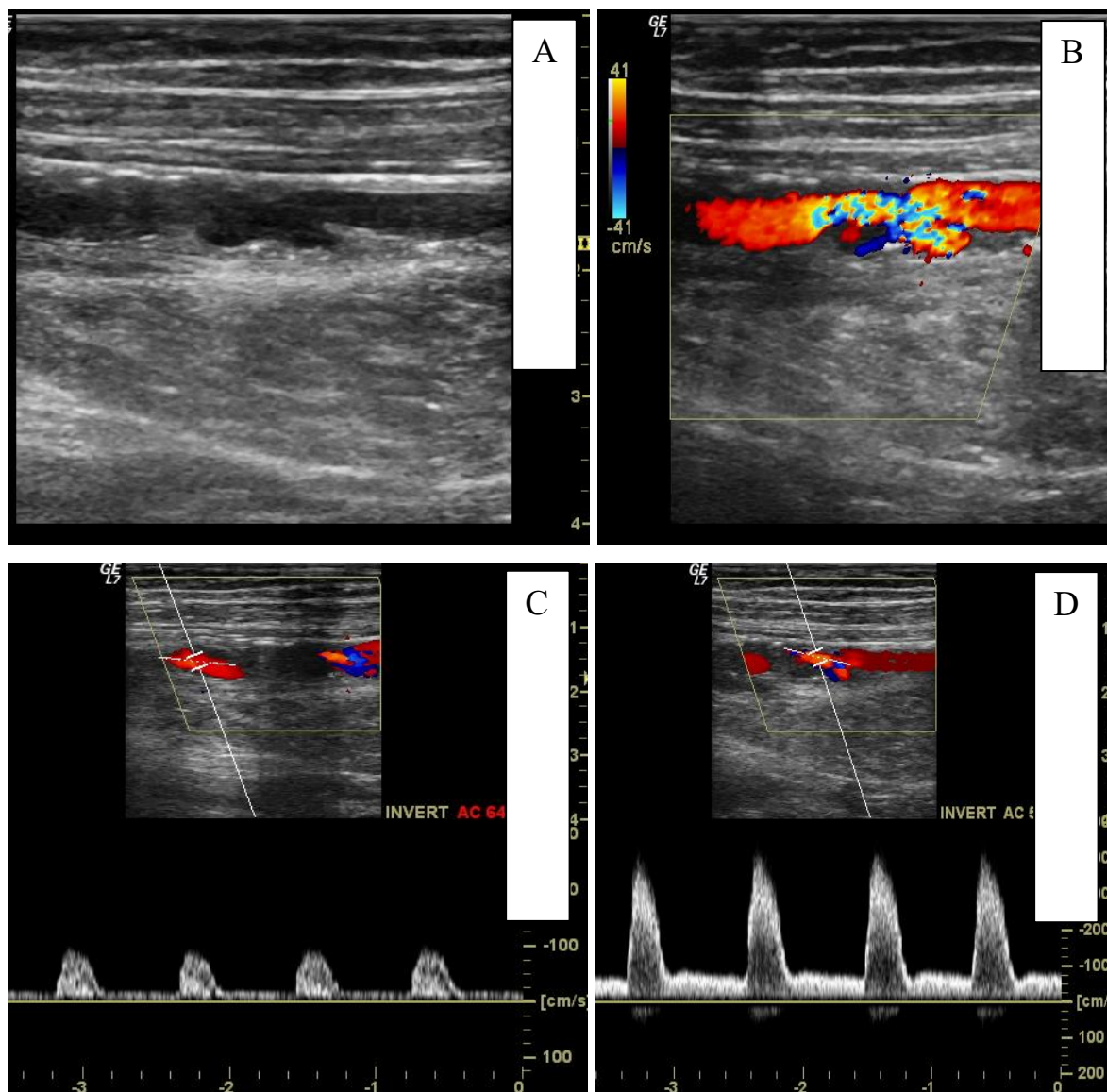
W zakresie kończyn dolnych głównym źródłem mikroczarowości były zmiany miażdżycowe (n=34) w postaci: krótkoodcinkowych, istotnych zwężeń (n=29) (ryc. 4.13) lub niestabilnych złogów (n=5) (ryc. 4.14).



Rycina 4.12 Spektrum przepływu w żyłę pachowej u pacjenta z klinicznymi objawami zespołu górnego otworu klatki piersiowej. A - przywiedzenie kończyny, zachowana pulsacja sercowa i oddechowa przepływu. B - odwiedzenie kończyny, zmniejszenie prędkości przepływu, zniesienie pulsacji oddechowej przy zachowanej pulsacji sercowej.



Rycina 4.13 Hemodynamicznie istotne, krótkoodcinkowe zwężenie odcinka bliższego lewej tętnicy biodrowej wspólnej, widoczne w badaniu dupleksowym (A') i DSA (C'). Na rycinie B' widoczny jest niskooporowy, spowolniony przepływ w lewej tętnicy biodrowej wspólnej. W KT-angio (D') nie rozpoznano obecności zwężenia. W badaniu dupleksowym (ryc. A') strzałką A zaznaczono miejsce zwężenia, strzałką B poziom podziału tętnicy udowej wspólnej.



Rycina 4.14 Krótkoodcinkowe, hemodynamicznie istotne zwężenie odcinka środkowego tętnicy udowej powierzchownej. Miernie uwapniona blaszka z głębokim owrzodzeniem (A) warunkującym wystąpienie turbulencji (B) stanowiących potencjalne źródło mikrozatorów. C – spektrum przepływu w odcinku bliższym naczynia; D – 4-krotny przyrost prędkości przepływu w obrębie zwężenia.

Częstość występowania zmian miażdżycowych w tętnicach: biodrowych i udowych powierzchownych była porównywalna, natomiast niejednorodnie uwapnione złoży z owrzodzeniami obserwowano wyłącznie w odcinku biodrowym.

Drugim, co do częstotliwości źródłem mikrozatorowości w kończynach dolnych były tętniaki prawdziwe (n=24), najczęściej obejmujące odcinek brzuszny aorty (n=10) lub dowolne odcinki tętnicy udowej powierzchownej (n=8). W tętniakach aorty brzusznej i tętnic

biodrowych zawsze obserwowano obecność rozwarstwionych, częściowo balotujących, przyściennych skrzeplin (ryc. 4.15).

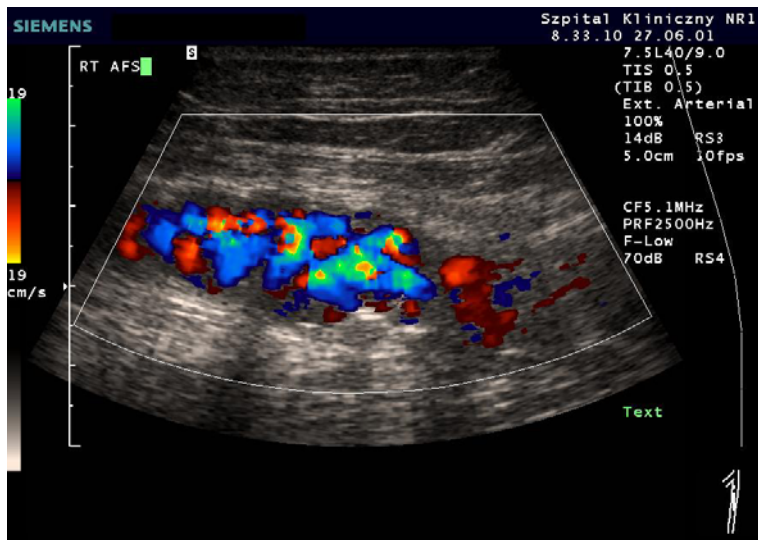
Natomiast w tętniakowato zmienionych odcinkach tętnic udowych powierzchownych skrzepliny były obecne tylko w 2 z 8 przypadków. Źródłem mikrozatorowości u pozostałych chorych były turbulencje powstające podczas przepływu krwi przez wielopoziomowe progi, przegrody i zwężenia w świetle naczynia (ryc. 4.16 i 4.17). Spośród 6 tętniaków rzekomych tętnic kończyn dolnych 3 powstały jako powikłanie po nakłuciu odcinka bliższego tętnicy udowej powierzchownej (jako dostępu do zabiegów endowaskularnych), a 1 był następstwem przebytego zwichnięcia stawu kolanowego (ryc. 4.18).



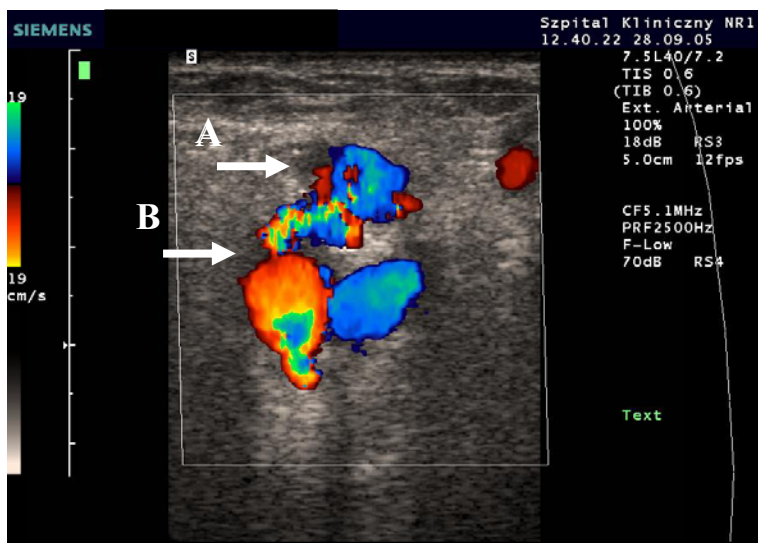
Rycina 4.15 Tętniak prawdziwy aorty brzusznej z obecnością rozwarstwionej, balotującej, przyściennej skrzepliny.



Rycina 4.16 Tętniak prawdziwy tętnicy udowej powierzchownej. Obecne w świetle tętniaka przegrody są źródłem turbulencji sprzyjających powstawaniu mikrozatorów.

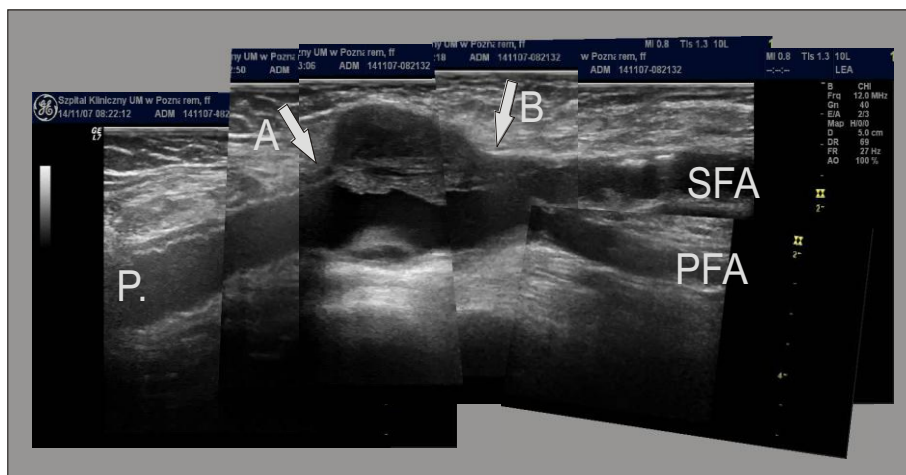


Rycina 4.17 Turbulentny przepływ w świetle tętniakowato zmienionej tętnicy udowej powierzchownej.



Rycina 4.18 Tętniak rzekomy tętnicy podkolanowej powstały w następstwie zwichnięcia stawu kolanowego. Strzałki: A – komora tętniaka rzekomego; B – miejsce uszkodzenia ściany tętnicy podkolanowej.

Zakażenie protez dakronowych było przyczyną powstania 2 tętniaków rzekomych w miejscu częściowego rozejścia się zespoleń dalszych protez rozwidlonych aortalno-dwuudowych (ryc. 4.19) oraz powstania przyściennych skrzeplin w odcinkach protez objętych zakażeniem (ryc. 4.20).



Rycina 4.19 Tętniak rzekomy (zespoleniowy) w zespoleniu dalszym ramienia protezy dakronowej aortalno-dwuudowej. A – brzeg oderwanej protezy; B – brzeg tętnicy, do którego przyszyta była proteza; AB – komora tętniaka wypełniona skrzepliną.

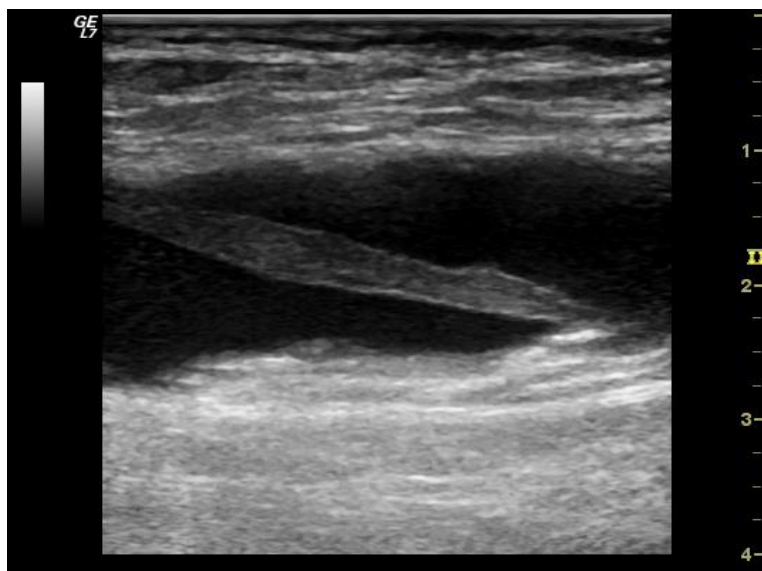


Rycina 4.20 Proteza dakronowa zawierająca przyścienną skrzeplinę i otoczona okrężną, hypoechogenną strefą.

Obecność balotujących, przyściennych skrzeplin, będących pozostałością po przeprowadzonych wcześniej zabiegach fibrylizacji wykrzepniętych odcinków protez, zaobserwowano u 3 pacjentów (ryc. 4.21).

W 4 przypadkach objawy mikrozatorowości wystąpiły na kończynach z deficytem tętna w dołach podkolanowych i na stopach. Odcinkową zakrzepicę tętnicy udowej powierzchownej, w przebiegu zespołu antyfosfolipidowego, stwierdzono u trzech chorych.

Badanie dupleksowe nie wykazało natomiast żadnych makroskopowych zmian naczyniowych u 12 pacjentów z zespołem niebieskich palców. Na podstawie badań dodatkowych u 2 z nich rozpoznano zatorowość pochodzenia sercowego, u 2 nadpłytkowość w przebiegu procesu nowotworowego lub po usunięciu śledziony a u 9 zespół antyfosfolipidowy. W 3 przypadkach nie wykryto przyczyny mikrozatorowości, ale wdrożone leczenie przeciwzakrzepowe doprowadziło do ustąpienia objawów.



Rycina 4.21 Balotująca, resztkowa skrzeplina w świetle udrożnionej fibrylizacyjnie protezy.

Grupę 24 pacjentów leczono operacyjnie wycinając lub podwiązując tętniaka prawdziwego. 22 chorych leczono wewnątrznaczyniowo wykonując angioplastykę z implantacją stentu/ów, a u 19 pacjentów wykonano udrożnienie lub wszczepiono pomosty omijające. Zakażone protezy usunięto, wszczepiając in-situ przeszczepy allogeniczne lub protezy dakronowe impregnowane srebrem. Przeprowadzono trombektomię 3 protez ze skrzeplinami resztkowymi. Pozostałych 20 chorych leczono zachowawczo.

Całkowite ustąpienie zjawiska powstawania nowych ognisk niedokrwienych uzyskano u 89 pacjentów. Amputację palców wykonano u 4 chorych, natomiast przodostopia u 2 pacjentów. Amputacje przeprowadzono u 5 pacjentów z zespołem antyfosfolipidowym i u 1 chorego po wymianie zakażonej protezy. Zmiany na stopach u 2 pacjentów z suchą martwicą palców leczono zachowawczo, uzyskując pozytywny efekt terapeutyczny w okresie 7-10 miesięcy (ryc. 4.22).



Rycina 4.22 Zespół niebieskich palców na podłożu krytycznego zwężenia tętnicy biodrowej. A – stan przed wdrożeniem terapii – udrożnienia tętnicy biodrowej; B – stan po 3 miesiącach leczenia - rozwój ziarniny demarkującej zmiany martwicze; C – stan po 10 miesiącach – wygojenie zmian.

4.4 Miażdżycowe niedokrwienie kończyn dolnych

Lokalizację hemodynamicznie istotnych zmian w tętnicach kończyn dolnych, ustaloną na podstawie przeprowadzonych badań obrazowych i zweryfikowaną podczas wykonanych zabiegów przedstawiono w tabeli 4.7. Przeważały zmiany w odcinku udowo-podkolanowym, najczęściej w dalszej partii tętnicy udowej powierzchownej. Na drugim miejscu znalazł się układ tętnic biodrowych, z przewagą okolicy podziału tętnicy biodrowej wspólnej. Najrzadziej zmiany występowały w tętnicy podkolanowej.

Tabela 4.7 Lokalizacja i charakter hemodynamicznie istotnych zmian w tętnicach kończyn dolnych, odpowiedzialnych za wystąpienie zgłaszanych objawów klinicznych i poddanych leczeniu zabiegowemu

Charakter zmiany	CIA+EIA	CFA	SFA	PA	ATA+PTA	razem
zwężenie > 70%	29	9	37	8	11	94
niedrożność	19	3	26	1	7	56

CIA – tętnica biodrowa wspólna, EIA – tętnica biodrowa zewnętrzna, SFA – tętnica udowa powierzchowna, PA – tętnica podkolanowa, ATA – tętnica piszczelowa przednia, PTA – tętnica piszczelowa tylna

Najczęściej wykonywanymi zabiegami były procedury endowaskularne wdrożone w przypadku 63 kończyn. W 36 przypadkach wykonano pomostowanie z wykorzystaniem protez lub żył własnych, a w 15 przypadkach udrożniono zmienione chorobowo odcinki naczyń. W odniesieniu do 13 kończyn odstąpiono od wdrożenia leczenia zabiegowego z powodu braku hemodynamicznie istotnych zmian lub ich obecności w odcinkach naczyń, które nie podlegały terapii zabiegowej. Liczbę i charakter wykonanych zabiegów przedstawiono w tabeli 4.8.

Tabela 4.8 Liczba i charakter zabiegów wykonanych u pacjentów uwzględnionych w badaniu

	Zabiegi endowaskularne		Pomostowanie w odcinku		Udrożnienie		Terapia zachowawcza
	PTA	PTA + stent	aortalno-biodrowo-udowym	udowo-podkolanowym	EIA	CFA	
Liczba / odsetek kończyn	63 (49,6%)		36 (28,3%)		15 (11,8%)		13 (10,2%)
	19 (14,9%)	44 (34,6%)	15 (11,8%)	21 (16,5%)	11 (8,7%)	4 (3,1%)	

Dupleksowe mapowanie tętnic kończyn dolnych wykonane zostało w odniesieniu do wszystkich badanych 129 kończyn. Problemy z wykonaniem badania wystąpiły w przypadku 13 kończyn (10,1%). W 2 (1,5%) przypadkach wykonane badanie DUAM nie posiadało wartości diagnostycznej z powodu: pobudzenia ruchowego jednego pacjenta oraz znacznej otyłości u drugiego (BMI = 43). W pozostałych 11 przypadkach, pomimo trudności z uwidocznieniem niektórych odcinków tętnic, wyniki uznano za wiarygodne. Ocena podziałów tętnic biodrowych wspólnych u 2 pacjentów była niemożliwa z powodu znacznej ilości gazów jelitowych przesłaniających w/w odcinki naczyń. W 6 przypadkach wystąpiły trudności z uwidocznieniem odcinków dalszych tętnic udowych powierzchownych: po pierwsze u osób otyłych (n = 2, BMI > 32); po drugie w związku z obecnością dobrze uwapnionych, przyściennych złogów (n = 4). Na 3 kończynach trudności dotyczyły uwidocznienia odcinków bliższych tętnic piszczelowych tylnych z powodu znacznego obrzęku tkanek miękkich (n = 2) lub obecności rozległego owrzodzenia ze sklerotyzacją tkanek w zakresie jego dna (n = 1).

W przypadku 2 (2,2%) z 92 chorych poddanych badaniu angiograficznemu wystąpiły problemy. Były one spowodowane pobudzeniem motorycznym jednego pacjenta oraz wystąpieniem objawów wstrząsu anafilaktycznego u drugiego.

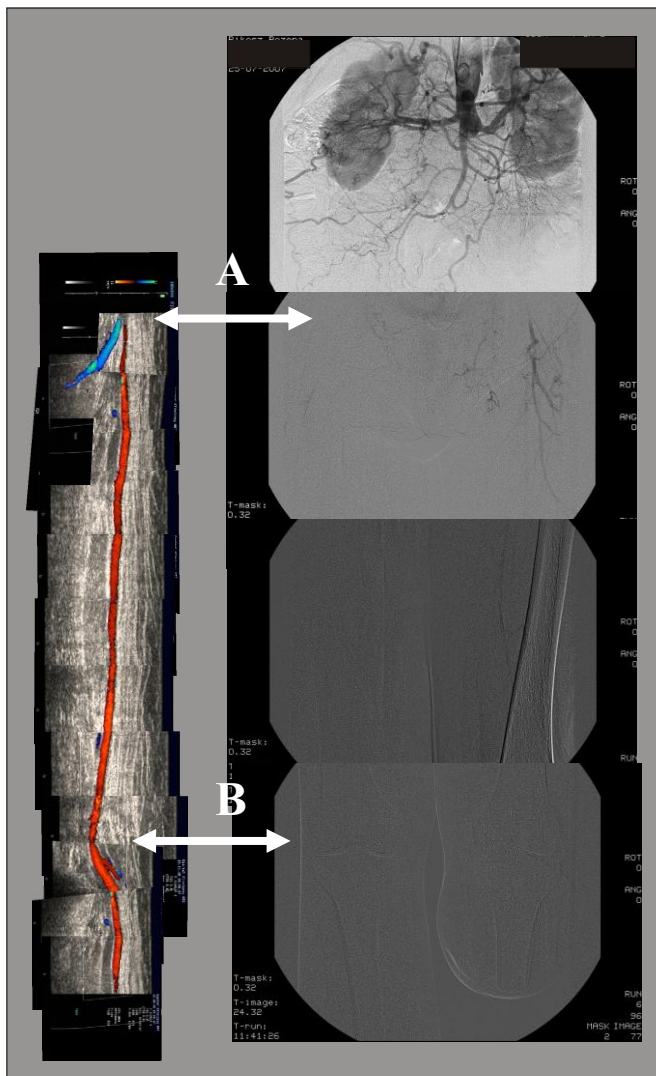
Wszystkie wykonane badania KT-angio przebiegły bez zakłóceń i powikłań. Uzyskane obrazy umożliwiły ocenę żądanych odcinków układu tętniczego.

4.4.1 Porównanie DUAM i DSA

W grupie 92 kończyn poddanych obu badaniom diagnostycznym (DUAM i DSA) stwierdzono zgodność wyników w 87 przypadkach (94,6%). Natomiast porównując rezultaty DUAM z rodzajem i zakresem ostatecznie przeprowadzonych procedur diagnostycznych lub zabiegowych w tej samej grupie 92 kończyn uzyskano zgodność w 90 przypadkach (97,8%). Błędne rozpoznania w DUAM dotyczyły 2 przypadków. W pierwszym mylnie oceniono stopień zwężenia tętnicy biodrowej wspólnej (n=1, w DUAM rozpoznano zwężenie istotne, co nie znalazło potwierdzenia w badaniu DSA), natomiast w drugim nieprawidłowo oszacowano stopień stenozy dalszego odcinka tętnicy udowej powierzchownej (n=1, w DUAM rozpoznano niedrożność; w DSA obecność istotnego hemodynamicznie, następowo zaopatrzonego endowaskularnie zwężenia > 50%).

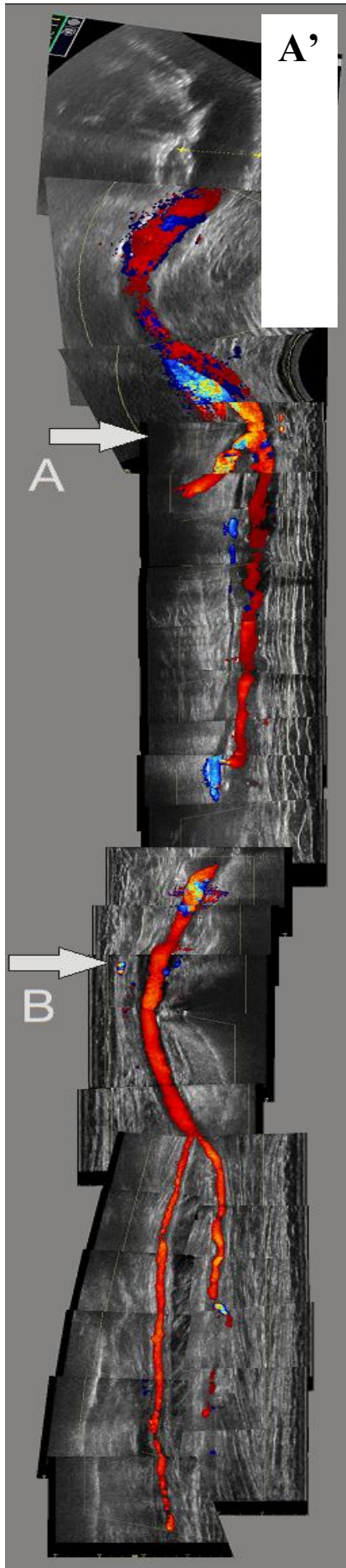
Charakterystykę błędnych rozpoznań na podstawie DUAM przedstawiono w tabeli 4.9.

W pozostałych 3 przypadkach rozbieżności między wynikami DUAM i DSA śródoperacyjnie potwierdzono prawidłowość diagnozy postawionej na podstawie badania dupleksowego. Pierwszy przypadek dotyczył kobiety po wcześniejszej, nieudanej rewaskularyzacji w odcinku aortalno-biodrowym. W badaniu dupleksowym wykazano obecność niezmiennych tętnic poniżej więzadła pachwinowego, umożliwiających wykonanie zabiegu pomostowania; natomiast DSA nie uwidocznilo w/w naczyń (ryc. 4.23). Na podstawie badania angiograficznego chorą wstępnie zakwalifikowano do wysokiej amputacji kończyny. Ostatecznie jednak, kierując się obrazem klinicznym, wykonano zabieg pomostowania pachowo-udowego stwierdzając drożność głównych pni tętniczych i uzyskując tętno na obwodzie.



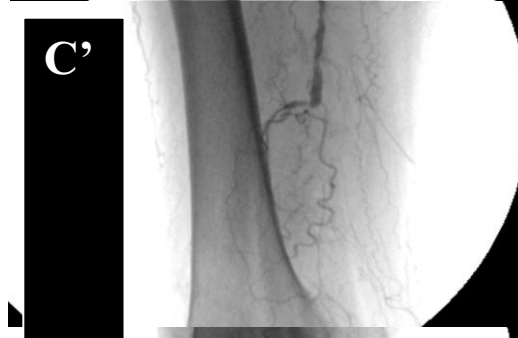
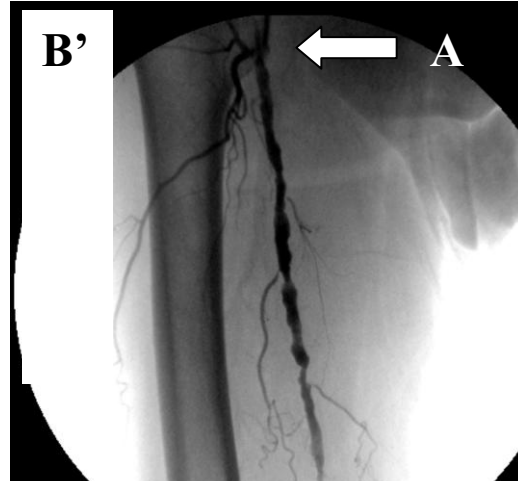
Rycina 4.23 Pacjentka po implantacji protezy aortalno-dwuudowej 11 lat temu. Stan po amputacji lewej nogi 4 lata temu. Proteza niedrożna od ok. 8 lat. Obecnie zgorzel palców stopy prawej. W DSA nie stwierdzono obecności drożnych naczyń w obrębie kończyny dolnej prawej. W badaniu dupleksowym potwierdzono obecność drożnych tętnic: udowej powierzchownej, głębokiej uda, podkolanowej i piszczelowej tylnej. U pacjentki wykonano przeszczep pachowo-udowy uzyskując tętno na tętnicy piszczelowej tylnej. Strzałki: A – poziom podziału tętnicy udowej wspólnej; B – poziom szpary stawu kolanowego.

Drugi przypadek dotyczył pacjenta zakwalifikowanego na podstawie DUAM do endowaskularnego leczenia stenozy dalszego odcinka tętnicy udowej powierzchownej (ryc. 4.24A). DSA wykazało niedrożność tętnicy podkolanowej (ryc. 4.24B), natomiast podczas



pomostowania udowo-podkolanowego potwierdzono obecność drożnej, szerokiej tętnicy podkolanowej.

Rycina 4.24 W DUAM (A') wykryto obecność wielopoziomowych zwężeń < 50% na całej długości SFA z krótkoodcinkową jej niedrożnością w odcinku dalszym. Tętnice podkolanowa i piszczelowe były drożne, bez obecności istotnych zwężeń. Podczas DSA uwidoczniono drożną SFA w 2/3 bliższych uda.



Nie uwidoczniono odcinka dalszego SFA oraz całej tętnicy podkolanowej (B'-E'). Wykonano przeszczep udowo-podkolanowy wykazując obecność drożnej, szerokiej tętnicy podkolanowej. Po zabiegu pojawiło się tętno przy kostce przyśrodkowej. Strzałki: A – udowo-podkolanowego.

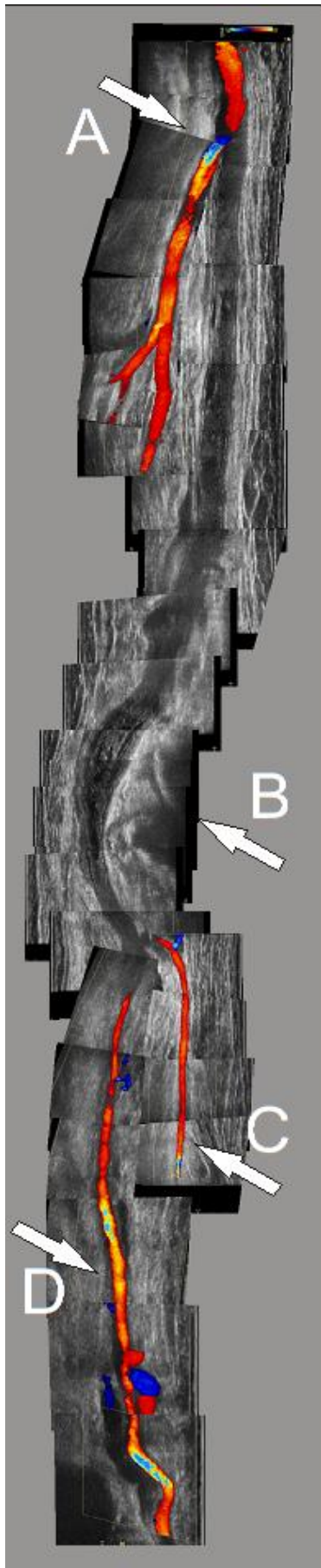
W trzecim przypadku w DUAM wykryto obecność krótkoodcinkowego, istotnego zwężenia środkowej partii tętnicy udowej powierzchownej. Prawidłowość rozpoznania potwierdzono w badaniu klinicznym stwierdzając brak tętna na tętnicach: udowej powierzchownej i podkolanowej oraz określając wskaźnik kostka-ramię. W badaniu DSA w/w stenozę uznano za nieistotną. Pomimo tego wykonano angioplastykę zmiany rozpoznanej w DUAM. Po zabiegu stwierdzono obecność tętna na tętnicy podkolanowej oraz normalizację wartości wskaźnika kostka-ramię i spektrum przepływu w tętnicach obwodowych.

Niezależnie od zgodności wyników obu metod badanie dupleksowe umożliwiło dokładniejsze określenie przyczyny występujących niedrożności. W odniesieniu do 4 kończyn z niedrożnością tętnic podkolanowych DUAM pozwoliło wykryć obecność wykrzepniętych tętniaków tych naczyń, niewidocznych w badaniu angiograficznym (ryc. 4.25 i 4.26).

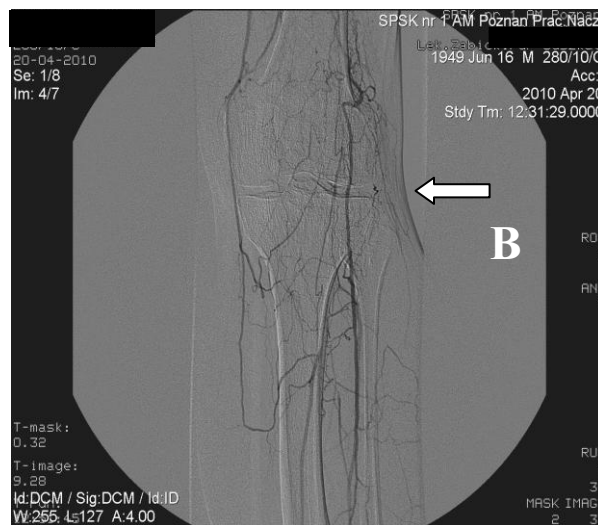
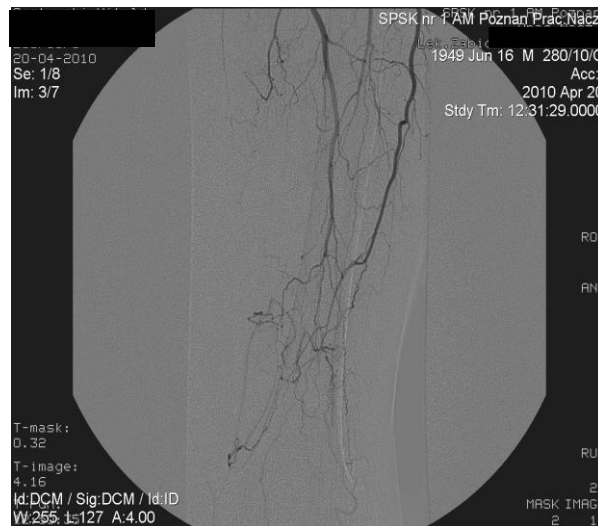
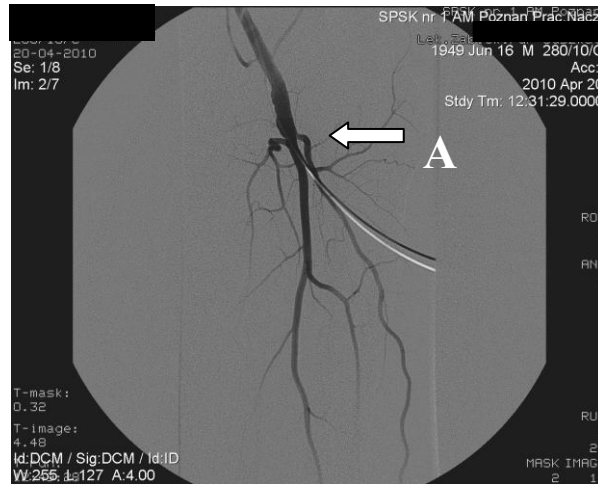
4.4.2 Porównanie DUAM i KT-angio

W grupie 29 kończyn poddanych obu badaniom diagnostycznym (DUAM i KT-angio) uzyskano zgodność wyników w 20 przypadkach (68,9%). Natomiast porównując rezultaty poszczególnych badań z ostatecznie wykonanymi procedurami zabiegowymi i wynikami DSA stwierdzono zbieżność 96,5% dla DUAM (28 z 29) i 72,4% dla KT-angio (21 z 29).

W większości przypadki nieprawidłowego rozpoznania zmian w KT-angio polegały na niewłaściwym określeniu stopnia ich zaawansowania. W 2 przypadkach różnice dotyczyły oceny tętnicy biodrowej wspólnej, przy czym w pierwszym przypadku naczynie zostało uznane za niedrożne, natomiast w drugim nie stwierdzono cech istotnej stenozy pomimo występowania w obu hemodynamicznie istotnych zwężeń zaopatrzonych ostatecznie endowaskularnie. W kolejnych 3 przypadkach w KT-angio nie rozpoznano obecności hemodynamicznie istotnych zwężeń w tętnicach: biodrowej wspólnej ($n = 1$, ryc. 4.13) oraz udowej wspólnej ($n = 2$), poddanych w efekcie zabiegom udrożnienia. W dalszych 4 przypadkach w ocenie tomograficznej zaniżono stopień zaawansowania zmian w zakresie tętnicy udowej powierzchownej – tzn. w 3 przypadkach nie wykryto obecności hemodynamicznie istotnego zwężenia, natomiast w 1 przypadku niedrożność została określona jako istotna hemodynamicznie stenoza. We wszystkich powyższych przypadkach rozpoznanie postawione na podstawie DUAM było zgodne z wynikami DSA oraz oceną śródoperacyjną.



Rycina 4.25 W DUAM (A') i DSA (B'-D') zakrzepica tętnicy udowej powierzchownej i tętniaka tętnicy podkolanowej. Szeroka tętnica głęboka uda. Z krążenia obocznego wypełniają się tętnice piszczelowe: przednia (C) i tylna (D). A – poziom podziału tętnicy udowej wspólnej; B – poziom szczeliny stawu kolanowego.





Rycina 4.26 Zakrzepica tętnicy udowej powierzchownej i tętniaka tętnicy podkolanowej w KT-angio (ten sam pacjent co na rycinie 4.25).

W jednym przypadku wyniki DUAM i KT-angio były zgodne, ale nie zostały potwierdzone w DSA i śródoperacyjnie. W badaniach dupleksowym i tomograficznym zmiany obecne w tętnicy biodrowej wspólnej zostały ocenione jako nieistotne, natomiast w badaniu DSA jako hemodynamicznie istotne. Wykonanie zabiegu angioplastyki z jednoczesną implantacją stentu warunkowało normalizację wskaźnika kostka-ramię oraz ustąpienie zgłaszanych wcześniej objawów klinicznych.

Charakterystykę błędnych rozpoznań na podstawie DUAM, DSA i KT-angio przedstawiono w tabeli 4.9.

Tabela 4.9 Charakter nieprawidłowości stwierdzanych w wynikach przeprowadzonych badań obrazowych w porównaniu do ostatecznie wykonanego zabiegu

Badanie	Liczba badań	Liczba (odsetek) nieprawidłowych wyników	Charakterystyka nieprawidłowego rozpoznania (ostateczne rozpoznanie z uwzględnieniem wykonanej procedury zabiegowej)
DUAM	127	3 (2,4%)	1 x istotne zwężenie CIA - (nieistotne zwężenie CIA) 1 x niedrożność SFA – (istotne zwężenie SFA) 1 x nieistotne zwężenie CIA – (istotne zwężenie CIA)
DSA	90	3 (3,3%)	1 x CIA bez istotnych zwężeń – (krótkoodcinkowe istotne zwężenie CIA) 1 x SFA bez istotnych zwężeń – (krótkoodcinkowe istotne zwężenie SFA) 1 x nie wykazano obecności drożnych tętnic na kończynie – (stwierdzono obecność drożnych, niezmiennych tętnic na kończynie)
KT-angio	29	9 (31%)	1 x niedrożność CIA – (istotne zwężenie CIA) 1 x CIA bez istotnych zwężeń – (istotne zwężenie CIA) 3 x CFA bez istotnych zwężeń – (istotne zwężenie CFA) 3 x SFA bez istotnych zwężeń – (istotne zwężenie SFA) 1 x istotne zwężenie SFA – (niedrożność SFA)

4.4.3 Powikłania i koszty procedur diagnostycznych

Wykonanie badania dupleksowego (DUAM) nie wiązało się z wystąpieniem jakichkolwiek powikłań i zdarzeń niepożądanych, natomiast wykorzystywane w tej metodzie diagnostycznej ultradźwięki całkowicie chroniły pacjenta przed promieniowaniem jonizującym.

Powikłaniami po wykonanych badaniach angiograficznych (DSA) były: tętniaki rzekome (n=2), krwiaki w okolicy pachwinowej (n=38) oraz przypadki parestezji powierzchni przyśrodkowej uda (n=26). Dawka całkowita pochłoniętego promieniowania wynosiła średnio ok. 70000 mGycm².

Wykonanie badania tomograficznego (KT-angio) nie skutkowało wystąpieniem zdarzeń niepożądanych i powikłań. Dawka całkowita pochłoniętego promieniowania wynosiła średnio ok. 1400 mGycm (przy jednorazowym skanowaniu w zakresie: od poziomu tętnic nerkowych

do poziomu podziału tętnic podkolanowych – tylko po dożylnym podaniu środka cieniującego).

Czas potrzebny na wykonanie pełnego badania i przygotowanie opisu w trybie planowym wynosił:

- DUAM – badanie z wykonaniem opisu 16-34 minut (średnio $21,2 \pm 3,6$ minut),
- DSA – badanie 30-60 min, przygotowanie opisu do 24 godzin,
- KT-angio – badanie 10-15 min, przygotowanie opisu do 48 godzin.

Koszt wykonania badania i przygotowania opisu wynosił według stawek refundowanych przez Narodowy Fundusz Zdrowia:

- DUAM – 80 zł,
- DSA – 300 zł (poza sytuacjami, gdy badanie było wstępnym etapem zabiegu endowaskularnego),
- KT-angio – 350 zł.

5. Omówienie

5.1 Jatrogenne tętniaki rzekome

Powstanie jatrogennego tętniaka rzekomego jest wskazaniem do wdrożenia leczenia w trybie pilnym. Pomimo coraz częstszego stosowania przezskórnego ostrzykiwania tętniaków trombiną (46, 77) nadal w wielu ośrodkach naczyniowych terapią z wyboru jest leczenie zachowawcze z krótkookresową obserwacją i terapią uciskową, w oczekiwaniu na samoistne wykrzepnięcie czynnej komory (18). Przyjmowanie takiej postawy jest zazwyczaj tłumaczone brakiem doświadczenia w ostrzykiwaniu tętniaków lub obawą przed wystąpieniem powikłań, takich jak martwica skóry lub zakrzepica tętnicza.

Samoistne ustanie przepływu w obszarze wynaczynienia obserwowane jest w 30-58% tętniaków rzekomych (78, 79). Dotyczy to zwłaszcza małych tętniaków jednokomorowych, szczególnie w przypadku niestosowania, zakończenia lub przynajmniej ograniczenia leczenia przeciwzakrzepowego (20, 55). Dodatkowym czynnikiem uzasadniającym odroczenie wdrożenia leczenia zabiegowego jest obecność rozległych krwiaków, napinających skórę pachwiny. Zasadność takiego postępowania potwierdzają nasze obserwacje zwiększonego ryzyka wystąpienia zmian martwiczych skóry w obszarze przyłożenia ucisku, w przypadku obecności rozległego wynaczynienia krwi. Przypuszcza się, że obecność krwiaka napinającego skórę jest czynnikiem istotnie ograniczającym przepływ krwi w naczyniach włosowatych skóry, czyniąc ją podatną na powstanie odleżyn, nawet w przypadku krótkotrwałego przyłożenia ucisku (80). Według naszych obserwacji powstanie zmian martwiczych skóry wzrasta wraz z długością czasu zastosowania terapii uciskowej. Z tego powodu częstsze występowanie odleżyn obserwowaliśmy w przypadku zastosowania opatrunku uciskowego, w porównaniu do wdrożenia silniejszego, ale krótkotrwałego i przerywanego ucisku ręcznego. Niektórzy autorzy sugerują, że obecność dużego wynaczynienia krwi, niezależnie od wielkości komory tętniaka, powinna być wskazaniem do wdrożenia leczenia zabiegowego ze szczególnym wskazaniem na przezskórne ostrzyknięcie tętniaka rzekomego trombiną (46).

Obecnie propagowane jest zastosowanie jednego z trzech schematów postępowania uciskowego, tzn. opatrunku uciskowego z użyciem peloty, celowanego ucisku ręcznego lub celowanego ucisku głowicą ultrasonograficzną. W dotychczasowych publikacjach

przedstawiono bardzo zróżnicowaną skuteczność poszczególnych metod terapeutycznych, co wynika m.in. z różnych kryteriów kwalifikacji chorych do wdrożenia poszczególnych technik leczenia, dużej różnorodności grup chorych oraz kryteriów oceny morfologii tętniaków (81). W naszych wcześniejszych pracach wykazaliśmy i omówiliśmy wątpliwości dotyczące skuteczności wdrożenia ucisku głowicą ultrasonograficzną (80). Z tego powodu w obecnym opracowaniu pominęliśmy tę metodę. Najczęściej stosowaną metodą terapii uciskowej jest opatrunek uciskowy z opaski o dużej elastyczności, z pelotą umiejscowioną nad przypuszczalną lokalizacją jamy tętniaka. Według naszych obserwacji zastosowanie OU umożliwia uzyskanie wykrzepnięcia tętniaka rzekomego u 23% chorych. Według nas czynnikami ograniczającymi skuteczność opatrunku uciskowego są: przypadkowa lokalizacja peloty umiejscawianej wyłącznie na podstawie badania palpacyjnego, częsta zmiana ułożenia peloty, przesuwającej się samoistnie lub przy aktywnym współudziale pacjenta, ograniczony ucisk wywierany przez opaski o dużej rozciągliwości, ograniczona tolerancja chorych na długotrwały ucisk wywierany w pachwinie przez pelotę. W publikacjach zwraca się dodatkowo uwagę na niekorzystny wpływ stosowania dużych dawek leków przeciwzakrzepowych w okresie około- i pozabiegowym oraz przedłużającej się w czasie aktywności tętniaka na skuteczność terapeutyczną OU (31, 29).

Zdecydowanie wyższą skuteczność (75,5% przypadków) leczenia zachowawczego tętniaków rzekomych uzyskaliśmy w przypadku stosowania celowanego ucisku ręcznego. W przeciwieństwie do ucisku głowicą ultrasonograficzną, zapewnienie stałych warunków kompresji w CUR jest zdecydowanie łatwiejsze. Ucisk, trwający 20-40 min, można wywierać obydwoma rękami, siedząc w wygodnej pozycji, a w miejscu przyłożenia ucisku nie stosuje się żelu, na którym ślizga się głowica ultrasonograficzna. Zastosowanie powyższej techniki generalnie nie wymaga udziału wysoko wykwalifikowanego personelu. Podobnie jak we wcześniejszych doniesieniach (44, 79, 82) nie zaobserwowaliśmy zależności pomiędzy długością lub szerokością kanału tętniaka a skutecznością CUR.

Czynnikami, które w największym stopniu ograniczają skuteczność stosowanego leczenia uciskiem, niezależnie od jego postaci, są: podaż heparyny podczas zabiegu angioplastyki lub przewlekłe stosowanie leków antyagregacyjnych, otyłość oraz wydłużony czas aktywności tętniaka. „Wiek” tętniaka, który pogarsza skuteczność stosowanego leczenia zachowawczego określany jest na 1-30 dni (29, 83).

Rzadko wymienianym, ale bardzo istotnym czynnikiem modyfikującym skuteczność leczenia uciskiem jest lokalizacja „wrót,” tętniaka na poszczególnych odcinkach tętnic w pachwinie

(16, 20). Nakłucie tętnicy biodrowej zewnętrznej (tzn. powyżej poziomu więzadła pachwinowego) lub tętnic zlokalizowanych poniżej podziału tętnicy udowej wspólnej znacząco pogarsza skuteczność kompresji. Szczególnie niekorzystne jest nakłucie tętnicy głębokiej uda (31). Zależność ta wynika z wzajemnego umiejscowienia poszczególnych odcinków tętnic udowych względem głowy kości udowej stanowiącej naturalne podparcie dla przebiegającej od przodu tętnicy udowej wspólnej. Natomiast tętnice zlokalizowane powyżej (t. biodrowa zewnętrzna) jak i poniżej (t. udowa powierzchowna i t. głęboka uda) poziomu głowy kości udowej są takiej podstawy pozbawione. Z tego powodu ucisk wywierany na „wrota” tętniaka rzekomego znajdujące się poza obrębem tętnicy udowej wspólnej jest zdecydowanie mniej skuteczny (82). Według niektórych autorów wdrażanie terapii uciskowej w przypadku tętniaków wychodzących z tętnic: biodrowej zewnętrznej lub głębokiej uda jest całkowicie bezsensowne (31, 33).

W dotychczasowych publikacjach analizujących wpływ różnych aspektów morfologii tętniaka rzekomego na prawdopodobieństwo jego wykrzepnięcia (samoistnego lub pod wpływem kompresji) pominięto zagadnienie lokalizacji komory tętniaka w stosunku do powięzi. Szczególnie duże ryzyko wystąpienia wtórnych powikłań obserwowaliśmy w odniesieniu do tętniaków zlokalizowanych w przestrzeni nadpowięziowej, w tkance podskórnej. Brak torebki w połączeniu z niewielkim ciśnieniem wewnątrzprzedziałowym zwiększają istotnie ryzyko nagłego powiększenia się zmiany, aż do wystąpienia objawów wstrząsu hipowolemicznego włącznie. W skrajnych przypadkach nagłe powstanie rozległego wynaczynienia krwi może doprowadzić do zgonu chorego, co obserwowaliśmy u jednego z naszych pacjentów. Komora tętniaka, zlokalizowana bezpośrednio pod skórą, może powodować miejscowe upośledzenie ukrwienia skóry, warunkując powstanie zmian martwiczych, przedłużających proces leczenia lub też stanowiących źródło ewentualnego krwawienia zewnętrznego. W przypadku tętniaków nadpowięziowych powstanie zmian martwiczych jest niezależne od wielkości towarzyszącego krwiaka, a dodatkowo sprzyja im długotrwałe zastosowanie opatrunku uciskowego. Biorąc pod uwagę powyższe problemy związane z rozwojem i leczeniem zachowawczym tętniaków, których komory zlokalizowane są nadpowięziowo, naszym zdaniem ich rozpoznanie powinno być wskazaniem do pilnego wdrożenia leczenia zabiegowego.

W przypadku leczenia uciskiem tętniaków zlokalizowanych podpowięziowo ryzyko wystąpienia zmian martwiczych skóry i krwotoków zewnętrznych jest istotnie mniejsze niż w przypadku tętniaków nadpowięziowych. Zmiany martwicze powstały wyłącznie u chorych z

dużymi, silnie napinającymi skórę krwiałkami zlokalizowanymi w tkance podskórnej. Nie obserwowaliśmy natomiast wystąpienia krwotoków zewnętrznych. W przypadku podpowięziowych tętniaków rzekomych obserwowaliśmy natomiast ryzyko pojawienia się objawów zespołu ciasnoty wewnątrzpowięziowej, wymagającego w 3 przypadkach pilnego odbarczenia operacyjnego.

W celu ograniczenia ryzyka wystąpienia powikłań wtórnych związanych z wdrożeniem terapii uciskiem jatrogennych tętniaków rzekomych opracowane zostały wskazania do zaprzestania lub pominięcia etapu leczenia uciskowego. Należą do nich: gwałtowne powiększanie się wymiarów tętniaka, brak skuteczności terapii zachowawczej stosowanej przez okres 10 dni, ucisk na pęczek naczyniowo-nerwowy z objawami upośledzenia ukrwienia lub znacznymi parestezjami, objawy ciasnoty wewnątrzpowięziowej, wstrząs hipowolemiczny, zakażenie, zmiany martwicze skóry w okolicy pachwinowej oraz tętniaki o średnicy komory powyżej 70 mm (28, 55, 79).

W powyższych przypadkach należy rozważyć zastosowanie jednej z technik interwencyjnych, tzn. przezskórnego ostrzyknięcia trombiną, implantacji stentgraftu lub zabiegu operacyjnego. (84, 85). Na podstawie naszych obserwacji konieczne wydaje się rozszerzenie grupy w/w wskazań do bezpośredniego wdrożenia leczenia zabiegowego o nadpowięziową lokalizację komory tętniaka oraz współistnienie tętniaków podpowięziowych i dużych krwiałków w przestrzeni nadpowięziowej.

5.2 Jatrogenne przetoki tętniczo-żyłne

Podstawową formą terapii jatrogennych przetok tętniczo-żylnych jest leczenie zabiegowe (18, 54, 86). Jednakże brak jest jednoznacznych wskazań określających optymalny moment jego wdrożenia. Z powodu obserwowanej tendencji do samoistnego wykrzepiania 38-80% zmian część autorów zaleca początkowo przyjęcie postawy wyczekującej, nawet przez okres 1 roku (47, 87, 88). Jednakże podejście takie nie jest powszechnie akceptowane i część autorów mimo tego, że istniejący przeciek nie warunkuje powstania objawów niewydolności krążenia, wskazuje na konieczność pilnego zaopatrzenia zabiegowego uszkodzonych naczyń (89).

Z powodu różnic związanych z wyborem odpowiedniego schematu leczenia szczególnie ważne staje się opracowanie dodatkowych kryteriów ułatwiających podjęcie właściwej decyzji. Wydaje się, że rolę taką może odegrać prawidłowo wykonane badanie dopplerowskie z podwójnym obrazowaniem (43, 47). Kompletny wynik obejmujący ocenę strukturalną i

czynnościową powikłania nie tylko umożliwiła podjęcie kompetentnej decyzji o wdrożeniu odpowiedniej formy terapii, ale także ułatwia operatorowi śródoperacyjną lokalizację zmiany, przyczyniając się tym samym do zmniejszenia rozległości zabiegu oraz ograniczenia ryzyka jego nieskuteczności (np. przeoczenia i pozostawienia czynnej przetoki) (18, 87).

W zebranych materiałach badawczych obserwowaliśmy przypadki nieskutecznego zaopatrzenia przetok. Sytuacje takie dotyczyły wyłącznie zmian z udziałem drobnych żył, takich jak: dopływy opuszki żyły odpiszczelowej lub żyła boczna okalająca udo. Pacjenci z przetrwałą przetoką tętniczo-żylną wymagali reoperacji, co wiązało się ze zwiększonym ryzykiem wystąpienia zaburzeń gojenia ran w pachwinach. Niestety, jak wynika z naszych obserwacji, znaczna część jatrogennych przetok jest błędnie rozpoznawana jako tętniaki rzekome, odcinkowe zwężenie tętnic lub też w ogóle pozostaje nierozpoznana. W znacznej liczbie opisów badań dodatkowych brak jest informacji na temat lokalizacji „wrót” przetok tętniczo-żylnych lub tętniaków rzekomych w stosunku do poszczególnych odcinków naczyń (90).

W wielu pracach wskazywano na wysoką czułość (98-100%) i specyficzność (77-92%) badania dupleksowego w wykrywaniu miejscowych powikłań po zabiegach endowaskularnych (25, 43, 53). Ultrasonografia dopplerowska z podwójnym obrazowaniem jest badaniem nieinwazyjnym, umożliwiającym dokładne określenie naczyń uczestniczących w tworzeniu zmiany i lokalizacji „wrót” przetoki lub tętniaka rzekomego (49).

Warunkiem powstania jatrogennej przetoki tętniczo-żylniej jest jednoczesne nakłucie dwóch naczyń, tzn. tętnicy oraz jednego z sąsiadujących naczyń żylnych. Należy przy tym pamiętać, że bezpośrednie przyleganie naczyń tworzących przetokę nie jest warunkiem bezwzględny powstania tego rodzaju powikłania. Jak okazało się w trakcie naszych badań w wytworzeniu przetoki wielokrotnie biorą udział naczynia znacznie oddalone od siebie – dotyczy to przede wszystkim dopływów opuszki żyły odpiszczelowej, przebiegających w pewnym oddaleniu od ściany tętnicy udowej.

W dostępnym piśmiennictwie można spotkać sugestię, że powstanie przetoki tętniczo-żylniej jest możliwe wyłącznie w następstwie nakłucia jednej z dwóch tętnic zlokalizowanych poniżej podziału tętnicy udowej wspólnej, tzn. t. udowej powierzchownej lub t. głębokiej uda, oraz jednej z dwóch żył udowych: wspólnej lub powierzchownej (43, 86, 91, 92).

Z analizy obserwacji zebranego przez nas materiału badawczego wynika natomiast fakt, że lokalizacja przetok oraz rodzaj naczyń biorących udział w ich wytworzeniu są dużo bardziej zróżnicowane niż to sugerowano w dotychczasowych pracach. W naszych badaniach

potwierdziliśmy przeważający udział tętnic: udowej powierzchownej i głębokiej uda w powstawaniu patologii. Stanowiły one źródło zaopatrzenia zmian, odpowiednio w 49,1% i 36,2% przypadków. W odniesieniu do tętnicy głębokiej uda uszkodzeniu podlegała zawsze przednia ściana naczynia, natomiast w odniesieniu do tętnicy udowej powierzchownej w zdecydowanej większości przypadków tylna ściana. Dominujący udział tętnic: udowej powierzchownej i głębokiej uda w powstawaniu powikłań wydaje się zaskakujący, jeśli uwzględnione zostanie relatywnie rzadkie nakłuwanie obu naczyń. Według Gabriela i Von Molla tętnice zlokalizowane poniżej podziału tętnicy udowej wspólnej podlegają nakłuciu tylko w ok. 20% przypadków, w przeciwieństwie do tętnicy udowej wspólnej, która jest punktowana w 77-80% przypadków (33, 81). Wydaje się, że dużą tendencję do powstawania przetok po nakłuciu tętnic: udowej powierzchownej lub głębokiej uda można wytłumaczyć dwoma zjawiskami wynikającymi ze stosunków anatomicznych panujących w tej okolicy. Z jednej strony żyły odbierające, tzn. żyła udowa powierzchowna i żyła boczna okalająca udo są ułożone warstwowo, naprzemiennie z wymienionymi powyżej tętnicami, co sprzyja ich jednoczesnemu nakłuciu podczas wprowadzania igły. Z drugiej strony bezpośrednie przyleganie uszkodzonych naczyń sprzyja utrwaleniu powstającego przecieku. Wykonana przez nas analiza zgromadzonego materiału badawczego wykazała, że wbrew dotychczasowym obserwacjom, wśród naczyń odbierających krew z przetok dominowały dopływy żył udowych, a nie ich główne pnie. Szczególnie podatna na uszkodzenie była żyła boczna okalająca udo, przebiegająca poziomo pomiędzy odcinkami bliższymi tętnic: udowej powierzchownej i głębokiej uda, i uchodząca do żyły udowej wspólnej od strony bocznej. Ponieważ zazwyczaj przebiega ona w bezpośrednim sąsiedztwie podziału tętnicy udowej wspólnej ryzyko jej uszkodzenia wzrasta w przypadku nakłucia tętnicy na w/w poziomie. Jej specyficzna lokalizacja powoduje, że może ona tworzyć przetokę z ubytkami zlokalizowanymi na tylnej ścianie tętnicy udowej powierzchownej, na przedniej ścianie tętnicy głębokiej uda lub w obu tych miejscach równocześnie (52). Taki rzadki przypadek „podwójnej” przetoki obserwowaliśmy także w naszym materiale.

Kolejnym powodem znacznej podatności tętnic: udowej powierzchownej i głębokiej uda na tworzenie przetok jest ich położenie poniżej dolnego brzegu głowy kości udowej, co istotnie zmniejsza skuteczność ucisku wywieranego na nakłute naczynia po zakończeniu procedury endowaskularnej. W przypadku tętnicy głębokiej uda sytuacja jest dodatkowo komplikowana przez kątowe odejście naczynia, z jednej strony jeszcze bardziej ograniczające skuteczność

ucisku, natomiast z drugiej często wymuszające kilkukrotne powtórzenie nakłucia, co sprzyja powstawaniu mnogich urazów sąsiadujących naczyń (20).

Naczyniem zdecydowanie najrzadziej zaopatrującym przetoki tętniczo-żylną była tętnica udowa wspólna (15,5%). W takich przypadkach najczęstszym statystycznie naczyniem odbierającym krew z przetoki był dopływ opuszki żyły odpiszczelowej, krzyżujący tętnicę od strony brzusznej. Relatywnie rzadkie występowanie przetok z udziałem tętnicy udowej wspólnej tłumaczone jest specyficznymi warunkami anatomicznymi (43, 91, 92). Ryzyko jednoczesnego nakłucia obu w/w naczyń jest mało prawdopodobne w związku z niewielką średnicą dopływów opuszki żyły odpiszczelowej oraz ich znacznym oddaleniem od tętnicy udowej wspólnej. W przypadku takich przetok kanał łączący obydwie uszkodzone naczynia jest najczęściej długi, co sprzyja jego wykrzepnięciu, bądź samoistnemu, bądź pod wpływem przyłożonego ucisku, którego skuteczność jest zwiększana przez głowę kości udowej zlokalizowaną bezpośrednio pod pęczkiem naczyniowym. Dodatkowym czynnikiem ułatwiającym wykrzepnięcie zmiany jest ograniczony przepływ przez kanał przetoki (47, 54). Z naszych obserwacji wynika, że ograniczony przeciek w tego rodzaju przetokach jest głównym czynnikiem utrudniającym prawidłowe rozpoznanie powstałej patologii. Niewielkie zaburzenia hemodynamiczne powstające w otoczeniu zmiany mogą powodować, że typowe objawy ultrasonograficzne przetoki, tj. różnokolorowy przepływ w kanale, prążki powstające w otaczających tkankach oraz zmiana charakteru przepływu w doprowadzających i odprowadzających naczyniach mogą pozostać niezauważone (93).

Bardzo rzadkie występowanie przetoki między naczyniami udowymi wspólnymi (tętnicą i żyłą) wynika z ich wzajemnej lokalizacji anatomicznej (tętnica przebiega bocznie i powierzchownie w stosunku do żyły), która praktycznie wyklucza możliwość ich jednoczesnego nakłucia.

Na podstawie wyników przeprowadzonych przez nas analiz można wyciągnąć wniosek, że naczynia biorące udział w tworzeniu przetoki tętniczo-żylną determinują w decydującym stopniu wielkość przecieku, a co za tym idzie także rodzaj i nasilenie objawów klinicznych. Dane zawarte w publikacjach oraz doświadczenia własne dowodzą, iż zdecydowana większość pacjentów nie zgłasza jakichkolwiek dolegliwości, mogących wynikać z podkradania krwi z układu tętniczego kończyny lub z przeciążenia prawokomorowego (47, 54). Kelm i Rivers uważają, że brak objawów klinicznych jest spowodowany ograniczoną wielkością przecieku (47, 94). Z piśmiennictwa dotyczącego przetok dializacyjnych wynika, że w przypadku przecieku mniejszego niż 1200 ml/min. objawy kliniczne występują tylko

sporadycznie (47, 54). W przypadku przetok tętniczo-żylnych wytworzonych podczas zabiegów endowaskularnych średnia wielkość przecieku jest mniejsza niż 350 ml/min. (88), co znalazło potwierdzenia także w naszych obserwacjach. Czynnikiem zwiększającym prawdopodobieństwo samoistnego wykrzepnięcia przetoki tętniczo-żylnej są m.in. długi kanał łączący uszkodzone naczynia oraz ograniczony przeciek. Według Peringsa przepływ przez przetokę mniejszy niż 400 ml/min. jest czynnikiem rokującym samoistne wykrzepnięcie zmiany (88). Natomiast przetoki funkcjonujące przez okres powyżej 1 roku oraz zmiany z przeciekiem powyżej 400 ml/min. nie wykazują tendencji do samoistnego zamknięcia, zwiększając ryzyko wystąpienia objawów ubocznych, co stanowi wskazanie do ich zabiegowego zaopatrzenia (47, 48, 88).

Jak wynika z podanych powyżej informacji wielkość przecieku w przetoce jest istotną wartością mogącą warunkować wybór optymalnego sposobu postępowania. Jednakże oznaczenie objętości przepływu może, wbrew oczekiwaniom, okazać się trudnym zadaniem. Najbardziej wiarygodnym oznaczeniem byłaby ocena objętości przepływu w kanale przetoki (88). Jednakże o ile pomiar prędkości jest wiarygodny, to oznaczenie drugiej wymaganej wartości, tzn. średnicy kanału, jest w zasadzie niemożliwe. W przypadku bezpośredniej styczności obu naczyń kanał jest zazwyczaj niewidoczny, natomiast w sytuacji ich oddalenia od siebie przebieg kanału można uwidocznic tylko przy pomocy funkcji dopplera kolorowego. W zależności od ustawienia funkcji wzmocnienia szerokość kanału wyznakowanego kolorem zwiększa się lub zmniejsza, co w istotny sposób wpływa na dokładność i wiarygodność pomiaru. Z tego powodu należy szukać innej możliwości wiarygodnej oceny. Obserwacje własne wykazują, że porównywalne i powtarzalne wyniki można uzyskać wykonując pomiar przy użyciu dwóch pozostałych technik. Zarówno ocena przepływu w tętnicach: udowej wspólnej, udowej powierzchownej i głębokiej uda po stronie przetoki, jak również w odcinkach bliższych żył udowych powierzchownych obu kończyn dają porównywalne wyniki, mogące wiarygodnie przedstawić wielkość przecieku. Należy jednakże uwzględnić, że ocena przepływu w żyłach może okazać się trudna, m.in. z powodu zmiennych warunków przepływu krwi w pniach żylnych w zależności od przygotowania chorego i współistniejących zmian miażdżycowych w towarzyszących tętnicach oraz w zależności od ucisku jaki wywiera głowica na powłoki podczas badania.

5.3 Zespół niebieskich palców

We wszystkich dotychczasowych publikacjach dotyczących zespołu niebieskich palców wykazywano częstsze występowanie zmian w zakresie kończyn dolnych, w porównaniu z

kończynami górnymi (95-99). Prawidłowość ta potwierdziła się również w naszych badaniach. W większości przypadków zmiany znajdowały się na stopach, natomiast w zakresie rąk obserwowaliśmy je tylko u 9 chorych (wszyscy manifestowali obecność morfologicznych zmian w naczyniach podobojczykowych stanowiących źródło mikrozatorowości). Jakkolwiek Spittell za jedyną przyczynę powstania mikrozatorowości w zakresie kończyn górnych uznał zwężenie tętnic podobojczykowych (97), to u naszych chorych obserwowaliśmy także inne przyczyny, tj. tętniak i ucisk w obrębie górnego otworu klatki piersiowej. Wydaje się, że częste wykrywanie zmian miażdżycowych przez innych autorów może wynikać z łatwości ich wykrycia dzięki zastosowaniu technik pośrednich np. dzięki wykryciu zaburzeń przepływu w jednoimiennej tętnicy kręgosłupowej. Obecność istotnego zwężenia tętnicy podobojczykowej jest najczęściej związana z II stopniem podkradania, tzn. z obecnością dwukierunkowego przepływu w jednoimiennej tętnicy kręgosłupowej. Rzadkie wykrywanie innych naczyniowych przyczyn zespołu niebieskich palców w obrębie kończyn górnych może być następstwem trudności w ich uwidocznieniu w badaniu dupleksowym. Przykładowo wykrycie tętniaków prawdziwych wymaga opanowania techniki badania głowicą sektorową lub konweksową z dostępu przez dół szyjny (100). Natomiast diagnostyka ultrasonograficzna zespołu górnego otworu klatki piersiowej wymaga znajomości poszczególnych prób czynnościowych potwierdzających lub wykluczających obecność ucisku na badane struktury naczyniowe.

W przypadku zmian dotyczących kończyn dolnych przyczyny powstawania mikrozatorowości są bardziej zróżnicowane pod względem mechanizmu oraz lokalizacji. Analiza zebranego przez nas materiału wykazała, że najczęstszą przyczyną powyższej patologii były hemodynamicznie istotne zwężenia w zakresie tętnic biodrowych i udowych. Na drugim miejscu plasowały się tętniaki prawdziwe. Tętniaki rzekome i niedrożności występowały tylko w pojedynczych przypadkach.

Podobnie jak w naszym materiale również inni autorzy za najczęstsze źródło mikrozatorów uznają złogi miażdżycowe oraz tętniaki prawdziwe. Według Spittella skrzepliny mogą powstawać nie tylko w owrzodzeniach, ale także na pojedynczych, nieregularnych złogach o grubości 2-4 mm (97). W dotychczasowych badaniach nie ma jednoznaczności co do przeważającej lokalizacji zmian miażdżycowych, będących źródłem zatorów. Według Karmody powyższe zmiany zlokalizowane są głównie w odcinku udowo-podkolanowym (101). Natomiast nowsze badania Katza i Spittella wskazują na wzrastające znaczenie złogów w odcinku aortalno-biodrowym (95, 97). Uważa się, że jedną z przyczyn zmiany poglądów

może być coraz częstsze zastosowanie badań dupleksowych i echokardiograficznych w poszukiwaniu zmian stanowiących potencjalne źródło mikrozatorowości (96, 99, 102). Według Katza badania wykonywane w trybie rzeczywistym umożliwiają wykazanie obecności balotujących skrzeplin zarówno w komorach tętniaków jak i tych połączonych ze złogami (95). Ich wykrycie jest natomiast niemożliwe w przypadku analizy nieruchomych obrazów uzyskiwanych w innych badaniach, tj. DSA, KT-angio oraz MR-angio. Dodatkowo badanie angiograficzne uniemożliwiając wykazanie obecności owrzodziałych oraz małych, przyściennych złogów zwiększa ryzyko uaktywnienia różnych postaci zatorów podczas manipulacji instrumentalnej w dużych naczyniach (99). Mało przydatne jest nawet kilkukrotne powtarzanie DSA w zmiennych projekcjach. Podobne obserwacje dotyczyły analizowania przez radiologów wyników badań ultrasonograficznych wykonywanych przez techników. Ocena nieruchomych zdjęć uniemożliwiała rozpoznanie balotujących skrzeplin, uwidacznianych w trakcie badań wykonywanych w czasie rzeczywistym przez lekarzy (97).

Drugą, obok badania dupleksowego, metodą o dużej czułości w wykrywaniu nawet małych, balotujących skrzeplin w aorcie zstępującej jest echokardiografia przezprzełykowa (96, 97, 102). Jej zastosowanie umożliwiło wykrycie czterokrotnie większej liczby potencjalnych źródeł mikrozatorowości w porównaniu do tradycyjnego badania wykonywanego przez powłoki (95).

W zebranych materiale badawczym obserwowaliśmy występowanie zmian niedokrwiennych częściej na jednej kończynie niż na obu jednocześnie. Porównanie lokalizacji zmian ogniskowych z przyczynami ich występowania wykazało istotną zależność. Obecność zmian morfologicznych w dużych pniach tętniczych, niezależnie od ich lokalizacji i charakteru, warunkowała jednostronne wystąpienie niedokrwienia. Natomiast u pacjentów z zaburzeniami kardiologicznymi lub hematologicznymi jednakowo często występowały objawy jedno- i obustronne.

Inni autorzy zwracają natomiast uwagę na rolę zmian morfologicznych zlokalizowanych w aorcie w powstawaniu obustronnego zespołu niebieskich palców. W badaniach Katza obustronne niedokrwienie występowało u 14 z 47 pacjentów i wszystkie przypadki były związane ze zmianami zlokalizowanymi w aorcie. Natomiast w przypadku jednostronnej lokalizacji zmian niedokrwiennych obecność potencjalnych źródeł mikrozatorowości w aorcie stwierdzono tylko u 3 z 33 pacjentów. W pozostałych przypadkach źródła zatorów były zlokalizowane w głównych pniach tętniczych poszczególnych kończyn (95). W dotychczasowych pracach zwracano uwagę na możliwość występowania tętniaków

prawdziwych i istotnych zwężeń tętnic biodrowych, udowych i podkolanowych. Dominującymi zmianami morfologicznymi u pacjentów w analizowanym przez nas materiale badawczym były pojedyncze, krótkoodcinkowe, istotne zwężenia zlokalizowane w tętnicach biodrowych lub udowych powierzchownych. Inne, stwierdzane relatywnie rzadziej, źródła mikrozatorowości to: tętniaki rzekome (pourazowe lub jatrogenne) oraz resztkowe skrzepliny w wykrzepniętych i leczonych trombolitycznie protezach naczyniowych. W większości przypadków prowadzona fibrynoliza pozwala na uzyskanie tylko częściowego odtworzenia drożności wykrzepniętego naczynia lub protezy, a rezydualne skrzepliny są słabo zespolone ze ścianą w/w struktur.

Wbrew oczekiwaniom objawy mikrozatorowości obwodowej mogą występować także u pacjentów z deficytem tętna na naczyniach obwodowych. U 5 badanych przez nas pacjentów nie wyczuwano tętna na tętnicach podkolanowych i piszczelowych chorych kończyn. W badaniach Katza odsetek ten wynosił aż 40% (95). Deficyt tętna u badanych przez nas chorych był spowodowany obecnością niedrożności lub istotnych zwężeń w obrębie tętnic biodrowych lub udowych. Czynnikiem sprzyjającym powstaniu objawów zespołu niebieskich palców u pacjentów z odcinkową niedrożnością niezmiennych miażdżycowo tętnic udowych powierzchownych był zespół antyfosfolipidowy. Najprawdopodobniej zespół ten był także odpowiedzialny za wcześniejsze powstanie krótkoodcinkowych niedrożności (103).

Współwystępowanie zaburzeń krzepliwości w postaci: chorób mieloproliferacyjnych, procesów zapalnych naczyń, chorób nowotworowych, hiperfibrynogenemii i hipercysteinemii sprzyja powstawaniu mikrozakrzepów na relatywnie niewielkich zmianach miażdżycowych aorty i tętnic obwodowych (95, 104, 105). Choroby mieloproliferacyjne są związane z nasiloną agregacją trombocytów. Podobnie u 50% pacjentów z rakiem i u 95% chorych z przerzutami nowotworowymi zaobserwowano nasiloną agregację płytek oraz powinowactwo do trombiny i fosfatazy adenozyiny. U 60% pacjentów z nowotworami wzrasta liczba trombocytów (106, 107).

Wykrycie morfologicznej zmiany będącej potencjalnym źródłem mikrozatorowości jest wskazaniem do wdrożenia leczenia zabiegowego, uznawanego powszechnie za podstawową formę leczenia pacjentów z zespołem niebieskich palców. Jej wdrożenie umożliwia zachowanie ponad 90% kończyn oraz ograniczenie częstości wykonywania amputacji do 5%. W badanej przez nas populacji konieczne było wykonanie ograniczonych amputacji u 6 chorych, co daje podobne wyniki jak dane z piśmiennictwa. Jak obserwowaliśmy u naszych pacjentów z „suchą” martwicą palców odpowiednio wczesne wykonanie zabiegów

rewaskularyzacyjnych lub wdrożenie terapii antyagregacyjnej daje szansę wyleczenia zmian bez wykonywania amputacji.

Proponowane procedury zabiegowe obejmują cały zakres technik chirurgii naczyniowej, od udrożnienia do odcinkowego podwiązania lub wycięcia chorobowo zmienionego fragmentu naczynia, z następczym pomostowaniem. Rodzaj zastosowanego zabiegu jest uzależniony od charakteru, lokalizacji i rozległości zmiany pierwotnej (99, 103). Wśród pacjentów objętych badaniem wykonano porównywalne liczby zabiegów chirurgicznych (udrożnienie i pomostowanie) oraz endowaskularnych. W ostatnich latach coraz częściej propaguje się wdrażanie zabiegów wewnątrznacyniowych jako alternatywy dla otwartych zabiegów chirurgicznych. Jednakże część autorów zwraca uwagę na zwiększone ryzyko wystąpienia epizodów zatorowości jako następstwa manipulacji wewnątrznacyniowej wykonywanej podczas angioplastyki i implantacji stentów (108, 109). Ponieważ największe nasilenie uwalniania mikrozatorów obserwowane jest podczas wstępnej angioplastyki balonowej (tzw. predylatacji) proponuje się używanie u pacjentów z zespołem niebieskich palców stentów samorozprężalnych z następczą plastyką balonową. Takie postępowanie ma według Zhanga ograniczyć istotnie ryzyko powstania wtórnych powikłań zatorowych (98).

W przypadku współistnienia zmian morfologicznych w naczyniach i zaburzeń homeostazy zaleca się wdrożenie terapii hematologicznej przed wykonaniem angioplastyki i wszczepieniem stentu (95). Takie postępowanie ma ograniczyć ryzyko wystąpienia objawów mikrozatorowości podczas wykonywania zabiegów endowaskularnych.

Wśród naszych pacjentów z tętniakami rzekomymi zastosowaliśmy przezskórne ostrzykiwanie komór trombiną. We wszystkich przypadkach postępowanie było skuteczne, bez występowania zdarzeń niepożądanych.

Według naszych obserwacji zastosowanie leków przeciwzakrzepowych skutecznie ograniczyło nasilenie i skróciło czas występowania objawów klinicznych mikrozatorowości. Natomiast inni autorzy promują opinię, że terapia przeciwzakrzepowa heparyną lub lekami doustnymi ma ograniczoną skuteczność w zmniejszaniu nasilenia i zapobieganiu nawrotom mikrozatorowości (99, 103). Natomiast leki antyagregacyjne wydają się być skuteczne w hamowaniu agregacji i występowania nowych zdarzeń zakrzepowych, jednakże z wyłączeniem zatorów cholesterolowych (110).

5.4 Dupleksowa diagnostyka przedoperacyjna u pacjentów z miażdżycowym niedokrwieniem kończyn dolnych

Pierwsze udokumentowane doniesienie o możliwości zastosowania badania dupleksowego w przedoperacyjnej diagnostyce tętnic kończyn dolnych opublikował Jager w 1985 roku (111). W kolejnych badaniach wykazano możliwość zastosowania DUAM jako jedyne badania kwalifikującego do leczenia zabiegowego miażdżycowego niedokrwienia kończyn dolnych (112-115). Decydującą rolę w propagowaniu wykorzystania DUAM w diagnostyce przedoperacyjnej przypisuje się Ascherowi (12, 116), którego uznaje się za najbardziej znanego i doświadczonego zwolennika takiego postępowania.

W dotychczasowych pracach można spotkać się z dużą różnorodnością danych określających czułość i specyficzność DUAM w wykrywaniu zwężeń i niedrożności w tętnicach kończyn dolnych. Collins w meta analizie określił czułość i specyficzność metody odpowiednio w przedziałach 80-98% i 89-99% (117). Tak znaczące zróżnicowanie wyników jest pochodną uwzględniania w poszczególnych doniesieniach różnie zdefiniowanych populacji pacjentów, zastosowania różnorodnych kryteriów hemodynamicznych oceny stopnia zwężenia oraz wykorzystania różnych sposobów weryfikowania trafności rozpoznania.

W dotychczasowych pracach zastosowano dwa „układy odniesienia” służące weryfikacji prawidłowości wyników DUAM. Z jednej strony porównywano wyniki mapowania dupleksowego z wynikami innych badań obrazowych (117-119). Drugą możliwością weryfikacji było zestawienie rozpoznań wstępnych postawionych na podstawie DUAM z ostatecznie wykonanymi procedurami terapeutycznymi (69, 120). W naszych badaniach uwzględniliśmy obydwa sposoby weryfikacji, uwzględniając zarówno wyniki DSA i KT-angio jak również rodzaj ostatecznie wykonanych zabiegów. Takie postępowanie umożliwiło nam zweryfikowanie prawidłowości rozpoznań postawionych na podstawie wszystkich trzech uwzględnionych technik obrazowania. W przeciwieństwie do naszych założeń metodologicznych w większości wcześniejszych opracowań autorzy uznawali kolokwialnie 100% czułość i specyficzność innych technik obrazowania, szczególnie w odniesieniu do DSA, uznanego za złoty standard diagnostyczny (11, 60).

Porównując wyniki DUAM i DSA stwierdziliśmy 94,6% zbieżność uzyskanych wyników. Jednakże porównując prawidłowość wyników badań obrazowych z ostatecznie przeprowadzoną procedurą odnotowaliśmy 97,8% prawidłowość wyników DUAM i 96,7% prawidłowość wyników DSA. W ocenianej przez nas populacji pacjentów różnice pomiędzy badaniami dotyczyły zmian w odcinku biodrowo-udowym. Natomiast w przeciwieństwie do

wcześniejszych doniesień nie obserwowaliśmy istotnych różnic w ocenie naczyń w odcinkach podkolanowych. Taki rozkład uzyskanych wyników może być pochodną uwzględnienia w naszych badaniach w pierwszej kolejności pacjentów ze zmianami w tętnicach biodrowych i udowych, których można było zaopatrzyć technikami operacyjnymi. Stopniowe wdrażanie zabiegów endowaskularnych tętnic podkolanowych w okresie prowadzenia badań warunkowało mniejsze zainteresowanie diagnostyką obrazową w tym odcinku układu naczyniowego kończyn dolnych.

Inni badacze wykazali podobną do naszej zbieżność wyników DUAM i DSA w diagnostyce pacjentów z miażdżycowym niedokrwieniem kończyn dolnych, także w obrębie naczyń goleni (119). Lowery badając grupę 46 chorych stwierdził 100% zgodność wyników DUAM i DSA, niezależnie od lokalizacji zmian (121). Davies w podobnej analizie wykazał czułość 96% i specyficzność 98% DUAM w odcinku udowo-podkolanowym (122). Legemate i Hingorani wykazali natomiast zależność pomiędzy częstością występowania różnic w wynikach badań obrazowych a lokalizacją zmian w badanych naczyniach (118, 123). Legemate wykazał 100% zgodność wyników DUAM i DSA w odcinku aortalno-biodrowym oraz 90% czułość i 98% specyficzność w ocenie odcinka udowo-podkolanowego (123). Hingorani stwierdził średnią zgodność wyników obu badań na poziomie 91% (118). Analizując poszczególne odcinki naczyniowe stwierdził on występowanie różnic w wynikach obu badań dotyczących tętnic biodrowych, udowych i głównych pni tętniczych goleni odpowiednio w 0%, 7% i 14% przypadków. Spośród 9 wykrytych przez Hingoraniego rozbieżności tylko dwie były znaczące i mogły znamienne wpłynąć na rodzaj wykonanej ostatecznie procedury terapeutycznej. W odniesieniu do naszych badań, spośród 5 wykrytych różnic w wynikach DUAM i DSA, aż w 4 przypadkach odstępstwa mogły istotnie wpłynąć na rodzaj przeprowadzonego zabiegu. Z tego po dwa przypadki były następstwem nieprawidłowości rozpoznania w DUAM i DSA.

Obserwowane w naszym materiale pomyłki diagnostyczne w badaniu DUAM były spowodowane obecnością dobrze uwapnionych złogów w świetle naczyń, obecnością gazów jelitowych przesłaniających tętnice biodrowe lub brakiem współpracy ze strony pacjenta (pobudzeniem motorycznym). Niekorzystny wpływ dobrze uwapnionych złogów na prawidłowość wyników DUAM potwierdził Hingorani wspominając jednocześnie o drugiej przeszkodzie, tzn. o wolnym przepływie w naczyniach ($PSV < 20$ cm/s) (118). W nowszej pracy ten sam autor potwierdził ponownie, że wolny przepływ w naczyniu może fałszować hemodynamiczną ocenę stopnia zwężenia i z tego powodu powinien być wskazaniem do

wykonania badania kontrastowego (124). W naszych badaniach dupleksowych poradziliśmy sobie z powyższą niedogodnością stosując aplikacje żyłne w ocenie naczyń podejrzanym o niedrożność lub też wypełniających się ze słabo rozwiniętego krążenia obocznego. Dzięki temu prostemu postępowaniu mogliśmy wykazać obecność nawet bardzo wolnego przepływu w naczyniach obwodowych, wypełniających się ze słabo rozwiniętego krążenia obocznego.

Wolny przepływ był przyczyną fałszywego wyniku jednego z badań DSA, na podstawie którego stwierdzono niedrożność głównych pni tętniczych na kończynie, co wstępnie kwalifikowało chorą do wykonania amputacji. Zastosowanie aplikacji żylnych w DUAM wykazało natomiast całkowitą drożność w/w pni naczyniowych i przyczyniło się do uratowania kończyny. W dwóch innych przypadkach w DSA nie wykryto obecności krótkoodcinkowych istotnych zwężeń w odcinku biodrowo-udowym. Z obserwacji tych wynika, że różnice występujące podczas porównywania wyników DUAM i DSA niekoniecznie wskazują automatycznie na błędy popełnione podczas badania dupleksowego. Hofmann w swoich opracowaniach wykazał przewagę DUAM nad badaniami DSA i MR-angio w obrazowaniu zespołów obwodowych i drobnych tętnic okolicy stawu skokowego i stopy (125). Nadal jednak istnieje grupa autorów uznająca 100% zgodność wyników badań DSA ze stanem klinicznym lub z ostatecznie wykonaną procedurą terapeutyczną (12, 69, 118, 120, 121). Równocześnie odrzucają oni możliwość wpływu na prawidłowość rozpoznania doświadczenia radiologa wykonującego i opisującego badanie oraz interpretacji zdjęć przez chirurga naczyniowego/angiologa, planującego wykonanie zabiegu (117, 126, 127).

W objętej przez nas badaniem populacji stwierdziliśmy 96,7% zgodność pomiędzy wynikami badań DUAM a ostatecznie wykonanymi procedurami leczniczymi. Powyższa zgodność była niezależna od rodzaju zabiegu. Natomiast Ascher obserwując średnią zgodność na poziomie 90% zauważył zależność pomiędzy prawidłowością wyników DUAM a rodzajem wykonanego zabiegu (69, 120). W planowaniu trombektomii, embolektomii oraz pomostowania wykrzepniętych tętniaków tętnic podkolanowych obserwował on 100% zgodność. Niższą zgodnością na poziomie 94% charakteryzowała się kwalifikacja do pomostowania w odcinku biodrowo-udowo-podkolanowym, natomiast zgodność w odniesieniu do zabiegów endowaskularnych stanowiących uzupełnienie wykonanej uprzednio tromboembolektomii wynosiła 50%. Najczęściej wymienianą przyczyną nieprawidłowych rozpoznań, podobnie jak w naszych badaniach, była obecność znacznej ilości gazów jelitowych przesłaniających podział aorty i odcinki bliższe tętnic biodrowych (69, 120).

Według Mazzariol stopień zgodności wyników DUAM i wykonanych procedur jest zależny od zakresu wykorzystanych technik pomiarowych w badaniu dupleksowym (12). Bezpośrednia ocena tętnic biodrowych w prezentacji 2D i z funkcją kolorowego Dopplera umożliwiła prawidłowe wykrycie 94% hemodynamicznie istotnych zmian w tym obszarze. Natomiast dodatkowe zastosowanie analizy spektralnej, umożliwiającej wykrycie jedno- lub dwufazowego przepływu w tętnicy udowej wspólnej, zwiększyło czułość i specyficzność wykrywania istotnych zmian w tętnicach biodrowych do odpowiednio 100% i 93% (12). W naszych badaniach czułość wykrycia hemodynamicznie istotnych zmian w odcinku biodrowym na podstawie analizy spektralnej przepływu w tętnicy udowej wspólnej była nieznacznie niższa i wyniosła 98,9%. U jednej pacjentki pomimo obecności hemodynamicznie istotnego zwężenia bliższego odcinka tętnicy biodrowej wspólnej obserwowano prawidłowy przepływ w tętnicy udowej wspólnej. Z tego powodu za podstawową metodę wykrywania istotnych zmian w tętnicach biodrowych uznaliśmy ocenę morfologiczną w prezentacji 2D i kolorowym Dopplerze.

Porównując DUAM i KT-angio stwierdziliśmy zgodność wyników w 68,9% przypadków. Tak niski odsetek zgodności odbiega wyraźnie od wyników uzyskiwanych przez innych autorów. W odniesieniu do KT wykazano 97% czułość i 97% specyficzność oraz 94% trafność w wykrywaniu istotnych zwężeń i niedrożności (128, 129). Najczęściej nieprawidłowości i trudności interpretacyjne dotyczyły oceny odcinków niezmiennych oraz wykrywania zwężeń < 50% (128). Można przypuszczać, że jedną z możliwych przyczyn tak znacznej rozbieżności uzyskanych wyników był rodzaj wykorzystywanej aparatury, mianowicie tomografu 4-rzędowego. We wcześniejszych pracach najwyższą korelację uzyskano w przypadku badań wykonanych aparatami 64-rzędowymi, w przeciwieństwie do aparatów starszych, szczególnie 4- i 16-rzędowych. Czułość i specyficzność w wykrywaniu zmian w naczyniach obwodowych wynosiła odpowiednio 90,9% i 92,4% dla aparatów jednorzędowych (130), 93% i 95% dla aparatów 4-rzędowych (131) oraz 96% i 97% dla aparatów 16-rzędowych (132). Niestety, zdecydowana większość badań KT-angio służących za punkt odniesienia w ocenie zebranego materiału badawczego, pochodziła z aparatu 4-rzędowego, co w wielu przypadkach mogło rzutować na prawidłowość postawionych rozpoznań. W efekcie ich zgodność z rodzajem ostatecznie wykonanej procedury dotyczyła tylko 72,4% diagnoz. W większości przypadków niezgodności polegały na zaniżeniu stopnia zwężenia zmiany. W 5 z 9 przypadków zaobserwowane niezgodności mogły istotnie wpłynąć na rodzaj i zakres wdrożonego leczenia.

Niestety znaleźliśmy tylko dwie prace, w których bezpośrednio porównano wyniki badań dupleksowych i KT-angio. W pierwszej, uznającej tomografię komputerową za złoty standard wykrywania przecieków u pacjentów po implantacji stentgraftów, Chaer wykazał 93% zbieżność z wynikami DUAM (133). Natomiast w drugiej Willmann porównał wyniki KT-angio z DUAM, uznając to ostatnie za badanie referencyjne. (134). Wykazał on 99% zbieżność wyników w ocenie drożności i zwężeń pomostów naczyniowych oraz w wykrywaniu tętniaków zespoleniowych (134). W meta-analizie obejmującej zróżnicowane populacje pacjentów określono czułość i specyficzność wykrywania istotnych hemodynamicznie zwężeń (> 50%) na poziomie odpowiednio 95% i 97% dla MR-angio, 91% i 91% dla KT-angio oraz 88% i 96% dla DUAM (135).

Ascher doceniając znaczenie, bezpieczeństwo oraz łatwość wykonania mapowania dupleksowego poszerzył zakres jego zastosowania i użył DUAM jako metody obrazowania wspomagającej wykonywanie procedur endowaskularnych (136). W grupie 196 pacjentów z istotnymi zmianami w tętnicach biodrowych i/lub w tętnicach udowych powierzchownych (136) oraz u 30 pacjentów ze zmianami w głównych pniach tętniczych goleni (137) wykonał badanie wstępne oraz zabiegi angioplastyki i stentowania pod kontrolą ultrasonografii dopplerowskiej z podwójnym obrazowaniem. W celu potwierdzenia prawidłowości kwalifikacji wykonywał doraźną kontrolę angiograficzną w wybranych przypadkach, stwierdzając 93% zgodność wyników DUAM i DSA. W 22 przypadkach zastosował dojsięcie z przeciwległej strony (tzw. metodą *cross-over*) pod kontrolą ultrasonograficzną. Tylko w 3% przypadków, z powodu problemów technicznych, konieczne było zastosowanie fluoroskopii. Rozwijając powyższą technikę Ascher wykonał serię angioplastyk i stentowania tętnic szyjnych pod kontrolą obrazowania dupleksowego, ograniczając użycie fluoroskopii wyłącznie do wprowadzenia cewnika do światła tętnicy szyjnej wspólnej (138). Także Proia i Johnson potwierdzili przydatność badania dupleksowego w śródoperacyjnej ocenie jakości zespożeń przeszczepów obwodowych (115, 139).

Porównując wyniki DUAM i DSA potwierdziliśmy przydatność badania dupleksowego w ocenie charakteru i przyczyny powstawania zwężenia lub niedrożności. W badaniu dupleksowym m.in. możliwe było rozpoznanie wykrzepniętych tętniaków tętnic podkolanowych, niewidocznych w badaniu angiograficznym. Podobne spostrzeżenia są udziałem innych autorów. Analiza charakteru złogu może wskazywać na istniejące ryzyko rozwoju mikrozatorowości obwodowej, np. w wyniku występujących turbulencji w miejscach krótkoodcinkowych, istotnych zwężeń, owrzodzeń lub nieuwapnionych niedrożności,

mogących być następstwem przebytego zatoru lub miejscowego odczynu zapalnego ściany naczyń (140, 141). Wykrycie niestabilności złogu było według Biasi wskazaniem do wykonania klasycznego zabiegu pomostowania. Zgodnie z pracami Lowery i Biasi uwzględnienie powyższych aspektów morfologicznych mogło warunkować zwiększenie odsetka skutecznych procedur terapeutycznych wykonanych u pacjentów kwalifikowanych na podstawie DUAM w porównaniu do MR-angio (121, 140).

Jakkolwiek badania obrazowe tj.: DSA, KT- i MR-angio umożliwiają uwidocznienie naczyń krążenia obocznego to nie wykazują one hemodynamicznych następstw występujących zmian. Juszkat analizując charakter przepływu w tętnicach podkolanowych u pacjentów ze zmianami w odcinku udowo-podkolanowym wykazał, że amplituda i wartość współczynnika pulsacyjności (PI) jest zależna od stopnia rozwoju krążenia obocznego i koreluje z wartością wskaźnika kostka-ramię (68). Analiza spektrum umożliwia wykrycie obecności zmian w mikrokrażeniu, określanym często mianem zaburzeń odbioru, co może być uznane za niekorzystny czynnik rokowniczy np. w przypadku wszczepiania naczyniowych pomostów obwodowych (142, 143). Baril natomiast stwierdził 100% zgodność wyników DSA i DUAM w wykrywaniu restenoz w stentach implantowanych do tętnicy udowej powierzchownej (144).

Utrudnienia w trakcie wykonywania badań obrazowych.

Niezależnie od przydatności, czułości i specyficzności DUAM w diagnostyce przedoperacyjnej należy uwzględnić trudności w uzyskaniu wiarygodnego i powtarzalnego wyniku. W uwzględnionej w badaniu populacji pacjentów problemy z wykonaniem DUAM obserwowaliśmy w odniesieniu do 10,1% kończyn. Przyczynami trudności były: otyłość, gazy jelitowe przesłaniające naczynia biodrowe, dobrze uwapnione złogi oraz brak współpracy ze strony pacjenta. W przypadku 1,5% kończyn badania były niediagnostyczne.

W pracach Larch i Allard głównym problemem w DUAM naczyń odcinka udowo-podkolanowego była obecność dobrze uwapnionych złogów (145, 146). W badaniach Hingorani trudności w wykonaniu DUAM wystąpiły u 10 z 64 pacjentów (124). Ich przyczyną były: gazy jelitowe utrudniające ocenę naczyń w odcinku aortalno-biodrowym (n=4), blizny pooperacyjne w pachwinie (n=1) oraz uwapnione, przyścienne złogi w odcinku udowo-podkolanowo-piszczelowym (n=5). Natomiast w naszych obserwacjach blizny oraz ewentualne owrzodzenia w pachwinach nie stanowiły istotnej przeszkody w postawieniu

jednoznacznej diagnozy. Możliwe do pokonania trudności występowały u pacjentów z krwiakami lub rozległą nadzianką krwistą powstałą po nakłuciu tętnic udowych.

Innymi potencjalnymi przyczynami problemów związanych z wykonaniem i niedoskonałością wyników DUAM mogą być: brak należytego doświadczenia oraz niedostateczna wiedza badacza w zakresie anatomii naczyniowej i metod leczenia zabiegowego patologii naczyniowej (118). Podkreślany jest fakt zaburzenia krzywej uczenia się w następstwie braku weryfikacji wyników DUAM na drodze porównania z wynikami innych badań obrazowych lub przez uczestnictwo w zabiegach operacyjnych wcześniej diagnozowanych pacjentów (118).

Jako czynniki utrudniające powszechne uznanie DUAM za pełnoprawną technikę obrazowania przedoperacyjnego Ascher uznał: konieczność przeprowadzenia dodatkowego uciążliwego szkolenia personelu wykonującego DUAM w kierunku diagnostyki przedoperacyjnej, długotrwałość procedury oraz częste występowanie czynników utrudniających badanie. Natomiast wg tego samego autora najważniejszą przyczyną marginalizowania roli DUAM w ostatecznej diagnostyce przedoperacyjnej jest nieuzasadniony opór ze strony chirurgów i angiologów (120).

Jednym z głównych powodów rezygnacji z rutynowego zastosowania DUAM w diagnostyce przedoperacyjnej jest długi czas badania, określany w zależności od autora na 39 (120), 46 (124), a nawet 75 minut (12). Według naszych doświadczeń czas wykonania pełnego mapowania naczyń obu kończyn dolnych wymagał poświęcenia od 16 do 34 minut (średnio 21,1 minuty). Tak znaczące różnice między naszymi doświadczeniami a danymi pochodzącymi z piśmiennictwa mogą być pochodną doświadczenia nabytego przez badaczy w trakcie wykonywania badań dupleksowych. Ascher potwierdził znaczenie krzywej uczenia dla skrócenia czasu trwania badania DUAM z początkowych 39 do 30 minut dla pełnego badania i odpowiednio z 18 do 14 minut dla skróconego schematu mapowania (120).

Skrócony schemat mapowania dupleksowego zaproponowany przez Aschera obejmuje rezygnację z rutynowego uwidocznienia odcinka aortalno-biodrowego i ograniczenie się do oceny przepływu w odcinkach dalszych tętnic biodrowych zewnętrznych (z poziomu więzadła pachwinowego, przy użyciu głowicy liniowej), a następnie w tętnicach: udowych wspólnych, udowych powierzchownych, podkolanowych oraz piszczelowych (przednich i tylnych). Ewentualną obecność hemodynamicznie istotnych zwężeń w odcinku aortalno-biodrowym wykrywał na podstawie zaburzenia fazowości przepływu w tętnicach biodrowych zewnętrznych (120, 136). W odniesieniu do pacjentów z objawami ostrego niedokrwienia

kończyn dolnych Ascher zaproponował jeszcze dalej idące uproszczenie (69). Badanie odcinka aortalno-biodrowego wykonywał tylko u pacjentów bez wyczuwalnego tętna w pachwinach. W pozostałych przypadkach ograniczał się wyłącznie do analizy naczyń zlokalizowanych poniżej poziomu więzadła pachwinowego, a przy wykryciu przyczyny niedokrwienia w odcinku udowo-podkolanowym rezygnował z oceny głównych pni tętniczych goleni. Tak daleko idące uproszczenie procedury wydaje się nam nadmierne. U znaczącej części pacjentów stwierdziliśmy obecność wielopoziomowych zmian miażdżycowych, których opisanie mogło w istotny sposób wpłynąć na planowanie procedury terapeutycznej.

Uwzględnienie uzyskanych wyników i uznanie DUAM za pełnowartościową technikę badania przedoperacyjnego umożliwia znaczną redukcję kosztów i skrócenie czasu trwania diagnostyki u pacjentów z niedokrwieniem kończyn dolnych. Przedstawione w wynikach koszty poszczególnych badań jednoznacznie wskazują na przewagę DUAM nad innymi badaniami obrazowymi. Podobne różnice podawane są przez innych autorów. Według cen zachodnich średni koszt badania DUAM wynosi 45-300 USD, natomiast DSA 655-2200 USD, a MR-angio 415-2100 USD (118, 124).

Uwzględniając globalną tendencję wzrostową liczby wykonywanych badań radiologicznych przesunięcie środka ciężkości w kierunku badania dupleksowego jako uznanej metody diagnostyki przedoperacyjnej w niedokrwieniu kończyn dolnych daje możliwość istotnego ograniczenia dawki promieniowania pochłanianego przez pacjentów.

6. Wnioski

1. Nadpowięziowe położenie komory tętniaka rzekomego wiąże się ze zwiększonym ryzykiem wystąpienia powikłań miejscowych i dlatego powinno być wskazaniem do wdrożenia pilnego leczenia zabiegowego.
2. Przedoperacyjna ocena dupleksowa jatrogennych przetok tętniczo-żylnych jest pomocna w wyborze sposobu ich leczenia. Przetoka wytworzona przy udziale dopływów żyły udowej (tzn. głównie żyły okalającej udo bocznej) lub dopływów opuszki żyły odpiszczelowej charakteryzuje się małą objętością przecieku i wykazuje dużą tendencję do samoistnego zamykania się. Z tego powodu preferowanym sposobem leczenia tej postaci przetok powinna być długoterminowa obserwacja.
3. Badanie dopplerowskie z podwójnym obrazowaniem jest prostą i skuteczną metodą wykrywania potencjalnych źródeł mikrozatorowości u chorych z objawami zespołu niebieskich palców. Dupleksowe obrazowanie całego układu tętniczego kończyn umożliwiło wykrycie przyczyn mikrozatorowości u 87% pacjentów. Z tego powodu badanie to powinno być wykonywane w pierwszej kolejności u chorych z klinicznymi objawami zespołu niebieskich palców.
4. Dupleksowe mapowanie przedoperacyjne charakteryzuje się porównywalną z DSA skutecznością w wykrywaniu hemodynamicznie istotnych zwężeń oraz niedrożności w zakresie tętnic kończyn dolnych. Może być ono z powodzeniem stosowane jako jedyna metoda kwalifikacji chorych z miażdżycowym niedokrwieniem kończyn dolnych do leczenia zabiegowego, w szczególności przed planowanymi procedurami endowaskularnymi.

7. Streszczenie

7.1 Streszczenie w języku polskim

Istotą niniejszej pracy badawczej było wykazanie przydatności ultrasonograficznej diagnostyki dupleksowej w ocenie różnych postaci niedokrwienia kończyn. Założono cztery podstawowe cele, a wykonanie zaplanowanych badań miało umożliwić określenie: po pierwsze - wpływu lokalizacji komory lub komór tętniaka rzekomego w odniesieniu do powięzi na skuteczność leczenia zachowawczego oraz ewentualne ryzyko powstania powikłań miejscowych; po drugie - znaczenia dupleksowej oceny jatrogennych przetok tętniczo-żylnych w planowaniu postępowania leczniczego; po trzecie - roli diagnostyki dopplerowskiej z podwójnym obrazowaniem w wykrywaniu przyczyn mikrozatorowości obwodowej kończyn, warunkującej wystąpienie objawów zespołu niebieskich palców oraz po czwarte - przydatności dupleksowego mapowania przedoperacyjnego tętnic u pacjentów z miażdżycowym niedokrwieniem kończyn dolnych.

Metodologia: Realizując pierwszy cel pracy oceniono grupę 259 chorych z tętniakami rzekomymi tętnic udowych powstałych w następstwie przeprowadzonych zabiegów wewnątrznaczyniowych. Wykorzystując badanie dopplerowskie z podwójnym obrazowaniem określono morfologię tętniaków z uwzględnieniem ilości i wielkości komór oraz ich lokalizacji w stosunku do powięzi, a także umiejscowienia „wrót” w odniesieniu do podziałów tętnic udowych wspólnych. Pacjentów objętych badaniem podzielono na dwie podgrupy stosując w każdej z nich inną formę terapii uciskowej. W pierwszej podgrupie (n=142 chorych) zastosowano opatrunek uciskowy, natomiast w drugiej (n=117 chorych) celowany ucisk ręczny. Do leczenia kompresją zakwalifikowano wyłącznie pacjentów z jednokomorowymi tętniakami rzekomymi o średnicy nie przekraczającej 50 mm.

W przypadku drugiego z założonych celów pracy ocenie poddano grupę 57 chorych z jatrogenną przetoką tętniczo-żylną tętnicy udowej powstałą w następstwie przeprowadzonych procedur endowaskularnych. Wykorzystując ultrasonografię dupleksową, wykonywaną w każdym przypadku dwukrotnie, niezależnie przez dwóch doświadczonych badaczy, określono następujące elementy morfologiczne przetoki: naczynia uczestniczące w powstaniu zmiany, lokalizację „wrót” w zakresie tętnicy i żyły oraz objętość przecieku. W celu określenia objętości przepływu przez przetokę zastosowano każdorazowo trzy metody pomiarowe, wykonując wielokrotne oznaczenia z następowym uśrednieniem uzyskanych wyników. Stan

kliniczny pacjenta i wielkość przecieku tętniczo-żylnego stanowiły główne kryteria w wyborze formy leczenia (zachowawczego lub zabiegowego).

W związku z trzecim celem pracy analizie poddano grupę 92 pacjentów diagnozowanych i leczonych z powodu objawowego zespołu niebieskich palców. U wszystkich chorych wykonano badanie dupleksowe układu tętniczego, przy czym część wyników podlegała weryfikacji w innych badaniach obrazowych (KT-angio, DSA) lub śródoperacyjnie.

W przypadku ostatniego z założonych celów pracy u 103 chorych z klinicznymi objawami miażdżycowego niedokrwienia kończyn dolnych wykonano dupleksowe mapowanie tętnic kończyn dolnych, a uzyskane wyniki porównano z innymi technikami obrazowania (DSA, KT-angio lub MR-angio). Ostateczna weryfikacja następowała podczas klasycznych zabiegów operacyjnych lub procedur endowaskularnych.

Wyniki: Porównując dwie metody zachowawczego leczenia uciskiem jatrogennych tętniaków rzekomych wykazaliśmy zdecydowanie wyższą skuteczność celowanego ucisku ręcznego nad opatrunkiem uciskowym z użyciem peloty. Prawdopodobieństwo wykrzepnięcia jamy tętniaka było istotnie uzależnione od trzech czynników: wielkości jamy tętniaka, BMI oraz lokalizacji „wrót” tętniaka w zakresie poszczególnych odcinków naczyń w pachwinie. Istotnie lepsze wyniki uzyskano w przypadku tętniaków małych, o średnicy < 35 mm, w porównaniu z komorami o większej średnicy. U chorych otyłych (BMI > 28) odnotowano pogorszenie skuteczności leczenia uciskiem. Nadpowięziowa lokalizacja komór tętniaków nie wpływała na skuteczność terapii uciskowej, jednakże znamienne zwiększała częstość występowania powikłań miejscowych, m.in. w postaci zmian martwiczych skóry.

Tętniczą komponentę jatrogennych przetok tętniczo-żylnych stanowiła w 49% przypadków tętnica głęboka uda, w 36% tętnica udowa powierzchowna, natomiast w 15% tętnica udowa wspólna. Objętość przepływu przez przetokę była w głównym stopniu warunkowana przez naczynie odbierające. Najmniejsze wartości przepływu (<200 ml/min) obserwowaliśmy w przypadku odpływu krwi przez żyły boczne okalające udo i przez dopływy opuszek żył odpiszczelowych. Przetoki te wykrzepiały samoistnie w 62-86% przypadków. Uszkodzenie dużych żył, tzn. udowych wspólnej lub powierzchownej, skutkowało większą objętością przecieku i było związane z małym prawdopodobieństwem samoistnego ustania przepływu.

Zmiany morfologiczne i czynnościowe w naczyniach, stanowiące potencjalne źródło mikrozatorowości obwodowej, rozpoznano w badaniach dupleksowych u 87% pacjentów. W zakresie kończyn dolnych głównym źródłem mikrozatorowości były zmiany miażdżycowe w

postaci: krótkoodcinkowych, istotnych zwężeń lub niestabilnych złogów. Drugim, co do częstotliwości źródłem mikrozatorowości były tętniaki prawdziwe, najczęściej obejmujące odcinek brzuszny aorty lub dowolne odcinki tętnicy udowej powierzchownej.

W grupie kończyn poddanych mapowaniu dupleksowemu i DSA stwierdzono zgodność wyników w 95% przypadków. Natomiast porównując rezultaty DUAM z rodzajem i zakresem ostatecznie przeprowadzonych procedur diagnostycznych lub zabiegowych w tej samej grupie uzyskano zgodność 98%. W grupie 29 kończyn poddanych badaniom DUAM i KT-angio uzyskano zgodność wyników w 20 przypadkach (68,9%). Natomiast porównując rezultaty poszczególnych badań z ostatecznie wykonanymi procedurami zabiegowymi i wynikami DSA stwierdzono zbieżność 97% dla DUAM i 72% dla KT-angio.

Wnioski: Tętniaki rzekome zlokalizowane w przestrzeni nadpowięziowej oraz tętniaki podpowięziowe współistniejące z rozległymi krwiakami nadpowięziowymi, których leczenie zachowawcze jest związane ze znacząco większą częstością występowania powikłań miejscowych, powinny być wskazaniem do bezpośredniego wdrożenia leczenia zabiegowego.

Ultrasonograficzne badanie dopplerowskie z podwójnym obrazowaniem ma istotne znaczenie w ocenie i planowaniu terapii jatrogennych przetok tętniczo-żylnych. Najważniejszym parametrem charakteryzującym każdą przetokę i określającym prawdopodobieństwo samodzielnego wykrzepnięcia jest wielkość przecieku. Przetoki z przeciekiem poniżej 200 ml/min. powinny być kwalifikowane do wdrożenia leczenia zachowawczego z obserwacją trwającą do 12 miesięcy. Natomiast przetoki z większym przepływem należy kwalifikować do leczenia zabiegowego w trybie planowym.

Badanie dopplerowskie z podwójnym obrazowaniem jest prostą i skuteczną metodą wykrywania potencjalnych źródeł mikrozatorowości u chorych z objawami zespołu niebieskich palców. Z tego powodu badanie to powinno być wykonywane w pierwszej kolejności u chorych z klinicznymi objawami zespołu niebieskich palców.

Dupleksowe mapowanie przedoperacyjne charakteryzuje się porównywalną z DSA skutecznością w wykrywaniu hemodynamicznie istotnych zwężeń i niedrożności w tętnicach kończyn dolnych. Może być ono z powodzeniem stosowane, jako jedyna metoda kwalifikacji chorych z miażdżycowym niedokrwieniem kończyn dolnych do leczenia zabiegowego, w szczególności przed planowanymi zabiegami endowaskularnymi. Uznanie dupleksowego mapowania tętnic w miażdżycowym niedokrwieniu kończyn dolnych, jako wystarczającej metody diagnostycznej przed planowanym zabiegiem umożliwi znaczne obniżenie kosztów i

wydatnie zredukuje czas diagnostyki oraz istotnie ograniczy dawkę promieniowania pochłanianego przez pacjentów w dobie globalnej tendencji wzrostowej liczby wykonywanych badań radiologicznych.

7.2 Streszczenie w języku angielskim (summary)

The aim of this research study was showing efficacy of ultrasonographic duplex diagnostics in assessment of various forms of limb ischaemia. Four basic objectives were formulated and tests were planned in order to state: firstly, the influence of location of the chamber or chambers of a false aneurysm with respect to fascia on the efficacy of conservative treatment and a possible risk of local complications; secondly, the importance of duplex assessment of iatrogenic arteriovenous fistulae in planning therapeutic treatment; thirdly, the role of duplex Doppler diagnostics in discovering causes of peripheral embolism of limbs, resulting in the occurrence of symptoms of the blue toe syndrome; finally, the usefulness of duplex ultrasound arterial mapping in patients with atherosclerotic ischaemia of lower limbs.

Methods: In completing the first objective a group of 259 patients with false aneurysms of femoral arteries resulting from earlier endovascular procedures was analyzed. The morphology of aneurysms, including the number and size of chambers and their location with respect to fascia and the positioning of “gates” in relation to the divisions of common femoral arteries, was established using duplex Doppler diagnostics. The patients included in the study were divided into two sub-groups and each of them received different form of pressure therapy. In the first sub-group (n=142 patients), pressure dressing was applied, in the other one, targeted hand pressure. Only patients with single chamber false aneurysms of less than 50 mm in diameter were qualified for compression treatment.

To realize the second research objective, a group of 57 patients with iatrogenic arteriovenous fistulae of femoral arteries resulting from earlier endovascular procedures was analyzed. With help of duplex Doppler diagnostics, in each case performed twice (independently by two experienced researchers), it was possible to establish the following morphological elements of a fistula: the vessels involved in forming pathological change, location of the “gate” in the artery and vein, and the volume of the leak. In order to establish the volume of the flow through the fistula, three methods of measurement were applied for each case, with repeated marking and subsequent averaging of obtained results. The clinical state of a patient and the size of the arteriovenous leak were the main criteria in choosing the form of treatment (conservative or operational).

The third study objective was realized on a group of 92 patients diagnosed with and treated for the symptoms of blue toe syndrome. In all patients, a duplex Doppler diagnostics of arterial system was performed and a part of results was verified through other imaging diagnostics (CT angiography, digital subtraction angiography) or in intraoperational tests.

The final research objective was achieved on the group of 103 patients with clinical symptoms of atherosclerotic ischaemia of lower limbs, on whom a duplex ultrasound arterial mapping of lower limbs was performed, and the results were compared with results of other imaging techniques (CT angiography, digital subtraction angiography, MR angiography). Final verification took place during classical operation or endovascular procedures.

Results: Comparing two methods of conservative compression treatment of iatrogenic false aneurysms we have shown significantly higher efficacy of targeted hand pressure vis-à-vis a pressure dressing with use of a pad of a truss. The probability of coagulation of an aneurysm cavity depended on three factors: the size of an aneurysm cavity, the BMI, and the location of the aneurysm's "gate" in particular sections of vessels in the groin. Significantly better results were obtained in cases of smaller aneurysms, < 35 mm in diameter, vis-à-vis cases of chambers with bigger diameter. In obese patients, BMI > 28, decreasing efficacy of pressure therapy was observed. Suprafascial location of aneurysms' chambers did not affect the efficacy of pressure therapy, yet it visibly increased the frequency of local complications, e.g. necrotic skin changes.

The arterial component of iatrogenic arteriovenous fistulae was: deep femoral artery, in 49% of cases, superficial femoral artery, in 36% of cases, and common femoral artery, in 15% of cases. The volume of flow through the fistula was predominantly conditioned by the receiving vessel. The lowest values of flow (<200 ml/min) were observed in the case of flow of blood through circumflex lateral femoral veins and inflows of the bulbs of saphenous veins. Those fistulae coagulated spontaneously in 62-86% of cases. Damage of large veins, i.e. common or superficial femoral veins, resulted in a greater volume of leak and was associated with small probability of spontaneous stopping of the leak.

Morphological and functional changes in vessels, which are a potential source of peripheral embolism, was found, through duplex tests, in 87% of patients. With respect to lower limbs, the main source of peripheral embolism was atherosclerotic change in the form of short section, essential stenosis or unstable deposits. The second most frequent source of peripheral embolism was true aneurysm, most often affecting the abdominal section of the aorta or any section of the superficial femoral artery.

In the group of limbs which received duplex mapping and digital subtraction angiography, concordance of results was observed in 95% of cases. Comparison of DUAM results with the type and scope of eventually performed diagnostic or operational procedures in the same group showed concordance of 98%. In the group of 29 limbs which underwent DUAM and CT angiography tests, concordance of results was obtained in 20 cases (68,9%). Finally, the comparison of results of particular tests with eventually performed operational procedures and digital subtraction angiography results showed concordance in 97% of cases for DUAM and 72% for CT angiography tests.

Conclusions: False aneurysms located in the suprafascial area and infrafascial aneurysms coexisting with large haematomas, the conservative treatment of which is associated with significantly higher frequency of local complications, should be an indication for immediate operational treatment.

Ultrasonographic duplex Doppler testing is of essential importance in assessment and planning of therapy of iatrogenic arteriovenous fistulae. The most important parameter characterizing every fistula and determining the probability of spontaneous coagulation is the volume of the leak. Leaks of less than 200 ml/min should be qualified for conservative treatment with observation lasting up to 12 months. The fistulae with greater leak should be qualified for operational treatment according to the schedule.

Duplex Doppler testing is a simple and effective method of discovering potential sources of peripheral embolism in patients with symptoms of the blue toe syndrome. For this reason the test should be performed first of all in patients with clinical symptoms of the blue toe syndrome.

Duplex ultrasound mapping has comparable efficacy to digital subtraction angiography in discovering haemodynamically essential stenosis and occlusions lower limb arteries. It can be successfully used as the sole method of qualification of patients with atherosclerotic ischaemia of lower limbs for operational treatment, especially before planned endovascular procedures. Recognizing duplex ultrasound arterial mapping as a sufficient diagnostic method in planned treatment of atherosclerotic ischaemia of lower limbs will allow to significantly reduce the costs and duration of diagnostic procedures, and greatly reduce the dose of radiation absorbed by patients in the times of a global tendency of increase in the number of performed radiological tests.

8. Piśmiennictwo

1. Bluth EI, Benson CB, Ralls PW, Siegel MJ. Ultrasonography in vascular diseases. Thieme, Stuttgart 2004
2. Noszczyk W. Rys historyczny leczenia chorób naczyń. W: Noszczyk W. (red.) Chirurgia tętnic i żył obwodowych. Wydawnictwo Lekarskie PZWL 2007, 3-19
3. Dzierżanowski R. Słownik chronologiczny dziejów medycyny i farmacji. PZWL Warszawa 1983
4. Hennerici M, Neuerburg-Heusler D. Gefäßdiagnostik mit Ultraschall. Thieme Verlag, Stuttgart 1988
5. Thrush A, Hartshorne T. Ultrasonografia naczyń obwodowych. Elsevier Urban&Partner, Wrocław 2007
6. Nowicki A. Podstawy ultrasonografii dopplerowskiej. W: Małek G. (red.) Ultrasonografia dopplerowska. Zastosowania kliniczne. Medipage, Warszawa 2003, 13-22
7. Ruland O, Bosiers M. Dopplersonographische Diagnostik. Deutscher Ärzte Verlag, Köln 1988
8. Serafin-Król M. Diagnostyka ultrasonograficzna naczyń obwodowych. W: Noszczyk W. (red.) Chirurgia tętnic i żył obwodowych. Wydawnictwo Lekarskie PZWL 2007, 147-181
9. Małek G, Nowicki A. Charakterystyka przepływów i ich wpływ na widmo. W: Małek G. (red.) Ultrasonografia dopplerowska. Zastosowania kliniczne. Medipage, Warszawa 2003, 41-64
10. Małek G, Nowicki A. Techniki dopplerowskie stosowane w praktyce. W: Małek G. (red.) Ultrasonografia dopplerowska. Zastosowania kliniczne. Medipage, Warszawa 2003, 23-25
11. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FGR i Grupa Robocza TASC II. Konsensus dotyczący postępowania w chorobie tętnic obwodowych (TASC II). Acta Angiol. 2007, 13 supl. D
12. Mazzariol F, Ascher E, Hingorani A, Gunduz Y, Yorkovich W, Salles-Cunha S. Lower-extremity revascularization without preoperative contrast arteriography in 185 cases: lessons learned with duplex ultrasound arterial mapping. Eur J Vasc Endovasc Surg 2000, 19, 509-515
13. Pruszyński B. Radiologia – diagnostyka obrazowa naczyń obwodowych. W: Noszczyk W. (red.) Chirurgia tętnic i żył obwodowych. Wydawnictwo Lekarskie PZWL 2007, 182-212
14. Ota H, Takase K, Igarashi K, Chiba Y, Haga K, Saito H. MDCT compared with digital subtraction angiography for assessment of lower extremity arterial occlusive disease: importance of reviewing cross-sectional images. AJR Am J Roentgenol 2004, 182, 201–209

15. Waksman R, King SB, Douglas JS, Shen Y, Ewing H, Mueller L, Ghazzal ZM, Weintraub WS. Predictors of groin complications after balloon and new-device coronary intervention. *Am J Cardiol.* 1995, 75, 886-889
16. Alonso M, Tascon J, Hernandez F, Andreu J, Albarran A, Velazquez MT. Complications with femoral access in cardiac catheterization. Impact of previous systematic femoral angiography and hemostasis with VasoSeal-ES collagen plug. *Interventional Cardiol.* 2003, 56, 569-577
17. Ates M, Sahin S, Konuralp C, Gullu U, Cimen S, Kizilay M, Gunay R, Sensoz Y, Akcar M. Evaluation of risk factors associated with femoral pseudoaneurysms after cardiac catheterization. *J Vasc Surg.* 2006, 43, 520-524
18. Perings SM, Kelm M, Jax T, Strauer BE. A prospective study on incidence and risk factors of arteriovenous fistulae following transfemoral cardiac catheterization. *Int. J Cardiol.* 2003, 88, 223-228
19. Fruhwirth J, Pascher O, Hauser H, Amann W. Local vascular complications after iatrogenic femoral artery puncture. *Wien Klin Wochenschr.* 1996, 108, 196-200
20. Kresowik TF, Khoury MD, Miller BV, Winniford MD, Shamma AR, Sharp WJ, Blecha MB, Corson JD. A prospective study of the incidence and natural history of femoral vascular complications after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *J Vasc Surg.* 1991, 13, 328-335
21. Kent KC, McArdle CR, Kennedy B, Baim DS, Anninos E, Skillman JJ. A prospective study of the clinical outcome of femoral pseudoaneurysms and arteriovenous fistulas induced by arterial puncture. *J Vasc Surg.* 1993, 17, 125-133
22. Glaser RL, McKellar D, Scher KS. Arteriovenous fistula after cardiac catheterization. *Arch Surg.* 1989, 124, 1313-1315
23. Sacks D, Robinson ML, Perlmutter GS. Femoral arterial injury following catheterization: duplex evaluation. *J Ultrasound Med.* 1989, 8, 241-246
24. Heintzen MP, Schumacher T, Rath J, Ganschow U, Schoebel FC, Grabitz K, Vester EG, Leschke M, Kohler M, Strauer BE. Incidence and therapy of peripheral arterial vascular complications after heart catheter examinations. *Z Kardiol.* 1997, 86, 264-272
25. Lumsden AB, Miller JM, Kosinski AS, Allen RC, Dodson TF, Salam AA, Smith RB 3rd. A prospective evaluation of surgically treated groin complications following percutaneous cardiac procedures. *Am Surg.* 1994, 60, 132-137
26. McCready RA, Siderys H, Pittman JN, Herod GT, Halbrook HG, Fehrenbacher JW, Beckman DJ, Hormuth DA. Septic complications after cardiac catheterization and percutaneous transluminal coronary angioplasty. *J Vasc Surg.* 1991, 14, 170-174
27. Kompf A. Obrażenia tętnic kończyn. W: Piskorz A. (red.) *Chirurgiczne choroby serca i naczyń.* WAM Poznań 1981, 135-144
28. Sueyoshi E, Sakamoto I, Nakashima K, Minami K, Hayashi K. Visceral and peripheral arterial pseudoaneurysms. *AJR* 2005, 185, 741-749
29. Thalhammer Ch, Kirzherr AS, Uhlich F, Waigand J, Gross CM. Postcatheterization pseudoaneurysm and arteriovenous fistulas: Repair with percutaneous implantation of endovascular covered stents. *Radiology* 2000, 214, 127-131

30. Kang SS, Labropoulos N, Mansour A, Michelini M, Filliung D, Baubly MP, Baker WH. Expanded indication for ultrasound-guided thrombin injection of pseudoaneurysms. *J Vasc Surg.* 2000, 31, 289-298
31. Jacobs MJ, Gregoric ID, Reul GJ. Profunda femoral artery pseudoaneurysm after percutaneous transluminal procedures manifested by neuropathy. *J Cardiovasc Surg.* 1992, 33, 729-731
32. Rath J, Marx R, Ganschow US, Gradaus F, Schoebel FC, Kelm M, Hennersdorf M, Kohler M, Heintzen MP, Strauer BE. Formation, therapy and prevention of false aneurysm of the femoral artery following diagnostic and interventional heart catheterization. *Dtsch Med Wochenschr.* 1997, 122, 771-777
33. Gabriel M, Pawlaczyk K, Waliszewski K, Krasiński Z, Majewski W. Location of femoral artery puncture site and the risk of postcatheterization pseudoaneurysm formation. *Int J Cardiol.* 2007, 120, 167-171
34. Rath J, Ganschow US, Kelm M, Leschke M, Vester EG, Heintzen MP, Schwartzkopff B, Strauer BE. Duplex ultrasound risk stratification of percutaneous puncture of the brachial artery for diagnostic and interventional coronary angiography. *Z Kardiol.* 1998, 87, 249-257
35. Babu SC, Piccorelli GO, Shah PM, Stein JH, Clauss RH. Incidence and results of arterial complications among 16,350 patients undergoing cardiac catheterization. *J Vasc Surg.* 1989, 10, 113-116
36. Mand'ak J, Lonsky V, Dominik J, Zacek P. Vascular complications of the intra-aortic balloon counterpulsation. *Angiology.* 2005, 56, 69-74
37. Meharwal ZS, Trehan N. Vascular complications of intra-aortic balloon insertion in patients undergoing coronary revascularization: analysis of 911 cases. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2002, 21, 741-747
38. Kaufman J, Moglia R, Lacy C, Dinerstein C, Moreyra A. Peripheral vascular complications from percutaneous transluminal coronary angioplasty: a comparison with transfemoral cardiac catheterization. *Am J Med Sci.* 1989, 297, 22-25
39. Sotiriou M, von Mengden HJ, Kreuzsch M. Reduction of puncture-induced complications after heart catheterization by optimized compression technique despite reduced compression time. A prospective, duplex ultrasound and pressure controlled study. *Med Klin (Munich).* 1996, 91, 557-563
40. Rowiński O, Milczarek K. Przezskórna angioplastyka tętnic kończyn. W: Pasiński T, Gaciong Z, Torbicki A, Szmida J red. *Angiologia.* PZWL, Warszawa 2004, 308-312
41. Steinkamp HJ, Jochens R, Scholz A, Zwicker C, Bergh B, Hepp W. Catheter-induced vascular lesions: a comparison of the diagnostic value of Doppler color sonography versus angiography. *Rofo.* 1992, 157, 361-367
42. Gabriel M, Pawlaczyk K, Noman DM. Diagnostyka dopplerowska powikłań po zabiegach endowaskularnych – tętniaki rzekome. *Przewodnik Lekarza* 2007, 10
43. Hirano Y, Ikuta S, Uehara H, Nakamura H, Taniguchi M, Kimura A, Hayashi T, Kotani A, Oku K, Tsuji Y, Matsumoto M, Ishikawa K. Diagnosis of vascular complications at the puncture site after cardiac catheterization. *J Cardiol.* 2004, 43, 259-265

44. Pawlaczyk K, Gabriel M, Juszkat R, Krasiński Z, Waliszewski K, Frankiewicz M, Oszkinis G. Ultrasound assessment of the morphology of iatrogenic pseudoaneurysms as a prognostic factor in compression therapy. *Pol J Radiol.* 2008, 73, 16-21
45. Schwartz RA, Kerns DB, Mitchell DG. Color Doppler ultrasound imaging in iatrogenic arterial injuries. *Am J Surg.* 1991, 162, 4-8
46. Gabriel M, Pawlaczyk K, Krasiński Z, Pukacki F, Brzeziński J, Zieliński M, Noman DM, Nowak M, Majewski W. Zastosowanie przezskórnego ostrzykiwania trombiną w leczeniu jatrogennych tętniaków rzekomych tętnic udowych. *Pol Arch Med Wewn.* 2006, 66, 1155-1161
47. Kelm M, Perings SM, Jax T, Lauer T, Schoebel FC, Heintzen MP, Perings C, Strauer BE. Incidence and clinical outcome of iatrogenic femoral arteriovenous fistulas: implications for risk stratification and treatment. *J Am Coll Cardiol.* 2002, 40, 291-297
48. Sieunarine K, Ibach G, Prendergast FJ. Femoral arteriovenous fistulas complicating percutaneous cardiac procedures. *Cardiovasc Surg.* 1994, 2, 23-25
49. Picus D, Totty WG. Iatrogenic femoral arteriovenous fistulae: evaluation by digital vascular imaging. *AJR Am J Roentgenol.* 1984, 142, 567-570
50. Oweida SW, Roubin GS, Smith III RB, Salam AA. Postcatheterization vascular complication associated with percutaneous transluminal coronary angioplasty. *J Vasc Surg.* 1990, 12, 310-315
51. Khoury M, Batra S, Berg R. Influence of arterial access sites and interventional procedures on vascular complications after cardiac catheterizations. *Am J Surg.* 1992, 164, 205-209
52. Pawlaczyk K, Gabriel M, Szajkowski R. Diagnostyka dopplerowska powikłań po zabiegach endowaskularnych – jatrogenne przetoki tętniczo-żylne *Przewodnik Lekarza* 2007, 10, 74-79
53. Neise M, Ranke C, Laschewski F, Trappe HJ. Pseudoaneurysm with associated arteriovenous fistula after transfemoral puncture. *Med Klin (Munich).* 1998, 93, 107-110
54. Seay T, Soares G, Dawson D. Postcatheterization arteriovenous fistula: CT, ultrasound, and arteriographic findings. *Emergency Radiol.* 2002, 9, 296-299
55. Toursarkissian B, Allen BT, Petrincec D, [Thompson RW](#), [Rubin BG](#), [Reilly JM](#), [Anderson CB](#), [Flye MW](#), [Sicard GA](#). Spontaneous closure of selected iatrogenic pseudoaneurysms and arteriovenous fistulae. *J Vasc Surg.* 1997, 25, 803-809
56. Fowkes FG, Housley E, Cawood EH, Macintyre CC, Ruckley CV, Prescott RJ. Edinburgh Artery Study: prevalence of asymptomatic and symptomatic peripheral arterial disease in the general population. *Int J Epidemiol.* 1991, 20, 384-392
57. Selvin E, Erlinger TP. Prevalence of and risk factors for peripheral arterial disease in the United States: results from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2000. *Circulation* 2004, 110, 738-743
58. Kucharski A. Zachorowalność na miażdżycę zarostową kończyn dolnych w populacji Opolszczyzny. W: Dorobisz AT. (red.) *Zachorowalność oraz wyniki leczenia zachowawczego i operacyjnego pacjentów z obwodowym niedokrwieniem kończyn dolnych.* Hexal 2006, 19-32

59. Kowalik Z. Ocena kliniczna i jakości życia pacjentów z miażdżycą naczyń obwodowych leczonych zachowawczo i operacyjnie. W: Dorobisz AT. (red.) Zachorowalność oraz wyniki leczenia zachowawczego i operacyjnego pacjentów z obwodowym niedokrwieniem kończyn dolnych. Hexal 2006, 202-224
60. Noszczyk W, Andziak P. Przewlekłe niedokrwienie kończyn dolnych. W: Noszczyk W. (red.) Chirurgia tętnic i żył obwodowych. Wydawnictwo Lekarskie PZWL 2007, 563-593
61. Szostak WB. Zaburzenia metaboliczne jako przyczyna chorób cywilizacyjnych. Pol Arch Med. Wewn. 201, 105, 193-197
62. Cybulska B, Szostak WB, Podolec P, [Kopeć G](#), [Naruszewicz M](#), [Undas A](#), [Kozek E](#), [Zdrojewski T](#), [Drygas W](#), [Godycki-Cwirko M](#), [Pajak A](#), [Czarnecka D](#), [Stańczyk J](#), [Opala G](#), [Grodzicki T](#); [PFP Editorial Board](#). Polish forum for prevention guidelines on dyslipidaemia. Kardiol Pol 2008, 66, 1239-1242
63. Mierzecki A, Bukowska H, Honczarenko K, Jastrzebska M, Millo B, Torbus-Lisiecka B. Assessment of metabolic atherosclerosis risk factors in progeny of patients with past ischemic stroke. Pol Arch Med Wewn. 2005, 113, 119-129
64. Urbanek T, Ziaja D, Janowska A, Rodak Ł, Czajka A, Ziaja K. Współczynnik rozciągliwości naczyń oraz grubość kompleksu błony wewnętrznej i środkowej naczyń jako parametry subklinicznego rozwoju miażdżycy. Chirurgia Pol. 2009, 11, 51-61
65. Strauss E, Waliszewski K, Majewski W, Pawlak AL. Asocjacje pomiędzy wiekiem operowanych chorych z tętniakiem aorty brzusznej lub miażdżycą aortowo-biodrową a paleniem tytoniu i dyslipidemią w kontekście genotypu PON1-108C>T. Acta Angiologica 2008, 14, 131-146
66. Korcz A, Mikołajczyk-Stecyna J, Gabriel M, [Zowczak-Drabarczyk M](#), [Pawlaczyk K](#), [Kalafirov M](#), [Oszkinis G](#), [Słomski R](#). Angiotensin-converting enzyme (ACE, I/D) gene polymorphism and susceptibility to abdominal aortic aneurysm or aortoiliac occlusive disease. J Surg Res. 2009, 153, 76-82
67. Krzanowski M, Bodzoń W, Wandzilak M, Maga M, Belowski A. Przeszkórna angioplastyka balonowa w leczeniu krytycznego niedokrwienia kończyn z zajęciem tętnic poniżej kolana - wyniki rocznej obserwacji pozabiegowej. Chirurgia Pol. 2008, 10, 67-81
68. Juszkat R, Jawień AA, Migda M, Pawlaczyk K, Nowak P, Oszkinis G, Pukacki F, Staniszewski R, Majewski W. Ultrasonograficzna ocena parametrów hemodynamicznych krążenia obocznego u chorych z niedrożną tętnicą udową powierzchowną. Acta Angiologica 2009, 15, 50-60
69. Ascher E, Hingorani A, Markevich N, Schutzer R, Kallakuri S. Acute lower limb ischemia: The value of duplex ultrasound arterial mapping (DUAM) as the sole preoperative imaging technique. Ann Vasc Surg. 2003, 17, 284-289
70. Boduła A, Małecki R, Adamiec R. Ocena porównawcza skuteczności pentoksyfiliny i sulodeksydu w leczeniu objawowej miażdżycy zarostowej. Acta Angiologica 2010, 16, 18-30
71. Baigent C, Keech A, Kearney PM, Blackwell L, Buck G, Pollicino C. Efficacy and safety of cholesterol-lowering treatment: prospective meta-analysis of data from 90,056 participants in 14 randomised trials of statins. Lancet 2005, 366, 1267-1278
72. Willigendael EM, Teijink JA, Bartelink ML, Peters RJ, Buller HR, Prins MH. Smoking and the patency of lower extremity bypass grafts: a meta-analysis. J Vasc Surg 2005, 42, 67-74

73. Mihaylova B, Briggs A, Armitage J, Parish S, Gray A, Collins R. Cost-effectiveness of simvastatin in people at different levels of vascular disease risk: economic analysis of a randomised trial in 20,536 individuals. *Lancet* 2005, 365, 1779–1785
74. Ciecierski M, Migdalski A, Jawień A. Leczenie zachowawcze chorych z chromaniem przestankowym. *Nowa Medycyna* 2001, 4, 112-116
75. Stewart K, Hiatt W, Regensteiner J, Hirsch A. Exercise training for claudication. *N Engl J Med* 2002, 347, 1941–1951
76. Polskie zalecenia wewnątrznaczyniowego leczenia chorób tętnic obwodowych i aorty 2009. *Chirurgia Pol.* 2009, 11, 1-12
77. Gabriel M, Juszkat R, Pukacki F, Waliszewski K. Combined endovascular intervention and percutaneous thrombin injection in the treatment of iatrogenic pseudoaneurysm. *Minerva Chir.* 2007, 62, 205-209
78. Paulson EK, Hertzberg BS, Paine S, Barbara CA. Femoral artery pseudoaneurysms: value of color Doppler sonography in predicting which ones will thrombose without treatment. *AJR* 1992, 159, 1077-1082
79. Ugurluoglu A, Katzenschlager R, Ahmadi R. Ultrasound guided compression therapy in 134 patients with iatrogenic pseudoaneurysms: advantage of routine duplex ultrasound control of the puncture site following transfemoral catheterization. *VASA* 1997, 26, 110-116
80. Pawlaczyk K, Gabriel M, Nowak M, Krasiński Z, Juszkat R, Stanisić M, Jawień A, Oszkinis G. Ocena skuteczności różnych postaci terapii uciskowej w leczeniu jatrogennych tętniaków rzekomych tętnicy udowej. *Acta Angiol.* 2007, 13, 75-84
81. Von Moll R, Habscheid W, Landwehr P. Häufigkeit des Aneurysma spurium der Arteria femoralis nach Herzkatheteruntersuchung und PTA. *Forschr. Röntgenstr.* 1991, 154, 23-27
82. Rapoport S, Sniderman KW, Morse SS, Proto MH, Ross GR. Pseudoaneurysm: A complication of faulty technique in femoral arterial puncture. *Radiology* 1985, 154, 529-530
83. Fellmeth BD, Roberts AC, Bookstein JJ, Freischlag JA, Forsythe JR, Buckner NK, Hye RJ. Postangiographic femoral artery injuries: Nonsurgical repair with US-guided Compression. *Radiology* 1991, 178, 671-675
84. Krueger K, Zaehringer M, Strohe D, Stuetzer H, Boecker J, Lackner K. Postcatheterization pseudoaneurysm: Results of US-guided percutaneous thrombin injection in 240 Patients. *Radiology* 2005, 236, 1104-1110
85. Tamim WZ, Arbid EJ, Andrews LS, Arous EJ Percutaneous induced thrombosis of iatrogenic femoral pseudoaneurysms following catheterization. *Ann Vasc Surg.* 2000, 14, 254-259
86. Ruebben A, Tettoni S, Muratore P, Rossato D, Savio D, Rabbia C. Arteriovenous fistulas induced by femoral arterial catheterization: percutaneous treatment. *Radiology* 1998, 209, 729-734
87. Allen BT, Munn JS, Stevens SL, Sicard GA, Anderson CB, Droste ML, Ludbrook PA. Selective non-operative management of pseudoaneurysms and arteriovenous fistulae complicating femoral artery catheterization. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 1992, 33, 440-447

88. Perings SM, Kelm M, Lauer T, Strauer BE. Duplex ultrasound determination of shunt volume in iatrogenic arteriovenous fistulas after heart catheterization. *Z Kardiol.* 2002, 91, 481-486
89. American College of Cardiology and American Heart Association. Tętniaki tętnic kończyn dolnych. W: Postępowanie w chorobie tętnic obwodowych (kończyn dolnych, nerkowych, kręgowych i aorty brzusznej) *Medycyna Praktyczna – Wydanie specjalne* 2006, 2, 91-98
90. Gabriel M, Pawlaczyk K, Noman DM, Krasiński Z, Winckiewicz M. “Leczenie operacyjne jatrogennych tętniaków rzekomych w pachwinach – analiza 131 przypadków” *Nowiny Lekarskie* 2007, 76, 14-19
91. Sidawy AN, Neville RF, Adib H, Curry KM. Femoral arteriovenous fistula following cardiac catheterization: an anatomic explanation. *Cardiovasc Surg.* 1993, 1, 134-137
92. Heintzen MP, Strauer BE. Peripheral arterial complications after heart catheterization. *Herz.* 1998, 23, 4-20
93. Roubidoux MA, Hertzberg BS, Carroll BA, Hedgepeth CA. Color flow and image-directed Doppler ultrasound evaluation of iatrogenic arteriovenous fistulas in the groin. *J Clin Ultrasound.* 1990, 18, 463-469
94. Rivers SP, Lee ES, Lyon RT, Monrad S, Hoffman T, Veith FJ. Successful conservative management of iatrogenic femoral arterial trauma. *Ann Vasc Surg.* 1992, 6, 45-49
95. Katz SG, Kohl RD. Spontaneous peripheral arterial microembolization. *Ann Vasc Surg* 1992, 6, 334-337
96. Roth M, Schoenburg M, Kloevekorn WP, Bauer EP. Thrombotic formations within the aortic arch as source of embolization in patients with coagulopathy. *Eur J Cardio-thoracic Surg* 2001, 19, 534-536
97. Spittell PC, Seward JB, Hallett JW Jr. Mobile thrombi in the abdominal aorta in cases of lower extremity embolic arterial occlusion: Value of extended transthoracic echocardiography. *Am Heart J* 2000, 139, 241-244
98. Zhang WW, Abou-Zamzam AM, Hashisho M, Killeen JD, Bianchi C, Teruya TH. Characteristics of peripheral microembolization during iliac stenting: Doppler ultrasound monitoring. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2005, 30, 311–314
99. Zhang WW, Abou-Zamzam AM, Hashisho M, Killeen JD, Bianchi C, Teruya TH. Staged endovascular stent grafts for concurrent mobile/ulcerated thrombi of thoracic and abdominal aorta causing recurrent spontaneous distal embolization. *J Vasc Surg* 2008, 47, 193-196
100. Gabriel M, Pawlaczyk K. Zespół podkradania tętnicy kręgosłupowej – pułapki diagnostyczne. *Przewodnik Lekarza* 2004, 7, 102-107
101. Karmody AM, Powers SR, Monaco VJ, Leather RP. Blue toe syndrome. *Arch Surg* 1976, 111, 1263-1268
102. Lee JS, Chandraratna PAN. Peripheral Embolism from an Aortic-Arch Atheroma. *N Engl J Med* 2003, 349, 24
103. Lauvao LS, Goshima KR, Leon Jr LR, Nolan PE, Hughes JD. Superficial femoral artery thrombosis as a cause for distal embolism in primary antiphospholipid syndrome. *J Vasc Surg* 2008, 48, 472-477

104. Antecol DH, Walley VM, Chan KL. Massive acute thrombosis of the descending thoracic aorta in heparin-associated thrombocytopenia and thrombosis. *J Am Soc Echocardiogr* 1994, 7, 550-552
105. Tunick PA, Lackner H, Katz ES, Culliford AT, Giangola G, Kronzon I. Multiple emboli from a large aortic arch thrombus in a patient with thrombotic diathesis. *Am Heart J* 1992, 124, 239-241
106. Colman RW, Rubin RN. Disseminated intravascular coagulation due to malignancy. *Semin Oncol* 1990, 17, 172-186
107. Ey FS, Goodnight SH. Bleeding disorders in cancer. *Semin Oncol* 1990, 17, 187-197
108. Manninen HI, Rasanen HT, Vanninen RL, Vainio P, Hippelainen M, Kosma VM. Stent placement versus percutaneous transluminal angioplasty of human carotid arteries in cadavers in situ: distal embolization and findings at intravascular US, MR imaging, and histopathologic analysis. *Radiology* 1999, 212, 483-492
109. Orlandi G, Fanucchi S, Fioretti C, Acerbi G, Puglioli M, Padolecchia R. Characteristics of cerebral microembolism during carotid stenting and angioplasty alone. *Arch Neurol* 2001, 58, 1410-1413
110. Bruns FJ, Segel DP, Adler S. Control of cholesterol embolization by discontinuation of anticoagulant therapy. *Am J Med Sc* 1978, 275, 105-107
111. Jager KA, Phillips DJ, Martin RL, Hanson C, Roederer GO, Langlois YE, Ricketts HJ, Strandness DE Jr. Noninvasive mapping of lower limb arterial lesions. *Ultrasound Med Biol* 1985, 11, 515-521
112. Bostrom Ardin A, Lofberg A-M, Hellberg A, Andren B, Ljungman C, Logason K, Karacagil S. Selection of patients with infrainguinal arterial occlusive disease for percutaneous transluminal angioplasty with duplex scanning. *Acta Radiol* 2002, 43, 391-395
113. London NJ, Sensier Y, Hartshorne T. Can lower limb ultrasonography replace arteriography? *Vasc Med* 1996, 1, 115-119
114. Aleksander JQ, Leos SM, Katz SG. Is duplex ultrasonography an effective single modality for the preoperative evaluation of peripheral vascular disease? *Am Surg.* 2002, 68, 1107-1110
115. Proia RR, Walsh DB, Nelson PR, Connors JP, Powell RJ, Zwolak RM, Fillinger MF, Cronenwett JL. Early results of infragenicular revascularization based solely on duplex arteriography. *J Vasc Surg* 2001, 33, 1165-1170
116. Ascher E, Mazzariol F, Hingorani A, Salles-Cunha S, Gade P. The use of duplex ultrasound arterial mapping as an alternative to conventional arteriography for primary and secondary infrapopliteal bypasses. *Am J Surg* 1999, 178, 162-165
117. Collins R, Cranny G, Burch J, Aguiar-Ibáñez R, Craig D, Wright K, Berry E, Gough M, Kleijnen J, Westwood M. A systematic review of duplex ultrasound, magnetic resonance angiography and computed tomography angiography for the diagnosis and assessment of symptomatic, lower limb peripheral arterial disease. *Health Technology Assessment* 2007, 11, 1-199

118. Hingorani A, Ascher E, Markevich N, Kallakuri S, Schutzer R, Yorkovich W, Jacob T. A comparison of magnetic resonance angiography, contrast arteriography, and duplex arteriography for patients undergoing lower extremity revascularization. *Ann Vasc Surg.* 2004, 18, 294-301
119. Grassbaugh JA, Nelson PR, Rzucidlo EM, Schermerhorn ML, Fillinger MF, Powell RJ, Zwolak RM, Cronenwett JL, Walsh DB. Blinded comparison of preoperative duplex ultrasound scanning and contrast arteriography for planning revascularization at the level of the tibia. *J Vasc Surg.* 2003, 37, 1186-1190
120. Ascher E, Markevich N, Schutzer R, Kallakuri S, Homm A, Nahata D, Yorkovich W, Jacob T, Hingorani A. Duplex arteriography prior to femoral-popliteal reconstruction in claudicants: a proposal for a new shortened protocol. *Ann Vasc Surg.* 2004, 18, 545-551
121. Lowery AJ, Hynes N, Manning BJ, Mahendran M, Tawfik S, Sultan S. A prospective feasibility study of duplex ultrasound arterial mapping, digital-subtraction angiography, and magnetic resonance angiography in management of critical lower limb ischemia by endovascular revascularization. *Ann Vasc Surg.* 2007, 21, 443-451
122. Davies AH, Wilcox JH, Magee TR. Colour duplex in assessing the infrainguinal arteries in patients with claudication. *Cardiovasc Surg* 1995, 3, 211-212
123. Legemate DA, Teeuwen C, Hoenveld H. The potential of duplex scanning to replace aorto-iliac and femoro-popliteal angiography. *Eur J Vasc Surg* 1989, 3, 49-54
124. Hingorani A, Ascher E, Markevich N, Kallakuri S, Hou A, Schutzer R, Yorkovich W. Magnetic resonance angiography versus duplex arteriography in patients undergoing lower extremity revascularization: Which is the best replacement for contrast arteriography? *J Vasc Surg* 2004, 39, 717-722
125. Hofmann WJ, Walter J, Ugurluoglu A, Czerny M, Forstner R, Magometschnigg H. Preoperative high-frequency duplex scanning of potential pedal target vessels. *J Vasc Surg* 2004, 39, 169-175
126. Hoch JR, Tullis MJ, Kennell TW, McDermott J, Acher CW, Turnipseed WD. Use of magnetic resonance angiography for the preoperative evaluation of patients with infrainguinal arterial occlusive disease. *J Vasc Surg* 1996, 23, 792-800
127. Hoch JR, Kennell TW, Hollister MS, Sproat IA, Swan JS, Acher CW, Burks J, Heisey DM. Comparison of treatment plans for lower extremity arterial occlusive disease made with electrocardiography-triggered twodimensional time-of-flight magnetic resonance angiography and digital subtraction angiography. *Am J Surg* 1999, 178, 166-172
128. Catalano C, Fraioli F, Laghi A, Napoli A, Bezzi M, Pediconi F, Danti M, Nofroni I, Passariello R. Infrarenal aortic and lower-extremity arterial disease: Diagnostic performance of multi-detector row CT angiography. *Radiology* 2004, 231, 555-561
129. Cernic S, Mucelli FP, Pellegrin A, Pizzolato R, Cova MA. Comparison between 64-row CT angiography and digital subtraction angiography in the study of lower extremities: personal experience. *Radiol Med.* 2009, 114, 1115-1129
130. Ofer A, Nitecki SS, Linn S, Epelman M, Fischer D, Karram T, Litmanovich D, Schwartz H, Hoffman A, Engel A. Multidetector CT angiography of peripheral vascular disease: a prospective comparison with intraarterial digital subtraction angiography. *AJR Am J Roentgenol* 2003, 180, 719-724

131. Romano M, Mainenti PP, Imbriaco M, Amato B, Markabaoui K, Tamburrini O, Salvatore M. Multidetector row CT angiography of the abdominal aorta and lower extremities in patients with peripheral arterial occlusive disease: diagnostic accuracy and interobserver agreement. *Eur J Radiol* 2004, 50, 303–308
132. Willmann JK, Baumert B, Schertler T, Wildermuth S, Pfammatter T, Verdun FR, Seifert B, Marincek B, Bohm T. Aortoiliac and lower extremity arteries assessed with 16-detector row CT angiography: prospective comparison with digital subtraction angiography. *Radiology* 2005, 236, 1083–1093
133. Chaer RA, Gushchin A, Rhee R, Marone L, Cho JS, Leers S, Makaroun MS. Duplex ultrasound as the sole long-term surveillance method post-endovascular aneurysm repair: A safe alternative for stable aneurysms. *J Vasc Surg* 2009, 49, 845-850
134. Willmann JK, Mayer D, Banyai M, Desbiolles LM, Verdun FR, Seifert B, Marincek B, Weishaupt D. Evaluation of peripheral arterial bypass grafts with multi-detector row CT angiography: Comparison with duplex US and digital subtraction angiography. *Radiology* 2003, 229, 465-474
135. Collins R, Burch J, Cranny G, Aguiar-Ibañez R, Craig D, Wright K, Berry E, Gough M, Kleijnen J, Westwood M. Duplex ultrasonography, magnetic resonance angiography, and computed tomography angiography for diagnosis and assessment of symptomatic, lower limb peripheral arterial disease: systematic review. *BMJ* 2007, 334, 1257-1261
136. Ascher E, Marks A, Hingorani AP, Schutzer RW, Mutyala M. Duplex-guided endovascular treatment for occlusive and stenotic lesions of the femoralpopliteal arterial segment: A comparative study in the first 253 cases. *J Vasc Surg* 2006, 44, 1230-1238
137. Ascher E, Marks NA, Hingorani AP, Schutzer RW, Nahata S. Duplex-guided balloon angioplasty and subintimal dissection of infrapopliteal arteries: Early results with a new approach to avoid radiation exposure and contrast material. *J Vasc Surg* 2005, 42, 1114–1121
138. Ascher E, Marks NA, Schutzer RW, Hingorani AP. Duplex-assisted internal carotid artery balloon angioplasty and stent placement: A novel approach to minimize or eliminate the use of contrast material. *J Vasc Surg* 2005, 41, 409-415
139. Johnson BL, Bandyk DF, Back MR, Avino AJ, Roth SM. Intraoperative duplex monitoring of infrainguinal vein bypass procedures. *J Vasc Surg* 2000, 31, 678-690
140. Biasi GM, Froio A. What have we learned from the Imaging in Carotid Angioplasty and Risk of Stroke (ICAROS) study? *Vascular* 2004, 12, 62-68
141. Sirico G, Brevetti G, Lanero S, Laurenzano G, Luciano R, Chiariello M. Echolucent femoral plaques entail higher risk of echolucent carotid plaques and a more severe inflammatory profile in peripheral arterial disease. *J Vasc Surg* 2009, 49, 346-351
142. Langsfield M, Nepute J, Hershey F. The use of deep duplex scanning to predict hemodynamically significant aortoiliac stenoses. *J Vasc Surg* 1988, 7, 395-399
143. Pemberton M, London NJ. Colour flow duplex imaging of occlusive arterial disease of the lower limb. *Br J Surg* 1997, 84, 912-919
144. Baril DT, Rhee RY, Kim J, Makaroun MS, Chaer RA, Marone LK. Duplex criteria for determination of in-stent stenosis after angioplasty and stenting of the superficial femoral artery. *J Vasc Surg* 2009, 49, 133-139

145. Larch E, Minar E, Ahmadi R. Value of color duplex sonography for evaluation of tibioperoneal arteries in patients with femoropopliteal obstruction: a prospective comparison with anterograde intraarterial digital subtraction angiography. *J Vasc Surg* 1997, 25, 629-636
146. Allard L, Cloutier G, Durand LG, Roederer GO, Langlois YE. Limitations of ultrasonic duplex scanning for diagnosing lower limb arterial stenoses in the presence of adjacent segment disease. *J Vasc Surg* 1994, 19, 650-657

Podziękowania

Pragnę złożyć serdeczne podziękowania:

Panu Prof. dr. hab. med. Wacławowi Majewskiemu za umożliwienie prowadzenia prac badawczych w Klinice Chirurgii Ogólnej i Naczyń Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, przychylność i wsparcie merytoryczne,

Panu Prof. dr. hab. med. Stanisławowi Zapalskiemu za udzielenie życzliwych i trafnych uwag w trakcie powstawania niniejszej rozprawy,

Panu Prof. UM dr. hab. med. Marcinowi Gabrielowi za poświęcony czas, wyrozumiałość i konstruktywną krytykę,

Wszystkim lekarzom, technikom elektroradiologii oraz pielęgniarkom zatrudnionym w Dziale Radiologii Klinicznej Szpitala Klinicznego Przemienienia Pańskiego Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu za pomoc w przeprowadzeniu procedur diagnostycznych i wsparcie duchowe.