

Jerzy Wesolowski

**BADANIA DOŚWIADCZALNE I KLINICZNE
NAD PRZYDATNOŚCIĄ ULTRADŹWIĘKÓW
W CHIRURGII NACZYNIOWEJ**

Mojemu Nauczycielowi
Prof. dr med. hab. Henrykowi Rykowskiemu
zręczę tę dedykuję

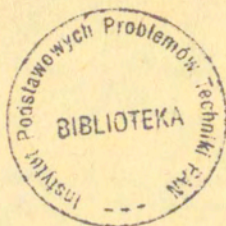
Anter

P. 269a

Praca habilitacyjna

Praca wpłynęła do Redakcji dnia 21 czerwca 1982 r.

Zarejestrowana pod nr 24/1982



57050



Na prawach rękopisu

Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN

Nakład 200 egz. Ark.wyd. 11. Ark. druk.13,25

Oddano do drukarni w lipcu 1982 r.

Nr zamówienia 430/o/82 Z - 97 .

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa,
ul.Śniadeckich 8

Jerzy Wesołowski
Klinika Chirurgii Naczyniowej
Centrum Medycznego
Kształcenia Podyplomowego

BADANIA DOŚWIADCZALNE I KLINICZNE
NAD PRZYDATNOŚCIĄ ULTRADŹWIĘKÓW
W CHIRURGII NACZYNIOWEJ.

Praca na stopień doktora habilitowanego medycyny, wykonana w ramach międzyresortowego planu naukowego MR 24 I 0. 3. 5. w Klinice Chirurgii Naczyniowej Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego w Warszawie przy współpracy z Zakładem Ultradźwięków Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN.

1. CEL PRACY

Wypróbowanie i zastosowanie polskiej aparatury ultradźwiękowej
/ w wersji prototypowej i seryjnej/ dla:

1. rozpoznawania niedrożności aorty i tętnic obwodowych;
2. wykrywania wczesnych powikłań po rekonstrukcjach tętnic obwodowych;
3. rozpoznawania tętniaków aorty i tętnic obwodowych;
4. rozpoznawania późnych powikłań po operacjach rekonstrukcyjnych aorty brzusznej i tętnic obwodowych.

2. METODY BADAŃ DIAGNOSTYCZNYCH W CHIRURGII NACZYŃ

Najczęstszą przyczyną powstawania zmian zwyrodnieniowych w tętnicach jest miażdżycza. Stanowi ona około 90 % wszystkich chorób naczyń obwodowych. W wyniku tych zmian w ścianach tętnic dochodzi do ich zwężenia, niedrożności bądź wytwarzania się tętniaków. Nie wszystkie odcinki układu tętniczego bywają w jednakowym stopniu zajęte przez proces miażdżycowy, ale mają wspólne cechy, charakterystyczne dla zwężenia lub niedrożności, niezależnie od ich umiejscowienia: stłuszczenie, zwapnienie, owrzodzenie błony wewnętrznej, blaszki miażdżycowe i zakrzepy. Następstwem zwężenia lub niedrożności jest zmniejszenie przepływu krwi doprowadzające do niedokrwienia, którego skutkiem jest obumieranie tkanek w obszarze niedokrwienia.

Objawy niedokrwienia zależą od umiejscowienia, rozległości, wielkości zajętych tętnic i stopnia przeszkody w przepływie krwi. Zmiany te nagół są rozsiane i występują odcinkowo. Zwyrodnienie ściany tętnicy i zniszczenie elastycznej warstwy środkowej może także prowadzić do jej osłabienia. W tym miejscu ścieńczała warstwa zewnętrzna ściany tętnicy nie może sprostać ciśnieniu wywieranemu przez płynącą krew, wypukla się i dochodzi do powstania tętniaka.

Dzięki temu, że zmiany zwyrodnieniowe tętnic występują odcinkowo możemy je leczyć operacyjnie. Dla dokładnego określenia miejsca zwężenia lub niedrożności tętnicy, bądź wykrycia czy potwierdzenia rozpoznanego tętniaka badaniem klinicznym, konieczne staje się wykonanie badań diagnostycznych. Zaliczamy do nich: arteriografię, pletysmografię, reografię, fonoangiografię, termometrię, badania izotopowe, angioskopię, skomputeryzowaną tomografię i badania ultradźwiękowe.

Wszystkie te metody badań pozwalają na dokładną ocenę układu naczyniowego, co ma istotne znaczenie dla rokowania i wyboru leczenia. Poza arteriografią, najbardziej przydatne w chirurgii naczyniowej okazały się badania ultradźwiękowe sposobem dopplera i metoda echa.

Angiografia kontrastowa jest, jak dotychczas, najlepszym badaniem diagnostycznym w chorobach tętnic. W wielu ośrodkach jest jedyną metodą używaną do badania niedrożności tętnic. Jej wadą jest statyczność obrazu, którego interpretacja - ze względu na wstrzykiwanie kontrastu pod ciśnieniem - może być źródłem omyłek. /123/. Nakłucie chorej tętnicy lub konieczność wprowadzania cewnika może być przyczyną licznych powikłań do śmierci włącznie /250/. Wg. Mordecai powikłania, po arteriografii stanowią 2,4 % /162/. W 93 amerykańskich zakładach leczniczych niewielkie powikłania zanotowano w 5 - 10 % przypadków /158/. DeBakey podaje, że wykonał 3 tys. arteriografii bez powikłań. /17/. Fitzgerald: na 2 100 badań po cewnikowaniu tętnic powikłania wystąpiły w 6 % przypadków. Po bezpośrednim nakłuciu tętnicy powikłań nie było. /72/. W materiale własnym powikłania wyniosły 6 % /250/.

W miarę nabrania doświadczeń i doskonalenia techniki badania liczbą powikłań poważnie zmalała, ale pomimo tego arteriografii kontrastowej nie można stosować jako zwykłego rutynowanego badania w każdym diagnozowanym przypadku lub badaniu kontrolnym. Jednakoże te wszystkie minusy jak: potencjalne ryzyko dla chorego, czas, brak wygody i spory wydatek nie powinny powstrzymywać lekarzy od odpowiedniego jej stosowania tam gdzie jest ona konieczna do planowania leczenia czy postępowania operacyjnego.

Pletysmografia. Wypełnienie krwią narządów zgodnie z rytmem fali tętna powoduje zwiększenie ich objętości /126/. Ilościowe pomiary zmian objętości badanej kończyny lub palca są istotą pletysmografii /254/. Celem uchwycenia i zarejestrowania tych zmian skonstruowano pletysmograf, który początkowo używano jedynie w badaniach doświadczalnych /204/.

Pierwszy pletysmograf znany był już w 1732 r. /5/. Brodie i Russel ustalili zasady jego działania /31/, a Hawlett i Zwaluwenburg użyli go do badania kończyn u ludzi /101/. Od tego czasu opisano wiele modyfikacji pletysmografów różniących się od siebie ośrodkami za pośrednictwem

których przekazywana jest zmiana objętości narządu pod wpływem fali tętna. Najprostszym był pletysmograf wodny, następnie wodny z systemem optycznym. Bardziej już skomplikowanym okazał się powietrzny z układem optycznym. Zasadniczym postępowaniem było udoskonalenie przez Goetza pletysmografu palcowego /80/. Pomysłowym rozwiązaniem było wprowadzenie pletysmografu fotoelektrycznego, działającego na zasadzie rejestracji ilości światła przenikającego przez dany narząd, co zależy od stanu wypełnienia krwią naczyń krwionośnych. /181/. W innym systemie wahania ciśnienia tętna przenoszone są na piezoelektryczny kwarc, którego opór zmienia się w zależności od nacisku /25/. Dzięki temu następuje modulacja prądu elektrycznego, który oddziałuje na galwanometr /8/.

Pletysmograf tensometryczny opiera się na zasadzie zmian w oporze kolumny rtęci w elastycznym przyrządzie pomiarowym, co służy jako czujnik objętości palca kończyny /257/. Jest to wyjątkowo prosty instrument. Przeprowadzone modyfikacje umożliwiają elektryczną kalibrację przyrządu pomiarowego in situ na kończynie /103/. Do obecnie stosowanych należą pletysmografy "zamykające" - zapobiegające odpływowi krwi żyłnej /43/, oparte na zmianie oporności tkanek lub zmianie elektrycznej oporności czujnika występującej pod wpływem przepływającej fali krwi /174/. Automatyczne powietrzne i rtęciowe pletysmografy pozwalają na natychmiastową ocenę drożności tętnic /179, 225/ lub przeszczepu /10, 57, 267/.

Reografia - reoangiografia-pletysmografia impedancyjna.

Oporność przewodnika dla prądów zmiennych o wysokiej częstotliwości zależy od jego rodzaju. Zależność ta została wykorzystana w diagnostyce chorób naczyń obwodowych w metodzie reoangiografii, zwanej pletysmografią oporową /109, 174/. Pierwsze nadania nad metodą reografii przeprowadzili Nyboer /USA/ w 1940 r. /173/, Holzer, Polzer, Marko /Austria/ w 1940 r. /104/, Kedrow w ZSRR w 1941 r. /118, 119/, Koepfen /Austria/ w 1943 r. /125/. Zwrócili oni uwagę na fakt, że opór tka-

nek w ciele ludzkim zmienia się stosownie do akcji serca. W celu uchwycenia tych zmian oporu, dochodzących do 0,001 oma, wprowadzili czułą metodę badania tych zmian i nazwali ją reokardiografią /110/. W 1949 r. Polzer i Schuhfried przeprowadzili rejestrację oporu tętnic, tzw. reoangiografię, pozwalającą przedstawić graficznie zmiany objętości fali tętna /183, 207/. Występująca na danym odcinku fala tętna /jako dodatkowy przewodnik, zmniejsza opór /podnosi elektryczne przewodnictwo/ proporcjonalnie do ilości przepływającej krwi /137, 185, 256/.

Zmiany oporu tkanek powodują odpowiednie zmiany w napięciu i natężeniu prądu w obwodzie. Wynikiem tego bywają różne spadki napięć, które zostają przekazane do aparatu rejestrującego /EKG/ dając krzywą reograficzną /50". Na podstawie krzywej reograficznej, oporu tkanek oraz częstotliwości fali tętna można obliczyć tzw. "względną objętość tętna".

Nowszym sposobem badania jest reografia tetrapolarna. Pozwala ona wyeliminować niekorzystny wpływ kontaktowej oporności elektrod. Reograf, oprócz rejestracji zmian oporności, pozwala zarejestrować szybkość zmian oporności w czasie /pierwsza pochodna/, co pozwala zastosować wzór Kubička do wyliczenia ilości przepływającej krwi w badanym segmencie kończyny /132/.

Fonoangiografia. W technice tej stosuje się analizę częstotliwości graficznego zapisu odgłosów /tonów/ naczyniowych związanych ze zwężeniem tętniczym. Rejestrację fonoangiogramów wykonuje się fotografując z oscyloskopu pamięciowego amplitudę szmeru tętniczego /115/. Bardziej udoskonalone techniki stosują analizę częstotliwościową widma szmerów /59, 183/ za pomocą analizy Fouriera lub innymi technikami. Konwencjonalną metodą rejestrowania szmerów tętniczych jest wykres oscylograficzny uzyskiwany za pomocą elektronicznego mikrofonu umieszczonego nad tętnicą. Pozwala to nam na uzyskanie wykresu "echopulsacji". Na tej podstawie można ocenić zwężenie tętnicy dzięki analizie widmowej dźwięku /192/. Fonoangiograf to instrument szybki i prosty w użyciu przez doświadczonych badającego /105/.

Jeśli chodzi o czułość i specyfikę to główna wada tego sposobu badania polega na tym, że całkowite zamknięcie tętnicy nie jest związane ze szmerami tętnicznymi. Wysoka cena aparatu ogranicza jego stosowanie /203/.

Termometria polega na określeniu rozkładu temperatury i przekształcaniu podczerwonego promieniowania obiektu na sygnały elektryczne, które z kolei są przetwarzane na obraz widzialny na monitorze /194/. Zastosowana do badania ludzi polega na określaniu różnicy temperatur różnych części ciała dla wykrycia obszarów chłodnych przy niedokrwieniu, bądź lepiej ucieplonych przy zakrzepach żylnych /130/. Znalazła zastosowanie w rozpoznawaniu tętnicznej niewydolności, niezależnie od rodzaju niedokrwienia /253/. Pozwala jednak na określenie stopnia niedokrwienia /15/. Znalazła również zastosowanie w ocenie wyników leczenia operacyjnego tętnic obwodowych /203/.

W rozpoznawaniu zmian w obwodowych naczyniach żylnych jest skuteczną metodą wykrywania wczesnych zmian zakrzepowych w okresie pooperacyjnym i u chorych nieoperowanych. Do ograniczeń tej metody należą: brak znamienności badania dla poszczególnych jednostek chorobowych, wysoki koszt aparatury i jej niedostępność /15/.

Techniki radioizotopowe. Stosowane są cztery radioizotopowe sposoby badania obwodowego układu naczyniowego:

1. badanie za pomocą fibrynogenu J125,
2. angiografia izotopowa,
3. wmywanie /clearance/ Ksenonu 133,
4. ocena miejscowego przepływu krwi za pomocą promieniotwórczych mikrosfer.

Ad 1. Skanning fibrynogenowy polega na wykryciu nadmiernego gromadzenia wstrzykniętego znakowanego fibrynogenu w miejscach aktywnego zakrzepu /111, 112, 177/.

Ad 2. Angiografia radioizotopowa polega na dożylnym wstrzykiwaniu technetu lub innych białek znakowanych izotopem w celu uwidoczniania żył /14/ i tętnic /167, 135/.

Ad 3. Test wypłukiwania Ksenonu 133 jest użyteczną metodą określania przepływu krwi w mięśniach /134/. Technika badania polega na wstrzyknięciu w przybliżeniu około ⁵⁰ mikrocurie Ksenonu 133 rozpuszczonego w soli fizjologicznej do mięśnia i zarejestrowaniu szybkości wymywania izotopu w miejscu wstrzyknięcia. Ksenon łatwo przechodzi przez śródbłonek włosowaty i szybkość wymywania jest proporcjonalna do przepływu włosowatego.

Ad 4. Użycie mikrosfer promieniotwórczych umożliwiło ocenę przepływu krwi wzdłuż kończyny. Po wstrzyknięciu znakowanej albuminy do tętnic rejestrując wzdłuż kończyny radioaktywność wykrywamy obszary słabej perfuzji w miejscach niedokrwionych /215/.

Endoskopia naczyniowa. Stosuje się do uwidaczniania światła naczynia za pomocą sztywnego lub giętkiego angioskopu z systemem optycznym. Angioskop wprowadza się do światła naczyń po ich nacięciu. W odcinku bliższym i dalszym zamyka się naczynia zaciskami albo cewnikiem Fogarthy. Widoczność poprawia perfuzyjny system płuczący. Powikłań jest niewiele. Endoskopia śródoperacyjna posiada wyraźną wyższość w porównaniu z badaniami konwencjonalnymi używanymi do sprawdzania doraźnego wyniku operacji. U 90 % badanych widoczność była dobra i można było ocenić doszczętność usunięcia zmienionej chorobowo błony wewnętrznej i zapobiec zakrzepom /203/. Vollmar i Storz przedstawili własną metodę śródoperacyjnej endoskopii naczyniowej. Endoskop ich był zaopatrzony w "światłowody" /241/. Dalsze badania pozwoliły na rozszerzenie jej stosowania np. do rozpoznawania zakrzepów i zatorów tętnicy płucnej /164/. Mimo to nie znalazła ona szerszego zastosowania w chirurgii naczyniowej.

Tomografia komputerowa /TK/ polega na pomiarze współczynnika osłabienia promieniowania X przez badane narządy. Dane zostają wprowadzone do komputera i odtwarzają obraz różnicy w gęstości pomiędzy poszczególnymi warstwami tkanek, przez które przechodzi wiązka promieni X. Komputer odtwarza dane i przekazuje do odbiornika telewizyjnego.

zyjnego /128/. TK jest szczególnie przydatna w diagnostyce zmian w narządach mięszzowych oraz w przestrzeni zaotrzewnej. Axelbaum i Gomez jako pierwsi zastosowali TK do rozpoznawania tętniaków jamy brzusznej /9/. Wprowadzenie nowych generacji TK połączone z podawaniem dożylnym kontrastu zwiększyło dokładność obrazów, /rozpoznanie grubości ściany i skrzeplin przyściennych /127/. Trafność rozpoznania tętniaków aorty ocenia się na około 70 % /187/. TK jest niewątpliwie jedną z najcenniejszych metod badania diagnostycznego /239/. Hamulcem w jej upowszechnianiu są wysokie koszty aparatury i samych badań /3/. Średni koszt jednego badania wynosi około 4 300 zł /258/.

Diagnostyka ultradźwiękowa

Wymienione wyżej metody badania układu naczyniowego mimo swoich ogromnych zalet nie zawsze pozwalają na jednoznaczną ocenę przepływu krwi oraz na dokładną lokalizację niedrożności tętnicy. Z tych względów nie ustają poszukiwania bezpiecznej przezskórnej metody pozbawionej w/w wad.

Ultradźwiękowa technika, wykorzystująca zjawiska echa oraz zjawisko Dopplera, stworzyła nowe szerokie możliwości przezskórnej oraz śródoperacyjnej oceny szerokości światła i prędkości przepływu krwi w tętnicach i żyłach /131, 166, 223, 261, 263, 264, 265/.

Zjawiska echa służą do statycznego uwidoczniania struktur anatomicznych, Dopplera, znalazły zastosowanie w dynamicznych pomiarach przepływu krwi /62/.

Diagnostyka ultradźwiękowa została zapoczątkowana teoretyczną pracą Reyleigh'a w 1877 roku pt. "Teoria dźwięku". Odkrycie piezoelektryczności w 1880 roku pozwoliło teorię zastosować w praktyce. Dopiero w 1917 roku Langevin zastosował ultradźwięki do wykrywania łodzi podwodnych. Trzydzieści lat później bracia Dussik z Austrii zapoczątkowali użycie ultradźwięków w medycynie. /Wg Pothen /185/. Ich

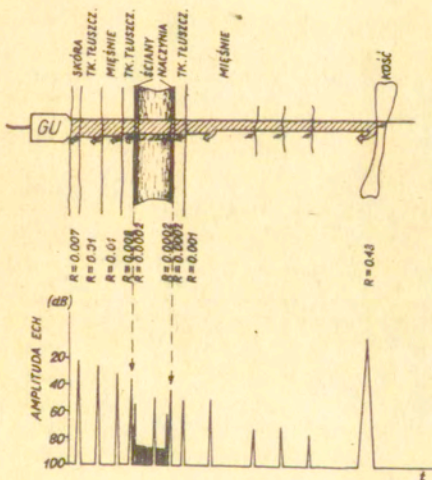
metoda była oparta na fali ciągłej i zawierała dużo artefaktów. /141/. W 1961 roku Donald i Braun jako pierwsi badali tętniaki aorty stosując echosondę /58/. Segal i wsp. w 1966 roku uzyskali ultrasonograficzną wizualizację tętniaka aorty brzusznej i ocenili jej dokładność na około 98 % /210/. Leopold i Berstein wykazali możliwość rozpoznania grubości ściany tętniaka /142/. Pierwsza echoaortografia była przeprowadzona tylko za pomocą prezentacji A /82/. Goldberg w 1970 r. badał tętniaki w prezentacji T M /81/. Techniki te są oparte na zasadzie echa /140/.

Zastosowanie ultradźwięków do wykrywania ruchomych struktur oparte jest na zasadzie Dopplera. W 1961 roku Franklin /75/ zastosował dopplerowski detektor do badania przepływu krwi. Szybki rozwój aparatury i łatwość wykrywania zaburzeń w przepływie krwi wewnątrz tętnic oraz żył /175, 214/ doprowadziło do rozwinięcia się szeregu sposobów badań opartych na tej zasadzie /24, 30, 136, 229/. Najprostszym sposobem badania tętnic obwodowych są pomiary ciśnienia skurczowego. Pomiary te są dokładne co stwierdził Bunag i wsp. mierząc ciśnienie sposobem dopplera i bezpośrednio w tętnicach /32/. Nawet przy przyspieszeniu do 5 G, stwierdzono całkowitą zgodność pomiarów śród tętniczych i za pomocą Dopplera /74/. Pomiary ciśnienia uzyskiwane za pomocą dopplera są wyższe o 10 mmHg od wielkości uzyskiwanych metodą Korotkowa /261/ badaniami Kinga, który stwierdził, że pomiary ciśnienia śród tętnicze są wyższe o około 10 mmHg/ od wielkości uzyskiwanych metodą Korotkowa /261/. Pokrywa się to z badaniami Kinga, który stwierdził, że pomiary ciśnienia śród tętnicze są wyższe o około 10 mmHg od uzyskanych metodą Korotkowa /121/.

3. ULTRADŹWIĘKOWE METODY ECHA W UWIDACZNIANIU NACZYŃ KRWIONOŚNYCH

Odbicie i rozproszenie fal ultradźwiękowych

Podstawowymi parametrami charakteryzującymi przenikanie fal ultradźwiękowych są: prędkość, tłumienie i opór /impedancja/ ośrodka, przez który przenikają. O ile prędkość fali ultradźwiękowej w różnych tkankach niewiele różni się od siebie i jest bliska prędkości fali w wodzie to tłumienie fali zmienia się w szerokich granicach. Odbicie fali zależy od impedancji akustycznej ośrodka. Im większa jest różnica pomiędzy impedancjami akustycznymi dwu ośrodków tym większe jest odbicie na ich granicy. Zostało to wykorzystane w diagnostyce medycznej do uwidaczniania poszczególnych tkanek i narządów /169/. Ryc. 1.



Ryc. 1. Rozkład ech od tkanek w polu ultradźwiękowym.

W medycznej diagnostyce wykorzystuje się fale ultradźwiękowe o częstotliwości 1 - 20 MHz. Fale ultradźwiękowe, przechodząc przez tkanki, podlegają zjawisku tłumienia, której jest w przybliżeniu proporcjonalne do ich częstotliwości /70/. Stosowanie zatem fal ultradźwiękowych o wyższej częstotliwości /o mniejszej długości/ pozwala na uzyskanie lepszej rozdzielczości tkanek - a co za tym idzie - lepszych obrazów.

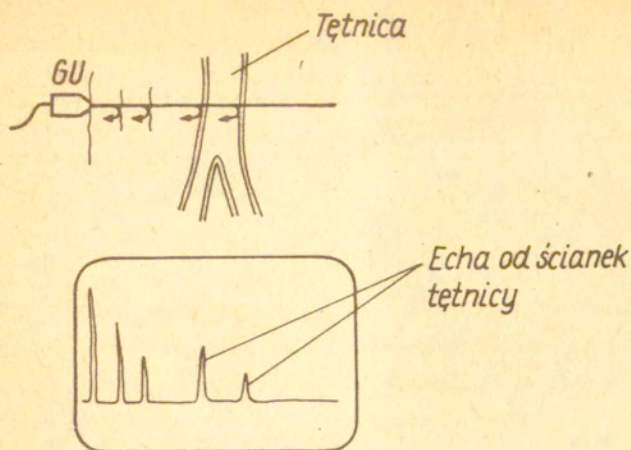
Fale ultradźwiękowe, padając na granicę dwóch ośrodków różniących się impedancjami akustycznymi, ulegają odbiciu /echa/. Dzięki temu można wykryć i uwidocznąć zarysy granic poszczególnych tkanek /141/.

Informacje ultradźwiękowe, uzyskane w postaci ech, można przedstawić na ekranie oscyloskopowym w prezentacji A /82, B /68, 142, 159, TM /63, 81/.

Prezentacja typu A

Jest to najprostsza metoda z punktu widzenia techniki przedstawiania ech odbitych od stałych bądź ruchomych struktur. W prezentacji tej przedstawione są na ekranie oscyloskopowym amplitudy impulsów; stąd nazwa prezentacja A - od słowa amplituda. Echa pochodzące od struktur ruchomych jak serce i naczynia krwionośne zmieniają swoje położenie na podstawie czasu, co uwidacznia się na lampie oscyloskopowej w postaci fluktuacji ech odbitych od w/w struktur.

Prezentacja A znalazła zastosowanie do badania średnicy aorty oraz w diagnostyce tętniaków /81, 210/.



Ryc. 2 Zasada prezentacji typu A.

Wprowadzenie do badań prezentacji B i połączenie jej z prezentacją A pozwoliło na uzyskanie dokładnych pomiarów aorty /142, 210/.

Dążąc do dokładniejszej oceny strukturalnej wprowadzono ultrasonografię ze skalą szarości /gray scale ultrasound/, pozwalającą na ocenę amplitudy echa uzyskując od 8 - 16 odcieni szarości /8-16/. Dodatkowe wprowadzenie komputera pozwoliło na uzyskanie obrazów o dużej dokładności rozpoznawczej.

Technika ultrasonograficzna znalazła zastosowanie nie tylko w diagnostyce i badaniach screeningowych tętniaków aorty /2, 6/ ale także i tętniaków tętnic obwodowych /4, 53, 208, 209/. Dzięki tej technice udało się dokładnie ocenić szerokość naczyń /18, 65/, jak i rozkład skrzeplin wewnątrz tętniaka, a także rozpoznać tętniak rozwarstwiający /48/. Pierwsze prace w kraju nad wizualizacją narządów jamy brzusznej za pomocą ultrasonografu własnej konstrukcji wykonał Filipczyński i wsp. /67/. Ulepszone ultrasonografy UG - /4, 68/ USG - 10 stały się niezbędne w pracy klicznej /251/.

Prezentacja typu TM /time motion/

W prezentacji tej podstawa czasu jest wygaszana a jedynie rozjaśniają ją echa struktur anatomicznych objętych wiązką ultradźwiękową. Echa wyświetlane są wzdłuż podstawy czasu w postaci świecących punktów. Poruszają się one jeżeli pochodzą od ruchomych struktur.

Rejestracja ruchu struktur /prędkość i amplituda/ odbywa się zazwyczaj przy zastosowaniu dwóch sposobów: 1. podstawa czasu przesuwa się powoli w górę ekranu a świecące punkty rysują obraz badanego narządu. Ryc. 2. obraz świecących punktów z nieruchomej podstawy czasu oscyloskopu doprowadzony zostaje do wolno przesuwanego się światłoczułego papieru.

Technika TM znalazła zastosowanie głównie w badaniu serca /63, 105/. Zastosowano ją również do wykrywania tętniaków aorty brzusznej /197/.

Prezentacja typu B

Umżliwia dwuwymiarowe uwidacznianie badanych struktur. Nazwa prezentacji pochodzi z angielskiego "Brightness" - jasność. Na ekranie oscyloskopu echa struktur przedstawione są w postaci jasnych punktów na wygaszonej podstawie czasu. Przy poruszaniu ruchem postępowo-wahadłowym głowicy /umieszczonej w ruchomym systemie pantografu/ po powierzchni ciała jasne punkty podstawy czasu rysują granice badanych struktur. Stopień jasności świecących punktów zależy od wielkości echa. Początkowo prezentacja typu B znalazła zastosowanie w badaniu jamy brzusznej w położnictwie i ginekologii /91, 92/.

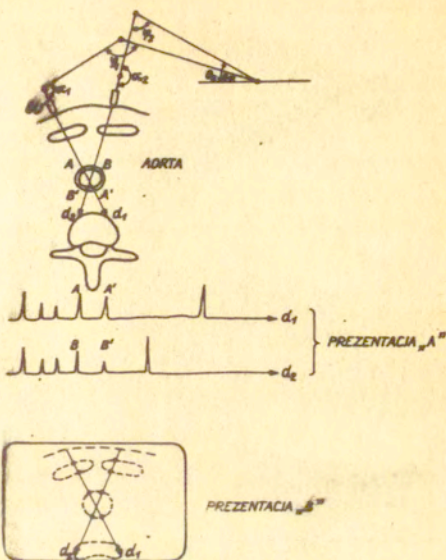
GU - głowica ultradźwiękowa,

$\alpha_1, \alpha_2; \theta, \theta_1; \phi, \phi_1$ - kąty położenia pantografu,

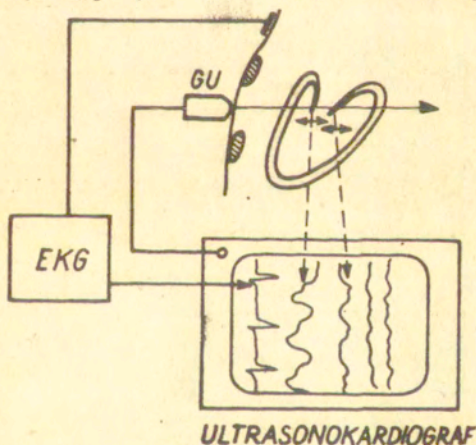
d_1, d_2 - wiązka ultradźwięków.

A, A₁; B, B₁ - echa od ścian aorty.

W czasie poruszania głowicą zmieniają się kąty położenia ramion pantografu a tym samym i kierunku wiązki ultradźwiękowej. Pozwala to na wyznaczenie położenia wiązki wysyłanej i odbieranej przez głowicę ultradźwiękową / d_1, d_2 /. Specjalny układ elektroniczny przetwarza ruch głowicy na ruch podstawy czasu, dając obraz świecących punktów na wskaźniku oscyloskopowym.



Ryc. 3. Zasada prezentacji typu B.



Ryc. 4. Zasada prezentacji TM.

4. DOPPLEROWSKIE METODY UWIDACZNIANIA PRZEPŁYWU KRWI WEWNĄTRZ NACZYŃ KRWIONOŚNYCH

Zastosowanie ultradźwięków do wykrywania ruchomych struktur, oparte na zasadzie opisanej przez niemieckiego fizyka Dopplera, zaczęto stosować w medycynie od niedawna. W 1959 roku Satomura i Kaneko używali ultradźwiękowej reografii opartej na zasadzie Dopplera /204/.

W 1961 roku Franklin i Strandness zastosowali dopplerowski detektor do badania przepływu krwi u zwierząt /75, 227/. W 1963 roku Watson Ruschmer i wsp. badali przepływ krwi u człowieka /246, 196/. Po tych wstępnych doświadczeniach nastąpił znaczny postęp w modyfikacji i przystosowaniu detektora prędkości do przezskórnego badania naczyń u ludzi /113/. W 1966 roku Strandness zastosował dopplerowski przepływomierz do wykrywania niedrożności tętnic u ludzi /226/.

McLeod w 1967 roku przedstawił teoretyczne podstawy pomiaru przepływu krwi przy pomocy ultradźwięków /160/. Gosling w 1969 roku wykazał, że rozkład maksymalnych częstotliwości przedstawionych na sonogramie jest bardzo podobny w kształcie do chwilowej prędkości uzyskiwanej za pomocą przepływomierza elektromagnetycznego /89, 90, 211/.

Obniżenie ciśnienia krwi na obwodzie zależne jest od drożności naczyń. Pomiar ciśnienia obwodowego metodą ultradźwiękową stanowi prosty sposób oceny krążenia obwodowego i jego oporu /16/. Spadek ciśnienia na kostce świadczy o obecności krytycznego zwężenia, poniżej którego następuje spadek przepływu krwi obwodowo od zwężenia /117/. Woodcock i Gosling w 1972 roku stwierdzili, że wielkości pomiarów ciśnienia za pomocą ultradźwięków są o 10 mmHg wyższe aniżeli mierzone metodą Korotkowa /261/. Stegal donosi, że pomiary metodą przezskórną są takie same jak uzyskiwane poprzez cewnikowanie tętnicy /219/. Ludbrock stwierdził, że u chorych z chromaniem przestankowym 23 % oporu krążenia obwodowego przypada na krążenie oboczne w warunkach spoczynku a 75 % w warunkach

kach szczytowego nasilenia krążenia /150, 151/. Na podstawie tego doniesienia mierzono ciśnienie w okolicy kostki i potwierdzono spostrzeżenia Ludbrocka /157/.

Stwierdzono, że średnie ciśnienie było niższe w rozsianych zmianach niż w izolowanej niedrożności. Summer i Stradness podają, że ciśnienie w okolicy kostki jest lepszym wskaźnikiem nasilenia procesu chorobowego niż wyniki pomiaru przepływu w mięśniach, uzyskiwanego za pomocą pletysmografii zamykającej /206, 220, 229/. Wg Yao ciśnienie spoczynkowe okolicy kostki znacząco koreluje /0,24" z dystansem chromania przestankowego bez względu na rodzaj okluzji /266/.

Bardziej dokładnie odzwierciedlają stopień zwężenia i rozwój krążenia obocznego pomiary ciśnienia po ćwiczeniu fizycznym lub pod wpływem przekrwienia pouciskowego /11, 76/. Yao porównując ciśnienie obwodowe z ciśnieniem na ramieniu stwierdził, że ma to znaczenie diagnostyczne. Index ciśnieniowy poniżej 1.0 występuje u chorych ze zmianami patologicznymi tętnic. U chorych z chromaniem przestankowym wynosi 0,59, ze zgorzełą 0,26/263/.

Określenie indexu ciśnieniowego ramię-kostka po wysiłku dokładniej odzwierciedla stan krążenia w kończynie ale subiektywna ocena dystansu chromania przestankowego może być niedokładna. Jakkolwiek dystans chodzenia limitowany 5 minutami ze stałą prędkością 5 km na godzinę jest powtarzalny z dnia na dzień to jednak ma odchylenia do 20 % /264/.

Lewis i Jamieson oceniali wielkość indexu ciśnieniowego przed i po operacjach naczyniowych i stwierdzili jego wzrost po udanych operacjach /144/. Dla celów porównawczych udanej rekonstrukcji wystarcza pomiar ciśnienia w spoczynku /266/. Jeżeli ciśnieniowy index nie zdola wzrosnąć po operacji w ciągu 6 - 12 godzin należy się liczyć, że miejsce rekonstrukcji jest niedrożne /144/.

Mc Cleod /1967/ /160/, Kato i Izumi /1970/ /116/ wprowadzili apa-

raty umożliwiające badanie kierunku przepływu krwi. Keizer i wsp. /120/ wykazali przydatność przepływomierza stosowanego śródoperacyjnie w ocenie drożności miejsca zrekonstruowanego. Mozerski /165/ stosował śródoperacyjnie Yao i wsp. w 1970 r. wykazali możliwość zapisu przepływu krwi w tętnicach powierzchownych /264/. Porównawcze badania zaś z przepływomierzem elektromagnetycznym wykonał Lewis i wsp. wykazując podobieństwo badań przepływu krwi, wymaganych w badaniu klinicznym /143/.

Berstein obliczał ilość przepływającej krwi, mierząc średnicę tętnicy na arteriografii i porównywał przepływ z przepływomierzem elektromagnetycznym, stwierdzając dużą korelację pomiędzy obu metodami /22/.

Zastosowanie przepływomierzy do badania i rejestracji prędkości przepływu krwi w tętniach: ramiennej, udowej, podkolanowej, grzbietowej stopy i piszczelowej tylnej w postaci fali skurczonej zależnej od skurczu komory pozwoliło na stwierdzenie, że fala ta reprezentuje przepływ na obwód i koreluje w czasie z krzywą ciśnienia mierzonego wewnątrz naczynia w tym samym punkcie /188/. Krzywe prędkości przepływu krwi uzyskane techniką przeskorną i bezpośrednio ze światła tętnicy mają taki sam kształt i amplitudę u zdrowych jak i u chorych /249/.

Woodcock i Gosling /1972/ /261/ oceniali wydolność układu krążenia w kończynie badając na kończynie dolnej prędkość przepływu krwi dwoma głowicami i wykazali wydłużenie się czasu rozprzestrzeniania się fali tętna i zmniejszenie amplitudy prędkości krwi w niedokrwieniu. Pomiar amplitudy fali prędkości krwi wraz z czasem szerzenia się fali tętna przez dowolny przekrój tętnicy umożliwia przeprowadzenie stopniowania wydolności krążenia obocznego oraz daje możliwość oceny wydolności naczynia w przypadku niepełnej niedrożności /107/.

Gosling wprowadza pojęcie "Indexu Pulsowania" /PI/ - jest to stosunek maksymalnej pulsacji prędkości chwilowej do przepływu średniego /89/. Czas przenoszenia /propagacji/ "transit time" fali jest to czas

rozprzestrzeniania się fali tętna pomiędzy dwoma punktami mierzonymi na kończyźnie /133/. Związany on jest z długością drogi i sztywnością ścian /89/. PI oblicza się z chwilowej prędkości krwi, przez podzielenie prędkości chwilowej przez prędkość średnią. $PI = V_{max} / V_{sr}$, /90, 108, 260/. Prace Hartley'a /95/ Perenneau /180/ i Nowickiego /170, 171/ nad profilem przepływu cieczy in vivo przy zastosowaniu metody impulsowej doprowadziły do powstania aparatury opartej o ultradźwiękową impulsową falę. Połączenie techniki impulsowej z techniką echa pozwoliło na skonstruowanie aparatów umożliwiających pomiar przezskórny bądź bezpośrednio z tętnicy ilości przepływającej krwi w badanej tętnicy /171/.

5. BEZPIECZEŃSTWO BADAN ULTRADŹWIĘKOWYCH

Ultradźwięki znalazły szerokie zastosowanie w medycynie nie tylko ze względu na łatwość badań ale przede wszystkim dlatego, że są nieszkodliwe. Jest to promieniowanie nie jonizujące, nie mające ujemnego wpływu na materiał genetyczny w dawkach diagnostycznych /122/.

Począwszy od 1970 roku przeprowadzono kilkanaście eksperymentów, które potwierdzają ten temat. Biologiczne skutki, które wywierają ultradźwięki na tkanki, zależą głównie od zastosowanej częstotliwości, intensywności i długości trwania zabiegu. Najważniejszym czynnikiem spośród tych fizycznych parametrów jest intensywność, która jest sto razy wyższa w terapii niż w diagnostyce /151/. Fale ultradźwiękowe o natężeniu 0,002 do 0,1 W/cm² i częstotliwości 2,5 do 10 MHz emitowane przez ultradźwiękową aparaturę diagnostyczną nie powodują zmian patologicznych w strukturze chromosomów /1, 21, 245/. Jądra i jajniki mysie poddane działaniu fal ultradźwiękowych ciągłych i impulsowych przez Lyon i Simpsona nie wykazały uszkodzenia /151/. Ultradźwięki nie wpływają na tempo wzrostu i mnożenia się ludzkich fibroblastów i komórek nowotworowych /Loch i wsp. /146/, oraz limfocytów - Filipczyński /69/. Harkanyi w 1977 roku nie stwierdził ujemnego wpływu diagnostycznych dawek ultradźwięków na chromosomy myszy /93/.

Natężenie fal ultradźwiękowych wytwarzanych przez polską aparaturę diagnostyczną nie przekracza wartości 0.1 W/cm² /70/. Wartość ta jest niższa od wartości progowych mogących powodować zmiany biologiczne w naddźwiękowych strukturach.

6. BADANIA WŁASNE

Badania własne obejmują:

- 6.1. Ultradźwiękowe badania dopplerowskie
 - 6.1.a. Doświadczalne badania przepływu krwi w tętnicach psów.
 - 6.1.b. Kliniczne badania przepływu krwi przed, w czasie i po operacjach rekonstrukcyjnych tętnic obwodowych.
- 6.2. Ultradźwiękowe badania za pomocą echa /ultrasonografia/
 3. Kliniczne badania aorty brzusznej i dużych tętnic, tętniaków aorty i tętnic obwodowych przed i po operacjach rekonstrukcyjnych.

Badania dopplerowskie

W okresie wstępnym wypróbowano w Klinice ultradźwiękową aparaturę dopplerowską, stosując ją początkowo u psów. W czasie tych badań starano się również odpowiedzieć na pytanie, w jakim stopniu zwężenie aorty brzusznej wpływa na zmiany: 1. wielkości ciśnienia skurczowego, chwilowej i średniej prędkości przepływu krwi, 2. ilości przepływającej w tętnicach udowych oraz 3. który z tych wskaźników jest najczulszy w ocenie stopnia zwężenia tętnic i mógłby być stosowany u chorych dla szybkiej oceny drożności tętnic.

Po stwierdzeniu, że aparatura nadaje się do badań przepływu krwi zastosowano ją w klinice do badań przepływu krwi u ludzi chorych i zdrowych wolontariuszy.

Badania te miały na celu: 1. ocenę poziomu zwężenia lub niedrożności tętnic kończyn dolnych przed operacją, 2. ocenę stopnia drożności zrekonstruowanych tętnic w czasie i po operacji, 3. ustalenie czy uzyskane wskaźniki mogą mieć znaczenie prognostyczne w wykrywaniu powstawania wczesnej pooperacyjnej niedrożności przeszczepów.

W tym celu określano:

1. Przed operacjami

a/ wskaźniki ciśnienia wzdłuż całej kończyny i porównywano je z arteriografiami;

b/ przezskrónie ilość przepływającej krwi przez tętnice udowe.

2. Sródoperacyjnie ilość przepływającej krwi:

a/ w przeszczepach żylnych,

b/ w udrożnionych tętnicach udowych,

c/ poniżej przeszczepów w tętnicach udowych

w celu umożliwienia natychmiastowej korekty chirurgicznej z chwilą stwierdzenie niedostatecznego przepływu.

3. Po operacjach:

a/ wskaźnik ciśnienia K/R /kostka/ramię/,

b/ wskaźnik ciśnienia wzdłuż całej kończyny przed wypisem chorego z Kliniki, bądź u chorych z nagłym spadkiem wskaźnika ciśnienia skurczowego krwi /KR/,

c/ przezskrónie ilość przepływającej krwi przez tętnice udowe lub przeszczep.

Badania za pomocą echa /Ultrasonografia/

Badania za pomocą ultradźwiękowej aparatury opartej na zasadzie echa /USG-10/ zaczęto od razu u ludzi. Aparat ten już wcześniej był stosowany w położnictwie do badania narządów jamy brzusznej /mierdnicy małej/. Został on jedynie zaadaptowany do badania aorty brzusznej i tętnic obwodowych.

Celem badań było:

1. Przed operacjami:

a/ ustalenie rozpoznania tętniaków aorty brzusznej,

b/ ustalenie rozpoznania tętniaków obwodowych,

c/ śledzenie dynamiki powiększania się tętniaków.

2. Po operacjach:

a/ kontrola wszytej protezy naczyniowej,

b/ rozpoznanie tętniaków rzekomych po operacjach rekonstrukcyjnych aorty i tętnic obwodowych.

7. METODA BADANIA

7.1. Zastosowana aparatura

Dla lepszego zrozumienia działania poszczególnych aparatów, którymi posługiwałem się, jak również specyficznych różnic w ich czynności, przedstawię kolejno nieco dokładniej ich charakterystykę.

Polska, jako jeden z nielicznych krajów na świecie, podjęła produkcję ultradźwiękowych aparatów diagnostycznych opartych na zasadzie Dopplera i echa /66, 169/. Posługiwałem się wyłącznie aparatami zaprojektowanymi i wykonanymi jako prototypy w Zakładzie Ultradźwięków IPPT PAN.

Aparatura oparta na zasadzie Dopplera.

1. UDP-574- Ultradźwiękowy Detektor Przepływu krwi /87, 247/ jest jednym z pierwszych opracowanych w Polsce aparatów ultradźwiękowych o częstotliwości 5 MHz, opartym na emisji ciągłej fali ultradźwiękowej, którym posługiwano się przy badaniu przepływu krwi. Odbiera on sygnały dopplerowskie przepływu krwi z tętnic i żył do głębokości około 6 cm. Sygnały te można usłyszeć w słuchawkach lub głośniku. Mogą one być zapisane na taśmie magnetofonowej. Aparat ten jest niewielki, przenośny, bateryjny, niezależny od źródła prądu i dlatego szczególnie przydatny przy łóżku chorego. Na ryc. 5 z aparaturą 1, 2.
2. UDP-10- Ultradźwiękowy Detektor przepływu krwi /249/. Odpowiednik aparatu "Parks 806" /264/, oparty na ciągłej fali ultradźwiękowej o częstotliwości 8 mHz. Na ryc. 5 z aparaturą nr 3. Aparat ten umożliwia słyszenie sygnałów dopplerowskich w słuchawkach oraz zapis na rejestratorze krzywych prędkości i kierunku przepływu krwi w naczyniach położonych nie głębiej od powierzchni skóry niż 5 cm. Do rejestracji krzywej potrzebny jest rejestrator posiadający kanał rejestracji z wejściem stałoprądowym jak np. w rejestratorze EKG produkcji krajowej typu E-30. Otrzymane sygnały przepływu są analogiczne do otrzymanych aparatem UDP-574.

Z doświadczenia naszego wynika, że poprawne wyniki rejestracji odpowiadają maksymalnemu natężeniu dźwięku w słuchawkach, który otrzymujemy się gdy kąt między głowicą a naczyniem krwionośnym wynosi około 60° . Pozwala to nam ocenić standardową wartość impulsu kalibracji, która dla powyższego kąta wynosi 20 cm/sek. Należy jednak traktować to w sposób przybliżony. Dokładny pomiar kąta pomiędzy wiązką ultradźwiękową i naczyniem jest czasami skomplikowany i wymaga specjalnego postępowania /169, 170, 171/.

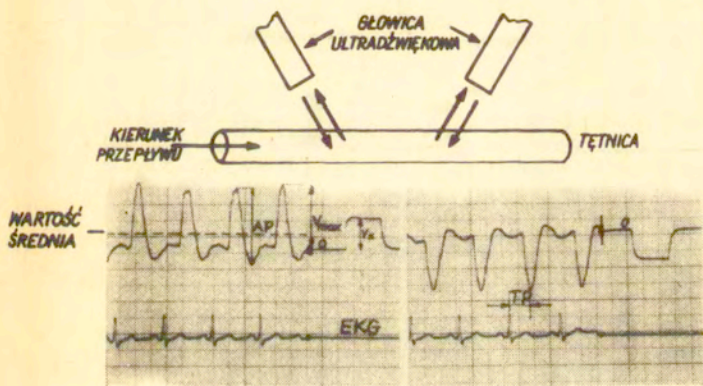
Po włączeniu aparatu do sieci mierniki aparatu powinny znajdować się po stronie lewej w pozycji 0 /zero/, natomiast w słuchawkach powinniśmy słyszeć lekki jednostajny szum, który świadczy o właściwej pracy aparatu. Występujące czasami w słuchawkach dodatkowo dźwięki, takie jak nieregularne ostre szmery, trzaski, piski pochodzą z zakłócających aparatów, pracujących w pobliżu. Powodują one nie tylko zakłócenia w osłuchiwaniu sygnału przepływu w naczyniach krwionośnych ale mają też wpływ na charakter rejestrowanej krzywej prędkości przepływu, powodując jej zniekształcenie, co utrudnia interpretację wyników badań. Mierniki pokazują średnią w czasie prędkość przepływu przy czym wartości na miernikach cechowane są w jednostkach częstotliwości dopplerowskiej. Wskazywane na miernikach wartości związane są z kierunkiem strumienia krwi. Jeżeli głowica ustawiona jest zgodnie z kierunkiem strumienia krwi, wychyli się miernik lewy. Jeżeli kierunek przepływu krwi jest do głowicy, wychyli się miernik prawy. Jeżeli w czasie cyklu pracy serca występuje przepływ krwi w dwóch kierunkach, wychylają się oba mierniki. Odejmując od wartości większej, wskazywanej na jednym z mierników, wartość mniejszą, wskazywaną na drugim mierniku, uzyskujemy różnicę wskazań obu mierników, która to różnica jest proporcjonalna do średniej w czasie prędkości przepływu krwi. Prędkość tę można wyznaczyć podstawiając wzoru w miejsce wartości f_d obliczoną różnicę wskazań mierników aparatu,

$$V_{sr} = \frac{f_d \cdot c}{2 f_n} \cdot \cos \theta$$

gdzie:

- f_d - częstotliwość dopplerowska
- f_n - częstotliwość nadawanej fali ultradźwiękowej
- c - prędkość rozchodzenia się fali ultradźwiękowej we krwi = 1550 m/s
- θ - kąt między kierunkiem padania wiązki ultradźwiękowej a naczyńm krwionośnym.

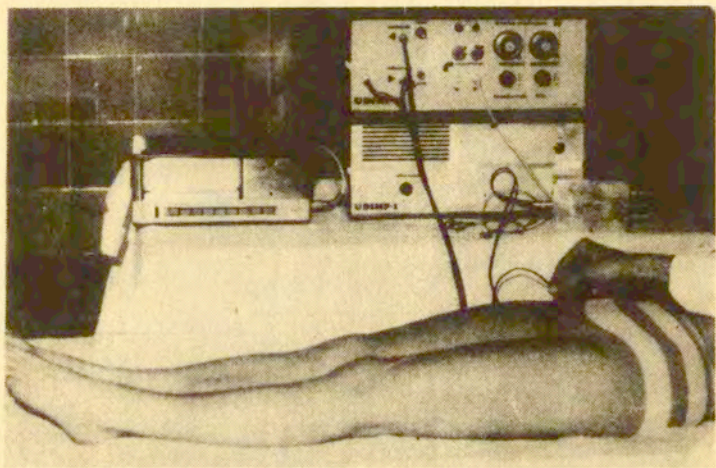
Aparaty UDP-10, UDP-20, wyposażone są w układ umożliwiający rejestrację prędkości przepływu oraz standardowego impulsu kalibracji, którego poziom możemy odnieść do określonej wartości przepływu, co odpowiada na krzywej, częstotliwości dopplerowskiej równej 1000 Hz dla kąta 60° . Odpowiada to prędkości przepływu $V_k = 20$ cm/s. ryc. 6



Ryc. 6. Przykład prawidłowej krzywej prędkości przepływu krwi, której kierunek zależy od położenia głowicy w stosunku do kierunku przepływu krwi w tętnicy. O - brak przepływu, V_{max} - prędkość maksymalna odpowiadająca przepływowi w kierunku obwodu, V_k - napięcie kalibracji AP - Amplituda pulsacji, T_R czas propagacji fali.

Przy ustawieniu głowicy w kierunku dogłosowym otrzymujemy zapis poniżej 0 /zera/ i odwrotnie, przy ustawieniu głowicy zgodnie z kierunkiem strumienia krwi zapis otrzymujemy skierowany ku górze /powyżej zera/. Chwilową maksymalną prędkość przepływu krwi, V_{\max} oblicza się z krzywej, porównując jej amplitudę, licząc od poziomu 0 z amplitudą cechy.

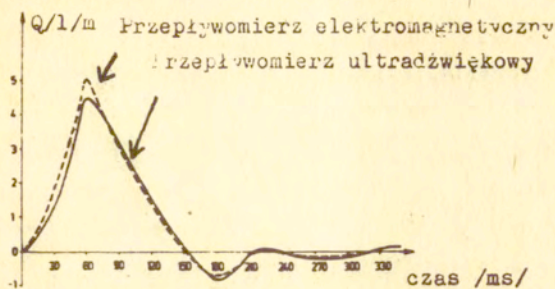
3. Ultradźwiękowy Dopplerowski Miernik Przepływu /UDIMP/ /170/ ryc. 7 w wersji prototypowej, który zaczął być produkowany seryjnie jako UDP-30, pokazany na rycinie 5 z aparaturą jako nr 4.



Ryc. 7. Pomiar przepływu krwi za pomocą UDIMP oraz rejestrator jednokanałowy "Sandborn".

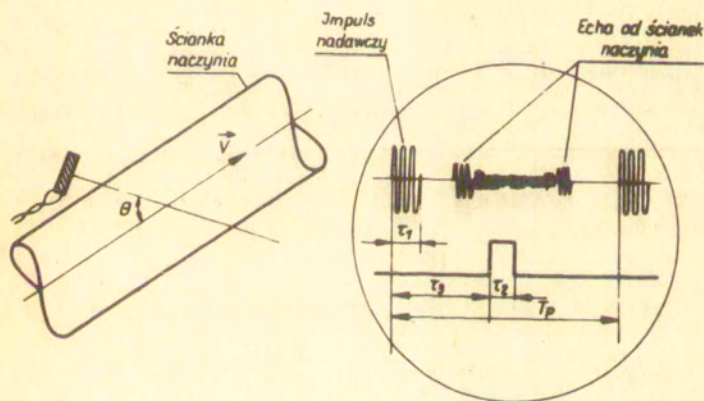
Zasada pracy tego aparatu oparta jest na technice dopplerowskiej impulsowej. Umożliwia on nie tylko pomiar prędkości przepływu krwi ale także średnicy naczynia na podstawie czasu przejścia impulsów ultradźwiękowych pomiędzy ściankami tętnicy /169/, oraz rozkład prędkości przepływu wewnątrz naczynia, zarejestrowany w postaci krzywej. Na podstawie tych danych można oszacować ilość krwi przepływającej w ciągu minuty przez tętnicę w miejscu badanym. Doświadczalną weryfikację aparatu przeprowadzono, badając przepływ krwi w aorcie psa, porów-

nując jednocześnie wydatek krwi mierzony metodą ultradźwiękową z wydatkiem mierzonym przepływomierzem elektromagnetycznym. Otrzyma-
ne wyniki były prawie identyczne, ryc. 8 /170/.



Ryc. 8. Porównanie przepływu krwi w aorcie psa mierzonego za pomocą przepływomierza elektromagnetycznego i ultradźwiękowego.

Ogólną zasadę działania impulsowego przepływomierza wyjaśniono na ryc. 9.



Ryc. 9. Zasada działania ultradźwiękowego impulsowego dopplerowskiego miernika do pomiaru profili prędkości przepływu krwi. V - prędkość przepływu krwi, θ - kąt pomiędzy wiązką ultradźwiękową a ścianą naczynia, T_1 - czas trwania wysyłanego impulsu, T_2 - czas trwania elektronicznej bramki analizującej, T_3 - opóźnienie bramki analizującej, T_p - okres powtarzania impulsu.

Przetwornik piezoelektryczny wysyła w kierunku naczynia krwionośnego impulsy wysokiej częstotliwości f_n o czasie trwania T_1 i częstotliwości powtarzania $f_p = 1/T_p$ gdzie T_p jest czasem powtarzania impulsów.

Fala ultradźwiękowa ulega częściowemu odbiciu i rozproszeniu na ściankach naczynia i krwinkach. W efekcie, w czasie trwania przerwy T_p pomiędzy dwoma kolejnymi impulsami nadawczymi, do przetwornika powracają echa odpowiadające odbiciu od ścianek naczynia oraz rozproszone na krwinkach. Znając kąt Θ pomiędzy kierunkiem padania fali ultradźwiękowej i naczyniem krwionośnym, prędkość rozchodzenia się ultradźwięków we krwi oraz mierząc czas t przejścia impulsów ultradźwiękowych między przednią oraz tylną ścianą naczynia krwionośnego możemy wyznaczyć średnicę naczynia d z wzoru:

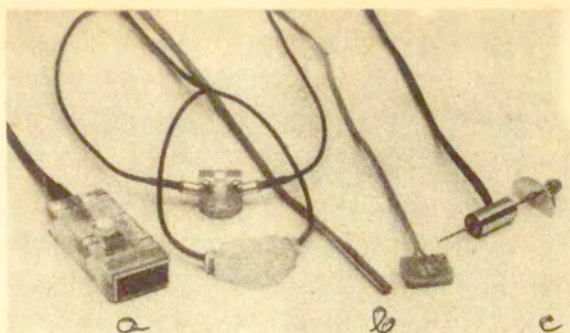
$$d = \frac{c \cdot t}{2} \sin \Theta$$

Pomiar prędkości przepływu odbywa się w krótkich odcinkach czasowych, odpowiadających czasowi trwania T_2 elektronicznej bramki analizującej B. Zmiana opóźnienia T_3 bramki analizującej powoduje, że odbierane sygnały pochodzą z wybranej głębokości. Mierząc różnicę częstotliwości f_d między częstotliwością f_n sygnału nadawanego i sygnału odbieranego f_o w czasie trwania bramki analizującej, możemy wyznaczyć prędkość przepływu wybranej warstwy krwi:

$$V = \frac{f_{dopp} \cdot c}{2 f_n \cdot \cos \Theta}$$

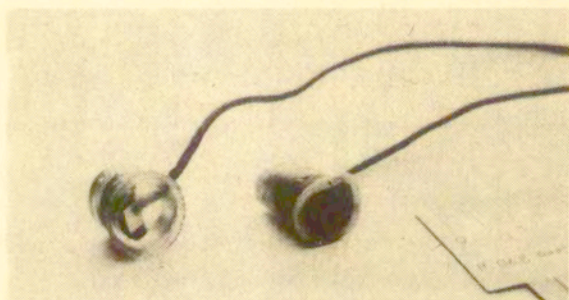
gdzie $f_{dopp} = 1000 \text{ Hz}$, $c = 1550 \text{ m/s}$, $f_n = 8 \cdot 10^6 / 8 \text{ Hz}$

W celu wyznaczenia kąta Θ opracowano specjalną głowicę składającą się z 2 niezależnych przetworników, ryc. 10



Ryc. 10. Głowice ultradźwiękowe: a - głowice dwuprzetwornikowe, b - głowica jednoprzetwornikowa tzw. "ołówkowa", c - głowica z kanałem wewnątrz przetwornika

W czasie badań śródoperacyjnych umieszczamy specjalne głowice bezpośrednio na naczyniach. Ryc. 11



Rys. 11. Głowice ultradźwiękowe do badania śródoperacyjnego, bezpośrednio z tętnic.

Dzięki zastosowaniu automatycznego przesuwu bramki analizującej w poprzek naczynia w znacznym stopniu przyspiesza się badania. Ryc. 9 Przy automatycznym, liniowo zmienianym opóźnieniu bramki analizującej B, na taśmie rejestratora otrzymujemy rozkład krzywej prędkości przepływu krwi od prędkości O przy ścianie przedniej naczynia poprzez prędkość maksymalną w środku naczynia do prędkości O przy ścianie tylnej.

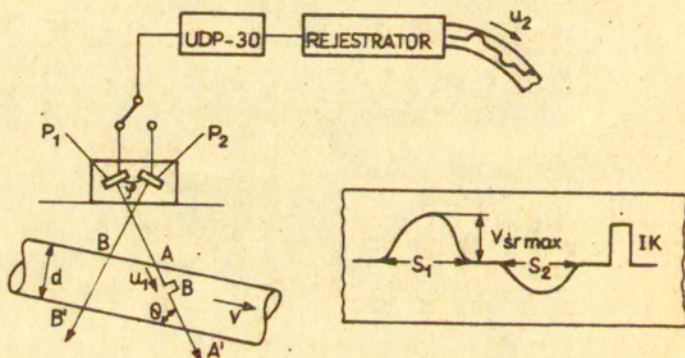
Znając prędkość u_1 automatycznego opóźnienia bramki analizującej

B, prędkość u_2 przesuwu taśmy papieru oraz długość odcinków S_1 i S_2 pomiędzy wartościami zerowymi możemy wyznaczyć średnicę naczyń a wg wzoru:

$$d = \frac{u_1}{u_2} \cdot \sin \Theta$$

Dla głowic śródoperacyjnych kąt Θ wynosi 67° . Dla takiego kąta prędkość kalibracji V_k odpowiadająca impulsowi kalibracji wynosi 30 cm/s . Dla głowic do badań przezskórnych obliczenie kąta Θ wymaga specjalnego postępowania /głowica dwuprzetwornikowa/ /169/. $V_k = 30 \text{ cm/s}$ dla kąta 67° . Dla takiego kąta wzór w/w przybiera postać:

$$d = 0,91 \frac{u_1}{u_2} S_1$$



Rys. 12. Zasada automatycznego pomiaru przepływu krwi. P_1, P_2 - przetworniki ultradźwiękowe ułożone względem siebie pod kątem, B - bramka analizująca, u_1 - prędkość automatycznego opóźnienia bramki analizującej, u_2 - prędkość przesuwu taśmy rejestratora, IK - impuls kalibracji.

Prędkość maksymalną wyznacza się wg wzoru:

$$V_{\text{sr,max.}} = \frac{V_k \cdot \text{amplituda krzywej}}{\text{amplituda impulsu kalibracji}}$$

Prędkość średnią przepływu odczytuje się bezpośrednio z aparatu. Ilość krwi /wydatek/ Q przepływającą w tętnicy w miejscu badanym wyznacza się ze wzoru:

$$Q = 0,67 V_{\text{sr,max.}} \cdot A$$

gdzie: V_{sr} /cm/s/ - prędkość średnia przepływu, A - powierzchnia przekroju naczynia $\frac{\pi d^2}{4}$ obliczona na podstawie wyznaczonej średnicy. Współczynnik liczbowy 0,67 w ostatnim wzorze został wyznaczony eksperymentalnie dla tętnic udowych przez porównanie uśrednionych w czasie profili przepływu z mierzonych powyższą metodą z rozkładem profili chwilowych. Wprowadzenie takiego współczynnika było konieczne, ponieważ profil przepływu krwi w naczyniach nie jest płaski ani paraboliczny, leży pomiędzy nimi. W przypadku przepływu laminarnego /profil paraboliczny/ średnia prędkość przepływu równa się połowie jego wartości maksymalnej. Przy przepływie turbulentnym profil ulega znacznemu spłaszczeniu tak, że graniczna wartość prędkości średniej zbliża się do jego wartości maksymalnej. Obliczana ilość przepływającej krwi będzie wielkością na sekundę. Przez pomnożenie jej przez 60, wynik otrzymujemy w ml/min.

4. MDP-10. Miniaturowy Detektor przepływu krwi. Oparty na ciągłej fali ultradźwiękowej o częstotliwości 5 MHz. Na ryc. 5 z aparaturą pokazany jest pod nr 5.

Odbiera on sygnały dopplerowskie od przepływającej krwi w dużych, średnich i małych naczyniach krwionośnych, przetwarzając je na sygnały dźwiękowe, które badający słyszy w słuchawkach połączonych z aparatem. Zaletą aparatu są jego małe wymiary /mieści się w kieszeni fartucha lekarskiego/ oraz nieograniczony czas używania ze względu na zasilacz służący do ładowania baterii z sieci.

Aparatura oparta na zasadzie echa.

1. Ultrasonograf USG-10 /68, 92/ pracuje przy zastosowaniu impulsów ultradźwiękowych o częstotliwości 2,5 MHz Ryc. 5 nr 6.

Zastosowano w ultrasonografie dwa wskaźniki oscyloskopowe. Jeden wskaźnik z prezentacją B, z luminoforem o bardzo długim czasie poświaty, umożliwiającą obserwację ultrasonogramu powstającego podczas badania. Drugi wskaźnik oscyloskopowy o krótkim czasie poświaty służy do fotografowania ultrasonogramów w prezentacji typu A lub B. Elektroniczne znaczniki głębokości umożliwiają pomiary struktur anatomicznych /68/.

Dzięki zastosowaniu specjalnej "obróbki elektronicznej" sygnałów ultradźwiękowych uzyskano prawidłowe odtworzenie skali szarości, umożliwiające jednocześnie uwidacznianie małych i dużych ech, otrzymanych na skutek odbić impulsów ultradźwiękowych od różnych struktur anatomicznych. Na ogół, na granicy tkanka-naczynie krwionośne, powstają łatwo rozpoznawalne echa ultradźwiękowe. Wynika to ze zmiany impedancji akustycznej tych tkanek /różna elastyczność ścianki naczynia i otaczających tkanek/, porównaj z ryc. 1. W miażdżycy, ze względu na stwardnienie i zwapnienie ściany naczyń, łatwiej można rozpoznać zarysy ich ścian /73, 141/.

7. 2. Badania Dopplerowskie

7. 2. a. Ultradźwiękowe doświadczalne pomiary prędkości i ilości przepływającej krwi w tętnicach psów.

Część eksperymentalną pracy podzielono na dwa etapy:

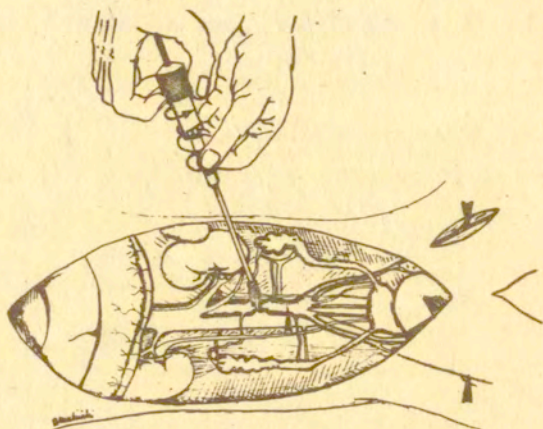
1. Wyznaczenie prawidłowych krzywych chwilowej i średniej prędkości przepływu krwi oraz obliczenie ilości przepływającej krwi w aorcie brzusznej i tętnicach udowych.
2. Ocena wpływu stopniowego zwężania aorty brzusznej na wielkość ciśnienia skurczowego i przepływ w tętnicach udowych.

Dla wyznaczenia prawidłowych krzywych prędkości przepływu krwi w tętnicach udowych i aorcie brzusznej, pomiary wykonano u 10 psów różnych ras i wagi od 16 do 20 kg. U 5 z nich jednocześnie wykonano pomiary: światła, rozkładu prędkości chwilowej i średniej przepływu krwi w aorcie i tętnicach udowych.

Wstępny etap polegał na wielokrotnym wykonywaniu szeregu zapisów chwilowej prędkości przepływu krwi w aorcie i tętnicach udowych przezskórnie i bezpośrednio z nich dla uzyskania standardowych danych tętnic o podobnym przekroju. W celu stwierdzenia powtarzalności metody wykonano po 3 zapisy z każdej z tętnic, każdorazowo usuwając i ponownie umieszczając głowicę nad tętnicą w tym samym miejscu, zwracając uwagę na wysokość amplitudy oraz charakter krzywej. Chcąc przekonać się, czy badania są powtarzalne w czasie, wykonano je powtórnie u dwóch psów po 3 miesiącach.

W następnym etapie /u 5 psów/ wykonano rejestrację krzywych prędkości przepływu w aorcie i tętnicach udowych, mierząc jednocześnie wartości ciśnienia skurczowego w odgałęzieniu tętnicy udowej. Kaniulowano ją cewnikiem teflonowym tuż przy odejściu od głównego naczynia. Wartości ciśnienia skurczowego odczytywano ze wskazań Elektromanometru EK-4. Pomiary przepływu w tętnicach udowych i ciśnienia skurczowego wykonywano jednocześnie. Głowice ultradźwiękowe umieszczano w miejscu pomiaru ciśnienia. Stopniowe zwężanie światła aorty brzusznej /poniżej tętnic nerkowych/ aż do zupełnego jej zamknięcia wykonywano za pomocą aparatu własnego pomysłu, którego zasada polega na zaciskaniu pętli dookoła naczynia. Na aortę brzuszną zakładano pętlę z delikatnej taśmy, szerokości 3 mm ze sztucznego tworzywa, podobnie jak robili to Buerger i Hwang /19/, oraz Finley /71/. Ruchy obrotowe pokręćla umieszczonego na ślimacznicy, skracają taśmę i zaciskają pętlę. Stopień zwężenia aorty odczytuje się na skali aparatu. Zwężenie wykonywano jednym lub dwoma zaciskami oddalonymi od siebie o około 1 cm. Taki sposób zwężania aorty brzusznej praktycznie pozwala nie brać pod uwagę gru-

bości ściany i wpływu przemieszczania ściany tętnicy. Sposób ten jest zbliżony do doświadczenia przeprowadzonego przez Shippley i Gregg, którzy stosowali do zwężenia tętnic różnej średnicy rozcinane walce ze sztucznego tworzywa /213/.



Ryc. 13. Sposób zwężania aorty brzusznej u psa za pomocą aparatu własnego pomysłu. Strzałkami zaznaczano miejsca pomiarów. /Aparat został zaprojektowany i wykonany przez pana Bogdana Wawruszkę/.

Do pomiarów użytko ultradźwiękowych przepływomierzy UDP-10 i UDIMP. Aparat UDP-10 użyto do badań z powierzchni skóry /przezskórnie/ po wygoleniu sierści i powleczeniu jej parafiną. Starano się utrzymać kąt około 60° między kierunkiem wiązki ultradźwiękowej a powierzchnią skóry /w nowszego typu aparatach stosuje się głowice kątowe - pozwalające uniknąć nieścisłości związanych z pomiarem kąta//169/. Przy kącie 60° napięcie kalibracji V_k odpowiada prędkości przepływu równej 20 cm/s. W aparacie UDIMP używano specjalnej głowicy, która składa się z dwóch przetworników ułożonych pod kątem, umożliwiających wyznaczenie kąta zawartego pomiędzy wiązką ultradźwiękową a naczyniem. Przy użyciu aparatu

UDP-10 w badaniach ostrych używano tej samej głowicy co w badaniach przezskórnych, natomiast w badaniach przy użyciu UDIMP zastosowano specjalne głowice ultradźwiękowe przystosowane do badania bezpośredniego, dla których prędkość kalibracji $V_k = 30 \text{ cm/s} / 175/$. Krzywe prędkości przepływu krwi rejestrowane za pomocą przystosowanego standardowego aparatu EKG - E - 30 z wejściem stałoprądowym.

Odczytanie wartości ciśnienia skurczowego w tętnicach udowych porównywano z obliczonymi z krzywych wartościami prędkości chwilowej, średniej i ilości przepływającej krwi w tętnicach udowych przed i po zwężeniu aorty brzusznej. Uzyskane wartości przedstawiono graficznie ryc. 14 - 20. Porównanie tych wartości miało na celu sprawdzenie, który z tych parametrów charakteryzujących przepływy jest najczulszy w ocenie przepływu krwi w tętnicach udowych.

7.2.b. Ultradźwiękowe kliniczne pomiary przepływu krwi w tętnicach u ludzi

Od marca 1976 roku do grudnia 1981 roku zbadano 20 zdrowych wolontariuszy /40 kończyn/ w wieku od 20 do 60 lat oraz 140 chorych /180 kończyn/ z niedokrwieniem kończyn dolnych, w wieku od 22 do 69 lat. Wśród wolontariuszy było 10, a wśród chorych 20 kobiet. Wszyscy chorzy mieli wykonaną aorto-arteriografię.

Chcąc stworzyć jednorodną grupę chorych z badań wyłączono chorych z objawami ostrego niedokrwienia i cukrzycą, oraz 30 chorych z niedrożnością tętnic podudzia, u których nie wykonano operacji rekonstrukcyjnych tętnic.

Stopień ukrwienia kończyn oceniano wg: 1. nasilenia objawów niedokrwienia kończyn dolnych, 2. aorto-arteriografii, 3. wysokości ciśnienia skurczowego na całej długości kończyny, 4. przepływu przed- i pooperacyjnego w tętnicy udowej, w przeszczepie żylnym poniżej lub powyżej przeszczepu. Kryteria tej oceny poddano analizie statystycznej.

Ad 1. Objawy kliniczne niedokrwienia kończyn dolnych.

Chromanie przestankowe	25 chorych
Bóle spoczynkowe	66 chorych
Bóle spoczynkowe i zmiany martwicze na stopie	49 chorych

Ad. 2. Ocena angiograficzna

Chorych podzielono wg stwierdzonych zmian na aorto-arteriografii na poszczególne grupy:

Tabela II

	K	M	L
Niedrożność aortalno-biodrowa	8	32	40
Niedrożność biodrowo-udowa	4	21	25
Niedrożność udowo-podkolanowa bez zwężenia t. udowej głębokiej	2	14	16
ze zwężeniem t. udowej głębokiej	4	15	19 ⁺
Niedrożność tętnicy udowej z drożną jedną tętnicą podudzia	0	10	10
Niedrożność tętnic podudzi	2	28	38
	-----	-----	-----
	20	120	140

+ U 9 chorych, u których na podstawie arteriografii podejrzewano zwężenie tętnicy udowej głębokiej, stwierdzono je dopiero śródoperacyjnie.

Ad 3. Pomiary skurczowego spoczynkowego ciśnienia krwi

Przepliwomierz Dopplera pozwala na ocenę wysokości ciśnienia skurczowego w tętnicach obwodowych, zwłaszcza w tych przypadkach, gdzie tętno jest niewyczuwalne palpacyjnie. Na kończynę zakładamy mankiety aparatu do mierzenia ciśnienia i nadmuchujemy go do wartości wyższej o około 30 mm Hg od ciśnienia, mierzonego na tętnicy ramiennej. Pierwszy słyszalny dopplerowski sygnał przepływu w czasie stopniowego wypuszczania powietrza jest wartością ciśnienia skurczowego.

Do pomiarów ciśnienia krwi użyto sfigmomanometru powietrznego o

szerokości mankietu 12 i 8 cm oraz dopplerowskich aparatów ultradźwiękowych /UDP - 574, UDP - 10, MDP - 10/.

Dla dokładnego umiejscowienia zwężenia lub niedrożności tętnic kończyn dolnych konieczne są pomiary skurczowego ciśnienia krwi na różnych poziomach kończyn oraz w tętnicy ramiennej. Wzajemny iloraz tych wartości określa się jako wskaźnik ciśnieniowy. Na podstawie otrzymanych wyników można ułożyć krzywe, których kształt wskazuje na miejsce zwężenia lub niedrożności tętnicy.

Przed operacją badano spoczynkowe ciśnienie skurczowe w tętnicach udowej powierzchownej i podkolanowej używając mankietu szerokości 12 cm. W tętnicach podudzia i tętnicy ramiennej używając mankietu szerokości 8 cm.

Badania wykonywano w ułożeniu na wznak z lekko podkurczonymi nogami w stawach kolanowych, co wg literatury nie ma żadnego wpływu na możliwość zagięcia się przeszczepu /33/. Temperatura pomieszczenia wynosiła 20-24^o C. Badania wykonywano w 0,5 godziny po wypaleniu ostatniego papierosa i po 15 minutach od zakończenia chodu /16/.

Obliczano wskaźnik ciśnienia:

Udo / Ramię /U/R

Podkolano / Udo /P/U/

Kostka / Udo /K/U

Kostka / Podkolano /K/P/

Kostka / Ramię /K/R/

Wskaźnik ciśnieniowy kostka/ramię badano w przebiegu pooperacyjnym, natomiast wskaźniki ciśnieniowe wzdłuż całej kończyny badano przed wypisem chorego z Kliniki, między 15 a 30 dniem po operacji, średnio 21 dnia. W tym dniu oceniano stopień pooperacyjnej poprawy. Uznawano operację za udaną jeżeli: 1. ustąpiły bóle spoczynkowe, 2. ustąpił obrzęk, 3. zaczynały goić się zmiany martwicze, 4. ustalo bądź zmniejszyło się chromanie przestankowe.

Ad 4. Pomiary ilości przepływającej krwi

Pomiary przed operacjami wykonywano w tętnicy udowej przezskórnie. Śródoperacyjne pomiary wykonywano głowicami, umieszczając je bezpośrednio na tętnicach udowych przed i po rekonstrukcjach. W przeszczepach aortalno-udowych wykonywano je poniżej przeszczepów. W przeszczepach udowo-podkolanowych powyżej lub na poziomie przeszczepu lub poniżej albo bezpośrednio w przeszczepach np. żylnych i z "goreteksu". W przypadkach innych sztucznych przeszczepów, pomiarów nie wykonywano ze względu na znaczne tłumienie ultradźwięków przez protezy, co nie pozwalało na rzeczywiste określenia ilości przepływającej krwi. O prawidłowej drożności zrekonstruowanego łóżyska naczyniowego orientowano się na podstawie charakteru krzywej i ilości przepływającej krwi. W razie stwierdzenia nieprawidłowego - niedostatecznego przepływu krwi kontrolowano rekonstrukcję balonikiem Fogarthy lub rewidowano zespolenia przeszczepów. Po powtórnej rekonstrukcji ponawiano badania przepływu krwi.

Kontrolne badania przepływu krwi wykonywano w tym samym czasie co badania ciśnienia skurczowego K/R. Blizny pooperacyjne niejednokrotnie utrudniały pomiary ale radzono sobie w ten sposób, że umieszczano głowice nieco bocznie od nich i nakierowywano na tętnice. ..

Metodę badania przepływu opracowano wspólnie z Asystentami Zakładu Ultradźwięków IPPT PAN /171, 249/. Pomiary wykonywano za pomocą aparatów opartych na emisji impulsowej fali ultradźwiękowej /UDIMP, UDP-30/ /169/.

Wielkość przepływu w tętnicy udowej obliczano wg wzoru:

$$Q = V_{\text{śr}} \frac{\pi d^2}{4} \quad 60 \text{ ml/min}$$

Srednicę naczynia obliczano ze wzoru:

$$\phi = \frac{V_1}{V_2} S_{2/1} \cdot \sin \Theta$$

gdzie:

- V_1 - prędkość przesuwu bramki analizującej,
 V_2 - prędkość przesuwu papieru rejestratora,
 $S_{2/1/}$ - krótsza odległość pomiędzy krańcowymi wyczyleniami rozkładu prędkości krwi w naczyniu,
 Θ - kąt między wiązką ultradźwiękową i kierunkiem przepływu krwi w tętnicy określany wg wzoru:

$$\Theta = \frac{\varrho}{2} + \arctg \frac{S_1 - S_2}{S_2 + S_1} \operatorname{tg} \frac{\varrho}{2}$$

Srednią prędkość przepływu krwi w środku naczynia $V_{\text{sr max}}$ - obliczamy jako stosunek amplitudy rozkładu prędkości średniej, odpowiadającej wielkości $S_{2/1/}$, do amplitudy kalibracji przy rozkładzie prędkości średniej, pomnożony przez wartość impulsu kalibracji /wartość cechy: wg wzoru na str. 33

W aparacie UDIMP wartość cechy /prędkość przepływu dla częstotliwości dopplerowskiej 1000 Hz /zależy od $\cos \Theta$, zgodnie ze wzorem podanym na str. 32

Dla przykładu podaję obliczenie wielkości przepływu krwi u zdrowego wolontariusza lat 46 w tętnicy udowej i podkolanowej. Ryc. 35

a/ tętnica udowa prawa /a/

$$S_1 = 37 \text{ mm}, S_2 = 31 \text{ mm}, \frac{S_1 - S_2}{S_1 + S_2} = 0,088 \quad \Theta = 78^\circ,$$

$$V_k = 65 \text{ cm/s}$$

$$\phi = 0,2 \cdot 31 \text{ mm} \cdot \sin 78^\circ = 5,8 \text{ mm} = 0,58 \text{ cm}$$

$$V_{\text{sr max}} = 65 \text{ cm/s} \cdot \frac{5}{15} = 21,7 \text{ cm/s}$$

$$V_{\text{sr}} = 0,67 V_{\text{sr max}} = 14,5 \text{ cm/s}$$

$$Q = \frac{3,14}{4} \cdot \frac{0,58^2}{2} \cdot 14,5 \cdot 60 = 230 \text{ ml/min}$$

b/ tętnica podkolanowa prawa /b/

$$S_1 = 31 \text{ mm. } S_2 = 28 \text{ mm. } \frac{S_1 - S_2}{S_1 + S_2} = 0,05, \quad \Theta = 73^\circ, \quad V_k = 45 \text{ cm/s}$$

$$\phi = 0,2 \cdot 28 \text{ mm} \cdot \sin 73^\circ = 5,1 \text{ mm} = 0,51 \text{ cm}$$

$$V_{\text{śr max}} = 45 \text{ cm/s} \cdot \frac{2}{15} = 6 \text{ cm/s. } V_{\text{śr}} 0,67 \cdot V_{\text{śr max}} = 4 \text{ cm/s}$$

$$Q = 4 \cdot \frac{3,14/0,51/2}{4} 60 = 49 \text{ ml/min.}$$

c/ udowa lewa /a' /

$$S_1 = 30 \text{ mm. } S_2 = 34 \text{ mm. } \frac{S_1 - S_2}{S_1 + S_2} = 0,062, \quad \Theta = 75^\circ, \quad V_k = 50 \text{ cm/s,}$$

$$\phi = 0,2 \cdot 30 \text{ mm} \sin 75^\circ = 5,5 \text{ mm} = 0,55 \text{ cm. } V_{\text{śr max}} = 50 \text{ cm/s} \frac{7,5}{15} = 25 \text{ cm/s,}$$

$$V_{\text{śr}} = 0,67 V_{\text{śr max}} = 16,7 \text{ cm/s, } Q = 16,7 \frac{3,14/0,55/2}{4} 60 = 238 \text{ ml/min.}$$

d/ podkolanowa lewa /b' /

$$S_1 = 27 \text{ mm. } S_2 = 31 \text{ mm. } \frac{S_1 - S_2}{S_1 + S_2} = 0,069, \quad \Theta = 76^\circ, \quad V_k = 52 \text{ cm/s.}$$

$$\phi = 0,2 \cdot 30 \sin 76^\circ = 5,0 \text{ mm} = 0,5 \text{ cm, } V_{\text{śr max}} = 52 \text{ cm/s} \frac{2}{15} = 6,9 \text{ cm/s,}$$

$$V_{\text{śr}} = 0,67 V_{\text{śr max}} = 4,6 \text{ cm/s, } Q = 4,6 \frac{3,14/0,5/2}{4} 60 = 54 \text{ ml/min.}$$

7.2. c. Rodzaje operacji rekonstrukcyjnych

Przeprowadzono badania u chorych po następujących operacjach:

1. U 40 chorych ze znacznym zwężeniem lub niedrożnością rozwidlenia aorty wykonano 40 rozwidlonych przeszczepów alloplastycznych od aorty brzusznej do tętnic udowych wspólnych na poziomie odejścia tętnic udowych głębokich.

2. U 25 chorych z niedrożnością biodrowo-udową i ze zwężeniem początkowego odcinka tętnicy udowej głębokiej wykonano 8 udrożeń i 17 omijających przeszczepów alloplastycznych od aorty, bądź tętnicy biodrowej wspólnej do tętnicy udowej wspólnej w miejscu odejścia tętnicy udowej głębokiej po uprzednim jej udrożnieniu.

3. U 16 chorych z niedrożnością tętnicy udowej powierzchownej, bez zwężenia tętnicy udowej głębokiej wykonano 11 żylnych i 4 alloplastyczne przeszczepy omijające od tętnicy udowej wspólnej do tętnicy podkolanowej.

4. U 19 chorych z niedrożnością tętnicy udowej powierzchownej i zwężeniem tętnicy udowej głębokiej wykonano 14 żylnych i 5 alloplastycznych przeszczepów omijających od tętnicy udowej wspólnej do tętnicy podkolanowej z częściowym udrożnieniem tętnicy udowej wspólnej, powierzchownej i głębokiej.

5. U 10 chorych z niedrożnością udowo-podkolanową i tętnic podudzia, z 1 drożną tętnicą podudzia wykonano 7 żylnych przeszczepów od tętnicy udowej wspólnej do tętnicy piszczelowej tylnej w 1/3 dolnej podudzia. U pozostałych 3 wykonano przeszczepy alloplastyczne od tętnicy udowej wspólnej do tętnicy piszczelowej tylnej, poniżej trifurkacji.

U chorych z niedrożnością tętnic podudzia nie wykonywano przeszczepów.

Ad. 5. Analiza statystyczna

Analizę statystyczną wykonano jedynie dla grupy chorych z niedrożnością lub znacznym zwężeniem rozwidlenia aorty brzusznej. Dla pozostałych grup nie wykonano obliczeń statystycznych ze względu na małe liczby chorych.

W celu zorientowania się, czy wskaźnik ciśnieniowy K/R oraz wielkość przepływu w tętnicach udowych mogą mieć znaczenie prognostyczne, wyniki tych zmiennych przed operacją podzielono na dwie grupy. Pierw-

szą grupę stanowiły wyniki chorych, u których po operacji wystąpiła poprawa, drugą grupę stanowili chorzy bez poprawy. Dla grup tych obliczono średnie arytmetyczne wskaźnika ciśnienia i porównano je testem t-Studenta. Przeprowadzono analizę korelacji między wielkościami przepływu w tętnicach udowych i wskaźnikiem ciśnienia, obliczając współczynnik korelacji i przedstawiając wyniki tych zmiennych na wykresach korelacyjnych.

Punkty oznaczone kropkami dotyczą chorych z poprawą, zaś punkty oznaczone krzyżykami dotyczą chorych bez poprawy, ryc. 46, 47.

7.3. Ultrasonografia

Badania za pomocą echa

Od marca 1976 roku do grudnia 1981 roku zbadano 20 zdrowych wolontariuszy /10 kobiet i 10 mężczyzn/ oraz 72 chorych, u których stwierdzono badaniem klinicznym lub podejrzewano tętniaki aorty brzusznej i tętnic obwodowych. Wiek chorych wahał się od 29 do 85 lat /średnio 54 lata/.

Dla sprawdzenia różnic szerokości światła aorty i tętnic obwodowych zależnych od wieku podzielono wolontariuszy na dwie grupy wiekowe: 24 - 50 i 51 - 70 lat.

Pomiary wykonywano kilkakrotnie celem stwierdzenia powtarzalności badań.

Tabela III

umiejscowienie tętniaków	liczba chorych	wiek	średnio	płeć	
				k	m
tętniaki brzuszego odcinka aorty	41	42-85	66	10	30
tętniaki rzekome w zespole- niu protezy:					
- z aortą brzuszną	6	39-70	53	3	3
- z tętnicą biodrową	2	56-68	62	-	2
- z tętnicą udową	16	29-74	59	2	15
tętniak prawdziwy protezy aortalno-udowej	1	64	-	-	1
tętniaki tętnicy podkolanowej	6	67-85	72	-	5

Tętniaki brzusznego odcinka aorty

Tabela IV

Wiek	Liczba		%
	K	M	
40 - 50	2	3	12.0
51 - 60	2	12	34.0
61 - 70	4	14	44
71 - 80	1	2	7.5
81 - 90	1	-	2.5
Ogółem	41		100.0 %

Z liczby 41 chorych, u których rozpoznano bądź podejrzewano tętniak brzusznego odcinka aorty zoperowano 29 chorych. Jeden chory P. S. lat 65 zmarł wskutek przedziurawienia tętnika zanim przystąpiono do operacji. U jednego chorego wyłączono obecność tętniaka.

Początkowo, 20 chorych nie zgadzało się na operację. Byli oni systematycznie badani w zależności od tego jak zgłaszali się na badania kontrolne w ciągu 5 i pół lat, co 2 - 4 tygodnie do 4 miesięcy, lub częściej.

Chorym wszczepiono 16 prostych i 10 rozwidlonych protez naczyniowych. Pooperacyjne ultrasonogramy wykonywano do 30 dnia po operacji, przed opuszczeniem przez chorego Kliniki, a następnie co 2 - 4 miesiące. Najdłuższy okres obserwacji wynosił 5,5 lat, najkrótszy jedną dobę.

W grudniu 1981 roku wykonano kolejne badania u 18 chorych. Wszyscy chorzy przed operacją mieli wykonane jedynie przeglądowe zdjęcie jamy brzusznej w 2 płaszczyznach. Nie wykonywano arteriografii w przypadku wyczuwalnego tętniaka brzusznego albo w innym odcinku.

Tętniaki rzekome

Zbadano 23 chorych, u których rozpoznano 25 tętniaków rzekomych w miejscu zespolenia protezy z aortą /6 chorych/, z tętnicami biodrowymi /2 chorych/ i tętnicami udowymi /17 chorych/. U jednego chorego

tętniak wytworzył się w pewnym odstępie czasu w obu pachwinach, a u drugiego dwukrotnie po tej samej stronie i dlatego w zestawieniu potraktowano ich oddzielnie. Stąd liczba tętniaków wynosi 25. Chory zdecydowali się na operację w różnym okresie od rozpoznania /od jednego tygodnia do 2 lat/. W tym okresie wykonywano u nich badania kontrolne co 3 - 4 tygodnie.

Zoperowano 3 chorych z tętniakami rzekomymi w zespoleniu protezy z aortą. Jedna chora, u której rozpoznano tętniak rzekomy aorty brzusznej, nie zgodziła się na operację i zmarła nagle wśród objawów wewnętrznego krwotoku w 2 miesiące po ustaleniu rozpoznania. Jeden chory zmarł z powodu raka płuca. Jeden chory, mimo powiększania się tętniaka rzekomego w zespoleniu protezy z aortą, nie zgadza się nadal na operację.

Wszystkie tętniaki w zespoleniu protezy z tętnicą udową zoperowano wykonując częściową wymianę protez z ponownym wszyciem odcinków obwodowych w miejsca dawnych zespoleń protez z tętnicami.

Pooperacyjne badania wykonywano przed opuszczeniem przez chorego Kliniki. Badania kontrolne wykonywano co 2, 3, 4 i 6 miesięcy w zależności od zgłaszania się chorych. Czas obserwacji wynosił od 3 miesięcy do 5,5 lat.

Tętniaki podkolanowe

Zbadano 6 chorych z podejrzeniem tętniaków tętnic podkolanowych. Jeden chory początkowo nie wyraził zgody na operację. U wszystkich chorych wykonano cięcie tętniaka oraz odtworzenie krążenia przy użyciu przeszczepu żylnego lub protezy alloplastycznej.

Pooperacyjne badania wykonywano pomiędzy 15 a 30 dniem pobytu w Klinice, przed jej opuszczeniem. Na badania kontrolne nikt z chorych się nie zgłosił.

Aparatura i sposób badania

Do badań użyto ultrasonografu polskiej konstrukcji i produkcji USG-10,

który pracuje za pomocą echa, umożliwiając przedstawienie wyników w prezentacji A /obraz impulsów/ i B /obraz narządów/.

Otrzymywane obrazy utrwalno na błonie światłoczułej za pomocą aparatu fotograficznego. Ryc. 5 nr 6.

Badania aorty brzusznej, tętnic biodrowych i udowych wykonywano w ułożeniu na wznak. Tętnic podkolanowych - na brzuchu. Aortę uwidacziano porównując od poziomu wyrostka mieczykowatego mostka /odpowiada to 11 kręgowi piersiowemu /aż do jej podziału na tętnice biodrowe co odpowiada w przybliżeniu poziomowi pępka /odpowiada to poziomowi 4 kręgu lędźwiowego./141/. Badanie aorty brzusznej wykonywano sposobem Streinberga /222/, zwykle na czczo i po uprzednim opróżnieniu jelit, ponieważ gazy dla ultradźwięków stanowią barierę nie do przebycia. Badania wykonywano w 2 płaszczyznach. W płaszczynie podłużnej /strzałkowej/ wykonywano zwykle po kilka przekrojów. Pierwszy w płaszczynie środkowej ciała a następnie co 1,5 - 2 cm na lewo i prawo w zależności od potrzeby. Poprzeczne przekroje wykonywano również co 1,5 do 2 cm idąc od wyrostka mieczykowatego aż do pępka. U części chorych badania są utrudnione ze względu na konfigurację klatki piersiowej /141/. W takich razach przyczyną utrudniającą badanie był: lewy płąt wątroby lub dolny płąt prawego płuca.

Chociaż z przekroju w prezentacji B można zmierzyć średnicę tętniaka dzięki znacznikom głębokości to czasami przy pomiarach posługiwano się w celu wyeliminowania pomyłki prezentacją A.

Badanie jednego chorego trwało 10 - 20 minut. Było bezpieczne, nie obciążające chorego, powtarzalne, łatwe do wykonania, nawet przy łóżku chorego znajdującego się w ciężkim stanie, u którego podejrzewano przedziurawienie tętniaka.

Z tętnicy udowej i podkolanowej notowano dwa lub więcej podłużnych i poprzecznych przekrojów. Średnicę tętnic określano mierząc odległości pomiędzy wewnętrznymi ścianami tętnic. Badanie rozpoczynano w płaszczynie strzałkowej na poziomie środka więzadła pachwinowego i w tym miejscu

dokonywano pomiaru, a w płaszczyźnie poprzecznej na poziomie krętarza większego kości udowej. Pomiary tętniaków wykonywano w ich największym świetle /262/.

Tętnicę podkolanową badano w dole podkolanowym, wykonując dwa lub więcej przekrojów w zależności od potrzeby, w górnej części dołu podkolanowego a następnie przesuwając się co około 1 cm w kierunku obwodu poniżej poziomu środka rzepki.

Pomiary światła tętnic i tętniaków wykonywane za pomocą znaczników głębokości porównywano z rozmiarami znalezionymi w czasie operacji. Pomiary światła tętniaków w czasie operacji wykonywano miarką o podziałce centymetrowej.

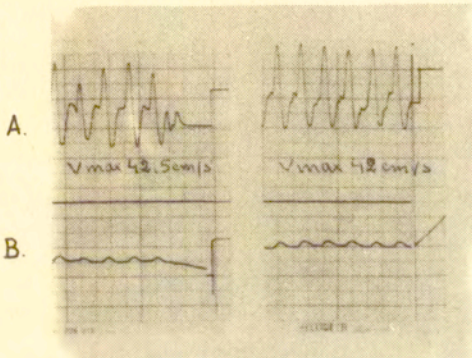
U 4 chorych z tętniakami aorty otrzymane ich obrazy i wyniki pomiarów porównano z aortografią, którą chorzy mieli wykonaną w innych Zakładach Lecznicych.

8. WYNIKI

8.1. Badania dopplerowskie

8.1.1. Część eksperymentalna

Otrzymane zapisy przepływu krwi w tętnicach udowych u psów, przezskórne i bezpośrednio z nich są prawie identyczne. Ryc. 14

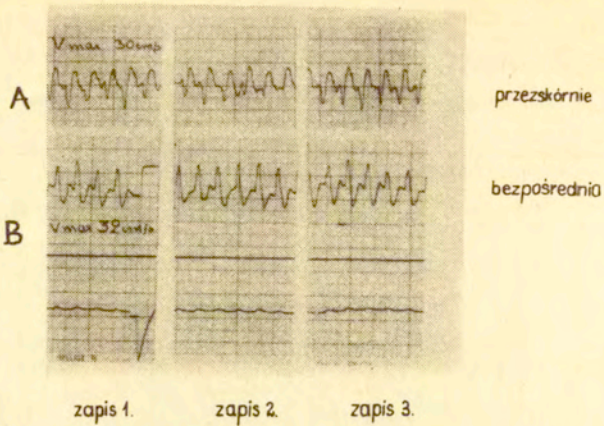


Pomiar przezskórny. Pomiar bezpośredni.

Ryc. 14. Prawidłowe krzywe prędkości przepływu krwi w tętnicy udowej /pies wagi 18 kg/. A - prędkość chwilowa przepływu B - prędkość średnia

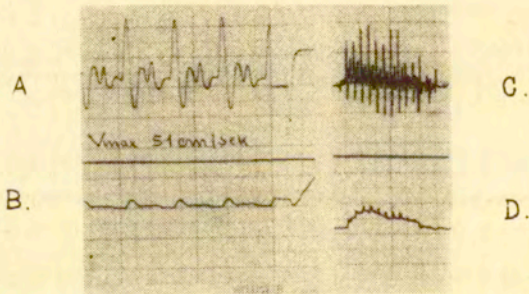
Stwierdzono dość dużą dokładność i powtarzalność zapisów zarówno w badaniu przezskórnym jak i bezpośrednim. Różnice pomiędzy pomiarami chwilowej prędkości przepływu krwi, mierzone przezskórnie i bezpośrednio w tętnicy udowej, nie przekraczały 3 cm/s, co pozwala uznać metodę za powtarzalną. Ryc. 14, 15,

Porównanie przepływu w tętnicach udowych u tych samych 2 psów metodą na "ostro", tj. bezpośrednio z tętnicy po 3 miesiącach wskazuje na to, że nie odbiegają one od siebie zarówno w swym charakterze jak i wielkości przepływu. Ryc. 15, 18.



Ryc. 15. Prawidłowe krzywe prędkości przepływu krwi w tętnicy udowej psa 16 kg mierzone w odstępach kilku minutowych. A - przezskórnie, B - bezpośrednio z tętnicy

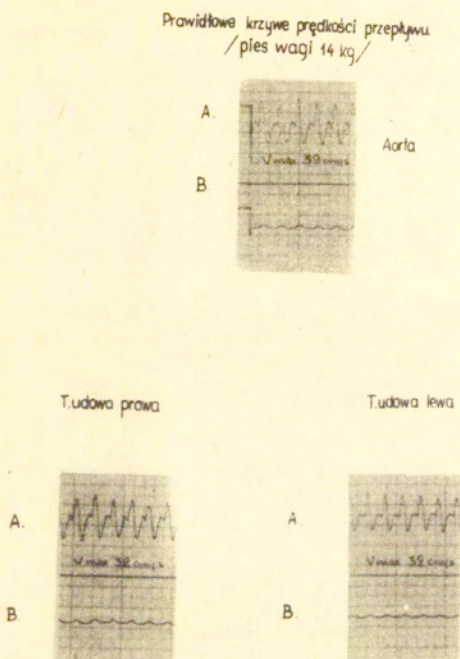
Prawidłowe krzywe prędkości przepływu w aorcie brzusznej



Pies wagi 18kg

Ryc. 16. Prawidłowe krzywe prędkości przepływu w aorcie brzusznej psa /18 kg/, A - prędkość chwilowa w środku aorty, B - prędkość średnia, C - rozkład prędkości chwilowej w aorcie, D - rozkład prędkości średniej w aorcie, średnica = mm. $V_{max} = 51$ cm/s. $V_{\acute{s}r} = 8,5$ cm/s. $Q = 120$ ml/m.

Na podstawie bezpośrednich zapisów prędkości przepływu w aorcie brzusznej i tętnicach udowych wyznaczono wielkości prawidłowego przepływu krwi w tętnicach udowych i aorcie brzusznej.



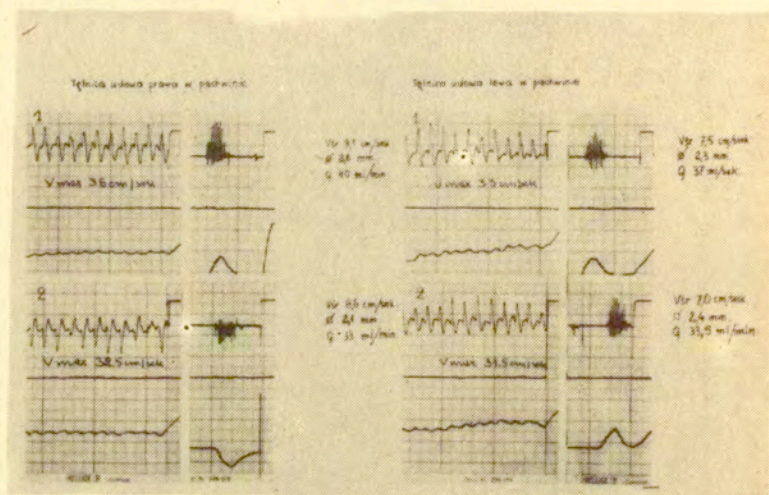
Ryc. 17. Prawidłowe krzywe prędkości przepływu krwi w aorcie i tętnicach udowych. A - prędkość chwilowa, B - prędkość średnia. W zapisie nie widać różnicy pomiędzy tętnicami udowymi.

Zastosowanie automatycznej "bramki analizującej w poprzek naczynia" pozwoliło na wykonanie zapisów na podstawie których można było określić średnicę naczynia oraz ilość krwi przepływającej na minutę /ryc. 18/. Przepływ krwi wynosi:

	prędkość maksymalna	prędkość średnia
w aorcie brzusznej	od 33 - 57 cm/s	= 8 cm/s
w tętnicach udowych	od 20 - 25 cm/s	= 6,5-14 cm/s

w aortalnej
w tętnicach udowych

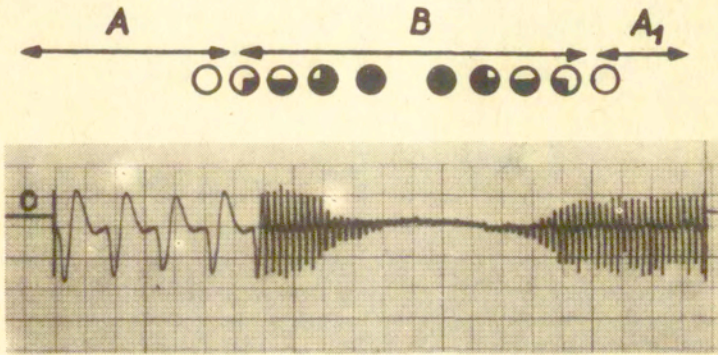
wielkość przepływu
110 - 125 ml/min
30 - 40 ml/min



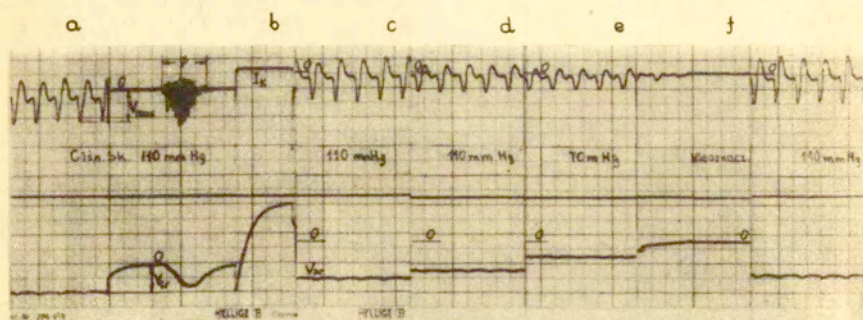
Ryc. 18. Krzywe prędkości przepływu krwi w tętnicach udowych, wykonane w tych samych tętnicach udowych po upływie 3 miesięcy. Pozorne różnice pomiędzy krzywą 1 i 2 wynikają ze sposobu przyłożenia głowicy. 1 - zapis powyżej linii zerowej, 2 - zapis poniżej linii zerowej

Prawidłowa krzywa prędkości przepływu krwi w tętnicy rejestrowana na papierze EKG przy prędkości 2,5 cm/s składa się z kilku załameków. Pierwszy załamek krzywej zaczyna się nieco powyżej linii zerowej $\frac{1}{4}O''$ szybko narasta - odpowiada on przepływowi krwi w kierunku obwodu, następnie dość szybko opada aż poniżej linii zerowej - przepływ w kierunku dosercowym i znów powraca powyżej linii zerowej dwoma lub trzema załamekami dykrotycznymi. Kontury krzywej prędkości przepływu w aortalnej i tętnicach udowych są podobne do siebie i nie zależą od wielkości psa.

Zwężając aortę stwierdzono zmiany w przepływie krwi poniżej zwężenia w aorcie i tętnicach udowych. Zmiany te dają się zauważyć przy zwężeniu światła poniżej 50 %. Prędkość przepływu zmniejsza się dość szybko wraz ze spadkiem ciśnienia przy dalszym zwężaniu. Ryc. 19, 20.



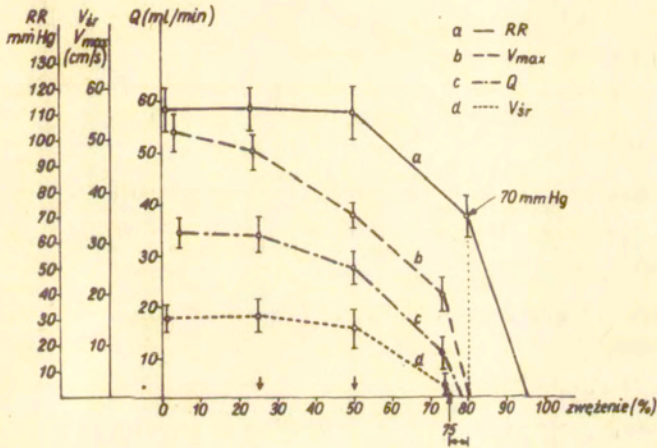
Ryc. 19. Zmiany chwilowej prędkości przepływu krwi w tętnicy udowej w czasie zwężania światła aorty. Powyżej krzywej chwilowego przepływu zaznaczono schematycznie kółkami stopień zwężenia aorty. A - krzywa prawidłowa /prędkość przesuwu papieru 2,5 cm/sek. B - powolne zaciskanie aorty. A₁ - ponowne puszczenie aorty



Ryc. 20. Zmiany prędkości przepływu krwi /chwilowej i średniej/ w tętnicy udowej w czasie zwężenia światła aorty brzusznej.

- a - prawidłowa tętnica udowa /prędkość chwilowa w środku tętnicy oraz rozkład prędkości w poprzek tętnicy - ϕ $V_{\max} = 50$ cm/s. $V_{\text{śr}} = 14,5$ cm/s. $Q = 36$ ml/min.
- b - zwężenia światła aorty o $1/4$ $V_{\max} = 50$ cm/s. $V_{\text{śr}} = 12,5$ cm/s. $Q = 36$ ml/min.
- c - zwężenia światła aorty do połowy $V_{\max} = 30$ cm/s. $V_{\text{śr}} = 10$ cm/s. $Q = 29$ ml/min.
- d - zwężenia o $3/4$ $V_{\max} = 26$ cm/s, $V_{\text{śr}} = 4,3$ cm/s. $Q = 12$ ml/min.
- e - całkowite zaciśnięcie aorty
- f - powrót przepływu do wielkości prawidłowych po usunięciu zacisku aorty.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że zwężenie aorty o 1/4 nie wpływało na zmianę wielkości chwilowej, średniej i ogólnej przepływu krwi oraz ciśnienia w tętnicy udowej. Dalsze zwężanie aorty do połowy jej światła powoduje zmniejszenie przepływu o około 20 %, przy niewielkim zmniejszeniu się prędkości średniej. Ciśnienie skurczowe pozostawało na tym samym poziomie. Istotny spadek przepływu jak i prędkości średniej o około 70 % obserwuje się przy zwężeniu światła aorty o około 3/4. Ryc. 21. Dalsze zwężanie światła powodowało spadek do zera. Ciśnienie skurczowe utrzymywało się nadal i spadało dopiero w przedziale zwężenia 80-95 % światła aorty.



Ryc. 21. Wielkości ciśnienia skurczowego, prędkości chwilowej i średniej oraz ilości przepływającej krwi w tętnicach udowych w zależności od stopnia zwężenia aorty brzusznej

8.1.2. Część kliniczna

8.1.2.1. Zdrowi wolontariusze

W grupie tej było 20 osób, u których zbadano 40 kończyn dolnych.

Wskaźniki ciśnienia skurczowego wzdłuż kończyn wynosiły:

Tabela V

Wskaźniki ciśnienia	Zakres wartości	Srednia
U/R	1.0-1.2	1.1
P/U	0.95 -1.0	1.0
K/U	0.95 -1.05	1.0
K/P	0.95 -1.1	1.0
K/R	0.95 - 1.2	1.0

Przepływ przez tętnice udowe wynosił:

Tabela VI

Q w ml/min.	Liczba kończyn	Wskaźnik ciśnienia
0-40	0	
40-80	0	
80-100	7	0.9 - 1.1
101-150	17	0.9 - 1.15
151-200	13	1.0 - 1.2
pow. 200	3	1.0 - 1.5

Wskaźniki ciśnienia skurczowego U/R /udo/ramię, P/U podudzie/udo/, K/U /kostka/udo/, K/P /kostka/podudzie/ i K/R /kostka/ramię/ były prawie jednakowe wzdłuż całej kończyny dolnej. Nieco wyższe były wskaźniki U/R i K/R i wyniosły około 1.2, podczas gdy średnia pozostałych wskaźników ciśnienia wzdłuż całej kończyny wynosiła 1.0.

Ilość przepływającej krwi w tętnicy udowej wynosiła od 80 do 100

ml/min. w 7 kończynach /17.5 %/ kończynach, od 100 - 150 ml w 17/42.5% kończynach, od 150 - 200 ml/min. w 13 /32 %/ kończynach i powyżej 200 ml/min. w 3/7.5%/ kończynach. Ilości te odpowiadały wskaźnikom ciśnieniowym K/R od 0.9 - 1.2, średnio 1.0. Zauważno nieznaczne różnice we wskaźnikach w stosunku do wielkości przepływu. Im większy był przepływ tym wskaźnik ciśnieniowy był wyższy. Ryc. 23, 35.

8.1.2.2. Chorzy z niedokrwieniem kończyn dolnych

Zbadano 188 kończyn dolnych u 140 chorych z objawami niedokrwienia, u których obliczono wskaźnik ciśnienia skurczowego K/R. Zależność wielkości wskaźnika od poziomu niedrożności i objawów klinicznych niedokrwienia kończyn dolnych przedstawia tabela:

U wszystkich chorych wskaźnik ciśnienia K/R mieścił się w granicach od 0 - 0.7 /przy normie 1.0/.

Tabela VII

U chorych:

Z chromaniem przestankowym	wynosił	0.2 - 0.7
Z bólami spoczynkowymi	wynosił	0 - 0.6
Z bólami spoczynkowymi i martwicą na stopie	wynosił	0 - 0.5

Im niższy wskaźnik, tym objawy niedokrwienia są bardziej nasilone. U 88.2% chorych z chromaniem przestankowym wskaźnik ciśnienia K/R wynosił 0.4 do 0.7. U 76.5% chorych z bólami spoczynkowymi wynosił 0.2 do 0.5, podczas gdy u 81% chorych z bólami spoczynkowymi i martwicą był najniższy i wynosił 0 - 0.4.

Porównując nasilenie objawów w zależności od wielkości wskaźnika ciśnienia K/R w poszczególnych grupach chorych stwierdzono, że chromanie przestankowe, bóle spoczynkowe i objawy martwicy obwodowej występują przy różnych wartościach wskaźnika ciśnienia.

Nie ma na ogół ścisłej zależności pomiędzy poziomem niedrożności: objawami klicznymi a wielkością wskaźnika ciśnienia. Jednak w grupie chorych z niedrożnością rozwidlenia aorty objawy niedokrwienia były

przy wyższych wartościach wskaźników ciśnienia niż w niedrożności tętnic obwodowych.

Porównując uzyskane wartości wskaźników ciśnienia i K/R u chorych z niedrożnością tętnicy udowej ze zwężeniem i bez zwężenia tętnicy udowej głębokiej stwierdzono, że u chorych bez zwężenia tętnicy udowej głębokiej objawy kliniczne niedokrwienia nieściły się w przedziale od 0.2 do 0.7., podczas gdy u chorych ze zwężeniem wynosiły 0 do 0.5. Objawy martwicy obwodowej u chorych ze zwężeniem tętnicy udowej głębokiej były w przedziale 0 do 0.2, podczas gdy u chorych bez zwężenia tętnicy udowej głębokiej wskaźnik ciśnienia "kostkowego" K/R był w przedziale 0.2 do 0.3.

Wskaźniki ciśnienia U/R 0.3 - 0.7 wskazują na zmiany zatykające światło w obrębie rozwidlenia aorty bądź tętnic biodrowych.

Wyrównanie zaś wskaźników ciśnienia na całej długości kończyny, których wartości nie odbiegają od wartości wskaźnika U/R świadczy, że tętnice udowe, bądź tętnica udowa głęboka są drożne i przeszczep ma szansę powodzenia ze względu na dobry odpływ. Nasze pomiary wykazały, że u chorych, u których istnieje niedrożność tętnicy udowej wartości ciśnienia w tętnicy podkolanowej i tętnicach goleni obniżają się podobnie jak u chorych ze zwężeniem tętnicy udowej głębokiej. Wskaźniki P/U były od 0.45 do 0.55, natomiast wskaźniki ciśnienia K/R były u chorych bez zwężenia średnio 0.3 a u chorych ze zwężeniem 0.25. Nie są to istotne różnice i na podstawie tylko wartości wskaźników ciśnienia nie można rozpoznać zwężenia tętnicy udowej głębokiej, tym bardziej, że wskaźniki ciśnienia K/R u chorych z niedrożnymi tętnicami i drożną tylko jedną tętnicą podudzia wynosiły również 0.25.

8.1.2.2. a/ Zwężenie lub niedrożność rozwidlenia aorty

W grupie tej było 40 chorych. U wszystkich wykonano rozwidlone przeszczepy alloplastyczne od aorty do tętnic udowych wsólnych na poziomie odejścia tętnicy udowej głębokiej.

Wskaźniki ciśnienia wzdłuż kończyn przed operacją, po operacjach

z poprawą i bez wynosiły:

Tabela VIII

Wskaźniki ciśnienia	Przed operacją		Po operacji z porawą		Bez poprawy	
	Zakres wartości	Srednia	Zakres wartości	Srednia	Zakres wartości	Srednia
U/R	0.45 - 0.7	0.55	0.8 - 1.0	0.9	0.4-0.5	0.45
P/U	0.75 - 1.0	0.9	0.7 - 1.0	0.9	0.9-1.0	0.96
K/U	0.65 - 0.9	0.75	0.65-0.95	0.8	0.5-0.6	0.55
K/P	0.8 - 1.0	0.9	0.9 - 1.0	0.95	0.5-0.6	0.55
K/R	0.3 - 0.68	0.45	0.62-1.0	0.85	0.25-0.5	0.35

Przepływ przez tętnice udowe przed operacją i po operacjach z poprawą wynosił:

Tabela IX

Q w ml/min.	Przed oper.		Po oper. z popr.		Bez poprawy	
	l. koń. czyn	wskaźnik ciśnienia	l. koń. czyn	wskaźnik ciśnienia	l. koń. czyn	wskaźnik ciśnienia
0-40	71	0.3 - 0.68	3	0.62	14	0.25-0.5
41-80	9	0.35-0.55	8	0.7 - 0.9	3	0.25-0.4
81-100	-	-	3	0.8 - 0.98	-	-
101-200	-	-	45	0.8-1.0	-	-
Pow. 200	-	-	4	0.95-0.98	-	-
Razem	80	x	63	x	17	x

Zależność nieudanych przeszczepów od wielkości wskaźnika ciśnienia pokazano w tabeli:

Tabela X

Wskaźniki ciśnienia K/R przed operacją	Liczby operowanych kończyn	Przeszczepy:		
		udane	nie udane	%
0.30 - 0.39	6 / 7.5%	4 / 67%	2 / 33%	
0.40 - 0.49	31 / 38.7%	24 / 77.5%	7 / 25.5%	
0.50 - 0.59	27 / 33.7%	24 / 89%	3 / 11%	
0.60 - 0.69	16 / 21%	11 / 68.7%	5 / 31.3%	
Razem	80	63 / 78.7%	17 / 21.3%	

Tabela XII

Zależność wskaźnika ciśnienia K/R od nasilenia objawów choroby

Wskaźnik ciśnienia	Niedrożność rozwi- lenia aorty			Niedrożność biodrowo-udowa			Niedrożność tętni- cy udowej b. zwęż. i udowej			Niedrożność tętni- cy udowej ze zwęż. chr. i podudzia			Niedrożność tętni- cy podudzia		
	bóle chr., przest., spocz., z mart.	bóle chr., przest., spocz., z mart.	bóle chr., przest., spocz., z mart.	bóle chr., przest., spocz., z mart.	bóle chr., przest., spocz., z mart.	bóle chr., przest., spocz., z mart.	bóle chr., przest., spocz., z mart.	bóle chr., przest., spocz., z mart.	bóle chr., przest., spocz., z mart.	bóle chr., przest., spocz., z mart.	bóle chr., przest., spocz., z mart.	bóle chr., przest., spocz., z mart.	bóle chr., przest., spocz., z mart.	bóle chr., przest., spocz., z mart.	
0 - 0,2	-	-	5	-	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-	
0,2 - 0,3	-	-	6	5	2	2	9	-	2	5	-	11	11	-	
0,3 - 0,4	-	8	5	-	5	-	2	-	2	-	-	7	4	-	
0,4 - 0,5	21	10	2	-	1	3	-	-	1	-	-	1	2	-	
0,5 - 0,6	4	23	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	
0,6 - 0,7	16	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	
	20	44	2	13	10	4	10	2	5	10	4	-	5	3	
liczby kodczyń	80	25	16	19	10	38	10	38							

Tabela XII

Objawy	Liczba operowanych kończyn	Udane przeszczepy	Nie udane przeszczepy
Chromanie przestankowe	20 /25%/	18 /90%/	2 /10%/
Bóle spoczynkowe	44 /55%/	41 /93%/	3 / 7%/
Bóle spoczynkowe z martwicą na stopie	16 /20%/	4 /25%/	12 /75%/
	80 /100%/	63 /78.7%	17 /21.3%

W zwężeniu lub niedrożności aorty ciśnienie spada w tętnicy udowej podkolanowej i tętnicach obwodowych. Średnie wskaźniki ciśnienia U/R wynosiły 0.55 K/R 0,45 a pozostałe 0.75 - 0.9.

Po operacjach wielkości wskaźników ciśnienia wzrastają i dążą do wyrównania na całej długości kończyny. Mieszczą się w przedziale od 0.62 do 1.0. Ryc. 24.

Przepływ krwi przez tętnice udowe przed operacjami wynosił w 71 kończynach /88.75%/ poniżej 40 ml/min. przy wskaźniku ciśnienia 0.3 - 0.6.8. pozostałe 9 /11.25%/ poniżej 80 ml/min w przedziale wskaźnika ciśnienia 0.35 do 0.55. Ryc. 25.

Po operacjach przepływ przez tętnice udowe wzrastał aż do 200 ml/min i powyżej, we wszystkich udanych przeszczepach i odpowiadał wskaźnikowi ciśnienia K/R 0.8-1.0. Im wyższy był przepływ tym bardziej wskaźniki ciśnienia K/R zbliżały się do 1.0.

U chorych, u których po operacjach nie nastąpiła kliczna poprawa, wskaźniki ciśnienia U/R i P/U pozostawały prawie nie zmienione, natomiast wskaźniki /KU/, K/P, K/R były niższe niż przed operacją, wskutek dalszego spadku ciśnienia na obwodzie kończyny. U części tych cho-

rych doszło do odjęcia kończyn. Ryc. 24.

Przepływ krwi u chorych bez klinicznej poprawy wynosił w 14 kończynach poniżej 40 ml/min., przy wskaźniku ciśnienia KR 0.25-0.5. W 3 kończynach był poniżej 80 ml/min. Wskaźniki ciśnieniowe u tych chorych były w granicach 0.25 - 0.4. Ryc. 25.

Porównanie po operacji wskaźnika ciśnienia K/R z ilością przepływającej krwi wskazuje, że w grupie chorych, u których nastąpił wzrost od 0.8 do 1.0 przepływ był od 100 do 200 ml/min. U chorych, u których wskaźnik ciśnienia po operacji był od 0.25 do 0.55 a przepływ utrzymywał się poniżej 40 ml/min. w tętnicach udowych /14 kończyn/ i w trzech poniżej 80 ml/min. nie było poprawy klinicznej po operacjach, bądź w ciągu 30 dni po operacji przeszczepy były niedrożne. U dwóch chorych w 3 kończynach wskaźnik ciśnienia K/R podniósł się z 0.3 do 0.5 a przepływ był poniżej 40 ml/min. to jednak była poprawa kliniczna /zniknęły bóle nocne/. W czterech kończynach wskaźnik ciśnienia K/R nie zmienił się po operacji. W tych samych kończynach przepływ przez tętnice udowe wzrósł i wynosił około 80 ml/min. mimo to jednak doszło do niedrożności przeszczepów w ciągu 30 dni od operacji. Ogólna liczba wczesnych niepowodzeń w tej grupie chorych wynosiła 21.3%. W zależności od stopnia niedokrwienia stwierdzono, że najwięcej niepowodzeń, bo 75% było wśród chorych, którzy mieli bóle spoczynkowe z martwicą na stopie.

W zależności od drożności tętnic udowych nieudane przeszczepy były: zaledwie u 5.5% chorych, którzy mieli tylko zwężenia tętnic udowych. Procent ten wzrastał do 21.5 przy niedrożnej tętnicy udowej powierzchownej, aby dojść do 35% w niedrożności tętnicy udowej powierzchownej i znacznym zwężeniu tętnicy udowej głębokiej, której światło u większości chorych graniczyło z niedrożnością.

Przykładowo podaję przepływ ilości krwi przez tętnice udowe u chorego z zespołem Leriche'a przed i po wszczępieniu rozwidlonej protezy od aorty do tętnic udowych. Ryc. 36.

Sródoperacyjnie przed rekonstrukcją w tętnicy udowej prawej prędkość chwilowa przepływu krwi wynosiła 10 cm/s. średnia 4 cm/s. Średnica tętnicy miała 4 mm i płynęło przez nią około 30 ml/min. krwi. Po stronie lewej prędkość chwilowa przepływu krwi wynosiła 10 cm/s. średnia 6 cm/s. Średnica była nieco mniejsza niż po stronie przeciwnej i wynosiła 3.5 mm. Płynęło przez nią około 55 ml krwi w ciągu minuty.

Po wszczępieniu protezy średnica prawej tętnicy nie uległa zmianie. Natomiast prędkość chwilowa przepływu krwi wzrosła do 60 c/s, średnia do 12 c/s i płynęło przez tętnicę udową wspólną około 90 ml/minutę. Po stronie lewej średnica tętnicy udowej wspólnej wzrosła do 4 mm, prędkość chwilowa wzrosła do 64 c/s. średnia do 11 c/s i płynęło przez nią około 95 ml/minutę krwi. Badanie kontrolne wykonane po 30 dniach od operacji wykazało wzrost przepływu w stosunku do wielkości uzyskanych bezpośrednio po rekonstrukcji. Wzrost ten nie był duży i mógł być spowodowany błędem pomiarowym, który wg poprzednio przeprowadzonych badań wynosi do 15 %/ 252/.

8.1.2.2. b/ Niedrożność biodrowo-udowa

Obejmuje 25 chorych, u których była niedrożność tętnicy biodrowej ze zwężeniem tętnicy udowej głębokiej. Wykonano u tych chorych udrożnienie tętnicy udowej głębokiej i przeszczepy omijające tętnicy biodrowej od aorty do tętnicy udowej wspólnej w miejscu odejścia tętnicy udowej głębokiej.

Wskaźniki ciśnienia zachowywały się podobnie jak w niedrożności lub zwężeniu rozwidlenia aorty i wynosiły:

Tabela XIII

Wskaźniki ciśnienia	Przed operacją		Po oper. z popr.		Bez poprawy	
	Zakres wartości	Srednia	Zakres wartości	Srednia	Zakres wartości	Srednia
U/R	0.4 - 0.6	0.5	0.8 - 1.0	0.95	0.25 - 0.6	0.3
P/U	0.7 - 1.0	0.85	0.8 - 0.9	0.85	0.85 - 1.0	0.9
K/U	0.35 - 0.6	0.45	0.8 - 1.0	0.9	0.5 - 0.7	0.6
K/P	0.6 - 1.0	0.75	0.8 - 1.0	0.9	0.5 - 0.8	0.65
K/R	0.1 - 0.5	0.3	0.7 - 1.0	0.85	0.25 - 0.4	0.3

Przepływ przez tętnice udowe wynosił:

Tabela XIV

Q w ml/min	Przed operacją		Po oper. z popr.		Bez poprawy	
	l. kończyn	wskaźnik ciśnienia	l. kończyn	wskaźnik ciśnienia	l. kończyn	wskaźnik ciśnienia
0 - 40	19	0.1 - 0.5	-	-	8	0.25 - 0.4
41 - 80	6	0.2 - 0.45	-	-	1	0.25
81 - 100	-	-	14	0.7 - 1.0	-	-
101 - 200	-	-	2	0.7 - 0.85	-	-
Pow.200	-	-	-	-	-	-
Razem	25	x	16	x	9	x

Zależność drożności przeszczepu od wielkości wskaźnika ciśnieniowego K/R przed operacją pokazano w tabeli:

Tabela XV

Wskaźnik ciśnieniowy	Liczba operacji	Udana rekonstrukcja	Nie udana rekonstrukcja
0 - 0.2	5 / 20% /	2 / 40% /	3 / 60% /
0.2 - 0.3	11 / 44% /	7 / 63.5% /	4 / 36.5% /
0.3 - 0.4	5 / 20% /	4 / 80% /	1 / 20% /
0.4 - 0.5	4 / 16% /	3 / 75% /	1 / 25% /
0.5 - 0.6	0	0	0
0.6 - 0.7	0	0	0
	<u>25 / 100% /</u>	<u>16 / 64% /</u>	<u>9 / 36% /</u>

Zależność udanych rekonstrukcji od nasilenia objawów pokazano w tabeli:

Tabela XVI

Objawy	Liczba chorych	Udana rekonstrukcja	Nie udana rekonstrukcja
Chromanie przestankowe	2 / 8% /	2 / 100% /	0
Bóle spoczynkowe	13 / 52% /	9 / 69% /	4 / 30% /
Bóle spoczynkowe i martwica na stopie	$\frac{10}{25} / 40% /$	$\frac{5}{16} / 50% /$ $\frac{16}{16} / 64% /$	$\frac{5}{9} / 50% /$ $\frac{9}{9} / 36% /$

Zależność udanych rekonstrukcji od zwężenia tętnicy udowej głębokiej pokazuje poniższa tabela

Tabela XVII

Objawy	Liczba chorych	Udana rekonstrukcja	Nie udana rekonstrukcja
Bez zwężenia tętn. udowej głębokiej	7 / 28% /	5 / 71% /	2 / 29% /
ze zwężeniem tętn. udowej głębokiej	$\frac{18}{25} / 72% /$	$\frac{11}{16} / 61% /$ $\frac{16}{16} / 64% /$	$\frac{7}{9} / 39% /$ $\frac{9}{9} / 36% /$

W niedrożności biodrowo-udowej ciśnienie spada podobnie jak w niedrożności rozwilenia aorty w tętnicy udowej, podkolanowej i tętnicach obwodowych. Wskaźniki ciśnienia zachowują się też podobnie. Średnie wskaźniki U/R wynosiły 0.5, K/R 0.3 a pozostałe 0.45 do 0.85. Ryc. 26.

Po operacji wskaźniki ciśnienia na całej długości kończyny w związku z wyrównaniem ciśnienia w kończynie wzrastały i wynosiły od 0.85 do 0.95, U chorych, u których nie było poprawy po operacji, wskaźniki ciśnienia zachowywały się jak przed operacją a nawet były niższe, np. wskaźniki U/R były 0.25 do 0.6, P/U pozostawały prawie na takim samym poziomie, K/U, K/P nieco wzrastały i wynosiły: $\frac{K}{U}$ 0.5-0.7, $\frac{K}{P}$ 0.5 - 0.8. Wskaźniki K/R pozostawały na takim samym poziomie jak przed operacją i wynosiły średnio 0.3. Ryc. 26.

Przepływ krwi przez tętnice udowe przed operacjami wynosił w 19 /76%/ poniżej 40 ml/min. przy wskaźniku ciśnienia 0.1 - 0.5. Przez 9 /24%/ tętnic udowych przy wskaźniku ciśnieniowym 0.2 - 0.45 płynęło poniżej 80 ml/min. krwi /ryc. 27/.

Przepływ po operacji przez tętnicę udową wzrastał do około 200 ml/min. i powyżej, we wszystkich udanych przeszczepach i odpowiadał wskaźnikowi ciśnieniowemu K/R 0.7 - 0.85 /Ryc. 27/.

W 8 przeszczepach ~~ryc 27~~ bez klinicznej poprawy przepływ był poniżej 40 ml/min a wskaźnik K/R 0.25 - 0.4. U jednego chorego przepływ przez tętnicę-udową był poniżej 80 ml/min. a wskaźnik ciśnieniowy K/R był taki sam jak przy przepływie 40 ml/min. i wynosił 0.25. /ryc. 27/.

Zwraca uwagę fakt, że im niższy jest przedoperacyjny wskaźnik ciśnieniowy przed operacją tym większa ilość niepowodzeń rekonstrukcji.

Nieudane przeszczepy były wśród chorych, u których wskaźniki ciśnienia K/R przed operacjami wynosiły 0.2 - 0.5 /średnio 0.3/.

W niedrożności biodrowo-udowej na powodzenie rekonstrukcji ma wpływ stopień zwężenia tętnicy udowej głębokiej. Podzielono zatem cho-

rych na dwie grupy: ze zwężeniem tętnicy udowej głębokiej i bez zwężenia. Zwężenie każdorazowe usuwano w czasie operacji. Stwierdzono, że wśród chorych bez zwężenia było 29% nieudanych przeszczepów, a wśród chorych ze zwężeniem 39%.

Biorąc pod uwagę nasilenie objawów stwierdzono, że na 25 przeszczepów tętnicy biodrowej do tętnicy udowej nieudanych było 9 /36/. Były one u tych chorych, którzy mieli bóle spoczynkowe oraz bóle spoczynkowe z objawami martwicy na stopie.

Przykładowo podaję wielkości przepływu krwi w tętnicy udowej u chorych z niedrożnością tętnicy biodrowej ze zwężeniem i bez tętnicy udowej głębokiej.

Przykład I. Chory S. S. lat 62 z bólami spoczynkowymi kończyny dolnej lewej /prawa po ablatji/. Arteriografia wykazała niedrożność tętnicy biodrowej wspólnej lewej i przewężenia biodrowej zewnętrznej oraz udowej wspólnej. Przeszkórnie przepływ przez tętnicę udową wynosił około 10 ml/min. przy wskaźniku K/R 0.2. W 30 dni po operacji wynosił około 114 ml/min. Śródoperacyjnie przed rekonstrukcją płynęło przez tętnicę około 15 ml/min. a po operacji około 122 ml/min. przy wskaźniku ciśnieniowym 0.8. Objawy niedokrwienia ustąpiły.

Przykład II. Chory P. J. lat 47 /ryc. 38/ z objawami niedokrwienia kończyny dolnej lewej /ból nocne/. Arteriografia wykazała niedrożność tętnicy biodrowej wspólnej i zewnętrznej oraz zwężenie tętnicy udowej głębokiej. Przepływ przez tętnicę udową wynosił około 60 ml/min. przy wskaźniku ciśnienia 0.3. Po operacji zwiększył się do 124 ml/min. Badanie kontrolne wykazało przepływ krwi w tętnicy udowej około 105 ml/min. przy wskaźniku ciśnienia K/R 0.7. Objawy niedokrwienia ustąpiły.

8.1.2.2. c/ Niedrożność tętnic udowo-podkolanowa bez zwężenia tętnicy udowej głębokiej

W grupie tej było 16 chorych z niedrożnością tętnicy udowej powierzchownej. Wykonano u tych chorych omijające przeszczepy żyłne bądź

alloplastyczne od tętnicy udowej wspólnej do tętnicy podkolanowej. Wskaźniki ciśnienia wzdłuż kończyn wynosiły:

Tabela XVIII

Wskaźnik ciśnienia	Przed operacją		Po operacji z popr.		Bez poprawy	
	Zakres wartości	Srednia	Zakres wartości	Srednia	Zakres wartości	Srednia
U/R	0.95 - 1.0	0.97	0.75 - 1.05	1.0	0.7 - 0.85	0.75
P/U	0.5 - 0.65	0.55	0.75 - 0.9	0.8	0.3 - 0.7	0.55
K/U	0.25 - 0.5	0.4	0.7 - 0.85	0.8	0.3 - 0.6	0.45
K/P	0.5 - 1.1	0.85	0.8 - 1.0	0.9	0.75 - 1.0	0.95
K/R	0.2 - 0.65	0.3	0.6 - 0.9	0.8	0.25 - 0.35	0.3

Przepływ przez tętnice udowe przed i po operacjach z poprawą i bez wynosił:

Tabela XIX

Q w ml/min.	Przed operacją		Po oper. z popr.		Bez poprawy	
	1 kończyn	wskaźnik ciśnienia	1. kończyn	wskaźnik ciśnienia	1 kończyn	wskaźnik ciśnienia
0 - 40	10	0.2 - 0.55	-	-	3	0.25 - 0.35
41 - 80	6	0.25 - 0.65	-	-	1	0.25
81 - 100	-	-	7	0.6 - 0.9	-	-
101 - 200	-	-	4	0.7 - 0.9	-	-
pow. 200	-	-	1	0.8	-	-
Razem	16	x	12		4	x

Zależność drożności przeszczepu od wielkości wskaźnika ciśnienia K/R przed operacją pokazano w tabeli:

Wskaźnik ciśnieniowy K/R	Liczba operacji	Udane przeszczepy	Nie udane przeszczepy
0. - 0.2	0	0	0
0.2 - 0.3	4 /25%/	1 /25%/	3 /75%/
0.3 - 0.4	5 /31. 25%/	4 /75%/	1 /25%/
0.4 - 0.5	4 /25%/	4 /100%/	0
0.5 - 0.6	1 /2. 25%/	1 /100%/	0
0.6 - 0.7	2 /12. 5%/	2	0
	16 /100%/	12 /75 %/	4 /25 %/

Zależność udanych rekonstrukcji od nasilenia objawów pokazano w tabeli:

Tabela XXI

Objawy	Liczba operacji	Udane przeszczepy	Nie udane przeszczepy
Chromanie	4 /25%/	4 /100%/	0
bóle spoczynkowe z martwicą na stopie	2 /12. 5%/	1 /50%/	1 /50%/
bóle spoczynkowe	10 /62. 5%/	7 /70%/	3 /30%/
	16 /100%/	12 /75%/	4 /25 %/

Szukając przyczyn wczesnych niepowodzeń pooperacyjnych wzięto pod uwagę wpływ liczby drożnych tętnic podudzia na nieudane rekonstrukcje

Tabela XXII

Objawy	Liczba operacji	Udane przeszczepy	Nie udane przeszczepy
Niedrożne tt podudzia	4 /15%/	1 /25%/	3 /75%/
Drożna jedna tętnica	4 /25%/	3 /75%/	1 /25%/
Drożne 2-3 tętnice	8 /50%/	8 /50%/	0
	16 /100%/	12 /75 %/	4 /25 %/

Zależność udanych rekonstrukcji od wskaźnika ciśnienia K/R i liczbę udanych rekonstrukcji pokazuje tabela:

Tabela XXIII

	0.2-0.3		0.3-0.4		0.4 - 0.5		0.5-0.6		0.6-0.7	
	U.	Nie	U.	Nie	U.	Nie	U.	Nie	U.	Nie
Niedrożność TT podudzia	1	3								
drożna t t.			4	1						
drożne 2-3 t.					4		1		2	

Wskaźnik U/R wskazuje na utrzymywanie się ciśnienia na poziomie ciśnienia na ramieniu. Spadek ciśnienia poniżej zwężenia lub niedrożności daje niski wskaźnik ciśnieniowy K/U /kostka-udo/. Wskutek wyrównania ciśnienia na kończynie mamy wzrost wskaźnika ciśnieniowego K/P /kostka-podudzie/. Wskaźnik ciśnieniowy na poziomie kostki spada gdyż istnieje duża różnica ciśnienia w tętnicach obwodowych w stosunku do ciśnienia na ramieniu /Ryc. 28/.

Przepływ przez tętnicę udową wynosił poniżej 40 ml/min. u 10 chorych przy wskaźniku ciśnieniowym K/R 0.2 - 0.55. U pozostałych 6 chorych przepływ był poniżej 80 ml/min., a wskaźnik ciśnieniowy K/R wynosił 0.25 - 0.65.

Po operacji wskaźniki ciśnieniowe na całej długości kończyny wzrastają i wynosiły 0.6 - 1.05 /średnio 0.8 - 1.0/. U chorych, u których nie było poprawy po operacjach, wskaźniki ciśnieniowe pozostawały na takim samym poziomie jak i przed operacją. Spadał jedynie niewiele wskaźnik U/R z 0.95 - 1.0 przed operacją do 0.7 - 0.85 po operacji/. Było to wynikiem spadku ciśnienia w tętnicy udowej wskutek wystąpienia w niej zakrzepu pooperacyjnego.

Przepływ przez tętnicę udową po operacji wzrastał powyżej 80 ml/min. 80 - 200 ml/min. średnio około 150 ml/min. i odpowiadał wskaźnikowi ciśnienia 0.7 - 0.9 /Ryc. 29/.

Po operacjach bez klinicznej poprawy u 3 chorych przepływ przez tętnicę udową był poniżej 40 ml/min. przy wskaźniku ciśnieniowym 0.25 - 0.35, u jednego poniżej 80 ml/min. przy wskaźniku ciśnieniowym K/R 0.25.

Zależność drożności przeszczepu od wielkości wskaźnika ciśnieniowego K/R przed operacją pokazano w tabeli XX.

Nieudane przeszczepy wystąpiły wśród chorych, u których wskaźniki ciśnieniowe K/R były przed operacjami 0.2 - 0.4.

Przykładowo podaję wielkości przepływu krwi w tętnicy udowej u chorego K.K. lat 51, ryc. 39.

Przepływ przezskórnie przez tętnicę udową wspólną przed operacją przy wskaźniku ciśnienia 0.3 wynosił 24 ml/min., śródoperacyjnie 24 ml/min. Po wszczępieniu protezy omijającej tętnicę udową od tętnicy udowej wspólnej do tętnicy podkolanowej, przepływ śródoperacyjnie wynosił 161 ml/min. Badanie kontrolne wykazało przepływ przez tętnicę udową wspólną około 170 ml/min. przy wskaźniku ciśnienia 0.7. Tętno na tętnicach stopy wyczuwalne. Chory wolny od dolegliwości.

Próbowano określić ilość przepływającej krwi przez tętnicę podkolanową. Przed operacją sygnały przepływu były za słabe i nie można było określić wielkości przepływu. Śródoperacyjnie i w badaniu kontrolnym stwierdzono przepływ przez tętnicę podkolanową około 40 ml/min. Śródoperacyjne określanie przepływu wskazuje na drożność przeszczepu.

Określanie przepływu w samym przeszczepie jest możliwe jeżeli przeszczep nie tłumi ultradźwięków /żyła, goreteks/ pozostałe przeszczepy alloplastycznie tłumią ultradźwięki. Dopiero po kilku tygodniach, kiedy nastąpi nasycenie przeszczepu tkankami utradźwięki przenikają i można wtedy badać przepływ krwi w protezie.

Przykładem zastosowania ultradźwięków do badania wielkości przepływu w przeszczepie żylnym niech będzie chory L.P. lat 24 z niedrożną lewą tętnicą udową w kanale przewodzieli.

Po stronie zdrowej przepływ krwi w tętnicy udowej był około 212 ml/min. w tętnicy podkolanowej około 34 ml/min.

Po stronie z niedrożną tętnicą przepływ przez tętnicę udową wspólną był około 168 ml/min, przy wskaźniku ciśnienia 0.2, a przez tętnicę podkolanową płynęło około 10 ml/min. Mimo dość dużego przepływu przez tętnicę udową to jednak przepływ przez tętnicę podkolanową był niewielki i wskaźnik K/R był 0.2. Po wykonaniu przeszczepu żylnego omijającego tętnicę udową od udowej wspólnej do podkolanowej przepływ przez tętnicę udową wzrósł do około 180 ml/min., a w tętnicy podkolanowej 90 ml/min. do 50 ml/min. przy wskaźniku ciśnienia K/R 0.9. Dolegliwości u chorego ustąpiły. Po około roku pojawiło się chromanie przestankowe a następnie bóle nocne. Badanie ultradźwiękowe wykazało przepływ przez przeszczep około 17 ml/min. i wskazywało na zwężenie przeszczepu. Wykonana arteriografia wykazała zwężenie potwierdzając rozpoznanie ultradźwiękowe. Wykonano wymianę przeszczepu żylnego. Po operacji przez tętnicę udową płynęło około 136 ml/min. a przez tętnicę podkolanową aż 120 ml/min. przy wskaźniku ciśnienia K/R 0.8. /Ryc. 40, 41, 42/.

Badanie kontrolne w 30 dni po operacji wykazało, że przepływ przez tętnicę udową wspólną wynosił około 200 ml/min. a przez przeszczep płynęło około 100 ml/min. przy wskaźniku ciśnienia K/R 0.8. Udana rekonstrukcje w zależności od nasilenia objawów były wśród chorych z chromaniem przestankowym. Nie zanotowano wśród nich nieudanego przeszczepu. Natomiast niepowodzenia zanotowano w połowie przypadków u chorych z bólami spoczynkowymi i martwicą na stopie, natomiast u chorych z bólami spoczynkowymi tylko w 30%.

Udane przeszczepy były u chorych, którzy mieli 2-3 drożne tętnice podudzia. U chorych, którzy mieli 1 drożną tętnicę podudzia na 4 przeszczepy /75%/ 3 były udane. U chorych, u których tętnice podudzia były niedrożne, na 3 rekonstrukcje 3 skończyły się niepomyślnie. Okazało się również, że istnieje ścisły związek pomiędzy wielkościami wskaźnika ciśnienia K/R a liczbą drożnych tętnic podudzia, a udanymi rekonstrukcjami. Tabela 28

Wyniki pooperacyjne zależą od liczby drożnych naczyń podudzia i wielkości wskaźnika ciśnieniowego K/R. Liczba niepowodzeń pooperacyjnych spada jeżeli przed operacją jest większa liczba drożnych tętnic podudzia i wyższy wskaźnik ciśnieniowy K/R. Przy wskaźniku ciśnieniowym 0.2 - 0.3 i niedrożnych tętnicach podudzia szanse na udaną rekonstrukcję są minimalne. Przy drożnej jednej tętnicy podudzia i wskaźniku ciśnieniowym K/R 0.3 - 0.4 istnieją szanse na zachowanie drożności przeszczepu przez 30 dni po operacji.

8.1.2.2. d/ Niedrożność udowo-podkolanowa ze zwężeniem tętnicy udowej głębokiej.

W grupie tej było 19 chorych z niedrożnością tętnicy udowej powierzchownej i zwężeniem tętnicy udowej głębokiej. Wykonano u tych chorych przeszczepy omijające żyłne lub alloplastyczne od tętnicy udowej wspólnej do tętnicy podkolanowej z częściowym udrożnieniem tętnicy udowej wspólnej i tętnicy udowej głębokiej.

Wskaźniki ciśnienia wzdłuż kończyny przed i po operacji wynosiły:

Tabela XXIV

Wskaźniki ciśnienia	Przed operacją		Po oper. z popr.		Bez poprawy	
	Zakres wartości	Srednia	Zakres wartości	Srednia	Zakres wartości	Srednia
U/R	0.85 - 1.05	1.0	0.65 - 1.5	0.95	0.5 - 0.7	0.6
P/U	0.35 - 0.7	0.45	0.8 - 1.0	0.9	0.85	0.85
K/U	0.15 - 0.4	0.25	0.55 - 1.0	0.9	0.5 - 0.75	0.65
K/P	0.5 - 1.0	0.8	0.7 - 1.0	0.85	0.4 - 0.8	0.55
K/R	0.1 - 0.45	0.25	0.65 - 1.0	0.85	0.1 - 0.5	0.3

Przepływ przez tętnice udowe przed i po operacjach z poprawą i bez wynosił:

Q w ml/min.	Przed operacją		Po oper. z popr.		Bez poprawy	
	1. koń	wskaźnik ciśnienia	1. koń- czyn	wskaźnik ciśnienia	1. koń- czyn	wskaźnik ciśnienie
0 - 40	15	0.1-0.45	-	-	4	0.1 - 0.5
41-80	4	0.15-0.25	-	-	2	0.1 - 0.2
81-100	-	-	6	0.65 - 1.0	-	-
101-200	-	-	5	0.75 - 0.95	-	-
pow. 200	-	-	2	0.85	-	-
Razem	19	x	13	x	6	x

Zależność drożności przeszczepu od wielkości wskaźnika ciśnienia K/R przed operacją pokazano w tabeli XXVI

Wskaźnik ciśnienia	Liczba operacji	Udane przeszczepy	Nieudane przeszczepy
0 - 0.2	5 / 26% /	1 / 20% /	4 / 80% /
0.2 - 0.3	11 / 58% /	9 / 82% /	2 / 18% /
0.3 - 0.4	2 / 10.5% /	2 / 100% /	-
0.4 - 0.5	1 / 5% /	1 / 100% /	-
0.5 - 0.6	-	-	-
0.6 - 0.7	-	-	-
Razem x	19 / 100% /	13 / 68.5% /	6 / 31.5% /

Zależność udanych rekonstrukcji od nasilenia objawów pokazano w tabeli: XXVII

Objawy	Liczba operacji	Udane przeszczepy	Nieudane przeszczepy
Chromanie przestankowe	5 / 26% /	5 / 100% /	-
Bóle spoczynkowe	10 / 52.5% /	7 / 70% /	3 / 30 % /
Bóle spoczynkowe z martwicą na stopie	4 / 21.5% /	1 / 25% /	3 / 75% /
x	19 / 100% /	13 / 68.5% /	6 / 31.5% /

Zależność udanej operacji od liczby drożnych tętnic podudzia pokazano w tabeli: XXVIII A

Liczba nie-drożnych tt pod.	Liczba operacji	Udane przeszczepy	Nieudane przeszczepy
Niedrożne tt pod.	5 / 26.%/	1 / 20%/	4 / 80%/
Drożna jedna tętnica	7 / 37%/	5 / 71%/	2 / 29%/
Drożne dwie czasem trzy tętnice	7 / 37%/	7 / 100%/	-
Razem	19 / 100%/	13 / 68.5%/	6 / 31.5%/

Zależność wskaźnika ciśnienia K/R od liczby drożnych tętnic podudzia i wpływ tych wielkości na drożność przeszczepu pokazano w tabeli XXVIII B

Przeszczepy	Udane		Nie		udane		Nie	
	Udane	Nie	Udane	Nie	udane	Nie	Udane	Nie
Wskaźnik ciśnienia K/R	0	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
Niedrożne tt podudzia	1	4	-	-	-	-	-	-
Drożna jedna tętnica	-	-	5	2	-	-	-	-
Drożne 2-3 tt podudzia	-	-	4	-	2	-	-	-
Razem	1	4	9	2	2	-	-	-

W niedrożności udowo-podkolanowej ze zwężeniem tętnicy udowej głębokiej następuje spadek ciśnienia w tętnicy podkolanowej i tętnicach obwodowych. Wskaźnik U/R na poziomie ciśnienia na ramieniu wahał się w granicach 0.85 - 1.05 średnio 1.0. Natomiast skutek wyrównania ciśnienia w kończynie wskaźniki P/U, K/U, K/R są niskie 0.25 - 0.45 podczas gdy wskaźnik K/P będzie dość wysoki i wynosi 0.5 - 1.0, średnio 0.8.

Przepływ przez tętnicę udową wynosił poniżej 40 ml/min. u 15 / 79%/

chorych przy wskaźniku ciśnienia K/R 0.15 - 0.25. U 4 /21%/ chorych był poniżej 80 ml/min. przy wskaźniku ciśnieniowym 0.15 - 0.25. Przepływy te i wielkości wskaźników ciśnieniowych w tej grupie chorych są nieco mniejsze niż u chorych bez zwężenia tętnicy udowej głębokiej.

Po operacjach wskaźniki ciśnienia wzrastają na całej długości /ryc. 30/ kończyny P/U, K/U, K/P, K/R i wynosiły 0.6 - 1.0 /średnio 0.88/. Jedynie wskaźnik U/R nieco zmniejszał się lub pozostawał na takim samym poziomie. U chorych, u których nie było klinicznej poprawy po operacjach, wskaźniki U/P, K/P, K/R pozostawały na takim samym poziomie jak przed operacją lub spadały. Było to związane z niskim ciśnieniem krwi w kończynie a w części przypadków z jego obniżeniem co doprowadzało do odjęcia kończyn.

Natomiast wskaźniki P/U i K/U wzrastały co świadczyło o pogłębieniu się niedokrwienia i wyrównania ciśnienia na kończynie. U większości tych chorych doszło do odjęcia kończyny /rys. 30/.

Po udanych rekonstrukcjach przepływ w tętnicy udowej zwiększał się i wynosił 80 - 200 ml/min. U dwóch wynosił powyżej 200 ml/min.

Po nieudanych operacjach przepływ był poniżej 40 ml/min. u czterech chorych a u dwóch powyżej 40 ml/min. Wskaźniki ciśnienia K/R u tych chorych były w granicach 0.1 - 0.5 /ryc. 31/.

Zależność drożności przeszczepu od wielkości wskaźnika ciśnienia K/R przed operacją pokazano w tabeli XXVI.

Nieudane przeszczepy były wśród tych chorych, którzy mieli przedoperacyjny wskaźnik ciśnienia K/R poniżej 0.5.

Jak wynika z zestawienia najlepsze wyniki były u chorych z chromaniem przestankowym. Nie zanotowano w tej grupie nieudanego przeszczepu. Nieudane przeszczepy zanotowano u 30% chorych z bólami spoczynkowymi, a u chorych z martwicą na 4 rekonstrukcje 3 /70%/ skończyły się niepowodzeniem.

Podobnie jak w grupie chorych bez zwężenia tętnicy udowej głębokiej,

wszystkie przeszczepy były udane u tych chorych, u których były drożne co najmniej dwie tętnice podudzia. U chorych, u których były niedrożne tętnice podudzia, na 5 przeszczepów 4 /80%/ zamknęły się w ciągu 30 dni od operacji.

Liczba niepowodzeń po rekonstrukcji jest duża jeżeli wskaźniki ciśnieniowe K/R przedoperacyjne są 0 - 0,2 i tętnice podudzia są niedrożne. Jeżeli wskaźniki ciśnieniowe są w granicach 0,2 - 0,3 i jest drożna jedna tętnica podudzia są szanse u ponad połowy chorych na zachowanie drożności przeszczepu.

8.1.2.2. e/ Niedrożność udowo-podkolanowa i tętnic podudzia z drożną jedną tętnicą podudzia.

W grupie tej było 10 chorych, którzy mieli niedrożność tętnicy udowej powierzchownej, podkolanowej i tętnic podudzia przy zachowanej drożności obwodowego odcinka jednej tętnicy piszczelowej. U 7 chorych wykonano przeszczep omijający żylny, a u 3 alloplastyczny /goretex/ od tętnicy udowej do jednej z dróżnych tętnic podudzia.

Wskaźniki ciśnienia wzdłuż kończyn przed i po operacjach wynosiły:

Tabela XXIX

Wskaźniki ciśnienia	przed operacją		po oper. z popr.		bez poprawy	
	Zakres wartości	Srednia	Zakres wartości	Srednia	Zakres wartości	Srednia
U/R	0.9 - 1.1	1.0	0.75 - 1.0	0.9	0.6 - 0.8	0.7
P/U	0.3 - 0.65	0.55	0.8 - 1.0	0.9	0.3 - 0.7	0.5
K/U	0.2 - 0.4	0.25	0.65 - 1.0	0.8	0.3 - 0.7	0.5
K/P	0.5 - 0.8	0.65	0.75 - 0.9	0.85	0.5 - 1.0	0.8
K/R	0.2 - 0.45	0.25	0.55 - 0.9	0.7	0.2 - 0.4	0.3

Przepływ przez tętnice udowe przed i po operacjach z poprawą i bez poprawy wynosił:

Tabela XXX

Q w ml/min.	Przed operacją		Po oper. z popr.		Bez poprawy	
	1 koń- czyn	wskaźnik ciśnienia	1 koń- czyn	wskaźnik ciśnienia	1 koń- czyn	wskaźnik ciśnienia
0 - 40	9	0.2 - 0.4	-	-	4	0.2 - 0.4
41-80	1	0.45	1	0.9	-	-
81-100	-	-	4	0.55 - 0.9	-	-
101-200	-	-	1	0.8	-	-
pow. 200	-	-	-	-	-	-
Razem	10	x	6	x	4	x

Zależność drożności przeszczepów od wielkości wskaźnika ciśnienia K/R przed operacją pokazano w tabeli XXXI

Wskaźnik K/R	Liczba operacji	Udane operacje	nieudane operacje
0 - 0.2	0	-	-
0.2 - 0.3	7 /70%/	4 /57%/	3 /43%/
0.3 - 0.4	2 /20%/	1 /50%/	1 /50% /
0.4 - 0.5	1 /20%/	1 /100%/	0
0.5 - 0.6	0	0	0
0.6 - 0.7	0	0	0
Razem	10 /100%/	6 /60%/	4 /40%/

Zależność udanych operacji od nasilenia objawów pokazano w tabeli XXXII:

Objawy	Liczba operacji	Udane operacje	Nieudane operacje
Chromanie przestankowe	-	-	-
bóle spoczynkowe	5 /50%/	4 /80%/	1 /20%/
bóle spoczynkowe z mart- wicą na stopie	5 /50%/	2 /40%/	3 /60%/
Razem	10 /100%/	6 /60%/	4 /40%/

W niedrożności udowo-podkolanowej z jedną drożną tętnicą podudzia wskutek znacznego spadku ciśnienia krwi poniżej niedrożności wskaźniki ciśnienia są niższe niż w grupach poprzednich, ale zachowują się podobnie na całej długości kończyny: U/R 0.9 - 1.1. średnio 1.0, P/U 0.3 - 0.65, K/U i K/R 0.2 - 0.15, średnio 0.25, K/P 0.5 - 0.9, średnio 0.65 /ryc. 32.

Przepływ przez tętnice udowe wynosił poniżej 40 ml/min. u 9 /90%/ chorych przy wskaźniku ciśnienia K/R 0.2 - 0.4. U jednego chorego 10% przepływ był poniżej 80 ml/min., przy wskaźniku ciśnienia K/R 0.45. /ryc. 33/.

Po przeszczepach wskaźniki ciśnienia P/U, K/U, K/P, K/R wzrastały i wynosiły od 0.55 - 1.0 /średnio 0.8/. U chorych, u których nie było klinicznej poprawy wskaźniki ciśnienia U/R nieznacznie spadały i wynosiły 0.6 - 0.8 /średnio 0.7/. U 4 chorych, u których nie było klinicznej poprawy po przeszczepach, wskaźniki ciśnienia U/R obniżają się do 0.2-0.4. P/U pozostają prawie na tym samym poziomie i wynoszą 0.3 - 0.7 K/U podnoszą się i wynoszą 0.3 - 0.7 /średnio 0.5/. Również wskaźniki ciśnienia K/P podnoszą się i wynoszą 0.5 - 1.0 /średnio 0.8/. Wskaźniki K/R pozostają na poziomie sprzed operacji. U tych chorych doszło do odjęcia kończyn /trzech miało wszczepione protezy alloplastyczne a jeden przeszczep żylny/, /ryc. 32/.

Po udanych rekonstrukcjach przepływ przez tętnicę udową bądź przeszczep żylny wzrastał do 80 - 100 ml/min. W jednym przypadku wzrósł powyżej 100 ml/min. U chorych, u których przepływ nie przekraczał 40 ml/min. U chorych, u których przepływ nie przekraczał 40 ml/min., operacje nie powiodły się. Wskaźniki ciśnienia K/R u tych chorych praktycznie nie ulegały zmianie w stosunku do wartości sprzed operacji, ryc. 33.

Najlepsze wyniki osiągnięto u chorych z przedoperacyjnym wskaźnikiem ciśnienia K/R powyżej 0.3. Chorzy ci mieli wszczepione żyły własno-pochodne. Wszyscy chorzy z wskaźnikiem ciśnienia 0.2 - 0.4, u któ-

rych wszczepiono protezę alloplastyczną mieli zakrzep w przeszczepie w ciągu 1 - 30 dni po operacji.

Wczesna niedrożność "długich przeszczepów" wystąpiła w 40% przypadków. Wystąpiła u więcej niż połowy chorych /60%/ u tych, którzy przed operacją cierpieli na bóle spoczynkowe z objawami martwicy na stopie. Natomiast u chorych z samymi bólami spoczynkowymi tylko u jednego /20%/ wystąpiły objawy wczesnej niedrożności przeszczepu.

8.1.2.2. f/ Niedrożność tętnic podudzi

W grupie tej było 30 chorych, u których zbadano 38 kończyn. Wskaźniki ciśnieniowe wzdłuż kończyn wynosiły:

Tabela XXXIII

Wskaźniki ciśnienia	Zakres wartości	Średnia
U/R	1.0 - 1.5	1.05
P/U	0.75- 1.0	0.8
K/U	0.15- 0.5	0.25
K/P	0.2 - 0.65	0.3
K/R	0.2 - 0.65	0.3

Przepływ przez tętnice udowe wynosił:

Tabela XXXIV

Q w ml/min.	Liczba kończyn	Wskaźnik ciśnienia
0 - 40	-	-
41 - 80	33	0.2 - 0.45
81 - 100	5	0.45- 0.65
101 - 200	-	-
pow. 200	-	-

Przepływ krwi u tych chorych przez tętnice udowe w 33 kończynach /86.6%/ wynosił poniżej 80 ml/min. Jedynie w 5 kończynach /13.4%/ płynęło od 80

do 100 ml/min. , / ryc. 34/.

U tych chorych nie wykonano operacji rekonstrukcyjnych, w związku z tym nie brano ich pod uwagę w dalszych rozważaniach.

8.1.2.2. g/ Pomiary śródoperacyjne ilości przepływającej krwi w zrekonstruowanych tętnicach

Śródoperacyjnie, we wszystkich rekonstrukcjach przed zamknięciem ran, mierzono przepływ krwi poniżej przeszczepów aortalno-udowych oraz w tętnicy udowej powyżej górnego zespolenia w przeszczepach udowo-podkolanowych, bądź w niektórych przypadkach poniżej przeszczepów w tętnicy podkolanowej, bądź w samych przeszczepach. Przyjęliśmy zgodnie z naszymi poprzednimi badaniami /252/ i innymi autorami /54, 55/ 70 - 80 ml/min. przepływu krwi za granicę minimalnego przepływu w udanej rekonstrukcji. Poniżej tej wartości każdorazowo kontrolowano przeszczepy pomimo ich dobrego tętnienia, ponieważ jak pokazano na przykładzie chorego K. P. lat 40 po udrożeniu tętnicy biodrowej i przeszczepie żylnym tętnicy udowej prawej mimo, że chwilowa prędkość była dość wysoka to jednak przepływ przez przeszczep był słaby. Płynęło przez niego zaledwie około 20 ml/min. krwi / ryc. 43 /. Było to związane jak się okazało ze złym odbiorem krwi przez obwód, ponieważ przeszczep był zatkany skrzeplina, którą usunięto cewnikiem Fogarthy / ryc. 43/.

Niewystarczający przepływ we wszystkich grupach chorych stwierdzono w 34 kończynach tj. w 22. 7%. Najmniej odpowiedni był u 50% chorych z niedrożnością udowo-podkolanową z drożną jedną tętnicą podudzia i u chorych ze zwężeniem tętnicy udowej głębokiej /31.5%/ kończyn, zaś u chorych z niedrożnością biodrowo-udową był w 16%.

Po korekcie przeszczepów liczba kończyn z przepływem w przeszczepach poniżej 70 - 80 ml/min. spadła do 6. 7%.

Wynika z tego, że dzięki ilościowym badaniom przepływu krwi w czasie operacji można było dokonać korekcji przeszczepów i zwiększyć prawdopo-

dobieństwo drożności o około 16%.

Tabela XXXV

Zależność ponownych operacji naprawczych od wielkości śródoperacyjnego przepływu krwi pokazano w tabeli XXXV:

Objawy	Q w ml/min. po rekonstrukcji		Q w ml/min. po rewizji rekonstrukcji	
	l. p. poniżej 70-80 ml/m	l. p. powyżej 70-80 ml/m	l. p. poniżej 70-80 ml/min.	l. p. powyżej 70-80 ml/min.
	Niedrożność lub zwężenie rozwidlenia aorty	18 / 22.5% /	62 / 77.5% /	3 / 3.75% /
Niedrożność biodrowo-udowa	4 / 16% /	21 / 84% /	2 / 8% /	23 / 92% /
Niedrożność udowo-podkolanowa bez zwężenia t. udowej głębokiej	1 / 6.25% /	15 / 93.75% /	0	16 / 100% /
Niedrożność udowo-podkolanowa ze zwężeniem t. udowej głębokiej	6 / 31.5% /	13 / 68.5% /	2 / 10.5% /	17 / 88.5% /
Niedrożność udowo-podkolanowa z drożną jedną tętnicą podudzia	5 / 50% /	5 / 50% /	3 / 30% /	7 / 70% /
Ogółem	34 / 22.7% /	116 / 77.3% /	10 / 6.7% /	140 / 93.3% /

8.1.2.2. h/ Analiza statystyczna

Z wykresu korelacyjnego wynika, że zakres wartości wskaźnika ciśnienia skurczowego krwi K/R przed operacją jest taki sam dla grupy chorych z poprawą jak i bez poprawy / ryc. 44/. Dowodzi to, że wskaźnik ciśnienia /K/R /kostka/ramię/ nie może stanowić podstawy do prognozowania o wyniku operacji.

Wniosek ten potwierdzają obliczenia wielkości statystycznych. Średnia wartość wskaźnika ciśnienia K/R przed operacją dla grupy chorych z niedro-

nością lub dużym zwężeniem rozwidlenia aorty bez poprawy wynosi 0.5047/ z odchyleniem standardowym 0.1226/ i jest bardzo zbliżona do wartości średniej obliczonej dla chorych z poprawą wynoszącą 0.5062/ z odchyleniem standardowym 0.875/. Różnica ta jest oczywiście statystycznie nieistotna. Podobne wnioski wynikają z analizy graficznej parametru Q /ilości przepływającej krwi/, /ryc. 35/.

Z wykresu korelacyjnego dla wielkości Q i wskaźnika ciśnienia K/R przed operacją wynika, że nie ma zależności między tymi zmiennymi. Potwierdza to obliczony współczynnik korelacji $r = 0.520$ /ryc. 46/. Natomiast wykres dla chorych po operacji wskazuje na występowanie korelacji pomiędzy Q a wskaźnikiem ciśnienia K/R , przy czym zależność ta ma charakter logarymiczny. Potwierdzeniem tej zależności jest współczynnik korelacji wynoszący $r = 0.8630$, który wskazuje na wysoką zależność między Q i KR /rys. 47/.

8.1.2.2. i/ Podsumowanie wyników części klinicznej

I. Wyniki wpływające z analizy objawów klinicznych niedokrwienia kończyn dolnych.

Chromanie przestankowe stwierdzono w około co czwartej kończynie z analizowanej grupy chorych. Najbardziej objaw ten występował w niedrożności biodrowo-udowej - u 8,0 % chorych, w pozostałych grupach częstość występowania tego objawu wynosiła 25 % i nieco więcej z wyjątkiem grupy niedrożności udowo-podkolanowej i tętnic podudzia z drożną jedną tętnicą podudzia, w której nie wystąpiła u żadnego chorego, ponieważ chorzy ci mieli bóle spoczynkowe.

Bóle spoczynkowe były objawem występującym najczęściej. Procent chorych, u których występowały same bóle spoczynkowe wahał się w granicach od 50,0 w grupie niedrożności udowo-podkolanowej i tętnic podudzia z drożną jedną tętnicą podudzia do 62,5 w grupie niedrożności udowo-podkolanowej bez zwężenia tętnicy udowej głębokiej.

Bóle spoczynkowe z martwicą na stopie występowały z częstotnością od 12,5 % w grupie chorych z niedrożnością udowo-podkolanową bez zwężenia tętnicy udowej głębokiej do 50% w grupie z niedrożnością udowo-podkolanową i tętnic podudzia z drożną jedną tętnicą podudzia.

Zależność drożności przeszczepów od objawów niedokrwienia. Najwyższy procent wczesnej niedrożności przeszczepów był w tych grupach chorych, u których występowała największa liczba chorych z bólami spoczynkowymi i martwicą na stopie. Byli to chorzy z niedrożnością udowo-podkolanową i tętnic podudzia z drożną jedną tętnicą podudzia, w której procent nieudanych przeszczepów wynosił 40,0 oraz chorzy z niedrożnością biodrowo-udową, w której nieudanych przeszczepów było 36,0%. W pozostałych grupach procent nieudanych przeszczepów wynosił 21,25 do 31,6.

II. Wyniki wypływające z analizy wskaźników ciśnienia skurczowego na całej długości kończyny.

Przeprowadzono analizę średnich wartości poszczególnych wskaźników ciśnieniowych wzdłuż całej kończyny, obliczonych dla wyodrębnionych grup chorych przed i po operacji z poprawą i bez poprawy.

1. Średni wskaźnik ciśnieniowy U/R /udo/ramię/ przed operacją wynosił 0,5 w grupie niedrożności biodrowo-udowej oraz 0,55 w niedrożności aortalno-biodrowej. W pozostałych grupach zbliżony był do wskaźnika dla ludzi zdrowych i wynosił 0,97 do 1,0. Po operacjach, w grupie chorych z poprawą, średnia wartość tego wskaźnika we wszystkich grupach chorych zawierała się w przedziale 0,9 - 1,0, natomiast w grupie bez poprawy wynosiła 0,3 w niedrożności biodrowo-udowej oraz 0,45 w niedrożności aortalno-biodrowej, w pozostałych zaś od 0,6 do 0,75.

2. Średni wskaźnik P/U /podkolano/udo/ przed operacją wynosił: w niedrożności aortalno-biodrowej i niedrożności biodrowo-udowej odpowiednio 0,9 i 0,85, w pozostałych grupach wahał się od 0,45 do 0,55. Po operacjach z kliniczną poprawą był podobny we wszystkich grupach i zawierał się w granicach 0,8 - 0,9.

Dla chorych bez poprawy wskaźnik ten był bardziej zróżnicowany i wynosił: 0.5 w niedrożności udowo-podkolanowej i tętnic podudzia z drożną jedną tętnicą podudzia i 0.55 w niedrożności udowo-podkolanowej bez zwężenia tętnicy udowej głębokiej oraz w pozostałych grupach chorych od 0.85 do 0.96.

3. Średnie wartości wskaźnika ciśnieniowego K/U /kostka/udo/ przed operacją wynosiły: w niedrożności udowo-podkolanowej ze zwężeniem tętnicy udowej głębokiej i w niedrożności udowo-podkolanowej i tętnic podudzia z jedną drożną tętnicą podudzia 0.25, w niedrożności udowo-podkolanowej bez zwężenia tętnicy udowej głębokiej 0.4, w niedrożności biodrowo-udowej 0.45 i w niedrożności aortalno-biodrowej 0.75. Po operacjach z poprawą średnie wartości wskaźnika K/U dla wszystkich grup były zbliżone i zawierały się w przedziale 0.8 - 0.9. Wśród operowanych z wynikiem bez poprawy średnie wartości tego wskaźnika wahały się od 0.45 dla niedrożności udowo-podkolanowej bez zwężenia tętnicy udowej głębokiej do 0.65 dla niedrożności udowo-podkolanowej ze zwężeniem tętnicy udowej głębokiej.

4. Średnie wartości wskaźnika K/P /kostka/podkolano/ przed operacją wahały się od 0.65 dla niedrożności udowo-podkolanowej i tętnic podudzia z drożną jedną tętnicą podudzia do 0.9 dla niedrożności aortalno-biodrowej. Po operacjach z kliniczną poprawą średnie wartości tego wskaźnika we wszystkich grupach były zbliżone do wartości dla ludzi zdrowych i zawierały się w granicach od 0.85 - 0.95.

Wśród chorych, którym operacja nie przyniosła poprawy najniższy średni wskaźnik K/P wynosił 0.55 /w niedrożności aortalno-biodrowej i niedrożności udowo-podkolanowej ze zwężeniem tętnicy udowej głębokiej/, najwyższy 0.95 w niedrożności udowo-podkolanowej bez zwężenia tętnicy udowej głębokiej.

5. Przed operacją średnie wartości wskaźnika ciśnieniowego K/R były niskie i daleko odbiegały od wskaźnika dla ludzi zdrowych. Najniż-

sze średnie wynoszące 0.25 dotyczyły niedrożności udowo-podkolanowej ze zwężeniem tętnicy udowej głębokiej oraz niedrożności udowo-podkolanowej i tętnic podudzia z drożną jedną tętnicą podudzia. Najwyższa średnia wynosząca 0.45 dotyczyła niedrożności aortalno-biodrowej. Po operacji wskaźnik ciśnieniowy K/R uległ znacznej poprawie w grupie udanych przeszczepów i wartości średnie tego wskaźnika wynosiły w poszczególnych grupach chorych od 0.7 do 0.85. Natomiast w grupie chorych, którym operacja nie przynosiła poprawy średni wskaźnik K/R pozostawał na niskim poziomie we wszystkich rozpatrywanych grupach i zawierał się w granicach 0.3 do 0.55.

U cnorych z niedrożnością tętnicy udowej, bez zwężenia tętnicy udowej głębokiej objawy kliniczne niedokrwienia mieściły się w przedziale wskaźników ciśnienia 0.2 - 0.7, podczas gdy u chorych ze zwężeniem wynosiły od 0 - 0.5. Objawy martwicy obwodowej były u chorych bez zwężenia tętnicy udowej głębokiej w przedziale wskaźników ciśnienia od 0.2 - 0.3, podczas gdy u cnorych ze zwężeniem tętnicy udowej głębokiej w przedziale 0 - 0.2.

Wyniki

8.2. Ultrasonografia

Prawidłowa aorta i tętnice obwodowe /zdrowi wolontariusze/

U ludzi zdrowych nie zauważono zdecydowanych różnic w wielkości światła aorty brzusznej /od przepony do rozwidlenia/ i tętnic obwodowych, pomiędzy dwiema grupami wiekowymi.

Srednice /światło/ ich wynosiły:

Tabela XXXVI

aorty brzusznej	$2,6 \pm 0,4$ cm
tętnic udowych	$1,1 \pm 0,3$ cm
tętnic podkolan.	$0,9 \pm 0,2$ cm

Prawidłowa aorta na przekroju podłużnym rysuje się od pępka skośnie w dół od strony prawej ku lewej w kierunku wyrostka mieczykowatego w postaci dość dojrze odgraniczzonego pasma. Nad nią po stronie lewej w postaci trójkąta rysuje się wątroba. Na poprzecznych przekrojach aorty uwidacznia się w postaci dyskretnego koła powyżej i na prawo od kręgosłupa. Na wielu przekrojach można zauważyć żyłę główną dolną przylegającą do ściany aorty, rys. 48 /2, 4/. Zwykle żyła główna jest trudniejsza do uwidocznienia ze względu na cienkie ściany, które dają słabe echa. W zarysie jest ona szczelinowata, eliptyczna, bądź okrągła, co jest spowodowane zmianą jej światła zależną od oddechu.

Zdrowe tętnice obwodowe dają słabe echa i rysują się niezbyt wyraźnie, rys. 48 /5, 12/. Zmienione miażdżycowo rysują się wyraźniej, a obrazy są bardziej czytelne. Zdrowa tętnica może mieć nie ostre zarysy, co związane jest z ruchem jej ścian, ponieważ fotografowanie z lampy oscyloskopowej /kineskopowej/ odbywa się w czasie kilku sekund. Różnice w wielkości światła związane są z ruchem ścian w czasie tętnienia.

Miażdżycowa aorta i tętnice obwodowe

Miażdżycowa ściana aorty brzusznej rysuje się wyraźniej niż ściana aorty niezmiętej, ze względu na silne echa powstające od stwardniałych ścian. Może ona być miejscami przewężona lub poszerzona, ryc. 49.

Dalsze poszerzenie aorty jest spowodowane wytwarzaniem się tętniaka, który łatwo można rozpoznać na podstawie ultrasonogramu. Otrzymujemy dość charakterystyczny obraz poszerzenia odcinkowego aorty. Poszerzenie to może mieć różne kształty i wymiary w zależności od wielkości tętniaka. Zarysy tętniaka nie zawsze są dość ostre ze względu na obecne w świetle tętniaka skrzepliny, które przeważnie są dość dobrze widoczne, rys. 50.

Na widoczność tętniaków wpływa również grubość i charakter ściany. Im ściany są grubsze, mocno zwłókniałe ze zwapnieniami, tym lepiej są widoczne na ultrasonogramach.

Ultrasonogramy tętnic obwodowych są mało wyraźne. Przyczyną tego zjawiska są zoty słabe echa od ich ścian oraz mała rozdzielczość aparatu USG - 10.

Tętniaki aorty brzusznej

W tej grupie było 41 chorych, u których podejrzewano lub rozpoznano tętniak aorty brzusznej.

U jednego chorego, u którego klinicznie było podejrzenie na przedziurawienie tętniaka aorty brzusznej, potwierdzono rozpoznanie badaniem ultradźwiękowym /czas obserwacji 1 godz. / ryc. 51, 52.

U jednego chorego, u którego klinicznie rozpoznano tętniak aorty brzusznej, wykluczono go badaniem ultrasonograficznym i aortografią.

Pozostałym 39 chorym zaproponowano operację. Początkowo nie zgodziło się na nią 20 chorych, których nadal obserwowano. Czterech nie zgłosiło się do kontroli. Z pozostałych 14, u 8 stwierdzono szybkie powiększenie się tętniaków: w ciągu 16 dni u chorego K. F. o około 1 cm ryc. 53,

u chorej P. M. lat 45 w ciągu 2 miesięcy o 4 cm, u 2 chorych K. J. lat 69 i K. A. lat 67 o około 4 cm w ciągu jednego miesiąca, u 2 chorych S. E. lat 57 i N. K. lat 58 w ciągu 2 miesięcy o 2 cm. u jednego chorego W. H. lat 56, w ciągu 4 miesięcy o 1 cm, rys. 54, i u jednego chorego w ciągu 12 miesięcy o 5 cm. Powiększanie się tętniaków skłoniło chorych do poddania się operacjom. U pozostałych 6 nie operowanych okresowe badania wykazały powolne ale systematyczne powiększanie się tętniaków od 1 do 4 cm. Tabela:

Chorzy z tętniakami aorty brzusznej, którzy nie zgodzili się na leczenie operacyjne.

Tabela XXXVII

Lp.	Wiek	Rozmiary tętniaków		Czas obserwacji
		1 badanie	ost. badanie	
1.	D. H. /k/ 58	8 x 5	10 x 7	4 lata
2.	K. Z. /m/ 68	4 x 3	5 x 4	4 lata
2.	I. T. /m/ 58	6 x 3	10 x 4	1.5 roku
4.	M. R. /m/ 51	9 x 3	12 x 6	1 rok /zgor./
5.	F. H. /k/ 78	10 x 5	nie zgłosiła się	1 rok /zgor./
6.	M. A. /k/ 82	10 x 7	nie zgłosiła się	1 rok /zgor./

Spośród tych chorych 2 kobiety i jeden mężczyzna zmarli nagle /w relacji rodzin/, prawdopodobnie wskutek przedziurawienia tętniaków.

Zoperowano 26 chorych z ogólnej liczby 41, u których rozpoznano tętniak aorty brzusznej. U 3 chorych w czasie operacji nie stwierdzono tętniaków. W jednym przypadku K. A. lat 67 były to powiększone węzły chłonne, w drugim kręta aorta /K. A. lat 62/ a w trzecim /B. A. lat 42/ powiększony lewy płąt wątrozy, który w postaci języka sięgał prawie aż do pępka sugerując tętniak, ryc. 55.

U pozostałych 26 stwierdzono śródoperacyjnie tętniaki aorty brzusznej. Pomiary światła wykonywane po ich otwarciu były utrudnione ze względu na zawartość skrzeplin, obkurczanie się worka tętniaka i ograniczony czas po

zaciśnięciu aorty. Mimo to udało się stwierdzić, że wielkości światła uzyskane śródoperacyjnie odpowiadają rozmiarom określanym poprzednio za pomocą ultradźwięków. Różnice w obu sposobach badania dochodzą do 0.5 cm.

Ponadto stwierdzono, że: 1/ uzyskane obrazy ultrasonograficzne nie odpowiadają ściśle obrazom tętniaków uzyskanych za pomocą aortografii, ryc. 56 2/ ilość skrzeplin i ich rozmieszczenie odpowiada dość ściśle obrazom ultrasonograficznym, ryc. 57, 3/ średnica tętniaków od strony światła w wymiarze podłużnym wynosiła od 5 do 21 cm., średnie 12 cm, natomiast w wymiarze przednio-tylnym /przekrój poprzeczny/ wynosiła od 4 do 12 cm, 4/ nie zauważono zależności pomiędzy wielkością tętniaków a szybkością ich powiększania się./ Tabela XXXVIII/.

Jak wynika z tabeli wśród chorych byli tacy, u których w ciągu 30 dni tętniak powiększył się o 4 cm w wymiarze podłużnym /K. J. /m/ lat 69 jak też i tacy chorzy jak W. H. /m/ lat 56, ryc. 54, u którego w ciągu 3 miesięcy tętniak w obu wymiarach powiększył się zaledwie o 1 cm, zaś u jednego chorego K. E. /m/ lat 54 w ciągu 12 miesięcy o 7 cm w wymiarze podłużnym i 5 cm w wymiarze przednio-tylnym. Stała obserwacja kliniczna i ultrasonograficzna pozwoliła na zauważenie powiększania się tętniaków. Systematyczna kontrola miała znaczenie tym bardziej, że wszyscy chorzy subiektywnie nie odczuwali żadnych objawów zależnych od powiększania się tętniaków, poza niewielkimi pobołowaniem w jamie brzusznej.

U 35 chorych na przeglądowym zdjęciu jamy brzusznej zarysy tętniaka stwierdzono zaledwie w 8 przypadkach /22.8%/.

Wykonywane systematycznie kontrolne badania u chorych z wszczepionymi protezami aorty brzusznej w różnym okresie czasu od 6 miesięcy do 5.5 lat wykazały w większości przypadków prawidłowe ich usytuowanie, ryc. 53 /7, 8, 10, 15/, ryc. 54 /7, 14/.

U 2 chorych stwierdzono tętniaki rzekome. U chorego P. W. lat 69 w trzecim roku po operacji nastąpiło poszerzenie aorty powyżej protezy o około 3 cm i poniżej protezy u drugiego chorego J. G. lat 53 w piątym roku po

operacji też o około 3 cm, ryc. 58. Pierwszy chory na proponowaną operację nie zgadza się i pozostaje w dalszej obserwacji. Drugi chory zmarł w 5 lat po operacji z powodu nowotworu płuca.

U części chorych stwierdzono przejaśnienia dookoła wszczepionych protez z linią silniejszych echa na zewnątrz /mniej lub bardziej zaznaczonych. Prawdopodobnie pochodzą one od wysięku lub worka tętniaka, którym otacza się wszczepioną protezę, ryc. 59 /10/.

Proteza łączyniowa daje silne echa i rysuje się na ultrasonogramach zarówno na przekroju podłużnym jak i poprzecznym w postaci równoległych linii ostro odgraniczonych od otoczenia, ryc. 54 /7, 14/.

Na ostatnie kontrolne badanie w grudniu 1981 roku zgłosiło się 18 chorych. U 16 stwierdzono prawidłowe usytuowanie protez. U jednego chorego P. W. lat 70 stwierdzono w górnej części zespolenia tętniak rzekomy o rozmiarach 12 x 8 cm. u drugiego poszerzenie tętniakowate aorty poniżej zespolenia protezy, o wymiarach 6 x 5 cm.

Tętniaki tętnic podkolanowych

Zbadano 6 mężczyzn w wieku 57 - 85 lat, średnio 72 lata, u których stwierdzono tętniący guz w dole podkolanowym.

Klinicznie rozpoznano tętniak u 3 chorych. Podejrzewano tętniak u pozostałych 3 chorych, u których palpacyjnie nie stwierdzono tętnienia na odcinku kończyny.

Ultrasonograficznie tętniaki podkolanowe początkowo rozpoznano u wszystkich chorych, ryc. 60. Uzupełniające badanie dopplerowskie u jednego chorego D. J. lat 72 zachwiało naszą wiarę w ultrasonografię i uznano rozpoznanie tętniaka za wątpliwe, ponieważ nie stwierdzono w tętniaku przepływu krwi, który był u pozostałych 4 chorych, ryc. 61

Wśród pozostałych chorych rozpoznano tętniaki tętnic podkolanowych a wśród nich jeden przedziurawiony z objawami niedokrwienia stopy i podudzia, rys. 62. Bezpośrednio po postawieniu rozpoznania wszystkich cho-

Chorzy operowani z podejrzeniem tętniaka aorty brzusznej

Lp.	Wiek	Czas od rozpoznania do operacji	Rozmiary tętniaków		Śródope-racyjnie	Czas obserwacji po operacji
			I badania	ostatnie badanie przed operacją		
1.	S. E. /m/ 61	5 dni	8 x 4 cm	- -	8 x 4 cm	5 lat ⁺
2.	G. J. /m/ 54	7 dni	12 x 6	-	12,5 x 6 cm	5 lat ⁺ T
3.	B. A. /k. / 42	7 dni	3 x 3	-	-	omyłka
4.	R. H. /k/ 69	10 dni	12 x 5	12 x 5	12,5 x 5,5 cm	4,5 lat
5.	K. A. /m/ 67	30 dni	14 x 5	18 x 8	-	omyłka
6.	D. J. /m/ 68	14 dni	12 x 4	12 x 4	12,5 x 4,5	5,5 lat
7.	T. S. /k/ 65	3 dni	8 x 4	-	8 x 4	4 lata ⁺
8.	K. J. /m/ 69	90 dni	11 x 8	14 x 8	14,5 x 8,5	4 lata
9.	K. A. /k/ 62	7 dni	5 x 4	-	-	omyłka
10.	M. E. /m/ 38	7 dni	12 x 8	-	12,5 x 8	6 mies.
11.	K. J. /m/ 69	30 dni	14 x 8	15 x 8	15,5 x 7,5	4 lata
12.	C. B. /m/ 61	2 dni	10 x 6	-	9,5 x 6	5 lat
13.	K. W. /m/ 48	14 dni	11 x 7	11 x 7	11,5 x 6,5	3 lata
14.	G. J. /m/ 60	3 dni	14 x 5	-	14,5 x 5	1 dzień ⁺
15.	W. H. /m/ 56	120 dni	6 x 6	7 x 7	7,5 x 7	27 mies.
16.	P. W. /m/ 69	14 dni	14 x 8	-	14,5 x 8	30 mies. T
17.	S. E. /m/ 57	30 dni	14 x 6	16 x 7	16,5 x 7	24 mies. ⁺
18.	K. F. /m/ 62	16 dni	12 x 8	13 x 8,0	13,5 x 8,5	12 mies. ⁺
19.	M. M. /m/ 60	7 dni	17 x 10	-	17 x 9,5	22 mies.
20.	K. S. /m/ 58	5 dni	21 x 8	-	21 x 8	18 mies.
21.	N. B. /m/ 60	14 dni	9 x 4	-	9 x 4	18 mies.
22.	K. E. /m/ 54	12 mies.	10 x 7	12 x 12	12 x 12	12 mies.
23.	P. M. /k/ 45	60 dni	12 x 4	12 x 8	12,5 x 7,5	18 mies.
24.	N. K. /m/ 58	60 dni	8 x 5	9 x 7	9,5 x 7	14 mies.
25.	N. J. /m/ 59	3 dni	10 x 10	-	10 x 10,5	14 mies.
26.	D. J. /m/ 75	5 dni	8 x 6	-	8 x 6	19 mies.
27.	W. A. /k/ 65	7 dni	7 x 5	-	5 x 5,5	14 mies.
28.	M. B. /m/ 36	1 dzień	12 x 8	-	12,5 x 7,5	12 mies.
29.	K. K. /k/ 56	14 dni	5 x 6	5 x 6	5,5 x 6	2 mies.

rych zoperowano. Tabela XXXIX

Lp.	Wiek	Rozpoznanie	Rozmiary tętniaków	Rodzaj operacji
1.	K. Z. m. 85	przedziurawiony tętniak tętnicy podkolanowej	3 x 5 cm	podwiązanie tętnicy podkolanowej
2.	D. J. m. 75	tętniak tętnicy podkolanowej, niedokrwienie stopy	2 x 2.5 cm	podwiązanie
3.	N. S. m 67	tętniak bezobjawowy	4 x 3 cm	wstawka alloplastyczna
4.	P. S. m. 57	tętniak bezobjawowy	2 x 3.5 cm	częściowe wycięcie i rekonstrukcja tętn.
5.	D. J. m. 72	tętniak tętnicy podkolanowej, niedokrwienie stopy i podudzia	3 x 12 cm	wstawka żylna
6.	K. W. m 74	tętniak tętnicy podkolanowej bezobjawowy	3 x 4 cm	wstawka alloplastyczna

Pooperacyjne badania wykonano jeden raz przed opuszczeniem przez chorych Kliniki tj. pomiędzy 15 - 30 dniem po operacji. Na badanie kontrolne nikt z chorych się nie zgłosił.

Tętniaki rzekome

Tętniaki rzekome w zespoleniu z aortą crzuszną, rozpoznano jedynie na podstawie ultrasonografii. Czas od pierwszej operacji do stwierdzenia tętniaka wynosił od 2 miesięcy do 12 lat. Przyczyn rozpiętość była tak duża, że trudno mówić o średniej. Czas od powtórnej operacji do ostatniego badania kontrolnego wyniósł od 2 miesięcy do 3 lat. Rozmiary tętniaków, czas obserwacji i czas jaki upłynął od pierwszej operacji pokazuje tabela nr XL.

Tabela XL

Chorzy z tętniakami rzekomymi aorty brzusznej

Lp.	Wiek	Czas od pierwotnej operacji	Czas obserwacji od rozp. do operacji	Rozmiary tętniaków 1 badanie ostatnie badanie	Sródope- racyjnie	Czas obserwacji po operacji
1	T.A. /k/ 39	1 rok	1 tydzień	6 x 4 cm	6 x 4 cm	1 rok
2	S.Z. /k/ 69	12 lat	3 tygodnie	8 x 4 cm	8 x 6 cm	8 mies.
3	S.T. /m/ 43	2 mies.	2 mies.	5 x 4 cm	5 x 4 cm	9 mies.
4	K.K. /k/ 59	4 mies.	2 mies.	4 x 3 cm	7 x 5 cm	6 mies. zgon
5	G.J. /m/ 53	3 lata	2 lata	5 x 3 cm	6 x 5 cm	2 lata
6	P.W. /m/ 70	1 rok	3 lata	10 x 7 cm	12 x 8 cm	3 lata

Tętniaki w obrazie ultrasonograficznym mają dość charakterystyczny wygląd - powyżej lub poniżej wszczepionej protezy pojawia się poszerzenie światła aorty co niewątpliwie świadczy o powstawaniu tętniaka rzekomego zwłaszcza wtedy kiedy w czasie poprzednich badań takiego rozszerzenia nie stwierdzono.

We wszystkich operowanych tętniakach rzekomych, wielkość tętniaków została potwierdzona śródoperacyjnie.

Tętniaki rzekome tętnic otwodowych obserwowano u 17 chorych, u których było 19 tętniaków rzekomych w tym jeden prawdziwy protezy naczyniowej /proteza Dallonaowa polskiej produkcji/. Wytworzyły się one w miejscu zespolenia alloplastycznych protez z tętnicami udowy u 15 chorych i tętnicami biodrowymi u 2 chorych.

Chory K. K. lat 55 po przeszczepie skrzyżowanym "udo - udo" miał obustronne tętniaki /w pewnym odstępie czasu/ ryc. 63. Chory M. W. lat 56 miał dwukrotnie operowany tętniak w miejscu protezy z tętnicą udową w odstępie jednego roku, ryc. 64. Tętniaki pojawiały się w okresie od 4 miesięcy do 6 lat po pierwotnej operacji.

Pomimo stwierdzenia tętniaka w pachwinie wszyscy chorzy początkowo nie zgadzali się na proponowaną operację. Wobec tego przeprowadzano u nich kontrolne badania co 3-4 tygodnie, do czasu uzyskania zgody na operację.

Okres obserwacji od chwili stwierdzenia do operacji wynosił od 1 do 14 miesięcy. Rozmiary tętniaków i czas obserwacji podano w tabeli XLI. Wielkość tętniaków w chwili rozpoznania wynosiła od 1,5 - 8 cm x 1,5 - 4 cm. średnio 2,8 x 2,3. Przed operacjami wielkości te wynosiły od 2 - 8 cm x 4 - 5 cm, średnio 4 x 4 cm.

Systematyczne badania pozwoliły śledzić dynamikę powiększania się tętniaków i przyspieszenie operacji w razie nagłego powiększania. Chorych zoperowano w różnym okresie czasu od chwili rozpoznania w ciągu: 1 mies., ^{jednego} 2 mies. - dwóch, w ciągu 3 mies. dwóch, 4 mies. pięciu,

5 mies. - dwóch, 7 miesięcy - jednego, 12 miesięcy - trzech i jednego po 14 miesiącach od rozpoznania.

W każdym przypadku wielkość tętniaków została potwierdzona śródoperacyjnie, tabela nr XLI.

Dla uzmysłowienia znaczenia ultrasonografii w śledzeniu dynamiki choroby przedstawiam ultrasonogramy 3 chorych.

M. W. lat 56 /m/ w ciągu 7 miesięcy światło tętniaka powiększyło się nieznacznie. Syztkie powiększanie się tętniaka z 2,6 x 2,5 cm do 5 x 5 cm nastąpiło w ciągu ostatnich 5 miesięcy obserwacji i wówczas chory zgodził się na operację, ryc. 64.

K. K. lat 65 / /, w ciągu 7 miesięcy światło tętniaka poszerzyło się w przekroju podłużnym o 3 cm a poprzecznym o 2 cm. Chorego zoperowano. Wymieniono częściowo protezę i ponownie zespolono z tętnicą udową. Badanie kontrolne wykazało prawidłowe wszczępienie protezy naczyniowej, ryc. 63.

K. H. lat 49, systematyczne badania kontrolne pozwoliły u tego chorego na wykrycie przedziurawienia tętniaka. Natychmiastowa operacja z częściową wymianą protezy zapobiegła krwotokowi. Badanie pooperacyjne wykazuje prawidłowe zespolenie protezy z tętnicą udową, ryc. 65_g-46

Tabela XLJ

Chorzy operowani z powodu tętniaków rzekomych tętnic obwodowych

Lp.	Wiek	Czas od pierwotnej operacji	Czas obserwacji od rozp. do operacji	Rozmiary tętniaków I badanie ostatnie badanie przed operacją	Sródopracycznie	Czas obserwacji po operacji
1.	S. Z. /m/ 48	1 rok	1 rok	2.5x2.5 cm	5 x 5 cm	5 lat
2.	M. W. /m/ 56	5 lat	12 mies.	2.5x2.5	5 x 5.5 cm	3 lata
3.	M. W. /m/ 57	6 lat	1 rok	3x2	5 x 4	2 lata
4.	K. K. /m/ 65	1.5 roku	7 mies.	3x3	6.6 x 5 cm	5 lat
5.	K. K. /m/ 66	3 lata	5 mies.	4x4	5 x 5	2.5 roku
6.	R. Z. /m/ 52	6.5 roku	4 mies.	2.5x2	4.5 x 4.5	1.5 roku
7.	D. B. /k/ 61	0.5 roku	4 mies.	2x2	3 x 3	1 rok
8.	K. H. /m/ 49	14 mies.	4 mies.	1.5x1.5	5.5 x 4.5	4 mies.
9.	B. M. /m/ 74	1.5 roku	14 n.ies.	2x2	3.5 x 3.5	1.5 roku
10.	L. J. /m/ 29	4.5 roku	2 mies.	2x2.5	2.5 x 4	2 lata
11.	S. J. /m/ 43	2 lata	3 mies.	2.5x2	4 x 4	1 rok
12.	I. H. /m/ 49	5 lat	4 mies.	2x2.5	3 x 3.5	4 mies.
13.	M. H. /m/ 34	2.5 roku	1 mies.	1.5x3	2 x 3	2 lata
14.	B. K. /m/ 52	5.5 roku	3 mies.	3x2	3 x 3	0.5 roku
15.	M. A. /k/ 46	0.5 roku	2 mies.	3.5x2	4 x 3	4 lata
16.	S. K. /m/ 42	2 lata	1 mies.	2x1.5	3.5 x 2	1.5 roku
17.	J. E. /m/ 49	4 lata	6 mies.	2.5x2	3 x 2	8 mies.
18.	M. H. /m/ 64	2.5 roku	3 mies.	3x2.5	3 x 3	3 mies.
19.	Ż. S. /m/ 64	1.5 roku	4 mies.	8x3	8 x 3	3 mies.

x - tętniak prawdziwy dallonowej protezy aortalno udowej

9. OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

BADANIA DOPPLEROWSKIE

9.1. Pomiary doświadczalne

Dotychczasowe nieszkodliwe sposoby badania tętnic nie pozwalały na obliczenia istotnego przepływu krwi w kończynach lub jej segmencie /16/. Względnie dokładne wnioski dotyczące zwężenia lub niedrożności można było wyciągnąć jedynie z pomiarów tensometrycznych /257/ i impedancyjnych /132/.

Zastosowanie ultradźwiękowych przepływomierzy w celu zapisywania chwilowej maksymalnej i średniej prędkości przepływu krwi w tętnicy przez skórę i bezpośrednio po jej odsłonięciu stanowi znaczny postęp dla parametrów przepływu krwi. Przezskórne pomiary były początkowo możliwe tylko dzięki przepływomierzom na falę ciągłą /226/, a następnie na falę impulsową /170, 180/. Późniejsze prace dowiodły, że pomiary chwilowego przepływu krwi uzyskiwane za pomocą przepływomierzy dopplerowskich i elektromagnetycznych są podobne /22/. Również badania Laogun i wsp. propagacji fali tętna określane metodą dopplerowską i elektromagnetyczną wykazały całkowitą zgodność obu sposobów badania /obliczenia były przeprowadzone aż do 15 harmonicznej /133/. Jednak przepływomierz elektromagnetyczny nie nadaje się do przezskórnego zmierzenia ilości przepływającej krwi ponieważ założenie czujników elektromagnetycznych wymaga wyosobnienia tętnicy. Dlatego były one częściej używane w eksperymentach na zwierzętach niż u ludzi /190/.

Aparaty dopplerowskie skonstruowane w IPPT PAN pozwalają na zmierzenie chwilowej i średniej prędkości oraz profilu prędkości przepływu krwi oraz średnicy naczynia, przezskórnie i po odsłonięciu tętnicy. Umożliwia to obliczenie ilości przepływającej krwi w jednostce czasu w badanej tętnicy.

Filipczyński, Nowicki i wsp. konstruktorzy tych aparatów wypróbowali je najpierw na psach, porównując dane z przepływomierzem elektromag-

netycznym. Stwierdzono prawie całkowitą zgodność wyników /170/.

Otrzymane dzięki polskiej aparaturze wielkości chwilowej i średniej prędkości przepływu krwi nie odbiegają od podanych w bibliografii światowej /189/.

Z doświadczeń na psach wynikało, że prawidłowa krzywa prędkości przepływu krwi w tętnicy składa się z kilku załamek i zaczyna się nieco powyżej linii zerowej, szybko narasta /odpowiada to przepływowi w kierunku obwodu/ szybko opada, poniżej linii zerowej /przepływ w kierunku dosercowym/, po czym znów powraca dwoma załamekami dykrotycznymi do linii zerowej. Zwraca uwagę dość duży przepływ wsteczny, którego nie obserwowano w takim stopniu u ludzi.

Znajomość wielkości parametrów poszczególnych krzywych umożliwiła obliczenie maksymalnej i średniej prędkości przepływu oraz ilości przepływającej krwi. Otrzymane przeze mnie wielkości przepływu w aortie i tętnicach udowych są podobne do tych, jakie otrzymali inni autorzy ale za pomocą przepływomierzy elektromagnetycznych /22, 143/.

Dla oceny zależności między stopniowym zmniejszaniem średnicy aorty a prędkością przepływu w tętnicach udowych wykonałem stopniowe zwężanie aorty. Okazało się, że po zwężeniu aorty o 50% spadek chwilowego i średniego przepływu był niewielki. Dopiero przy dalszym zwężaniu następuje znaczne zmniejszenie chwilowej prędkości przy mniej wyraźnym spadku prędkości średniej przepływu. Podobne wyniki otrzymał Mann /153/, według którego średni przepływ nie zmniejszył się poważnie przy zwężeniu aż do 94.8% światła aorty, podczas gdy bardzo zmniejszył się przepływ chwilowy /tętniący/. Podobnie jak przepływ średni zachowuje się przepływ całkowity. Rejestracja krzywej prędkości przepływu krwi w tętnicach udowych jest możliwa tylko w zwężeniu średnicy aorty do około 75-80 %, ze względu na skończoną czułość aparatury. Ciśnienie skurczowe krwi w miarę zwężenia aorty do około 80 % średnicy obniża się również ale znacznie wolniej, np. po zwężeniu światła aorty o 80% obniża się z 110 mm Hg do

70 mm Hg. Natomiast po przekroczeniu zwężenia o 80% średnicy rozpoczyna się nagły spadek ciśnienia, który osiąga wartość bliską zeru po zwężeniu do 95 %. Nawet przy ciśnieniu poniżej 70 mmHg, można nadal stwierdzić przepływ krwi za pomocą osłuchiwania. Z tego wynika, że możliwość zmierzenia ciśnienia skurczowego krwi istnieje nawet wtedy kiedy nie można graficznie określić prędkości ani ilości przepływającej krwi. Wydaje mi się, że pomiary wielkości ciśnienia skurczowego są najczulszą, aczkolwiek nie pozabawioną błędów, metodą badania przepływu krwi w zwężonych tętnicach.

Otrzymane przeze mnie wyniki są podobne do wyników innych autorów /64, 153/. Posługiwali się oni przeważnie określeniem tak zw. wielkości pola światła tętnicy. Z badań tych wynikało, że zmniejszenie pola światła tętnicy do 90 % zmniejszyło przepływ w badanej tętnicy zaledwie o 50%. Fiddian, Byar i Edwards /35, 64/ ustalili, że jakiegokolwiek zmiany w przepływie są widoczne dopiero po przekroczeniu wzmiankowanego wyżej krytycznego zwężenia. Okazało się także, że krytyczne pole było mniejsze w miarę zwiększania oporu obwodowego. Mann /153/ na podstawie badań współzależności pomiędzy ciśnieniem, przepływem i zwężaniem stwierdził, że może nie być zmian w przepływie obwodowym nawet jeżeli zwężenia aorty wynosi 99.1% /pole krytyczne/ /153/. W moich doświadczeniach wielkość pola krytycznego mogła wynosić około 75 - 80% zwężenia światła aorty. Obserwowałem znacznie szybsze zmniejszenie chwilowego przepływu w stosunku do przepływu średniego prawdopodobnie dlatego, że określone przeze mnie pole krytyczne było znacznie większe niż pole podane przez Manna /153/. Przypuszczam, że decydowały o tym pomiary, które wykonywałem w tętnicach udowych, a nie tak jak inni w aorcie poniżej zwężenia. Zwiększenie oporu obwodowego ze strony tętnic udowych w stosunku do przepływającego strumienia krwi, mogło zwiększać wielkość pola krytycznego. Oprócz tego Mann /153/ nie uwzględnił grubości ściany tętnicy co mogło wpływać na zmniejszenie pola krytycznego. Zwrócili na to uwagę Schippley i Gregg /213/.

Kształt fali chwilowej prędkości przepływu krwi był podobny w aorcie i w tętnicach udowych. Przy zwężeniu aorty /ryc. 20/ zmniejszyła się ampli-

tuda, natomiast kształt i czas trwania fali nie zmienił się aż do jej zniknięcia. Nieco odmienne spostrzeżenia poczynił Finley, który doszedł do wniosku, że zmienia się nie tylko wysokość fali ale skraca się również czas jej trwania /71/.

Najbardziej istotnym wynikiem badań doświadczalnych było stwierdzenie, że pomiary ciśnienia skurczowego za pomocą dopplera są najczulszą metodą określania drożności tętnic. W oparciu o to, uważałem, że porównanie wielkości ciśnienia obwodowego do centralnego jest miernikiem wydolności tętnic obwodowych. Gwoli ścisłości muszę stwierdzić, że zdaniem Manna /153/ nie ma wyraźniejszej korelacji między wielkością ciśnienia i wielkością przepływu powyżej i poniżej zwężenia.

9.2. Pomiary kliniczne

Wieloletnie badania z użyciem coraz to nowszych aparatów, skonstruowanych w IPPT PAN umożliwiły próbę oceny przydatności ultradźwięków nie tylko w diagnostyce niedrożności tętnic, tętniaków aorty i jej gałęzi, ale także dla wczesnego wykrywania powikłań, a nawet rokowania. Badania miały wielostronny charakter, dlatego analizę wyników przedstawię w kolejnych fragmentach. W analizie tej postaram się uwypuklić tylko te obserwacje, które może przedstawiłem nie dość wyraźnie w poprzedniej części.

Istnieją 3 sytuacje, w których chirurg chciałby znać wielkość przepływu krwi w tętnicach u chorych z przewlekłym niedokrwieniem kończyn:

1. przed operacją, 2. w czasie operacji - przed i po wykonywanej rekonstrukcji, 3. we wczesnym okresie pooperacyjnym kiedy przepływ decyduje o wyniku operacji.

Z doświadczeń Kliniki wynika, że brak tętna na obwodzie po rekonstrukcji nie jest podstawowym miernikiem świadczącym np. o niedostatecznym ukrwieniu kończyny. Wielu autorów dla oceny ukrwienia kończyny zaleca przede wszystkim arteriografię. Obok niewątpliwych zalet posiada ona jednak wiele cech ujemnych, a nawet niebezpiecznych /72, 158, 162, 250/.

Mimo to jest zasadniczym badaniem w ocenie krążenia obwodowego, a uzupełniona ultradźwiękami, stanowi niezawodny sposób rozpoznawania niedrożności udowej /217/. Badania przepływu krwi były próbą diagnostycznej i prognostycznej oceny wartości ultradźwięków w chirurgii rekonstrukcyjnej tętnic. W tym celu wykonano: 1/ pomiary wskaźników ciśnienia skurczowego wzdłuż całej kończyny, a przede wszystkim zwrócono uwagę na wartości wskaźnika ciśnienia /KR/ /kostka/ramię/, 2/ przepływy krwi w tętnicy udowej przed operacją i po operacji w tętnicy udowej bądź w przeszczepach, oraz 3/ przepływy krwi powyżej, poniżej i w przeszczepie w czasie operacji. Wydaje mi się, że porównanie wartości liczbowych wskaźnika ciśnienia K/R, jak i ilości przepływu krwi oraz stanu klinicznego, jest na obecnym etapie wiedzy optymalnym wskaźnikiem ukrwienia /98, 106, 136, 155, 237/. Segmentalne pomiary ciśnienia skurczowego wzdłuż całej kończyny i porównanie ich z ciśnieniem na ramieniu w celu otrzymania wskaźników ciśnienia wykonano dla przekonania się o słuszności ogólnie panującego przekonania, że na podstawie porównania wskaźników ciśnienia wzdłuż całej kończyny można ustalić miejsce zwężenia lub niedrożności /224, 225/.

Oceniałem jedynie wczesne powikłania pooperacyjne, ponieważ uważa się powszechnie, że zależą one w głównej mierze od tak zwanych błędów operacyjnych. Można je poprawić, jeżeli się je szybko rozpozna. Długoterminowa drożność zależy nie tyle od techniki operacyjnej ile od postępu miażdżycy, a w pewnym stopniu od sposobu życia, palenia tytoniu itd.

Ciśnienie skurczowe uznane przez innych autorów /266/ jako dość czuły miernik przepływu krwi, /co potwierdziłem w doświadczeniu na psach/, określałem wg wcześniej podanych sposobów /264/, w spokoju, po 15 - 20 minutowym odpoczynku /94/. Niektórzy uważają, że lepszym sposobem określania są pomiary podczas reaktywnego przekrwienia wywołanego uciskiem , lekami bądź chodzeniem /26, 76, 218/. Sądząc z badań własnych, mogłem bez trudu określić obecność zwężenia lub niedrożności tylko na podstawie porównania wartości spoczynkowego ciśnienia w tętnicach stopy z ciśnieniem na ramieniu. Nie mogłem natomiast ustalić dokład

nego miejsca niedrożności. Podobne obserwacje poczynił Yao /267/. Pomiaru ciśnień wzdłuż całej kończyny pozwalają na dokładniejsze sprecyzowanie poziomu niedrożności, co zostało potwierdzone przez porównanie badań segmentalnych ciśnień kończyny dolnej z arteriografią /42/.

Przypominam, że w zdrowych tętnicach kończyny dolnych nie ma różnicy ciśnień wzdłuż całej kończyny /265/. Natomiast gradient ciśnienia pomiędzy pomiarem uzyskanym poniżej mankietu umieszczonego w części proksymalnej uda a pomiarami uzyskanymi poniżej mankiętów, nałożonych poniżej lub powyżej kolana, wskazuje na niedrożność tętnicy udowej lub podkolanowej. Gradient ciśnienia pomiędzy mankietem umieszczonym pod kolaniem i nad kostką odzwierciedla zmiany w obrębie tętnic podudzia. Fitzgerald na 237 badań segmentalnych ciśnień tylko w 2 przypadkach nie znalazł korelacji z arteriografiami /72/.

Wg mojej oceny stosunek ciśnień U/R jest odbiciem niedrożności w obrębie miednicy zaś U/K przedstawia zmiany tętnic obwodowych. Wskaźnik K/R ilustruje zmiany na obu poziomach niedrożności. Zostało to potwierdzone za pomocą aorto-arteriografii u wszystkich przebadanych chorych. Najniższe średnie wartości wskaźnika K/R wynoszące 0.25 dotyczyły niedrożności udowo-podkolanowej i tętnic podudzia z drożną jedną tętnicą podudzia. Najwyższe średnie wartości wskaźnika K/R wynoszące 0.45 dotyczyły niedrożności aortalno-biodrowej.

Po udanych rekonstrukcjach ciśnienie krwi wzrasta poniżej przeszczepu i segmentalne jego pomiary zmieniają się dążąc do wyrównania na całej długości kończyny jak pokazano na rycinach od 24 do 42 . W razie wystąpienia niedrożności wskaźniki te zachowują się jak przed operacją, ryc. od 24 do 42.

Obserwacje Corsona /45/, Bone /27/ i Dean'a /55/ wskazują na to, że badanie wskaźnika ciśnienia K/R /ASPI - ankle systolic pressure index/ jest wystarczającym dla oceny drożności zrekonstruowanego łożyska. Z własnych obserwacji wynika, że po operacji wskaźnik ciśnienia K/R uległ

poprawie u chorych, u których nastąpiła poprawa ukrwienia i wynosił średnio 0.7 - 0.85. Podobne wyniki podał Mill /102/. U chorych bez poprawy we wszystkich grupach wynosił 0.3 - 0.35.

Ponadto Dean /55/ zasugerował, że nie należy kwalifikować do operacji kończyn chorych ze wskaźnikami K/R mniejszymi od 0.2. Uważa on, że wielkość tego wskaźnika określa przyczynę niedrożności przeszczepów żylnych udowo-podkolanowych/ 55 /. Badania własne potwierdzają te spostrzeżenia, np. u 36.3% chorych z niedrożnością aortalno-biodrową, oraz z 33% chorych z zespołem Leriche'a, którzy mieli przed operacjami wskaźnik ciśnienia K/R 0 - 0.4 nie było poprawy po operacjach. Z kolei nie było także poprawy aż u 38.8% chorych z niedrożnością udowo-podkolanową, u których wskaźnik ciśnienia był niższy od 0.4.

Zauważyłem prawidłowość: tym wyższy procent pooperacyjnej niedrożności im niższy był wskaźnik przedoperacyjny K/R, np. w przeszczepach udowo-podkolanowych przy wskaźniku K/R poniżej 0.2 niedrożność przeszczepów wynosiła aż 80%. Dean i Yao /54, 55/ obserwowali 91% niedrożności pooperacyjnej w razie wskaźnika poniżej 0.2. Pomimo tego, zdaniem tychże autorów, nie można stwierdzić każdorazowo istnienie ścisłego związku między wielkościami wskaźników K/R a częstością pooperacyjnej niedrożności. Zwracam uwagę na to, że np. niedrożność pooperacyjna po odtworzeniu krążenia w tętnicy udowej głębokiej wynosiła tylko 18% u chorych ze wskaźnikiem 0.2 - 0.3. Opracowana przez nas metoda pomiarów przepływu krwi, oparta na zasadzie echa i impulsowego dopplera umożliwia pomiary przezskórnie i bezpośrednie z tętnic w czasie operacji. Jest nieszkodliwa, powtarzalna i daje pomiary zgodne z przepływomierzem elektromagnetycznym /170/.

Zastosowanie ultradźwiękowych przepływomierzy pozwoliło na obliczenie przepływu krwi przez tętnice bez ich wyosabniania. Początkowo obliczano przepływ krwi mnożąc prędkość przepływającej krwi przez średnicę tętnicy mierzoną w oparciu o arteriografię /122/. Hartley porównywał przepływy uzyskiwane za pomocą przepływomierza dopplerowskiego na falę ciągłą

z wynikami uzyskanymi za pomocą przepływomierza elektromagnetycznego pod warunkiem, że przepływ nie przewyższał 100 ml/min. /95/. Z kolei Lo Gerfo w doświadczeniach na psach uzyskał zgodność wyników obu metod do przepływu około 900 ml/min /147/. Przepływ obliczał z prędkości przepływu i znanej średnicy protezy. Osobiście w przeciwieństwie do tych spostrzeżeń, nie udało mi się uzyskać zapisów prędkości przepływu krwi w świeżych protezach alloplastycznych ze względu na duże tłumienie ultradźwięków.

Stwierdziłem, że przepływ przez zdrowe tętnice udowe wynosi od 80 do 200 ml/min., a niekiedy więcej. Średnio przepływa przez tętnicę udową około 150 ml/min. W odróżnieniu wg Lee prawidłowy przepływ przez tętnice udowe wynosi od 300 do 400 ml/min. /138/.

W razie niedrożności przepływ przez tętnice udowe u wszystkich chorych wynosił od 0 do 80 ml/min. Zdarzyło się u jednego chorego, że w zwężonym przeszczepie płynęło 17 ml/min. a przeszczep mimo to nie zamknął się całkowicie, ryc. 41/. Po operacjach rekonstrukcyjnych przez tętnice udowe lub przeszczepy zwiększał się i wynosił od 80 do 200 ml/min. i więcej w pojedynczych przypadkach. Wg Carstensa /37/ przepływ przez przeszczep powierzchowno-udowy wynosi 273 ml/min. W 11 kończynach po rozwidlonym przeszczepie aortalno-udowym na 30 zbadanych kończyn przepływ krwi przez tętnice udowe utrzymywał się w granicach do 80 ml/min., chociaż wynik kliniczny był dobry. Nie potrafię się wypowiedzieć jakie znaczenie rokownicze ma tak niski przepływ po pozornie udanej rekonstrukcji. Natomiast jako правило u chorych bez klinicznej poprawy wielkości przepływu przez tętnice udowe nie ulegają zmianie i wynoszą tak jak przed operacjami od 0 do 80 ml/min.

Śródoperacyjne pomiary przepływu krwi wykazały, że na 150 rekonstrukcji w 34 kończynach /22,7 %/ przepływ krwi był niedostateczny. Po korekcie przeszczepów liczba kończyn z przepływem poniżej 70 - 80 ml/min. zmalała do 10 /6,7%/. Corson /45/, Dean /55/, Piskorz /182/, badali śródoperacyjnie przeszczepy przy użyciu przepływomierzy elektromagnetycznych. Uznali oni przepływ 70 ml/min. za najniższą wartość gra-

niczną, poniżej której nie następuje poprawa ukrwienia /154/. Little i wsp. uważają, że 80 % przeszczepów udowo-podkolanowych z przepływami poniżej 60 ml/min. zawiodło w ciągu 3 miesięcy /145/. Terry i wsp. podają 54 % niedrożności w przypadkach przepływu mniejszego od 100 ml/min. /240/. Jednak 2 z 4 przeszczepów z przepływem mniejszym nawet od 50 ml/min. pozostało drożnymi. Mannick i wsp. opisali utrzymywanie się drożności przeszczepu pomimo przepływu śródoperacyjnego 15 ml/min. /154/. Obserwacje poczynione przez nich i przez Barnera /13/ wskazują na brak korelacji pomiędzy wielkością przepływu krwi w czasie operacji i dalszym losem przeszczepów.

Każdorazowe śródoperacyjne mierzenie przepływu wydaje mi się niezbędne, ponieważ tętnienie przeszczepu może być zawodne, na co zwróciliśmy uwagę już dawniej /241/ podobnie jak Corson /451/. Wykonywanie arteriografii dla sprawdzenia drożności po rekonstrukcji tętnic wykazało zmiany w 6 do 21 % przeszczepów /191/. Metoda ta nie zawsze jednak jest możliwa do wykonania i może spowodować ogólnie znane powikłania /72/ lub prowadzić do uzyskanych wniosków /123/. Śródoperacyjne pomiary ultradźwiękowe, nawet jeżeli nie mogą służyć jako wskaźnik na przyszłość zachowania drożności przeszczepów, są przydatne do wykrycia obecności wczesnej niedrożności i do wskazania zawczasu na konieczność korekcji dopiero co wykonanej operacji.

9.3. Ultrasonografia

Zastosowanie Ultrasonografu /USG - 10/ polskiej konstrukcji do badania aorty brzusznej bez uciekania się w wątpliwych przypadkach do aortografii okazało się nader przydatne w pracy klinicznej szczególnie do wykrywania tętniaków aorty brzusznej i tętnic oowodowych. Wczesne ich wykrycie może zapobiec przedziurawieniu /176, 52, 53, 236/. Metoda ta, jak dotąd, nie jest dostatecznie precyzyjna do diagnostyki tętniaków piersiowego odcinka aorty.

Zastosowanie znaczników głębokości umożliwiło dokonanie pomiarów wielkości tętniaków /38/. Badania wykonywano w 2 płaszczyznach i kilku

przekrojach, tak jak to robili inni autorzy /141, 211, 222/. Przekrój podłużny w większości przypadków wystarczał do rozpoznania tętniaka. Sądzę jednak, że w każdym przypadku należy przeprowadzać również badania poprzeczne, a to z następujących przyczyn: 1. jedynie poprzeczny przekrój umożliwia zlokalizowanie krętego przebiegu aorty, 2. umożliwia on prawidłową ocenę rozmiarów tętniaka, 3. ograniczanie się do przekroju podłużnego może nieuwiarycznić rozwarstwienia, rozmieszczenia skrzeplin czy przedziurawienia /129/.

Od czasu pierwszych publikacji Donalda i Browna w 1966 r. /58/, Segala i wsp. w 1966 r. /210/, Goldberga i wsp. w 1966 r. /81/ oraz innych autorów /172/ uważa się powszechnie, że ultrasonografia jest obecnie poza tomografią komputerową /84/ najlepszą metodą dla rozstrzygnięcia charakteru tętniaka guza w jamie brzusznej /85, 83, 96/.

Badanie ultradźwiękowe w doświadczonych rękach jest prostą, nieszkodliwą, powtarzalną i dokładną metodą diagnostyczną w wykrywaniu nieprawidłowości aorty i dużych tętnic /ryc. 64 /139, 149, 155, 186/. U starych ludzi jest to przeważnie jedyna obecnie stosowana metoda, ponieważ stosowana do niedawna /51, 220, 221/ aortografia może stanowić zbyt duże ryzyko, z uwagi na możliwość przecięcia ściany i krwotoków oraz inne powikłania /250/. Scyntygrafia aorty jest odpowiednim badaniem dla oceny tętniaka aorty /61/ ale aortografia może być cenna przede wszystkim dla przekonania się o drożności tętnic nerkowych, ich lokalizacji w odniesieniu do tętniaka, chociaż 90-95% tętniaków aorty brzusznej wytwarza się poniżej tętnic nerkowych /142, 202/. Za pomocą USG - 10 nie udało mi się jak dotąd, uwiarycznić położenia tętniaka w stosunku do tętnic nerkowych. Podobnie jak Leopoldowi /140/ i Asherowi /141/. Orientowałem się jedynie o ich położeniu na podstawie rozmiarów i ogólnie przyjętych zasad prawdopodobieństwa /20, 230/. Odróżnienie tętniaka aorty brzusznej od innych zmian w jej konfiguracji było niekiedy bardzo trudne /216/. Np. porównanie aortografii krętej aorty z ultrasonografią wykonane w 2 płaszczyznach /ryc. 70/ a i d, pokazuje jak można omyłkowo rozpoznać tętniak aorty brzusznej, opierając się tylko na 2 przekrojach.

Dopiero wykonanie kilku przekrojów poprzecznych a_{bc}, określenie ich wzajemnego stosunku do siebie i do powierzchni brzucha, oraz porównanie z przekrojem podłużnym zmniejsza możliwość pomyłki. Możliwość wykonania wielokrotnych przekrojów i określenie wielkości tętniaka daje przewagę echografii nad aortografią /255/, która, jak wiadomo, może nie uwidoczniać właściwych rozmiarów tętniaka z powodu brzeźnie umiejscowionych skrzepelin /18, 172, 231, 239, 255/. 5 chorych, którzy przybyli do Kliniki, miało wykonaną aortografię w innych oddziałach. Porównałem ją z badaniem ultrasonograficznym i skonfrontowałem śródoperacyjnie. Porównania aortografii z ultrasonogramami potwierdziły wspomniany wyżej fakt, że aortografia może być źródłem omyłek przy interpretacji rozmiarów tętniaka. W czasie badania kontrastowego zostaje zaciemiony przeważnie tylko kanał środkowy w aorcie wewnątrz skrzepelin i zmian miażdżycowych, przez który przepływa krew. Natomiast skrzepeliny mogą pozostać nie skontrastowane /ryc. 56/. Dopiero poprzeczne przekroje ultrasonograficzne mogą uwidoczniać istotną szerokość aorty oraz obecność skrzepelin wewnątrz tętniaka /161/. Jako przykład może służyć podłużny przedoperacyjny ultrasonogram chorego K. W. lat 48, pokazany na ryc. 65, 66. U wszystkich chorych w czasie operacji stwierdzono, że wielkość tętniaków odpowiadała w przybliżeniu wielkościom określanym ultrasonograficznie. Różnice u większości pacjentów wynosiły około 0.5 cm. Poprzeczne wymiary tętniaków wyniosły od 4 do 10 cm, podłużne - od 8 do 21 cm.

Na marginesie porównywania dokładności ultradźwięków z innymi badaniami zwracam uwagę na to, że w przeciwieństwie do spostrzeżeń innych autor /187/ przeglądowe zdjęcie jamy brzusznej zaledwie w 22.8% przypadków uwidoczniało niezbyt wyraźne zarysy tętniaków ze zwapnieniami w obrębie worka.

Powtarzalność metody pozwala na śledzenie ewentualnego powiększania się tętniaków u chorych, którzy nie wyrazili zgody na operację /23, 259/, zwłaszcza, że mogą być mnogie /44, 46, 47, 49/. Dzięki częstym badaniom kontrolnym i wykrytym zmianom można wykonać operację, zanim

dojdzie do przedziurawienia /40/. Wg Wheelera i wsp. tętniak o średnicy 5 cm ma prawdopodobieństwo pęknięcia w ciągu 1 roku w 4%, 6 cm - w 43%, 8 cm od 60 do 82 % /78, 255/. Według Rykowskiego około 50 % tętniaków ulega przedziurawieniu w ciągu 1 roku od chwili rozpoznania /200/. Wg Szilagyi 50 % chorych z tętniakami aorty powyżej 6 cm przeżywa 1 rok, 25% - dwa lata i zaledwie 6% - pięć lat /233/.

Obserwowano 4 przedziurawienia /12.5 %/ wśród 32 tętniaków operowanych w Klinice od marca 1976 do października 1981 roku. Jednego chorego przywieziono do Kliniki z pękniętym tętniakiem aorty i zmarł zanim przystąpiono do operacji. Pozostali trzej należeli do tych, którzy nie wyrazili zgody na operację. Powiększanie się tętniaków aż do przedziurawienia następowało u nich w różnym czasie: od 1 cm w ciągu 3 miesięcy, 4 cm w ciągu jednego miesiąca, aż do 7 cm w ciągu jednego roku /podano wymiary przednio-tylne/. Spośród 6 nie operowanych chorych, 3 /50%/, u których wielkości tętniaków wynosiły 9 - 10 cm x 3-7 cm zmarło nagle poza Kliniką w ciągu jednego roku. Dwaj chorzy przeżyli ponad 4 lata, pomimo tego, że rozmiary tętniaków powiększyły się: u jednego chorego z 4 cm x 4 cm do 10 cm x 7 cm, u drugiego z 4 cm x 3 cm do 5 cm x 4 cm. Obserwacje te częściowo zgadzają się z danymi Szilagyi i wsp. /233/, którzy podają, że 47 % chorych z tętniakami o średnicy poniżej 6 cm przeżywa 5 lat.

W 3 przypadkach rozpoznanie tętniaka ustalone na podstawie ultradźwięków było nieprawidłowe. Stwierdzono to podczas operacji. W jednym przypadku tętniak był imitowany przez powiększony lewy płąt wątroby sięgający do pępka, ryc. 55, w drugim przez esowatą aortę, a w trzecim przez powiększone węzły chłonne /Asher /7/ i Cimmino /41/ rozpoznawali je za pomocą ultrasonografii. Błędy diagnostyczne miały miejsce w początkowym okresie stosowania aparatury ultradźwiękowej i wynikały z braku doświadczenia.

Zgodność pomiarów wielkości światła tętniaków określana ultradźwiękami przed operacją u 25 chorych z wynikami uzyskanymi w czasie operacji świadczy o dużej dokładności metody. Różnice wynosiły do 0.5 cm. Wg in-

nych autorów niedokładność badań ocenia się na około 1 cm /210/. Różnice pomiarów mogły wynikać z nierówności ściany tętniaka, skrzeplin, obkurczania się worka tętniaka po jego otwarciu i niedoskonałości aparatury.

Ultrasonografia pozwala także na kontrolę zachowania się wszczepionych protez aorty /83, 88, 199/. Obraz ultrasonograficzny protez aorty był jednolity, ściany ich rysowały się ostro, niekiedy wewnątrz protez widoczne były małe zaciemnienia, co mogło odpowiadać przyściennym skrzeplinom. Dookoła protez obserwowano otoczki, które prawdopodobnie odpowiadają workom tętniaków, którymi otacza się protezę w czasie operacji. Chciałbym zwrócić uwagę na lekkie przejaśnienia dookoła protez ryc. 59 - 10, 68 /AB₆/. Widywałem je u części operowanych, zwłaszcza wkrótce po operacji. Interpretacja tego zjawiska nie jest zupełnie jasna. Wydaje się, że przejaśnienia te można uważać za nagromadzenie wysięku /krwiak/ dookoła protezy. Obserwacje podobne poczynili w ostatnim okresie inni autorzy /239/, określając miejscowe przejaśnienia jako "zbiorniki płynowe".

Kontrolne ultrasonografie wskazywały na to, że protezy naczyniowe nie ulegały zmianie, natomiast były wyraźne objawy "starzenia" się aorty. Następowoło rozszerzenie aorty powyżej lub poniżej zespolenia. Nie obserwowalem zwłóknienia pozaotrzewnego z objawami niewydolności nerek /30, 99, 168/, a wykrytego za pomocą ultrasonografii przez Lyle i wsp. /152/.

Szczególą wartość wg moich obserwacji przedstawia ultrasonografia dla wykrywania obecności tętniaków rzekomych w zespoleniu protezy z aortą. Jak dotąd inne badania dodatkowe, w tym także i aortografia była mało przydatne dla rozpoznania powikłania uważanego za najcięższe w chirurgii tętnic. Przyczyny powstawania tętniaków zakażonych są oczywiste /77, 124, 163, 234, 235, 242, 243/. W przeciwieństwie do tego nie ma dotąd jednolitej opinii o przyczynach powstawania tętniaków nie zakażonych /34, 39, 99, 205, 232/. Rozpoznanie tętniaka rzekomego w jamie brzusznej należy do bardzo trudnych /198/ przypadków. Sądząc "ex post", jedynym objawem u 3 chorych z tętniakami rzekomymi w zespoleniu protezy z aortą były niewielkie bóle okolicy krzyżowej i lędźwiowej. Bdanym przedmiotowym u tych cho-

rych nie można było wymacać tętniaka chociaż wszyscy byli szczupli. Podstawowym badaniem, które umożliwiło prawidłowe rozpoznanie, była ultrasonografia. Przytaczam przykłady: 1. u chorego G. J. lat 53 wszczepiono prostą protezę naczyniową w miejsce tętniaka w 1976 roku / ryc. 58/. Chory nie miał żadnych dolegliwości mimo, że badanie ultrasonograficzne w około 3 lata po operacji wykazało poszerzenie się światła aorty poniżej protezy do 3 cm, a w rok później do 4 cm / ryc. 58/ /5,10/. Jest to szczególnie widoczne na przekrojach poprzecznych. 2. U chorej T. A. lat 39 wytworzył się tętniak rzekomy aorty brzusznej w jeden rok po wycięciu tętniaka prawdziwego z wszyciem rozwidłonej protezy aortalno-biodrowej. Został on rozpoznany przed operacją przede wszystkim na podstawie ultrasonografii / ryc. 59/. 3. Trzeci tętniak rzekomy rozpoznano u chorej S. Z. lat 63 w 10 lat po udrożnieniu rozwidlenia aorty z wszyciem łaty z Dakronu / ryc. 70/

Rozpoznanie tętniaka rzekomego w pachwinie nie łatwe tylko w oparciu o badanie kliniczne /79, 37, 29, 201, 217/. Ultrasonografia jest przydatna i w takich przypadkach do kontroli ewentualnego powiększania się tętniaka /79/. Prowadzi to na przekonanie chorych o konieczności powtórnej operacji. Decydują się na nią na ogół niechętnie, ponieważ tętniakom rzekomym przeważnie nie towarzyszyło nasilenie niedokrwienia kończyn ani inne dolegliwości. U jednego chorego, który przez około jeden rok nie zgadzał się na operację, dzięki systematycznym badaniom udało się uchwycić moment przedziurawiania tętniaka / ryc. 65/.

Podczas operacji stwierdzano na ogół albo oddzielenie protezy od miejsca dawnego przyszycia z częściowo zachowaną linią szwów, albo zupełne oddzielenie protezy / ryc. 63 B3 /

U jednego chorego obserwowano należący do wielkich rzadkości tętniak prawdziwy protezy naczyniowej z Dallonu, w 1.5 roku po jej wszyciu / ryc. 74/. W dotychczasowej naszej praktyce był to pierwszy i jedyny przypadek zmian struktury samej protezy. Obserwowany również przez Yashar i wsp. /268/.

Obrazy ultrasonograficzne tętniaków podkolanowych /6 chorych/ przedstawiały się jako rozszerzenia tętnic dobrze odgraniczone od otoczenia, czasami z zacienieniem wewnątrz, które odpowiada skrzeplinom. Wśród obserwowanych chorych średnia wieku wynosiła 72 lata. Tętniaki były umiejscowione jednostronnie. Tylko jeden chory D. J. lat 75, miał jednocześnie tętniak aorty brzusznej. Wielkości tętniaków wynosiły 2-6 x 3 - 12 cm. Badaniem klinicznym rozpoznano tętniaki tylko u 3 chorych /50%/, natomiast za pomocą ultrasonografii u wszystkich 6 /100%/, aczkolwiek u jednego chorego D. J. lat 72 rozpoznanie było niepewne. Chory miał niedokrwienie stopy i podudzia. Badaniem ultrasonograficznym rozpoznano tętniak /ryc. 6A/ ale badanie dopplerowskie nie wykryło w nim przepływu krwi, ponieważ worek tętniaka był w całości wypełniony skrzeplinami, powodując przepływ poniżej 3 cm/s. U 3 chorych /50%/ tętniaki były bezobjawowe co wg Pappasa /178/ i Adiseniacha /4/ występuje w 70%, a wg Eascott aż w /84% /60/. U dwóch chorych wystąpiło niedokrwienie podudzia i stopy, a u jednego K. Z. lat 85, doszło do przedziurawienia tętniaka. To ostatnie powikłanie zdarza się zaledwie u 3% chorych /238/.

Badania kontrolne wykonane po operacjach wykazały prawidłowe usytuowanie w jednym przypadku, w którym wszczepiono protezę z Goreteksu /ryc. 6B/, natomiast u chorych, u których ubytek zastąpiono przeszczepem z żyły, obrazy ultrasonograficzne były nieczytelne.

W oparciu o przedstawione obserwacje 70 chorych z tętniakami różnego charakteru i o różnym umiejscowieniu, stwierdzam, że uzyskałem 92 % trafności rozpoznania za pomocą ultrasonografii. U 3 chorych wynik był mylnie pozytywny, a u jednego chorego mylnie negatywny. Znaczny procent wiarygodnych wyników upoważnia do stwierdzenia, że ultrasonografia jest cennym badaniem diagnostycznym nie tylko ze względu na pomoc w rozpoznawaniu wątpliwych przypadków, ale także na możliwość okresowej kontroli postępu choroby i oceny ewentualnego powiększania się tętniaka bez uciekania się do arteriografii. Stała kontrola chorych z tętniakami aorty w ciągu 5,5 lat pozwoliła śledzić dynamikę ich rozwoju. Stwierdzenie szybkiego po-

większania się tętniaków umożliwiło podjęcie decyzji pilnej operacji. Obserwowani chorzy dzięki badaniu ultrasonograficznemu uniknęli powikłań związanych ze skutkami nagłego powiększania się tętniaków.

Zastąpienie arteriografii ultrasonografią w rozpoznawaniu i kontroli pooperacyjnej tętniaków aorty brzusznej i tętnic obwodowych ma nie tylko znaczenie oszczędzające zdrowie chorego, ale również aspekt gospodarczy, ponieważ koszt jednej aortografii waha się od 1500 - 2000 zł, podczas gdy jedno badanie ultradźwiękowe, poza ceną aparatu, kosztuje kilkadziesiąt razy mniej.

10. WNIOSKI

Dopplerowskie badania doświadczalne

1. Doświadczalne zwężenie aorty brzusznej powoduje zmniejszenie przepływu krwi nieproporcjonalnie do stopnia zwężonego światła.
2. Graniczną wielkością średnicy pola aorty, przy którym nie można oznaczyć graficznie parametrów przepływu (V_{\max} , $V_{\text{śr}}$, Q) jest zwężenie o około 75 - 80 %. Natomiast ciśnienie za pomocą ultradźwięków było oznaczalne przy zwężeniu o około 95%.

Dopplerowskie badania kliniczne

3. Określenie wielkości ciśnienia skurczowego w kończynie jest najprostszą i najużyteczniejszą ze wszystkich metod dopplerowskich dla określenia drożności tętnic obwodowych.
4. Najprostszym i natychmiastowym sposobem wykrywania nieprawidłowości w tętnicach obwodowych są pomiary ciśnienia w tętnicach stóp. Porównując go z ciśnieniem na ramieniu, otrzymuje się wskaźnik ciśnienia kostka/ramię K/R , który u zdrowych wynosi około 1.0. U chorych ze zwężeniami tętnic spada i może wynosić 0.1 - 0.3, u chorych ze znacznym niedokrwieniem i martwicą na stopie.
5. Możliwość lokalizacji miejsca zwężenia lub niedrożności tętnic obwodowych jest ograniczona. Umożliwiają ją segmentalne pomiary ciśnienia wzdłuż kończyny.
6. Nie stwierdzono statystycznie zależności pomiędzy wartościami wskaźnika K/R przed operacją a wynikiem operacji w grupie chorych ze zwężeniem lub niedrożnością rozwidlenia aorty, a zatem wielkość wskaźników ciśnieniowych sprzed operacji nie może prognozować długości przeżycia przeszczepu.
7. Wszystkie przeszczepy pozostały drożne do 30 dnia po operacji jeżeli płynęło przez nie w czasie operacji ponad 70 - 80 ml/min. krwi.

Ultrasonografia

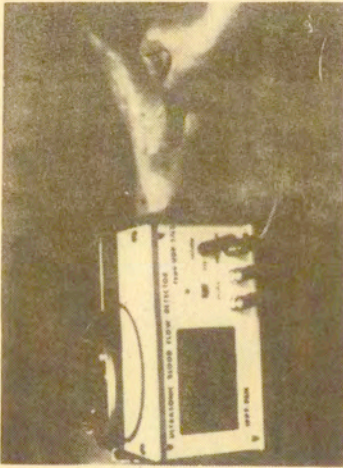
8. Zastosowanie ultrasonografii pozwoliło na rozpoznanie bądź potwierdzenie rozpoznania tętniaków aorty brzusznej i tętniaków tętnic obwodowych u 92 % badanych.

9. Oprócz wartości diagnostycznych ultrasonografia umożliwia śledzenie postępu choroby.

10. Tętniaki rzekome aorty brzusznej rozpoznano wyłącznie na podstawie ultrasonografii.

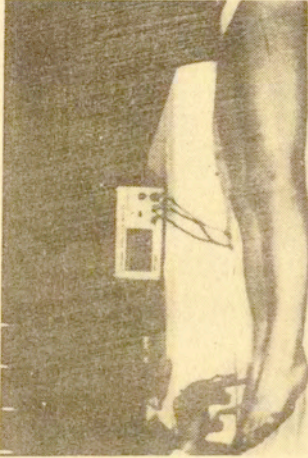
11. Ultrasonografia przy użyciu polskiej aparatury pozwala na ograniczenie stosowania aorto-arteriografii, przede wszystkim w przypadkach tętniaków brzuszego odcinka aorty i tętnic obwodowych.

UDP - 574

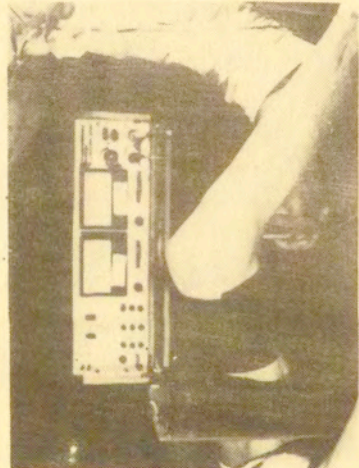


1

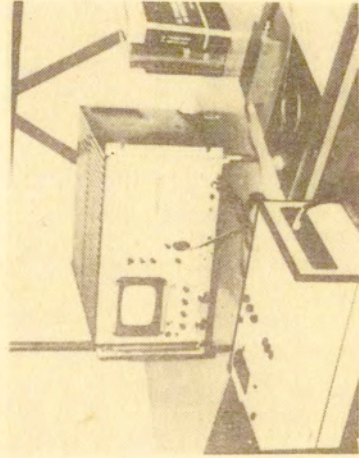
UDP - 574



2



3



4

UDP - 10

UDP - 30

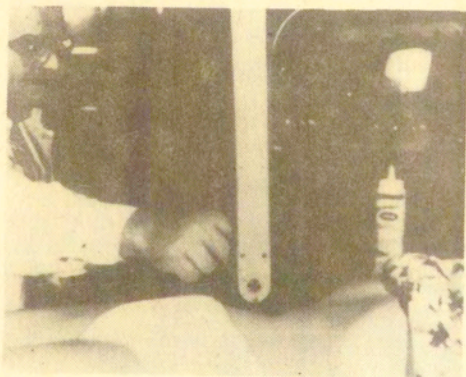
Ryc. 5₁

5



MDP - 10

6

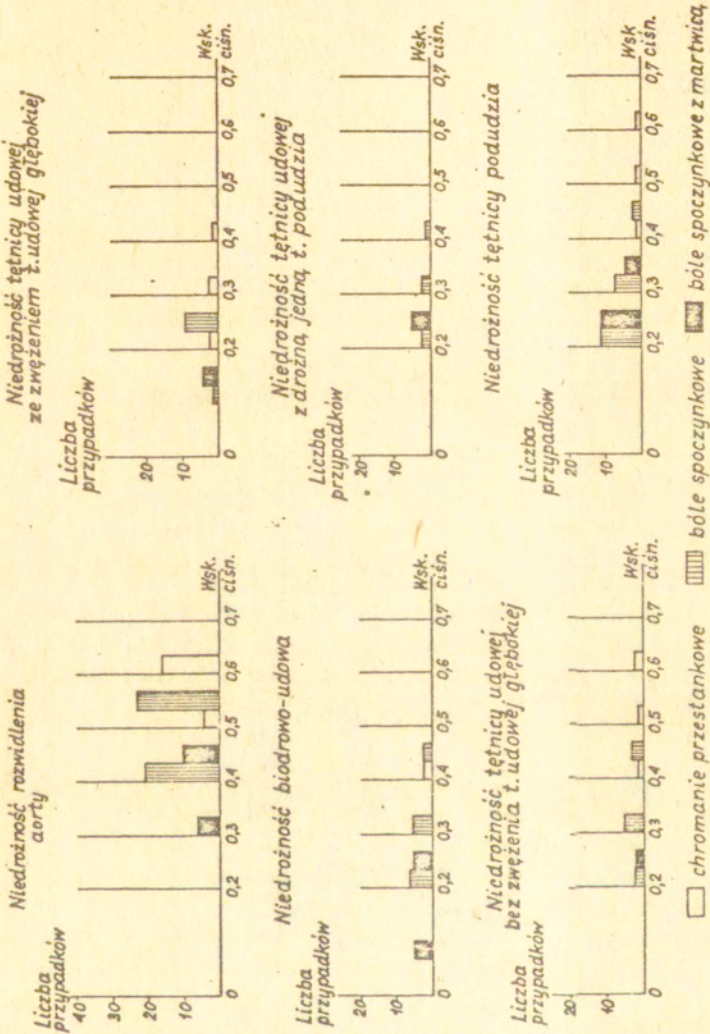


USG - 10

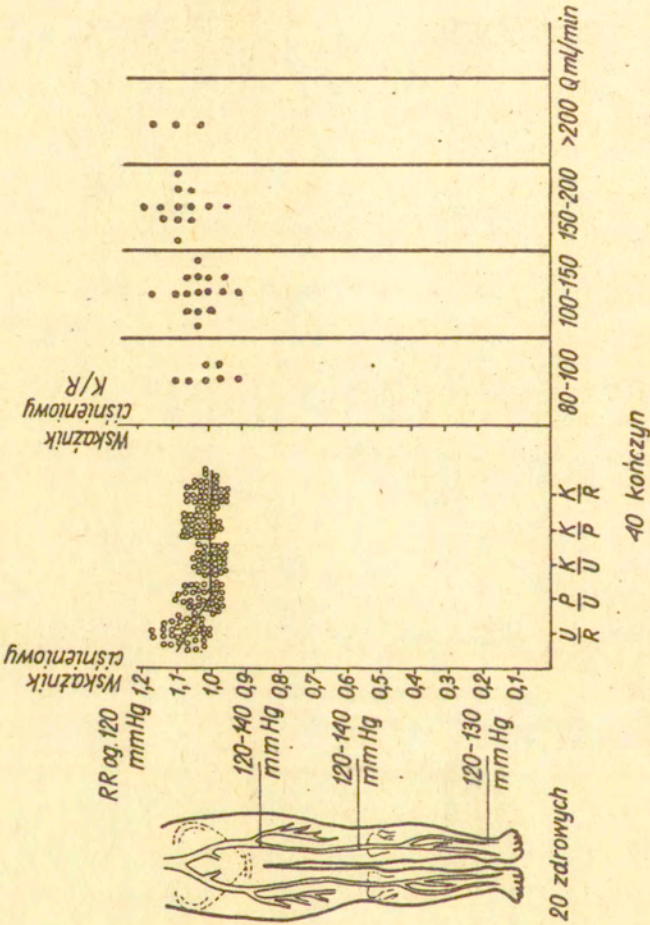
Ryc. 5₂

Ultradźwiękowe aparaty produkcji krajowej. Ryc. 5.

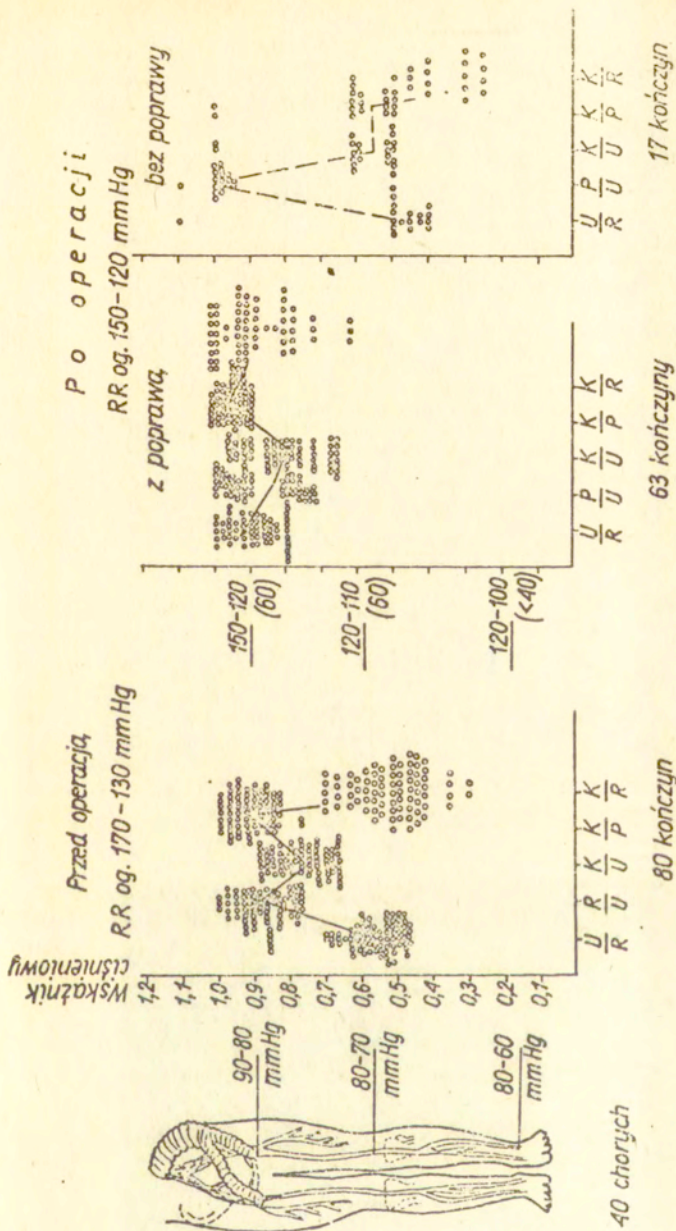
1. UDP - 574. Ultradźwiękowy Detektor przepływu krwi
2. UDP - 574, połączony z magnetofonem umożliwia akustyczną rejestrację prędkości przepływu krwi.
3. UDP - 10. Ultradźwiękowy Detektor przepływu krwi, oparty na zasadzie ciągłej fali ultradźwiękowej, umożliwia rejestrację graficzną prędkości przepływu krwi oraz pomiary ciśnienia skurczowego krwi.
4. UDP - 30. Ultradźwiękowy dopplerowski impulsowy miernik przepływu krwi. Umożliwia automatyczną rejestrację profilu prędkości przepływu krwi w naczyniu na wybranej głębokości. Obok aparatu widoczny rejestrator E-30 z wejściem stałoprądowym.
5. MDP - 10. Miniaturowy Detektor Przepływu służy do osłuchiwania tętnic.
6. USG - 10. Ultrasonograf oparty na zasadzie echa. Umożliwia przedstawienie wyników badania ultradźwiękowego w prezentacji A i B, na lampie oscyloskopowej, z której obraz jest fotografowany.



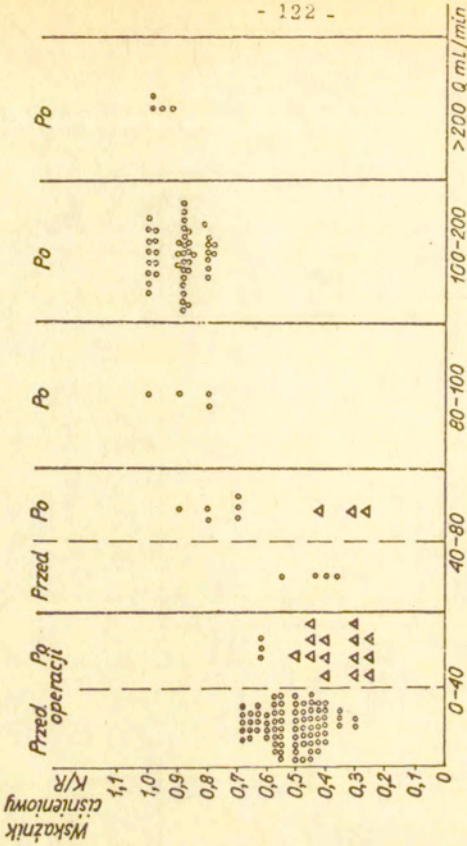
Ryc. 22. Zależność pomiędzy objawami nasilenia choroby a wielkościami wskaźnika ciśnienia K/R



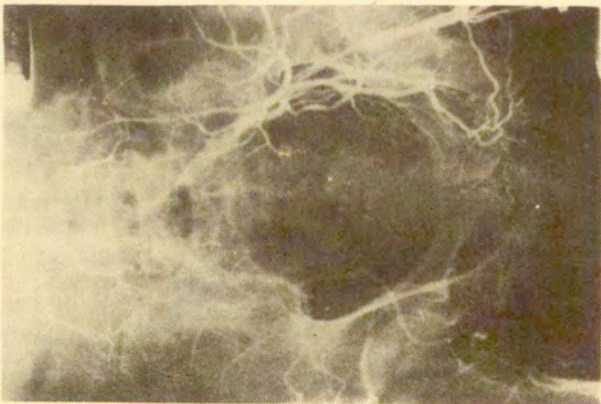
Ryc. 23. Wielkości ciśnienia skurczowego w tętnicy udowej, podkolanowej i w tętnicach
 goleni. Wskaźniki ciśnienia oraz ilość przepływającej krwi w tętnicy
 udowej wspólnej u zdrowych wolontariuszy.



Ryc. 24. Wielkości ciśnienia skurczowego w tętnicy udowej, podkolanowej i łokciowej przed i po operacjach rekonstrukcyjnych tętnic. Wskaźniki ciśnieniowe obliczone na podstawie pomiarów ciśnienia skurczowego na poszczególnych wysokościach kończyny i na ramieniu.



Ryc. 25. Arteriografia chorego z zespołem Leriche'a. Porównanie wielkości wskaźnika ciśnieniowego z ilością przepływającej krwi przez tętnicę udową przed i po operacji rekonstrukcyjnej. Kropki oznaczają ilość rekonstrukcji. Trójkąty ilość nieudanych rekonstrukcji.



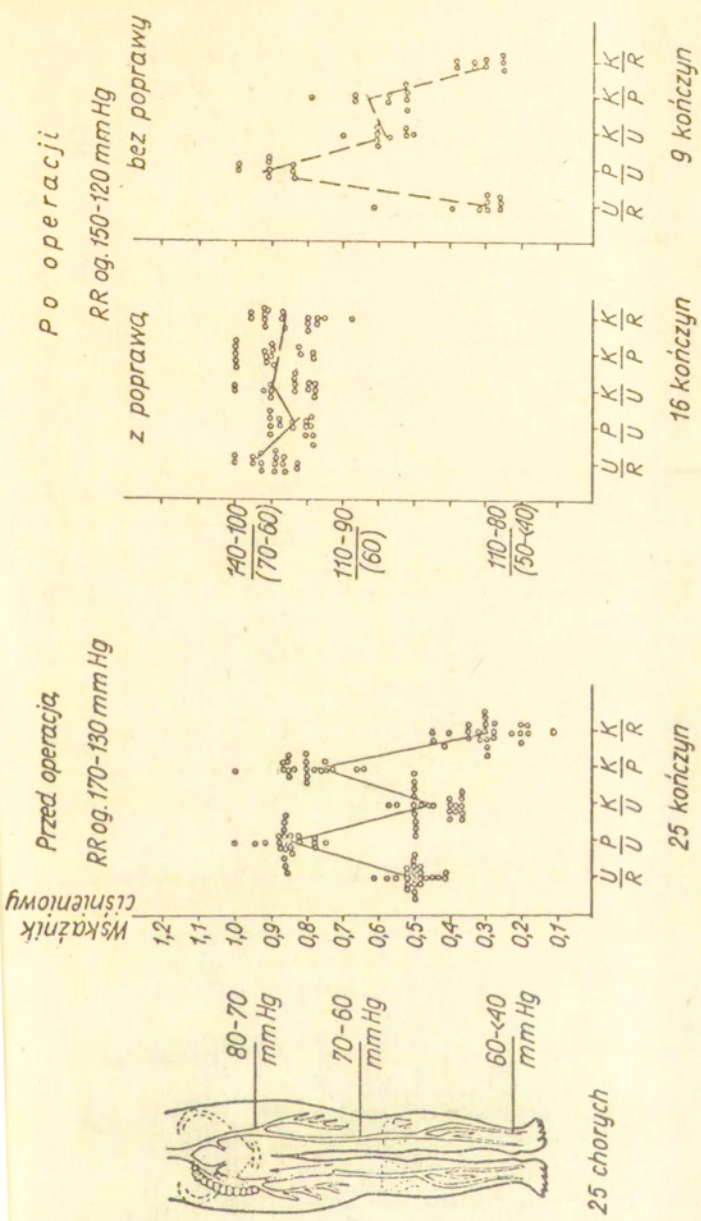
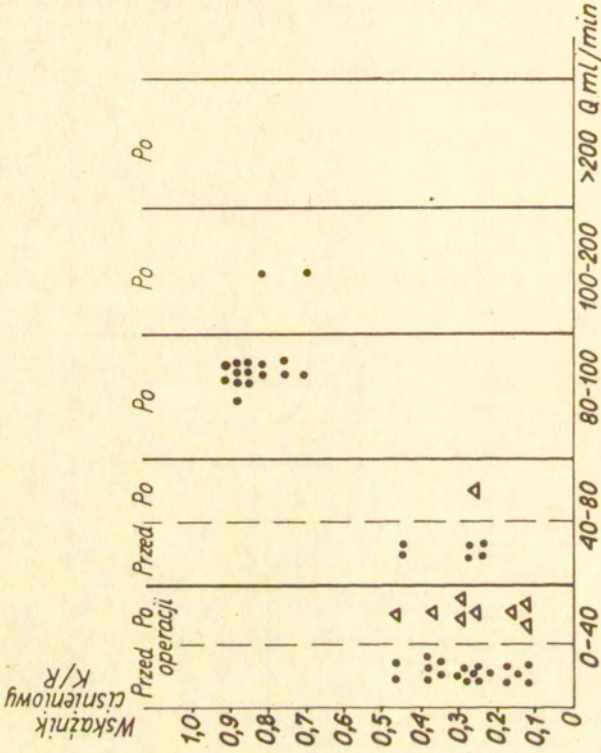
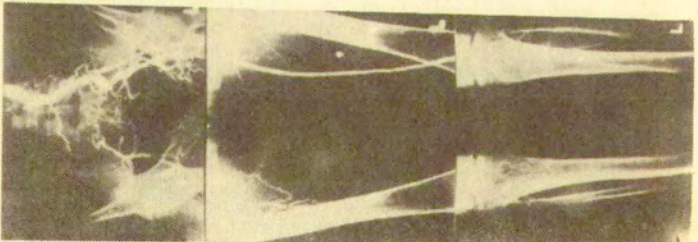
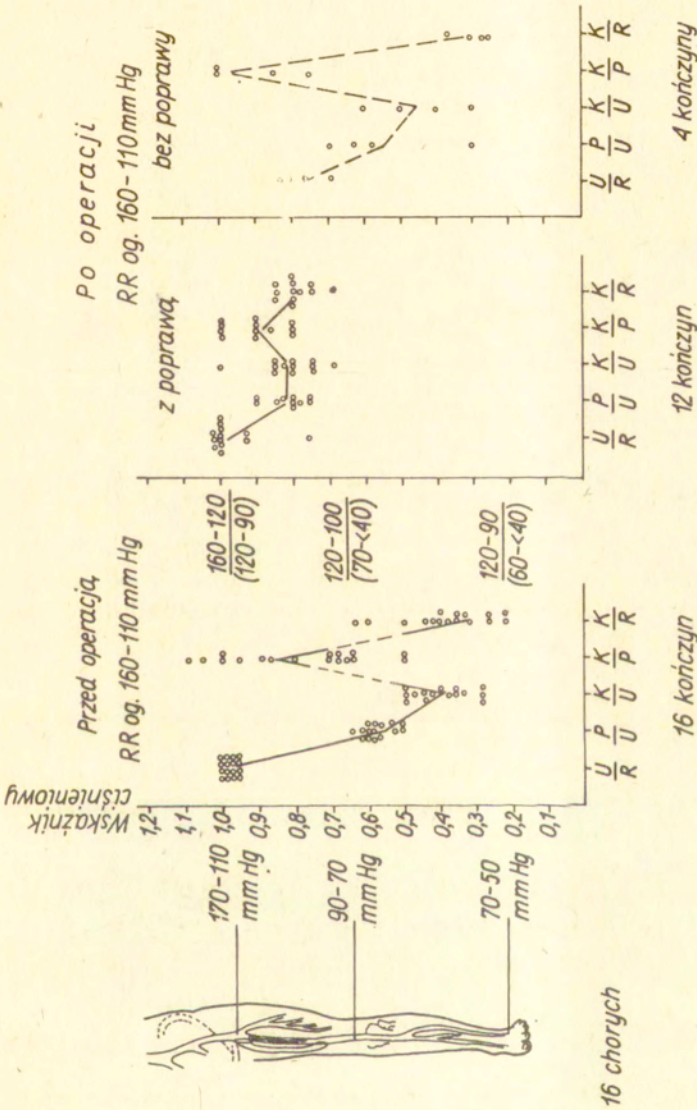


Fig. 26. Wielkości ciśnienia skurczowego w tętnicy udowej, podkolanowej i tętnicach stóp przed i po operacjach rekonstrukcyjnych tętnic, oraz wskaźniki ciśnienia obliczone na podstawie pomiarów ciśnienia skurczowego na poszczególnych wysokościach kończyny i na ramieniu.

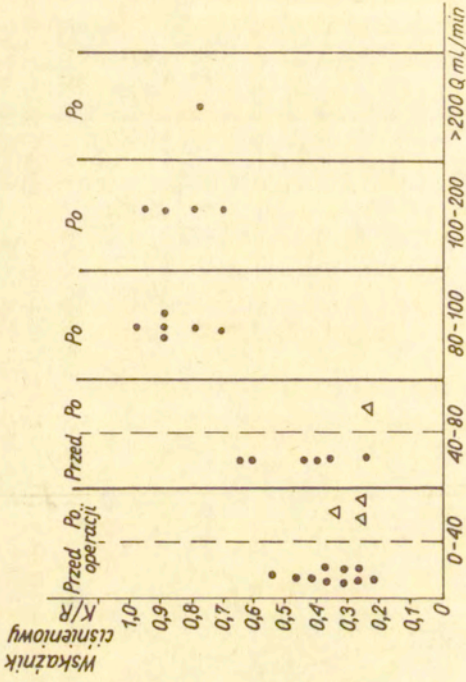


Ryc. 27. Aorto-arteriografia chorego K. S. lat 42 z niedrożną tętnicą biodrową prawą. Porównanie wielkości wskaźników ciśnieniowych z ilością przepływającej krwi w tętnicy udowej przed i po wszczępieniu omijającej protezy alloplastycznej od aorty do tętnicy udowej. Kropki oznaczają liczbę chorych przed operacją oraz po udanych operacjach. Trójkąty oznaczają nieudane przeszczepy.





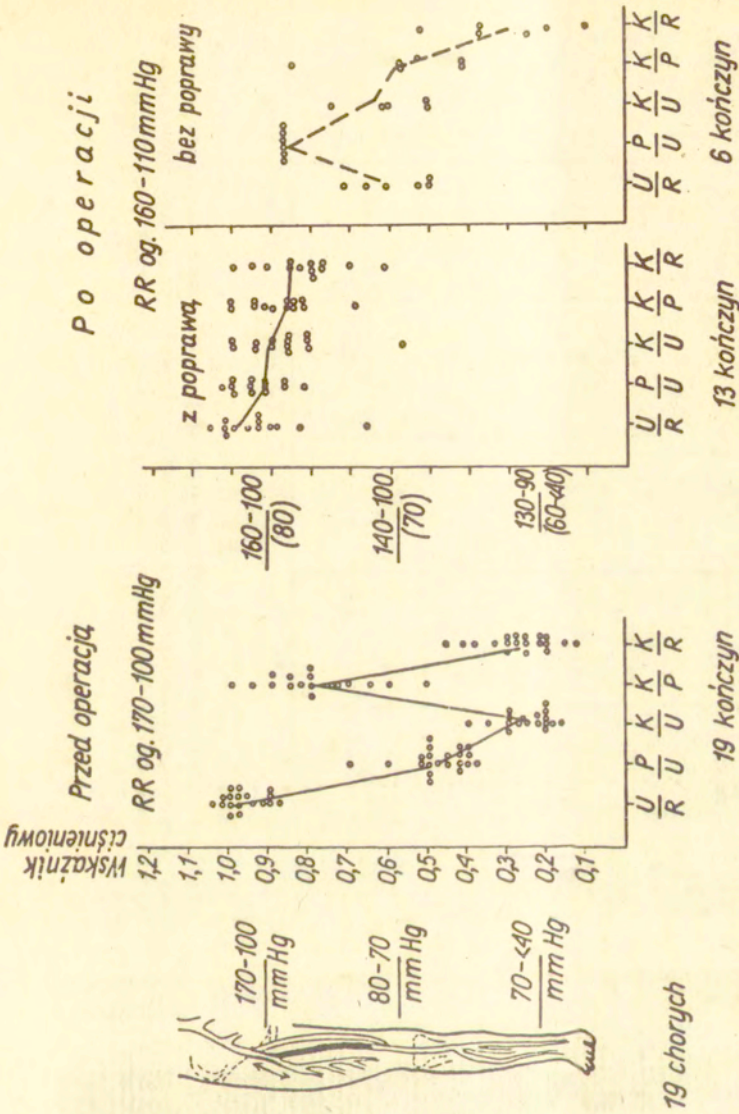
Ryc. 28. Wielkości ciśnienia skurczowego w tętnicy udowej, podkolanowej i tętnicach stóp przed i po operacjach rekonstrukcyjnych tętnic, oraz wskaźniki ciśnieniowe obliczone na podstawie pomiarów ciśnienia skurczowego na poszczególnych wysokościach kończyny i na ramieniu u chorych z niedrożnością tętnicy udowej powierzchnowej.



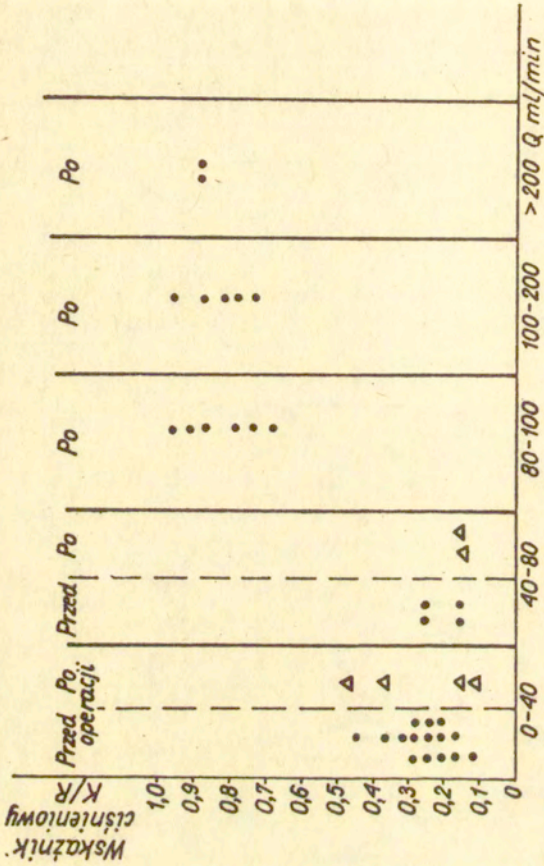
Ryc. 29. Arteriografia chorego K. E. lat 56 z niedrożną tętnicą udową powierzbowną.

Porównanie wielkości przepływającej krwi w tętnicy udowej wspólnej z wskaźnikami ciśnieniowymi przed i po przeszczepach omijających tętnicę udową powierzbowną.

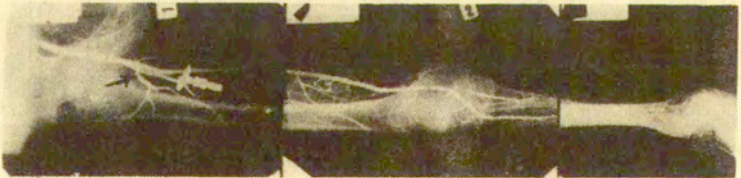


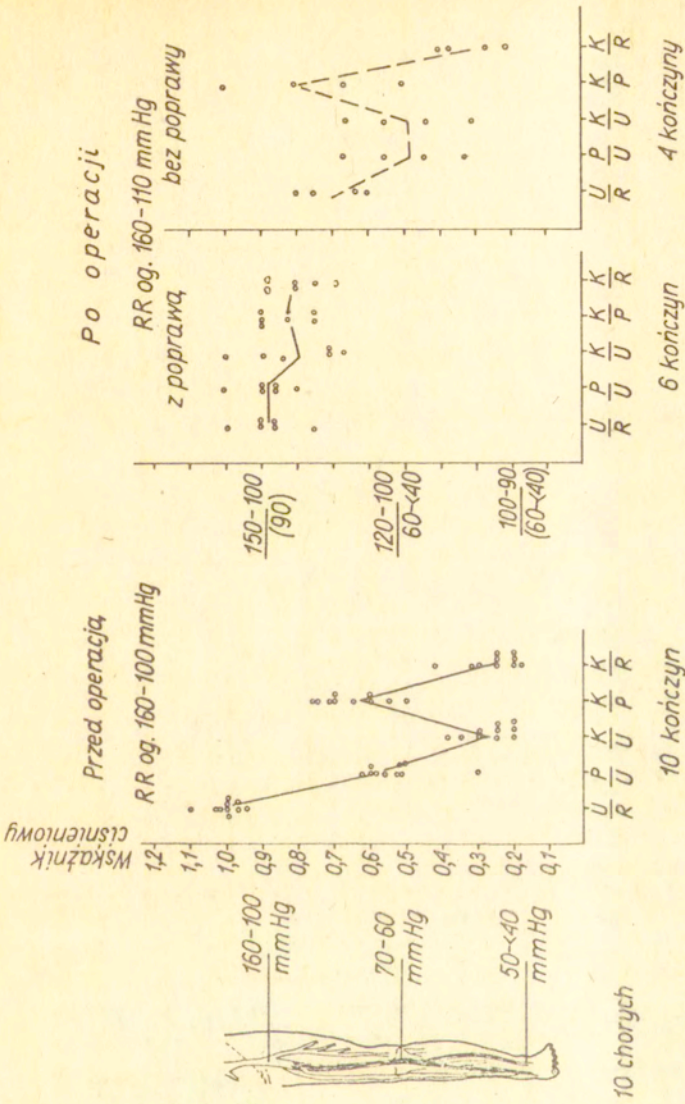


Ryc. 30. Wielkości ciśnienia skurczowego w tętnicach udowej, podkolanowej i tętnicach u chorych z niedrozną tętnicą udową powierzchowną i zwężeniem tętnicy udowej głębokiej przed i po operacji udroźnienia odcinka t. głębokiej i przeszczepem omijającym tętnicę udową. Wskaźniki ciśnieniowe obliczono na podstawie pomiarów skurczowego ciśnienia na poszczególnych wysokościach kończyny.

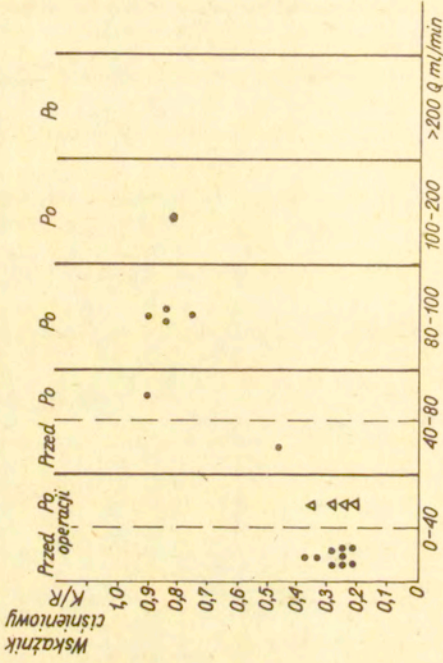


Ryc. 31. Arteriografia chorego Z. F. lat 66 z niedrożną tętnicą udową powierzchowną i zwężeniem odejścia tętnicy udowej głębokiej. Porównanie wielkości wskaźników ciśnieniowych z ilością przepływającej krwi przez tętnicy udowe przed i po udrożnieniu odejścia tętnicy udowej głębokiej i po przeszczeple omijającym tętnicę udową.

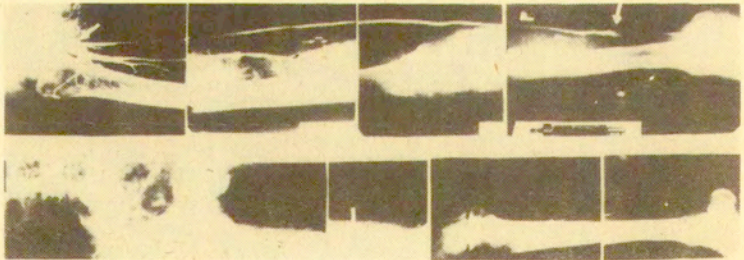


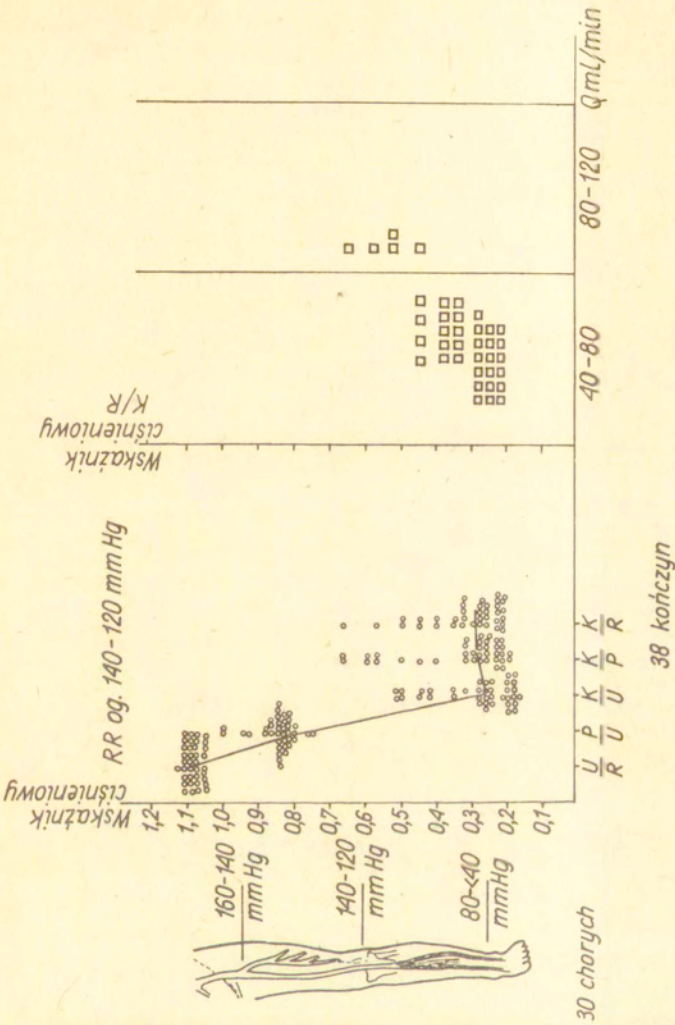


Ryc. 32. Wielkości ciśnienia skurczowego w tętnicach: udowej, podkolanowej i tętnicach stóp u chorych przed i po rekonstrukcji długimi przeszczepami od tętnicy udowej do tętnic podudzia, oraz wskaźniki ciśnieniowe obliczane na podstawie pomiarów ciśnienia skurczowego na poszczególnych wysokościach kończyny.

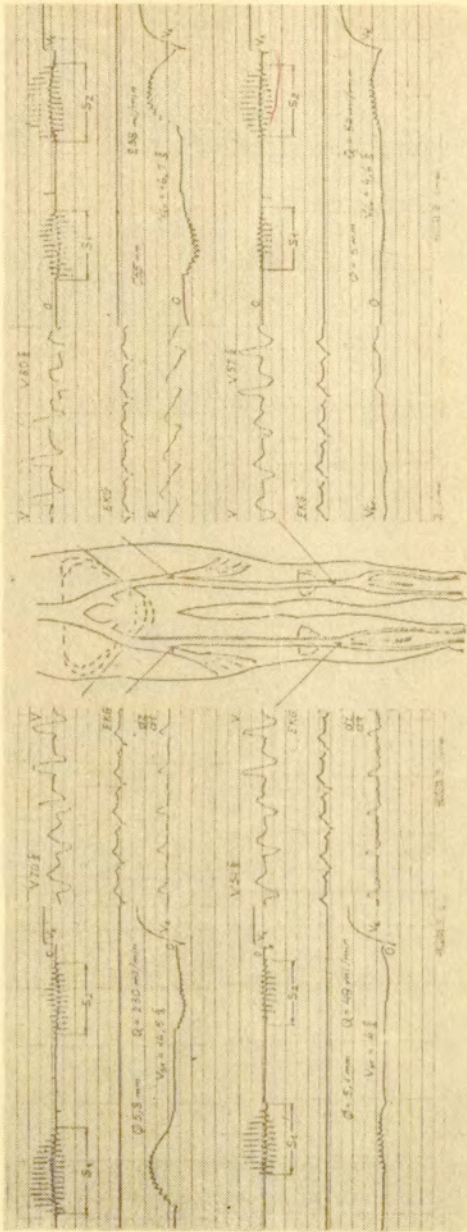


Ryc. 33. Arteriografia chorego T. B. lat 57 z niedrożnością tętnic kończyny dolnej prawej przed i po operacji / długi przeszczerp omijający / . Porównanie wielkości wskaźników ciśnieniowych z ilością przepływającej krwi przez tętnice udowe przed i po wszczępieniu długich przeszczerpów. • oznaczają 24 chorych przed operacją, oraz chorych z udanymi przeszczerpami. - oznaczają nieudane przeszczerpy.





Ryc. 34. Wielkości ciśnienia skurczowego w tętnicy udowej, podkolanowej i tętnicach stóp oraz przepływu krwi w tętnicy udowej wspólnej. Wskaźniki ciśnieniowe oznaczono kółkami. Linia ciągła oznacza średnią w grupie. Przepływ w tętnicy udowej oznaczona kwadratami.



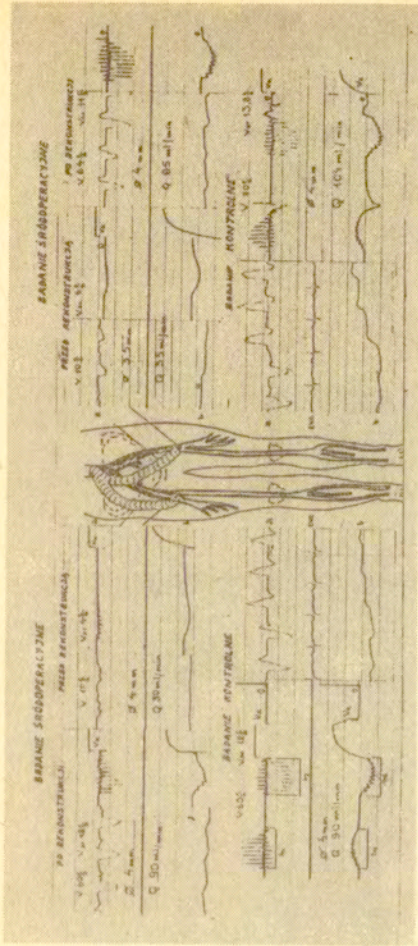
Ryc. 35. Ilość przepływającej krwi w tętnicy udowej i podkolanowej u zdrowego mężczyzny lat 46.

V - chwilowa prędkość przepływu

V_{sr} - średnia prędkość przepływu krwi

S₁, S₂ - amplitudy rozkładu prędkości chwilowej wpoprzek tętnicy

Q - średnica tętnicy



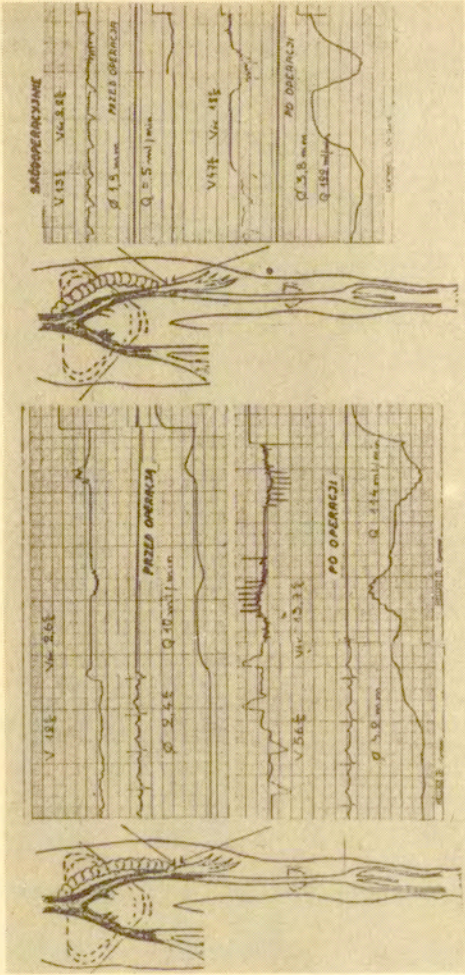
Ryc. 36. Arteriografia chorego W. St. lat 56 ze znacznym zwężeniem rozwidlenia aorty:

Ilość przepływającej krwi przez tętnice udowe. Pomiar wykonano śródoperacyjnie w tętnicy udowej wspólnej przed i po wszyciu protezy omijającej, oraz przezskórnie w 30 dni po operacji

V - chwilowa prędkość przepływu krwi

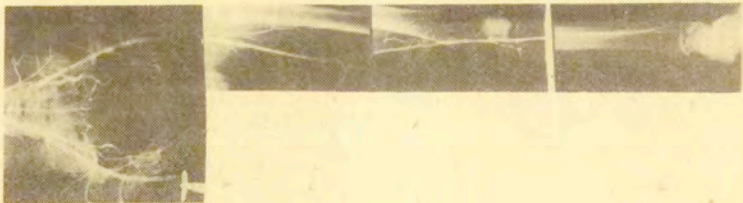
V_{śr} - prędkość średnia

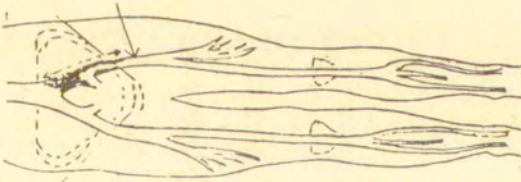
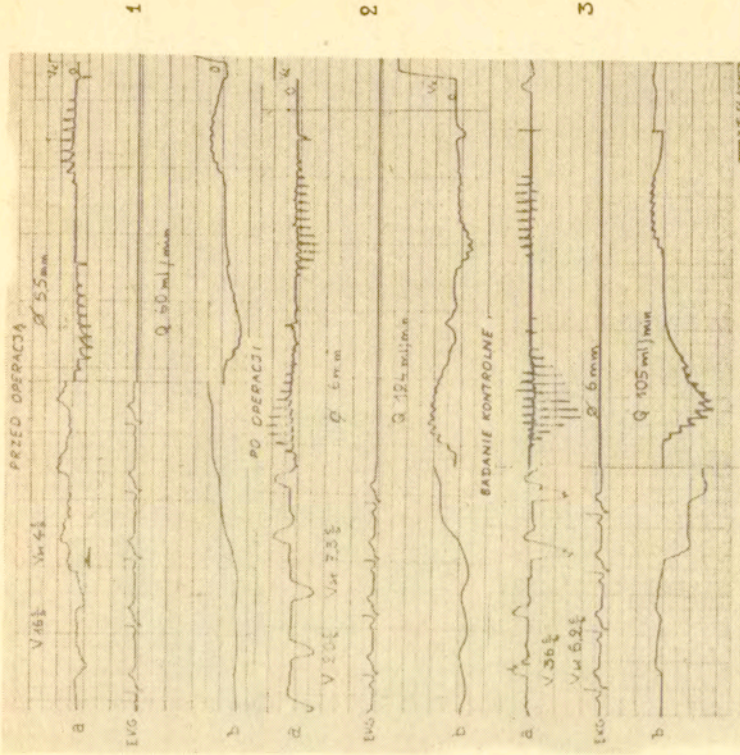
Q - ilość przepływającej krwi w tętnicy udowej wspólnej



S. S. lat 62

Ryc. 37. Niedrożność tętnicy biodrowej lewej. Wykonano przeszczep allopia-
tyczny od aorty do tętnicy udowej wspólnej. Przed operacją wykonano
pomiarы przeskronie: a/ śródoperacyjnie, b/ śródoperacyjnie po ope-
racji, c/ oraz w 30 dni po operacji, d/ przepływ przez tętnicę udową
po operacji zwiększył się o ponad 100 ml/min.

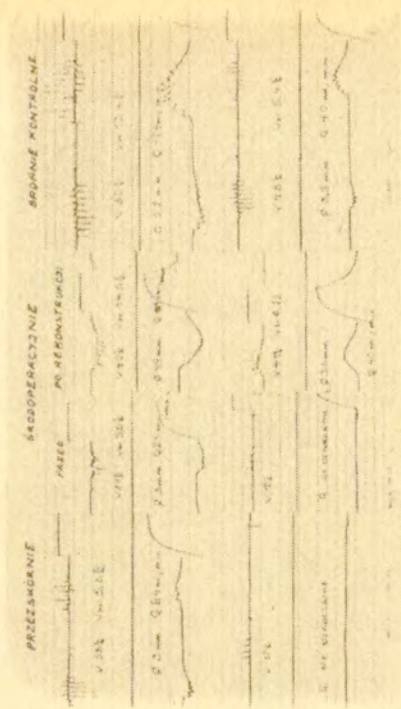
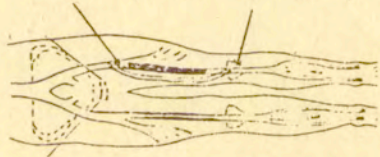
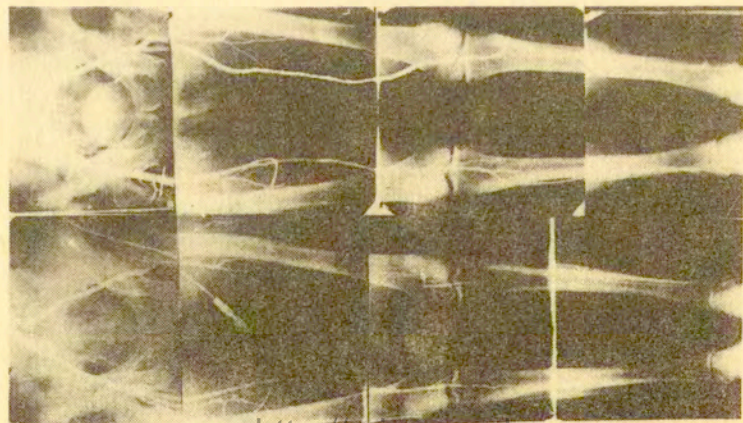




P. J. lat 47



Ryc. 38. Zwężenie tętnicy biodrowej i niedrożność tętnicy biodrowej zewnętrznej lewej. Wykonano udrożnienie, po którym nastąpiło dwukrotne zwiększenie przepływu krwi przez tętnicę udową wspólną.



K. K., lat 51.

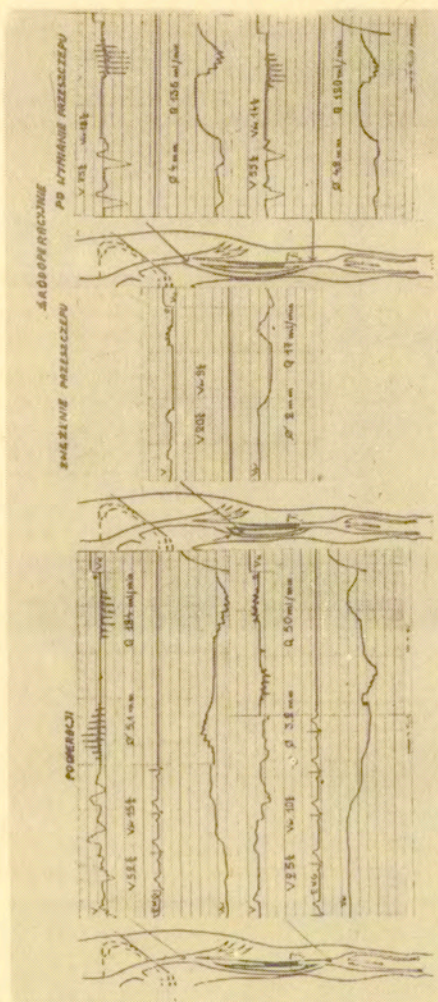
Ryc. 39. Niedrożność tętnicy udowej powierchowej lewej. Wykonano przeszczep alloplastyczny / goretex / od tętnicy udowej wspólnej to tętnicy podkolanowej lewej. Pomiary ilości przepływającej krwi wykonano przezskórnie przed operacją i w 30 dni po operacji. Śródoperacyjnie wykonano przed i po rekonstrukcji. Przed operacją w tętnicy udowej wspólnej płynęło 24 ml / min., po operacji 170 ml / min.



L. P. lat 24

Ryc. 40. Ilość przepływającej krwi w tętnicach udowych a/ i podkolanowych b/ u chorego z niedrożnością tętnicy udowej powierzchownej

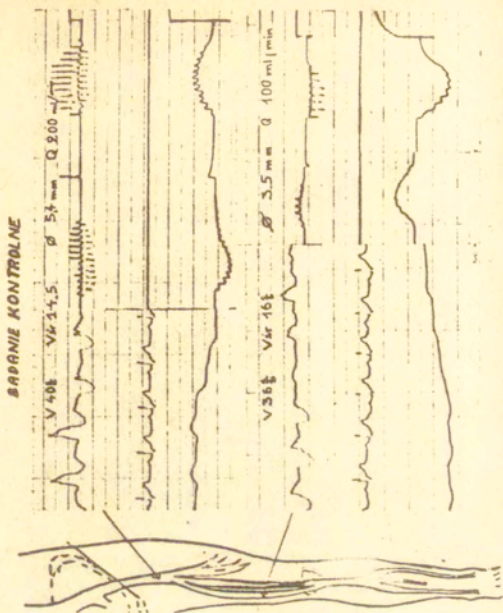




Ryc. 41. Dalszy ciąg zapisu chorego L. P. la 24.

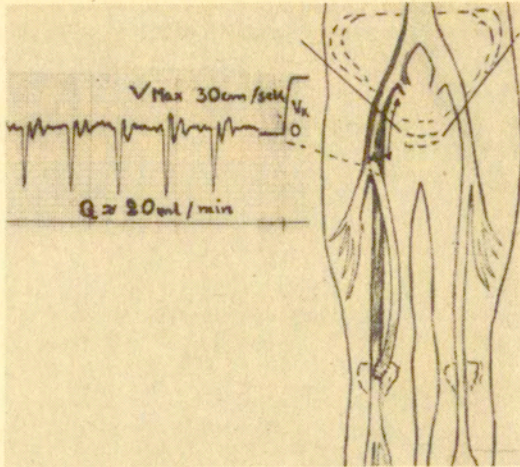
Ilość przepływającej krwi przez tętnicę udową wspólną po operacji wzrosła o około 20 ml/min. a/ Ilość przepływającej krwi w tętnicy podkolanowej wzrosła o około 40 ml/min. b/ Po wystąpieniu zwięzienia przez przeszczep płynęło około 17 ml/min. c/ Po wymianie przeszczepu przepływ przez przeszczep był niezaburzony i wynosił w tętnicy podkolanowej około 120 ml/min. Miejsce zwięzienia przeszczepu oznaczono strzałką.



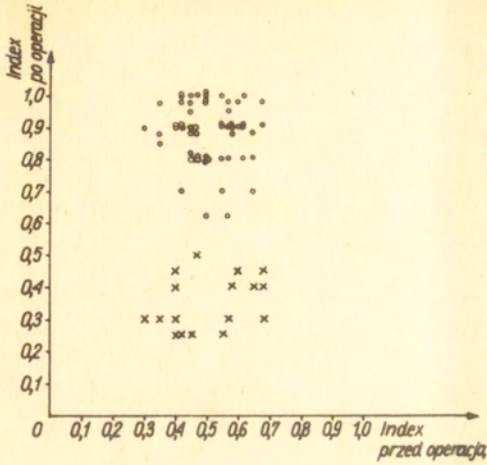


Ryc. 42. Dalszy ciąg zapisu chorego L. P. lat 24.

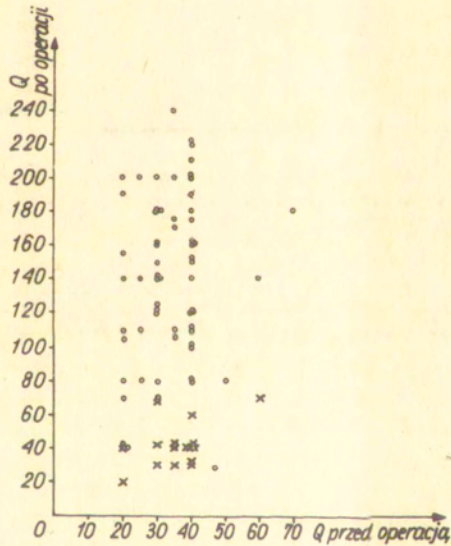
W 30 dni po operacji stwierdzono, że przepływ przez tętnicę udową wspólną wynosił około 200 ml/min. a/ przez przeszczep płynęło około 100 ml/min.



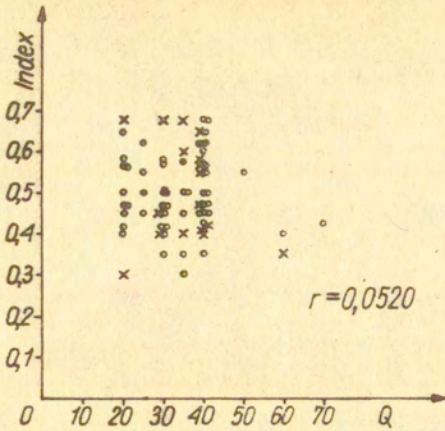
Ryc. 43. Sródoperacyjny pomiar prędkości przepływu krwi w przeszczepie wskazuje na bardzo słaby przepływ, mimo dobrego tętnienia przeszczepu. Wychylenia są w obu kierunkach od 0 / zera / i mają krótki czas trwania. Rewizja przeszczepu umożliwiła usunięcie skrzepliny z obwodowego zespolenia.



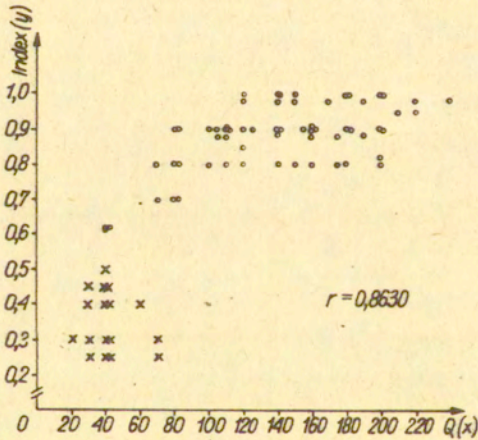
Ryc. 44. Zależność pomiędzy wartościami wskaźnika ciśnienia K/ R / Index/ przed i po operacjach.



Ryc. 45. Zależność pomiędzy wartościami Q / przepływ/ przed i po operacjach. Punkty oznaczone kółkami dotyczą chorych z poprawą, zaś punkty oznaczone krzyżykami dotyczą chorych bez poprawy.



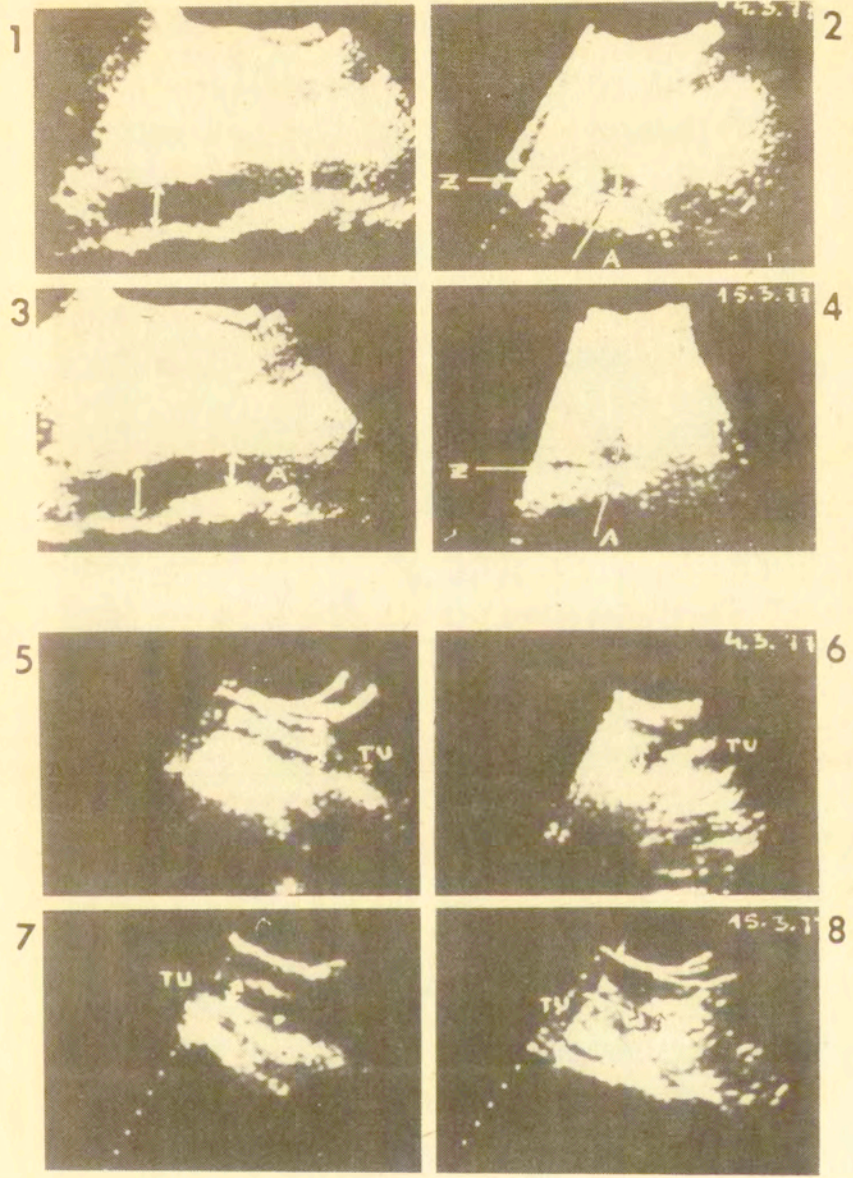
Ryc. 46. Zależność między wartościami przepływu Q i wskaźnikiem ciśnieniowym K/ R / Index/ przed operacjami



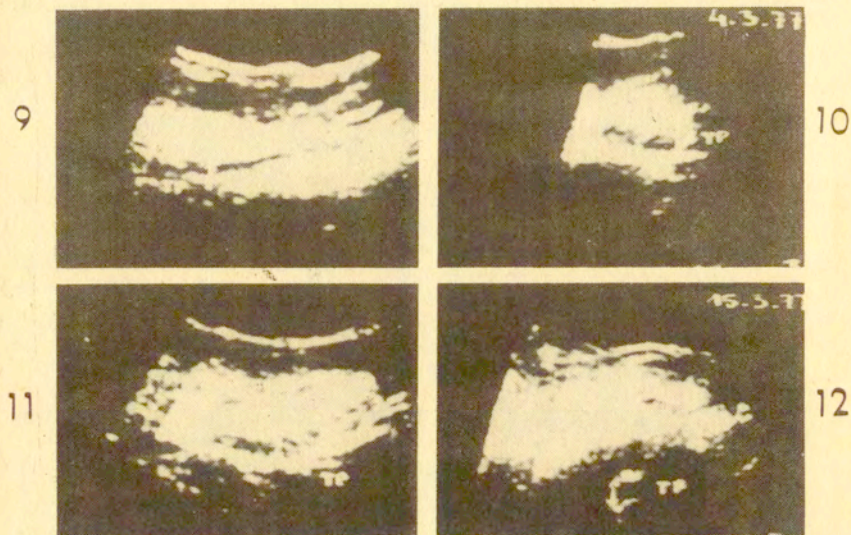
Ryc. 47. Zależność między wartościami przepływu Q i wskaźnikiem ciśnienia K/ R / Index/ po operacjach

- 445 -

B.K. lat64 m³



Ryc. 48₁



Ryc. 48₂

Ryc. 48₂. Ultrasonogramy aorty, tętnic udowych i podkolanowych zdrowego mężczyzny B.K. lat. 64.

1, 3 - ultrasonogramy podłużne. Aortę zaznaczono strzałkami.

2, 4 - przekroje poprzeczne aorty i żyły głównej / Ż/

Badania wykonane w różnym okresie czasu pokrywają się, co świadczy o powtarzalności metody.

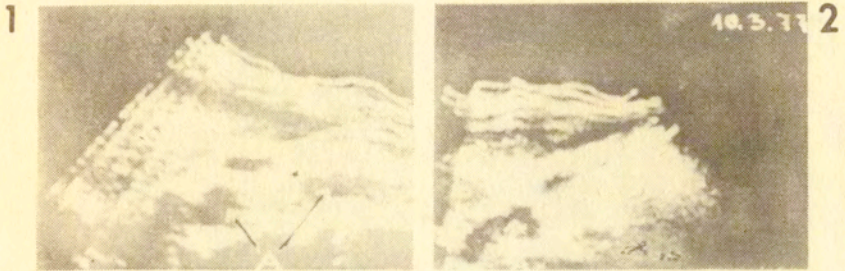
5, 7 - tętnica udowa / TU/ - przekroje podłużne

6, 8 - tętnica udowa - przekroje poprzeczne

9, 10 - tętnica podkolanowa / TP/ - przekroje podłużne

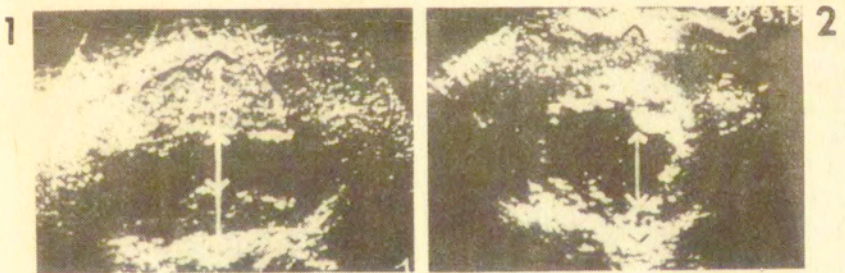
10, 12 - tętnica podkolanowa - przekroje poprzeczne

K.L. lat 62 m*



Ryc. 49.

M.M. lat 60 m*



Ryc. 50.

Ryc. 49. Ultrasonogramy zmienionej miażdżycowo aorty chorego K.L.
lat .62

1 - podłużny

2 - poprzeczny

Strzałkami zaznaczono światło aorty

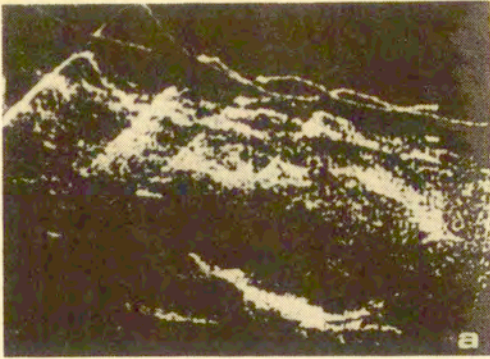
Ryc. 50. Ultrasonogramy tętniaka aorty brzusznej

1 - podłużny

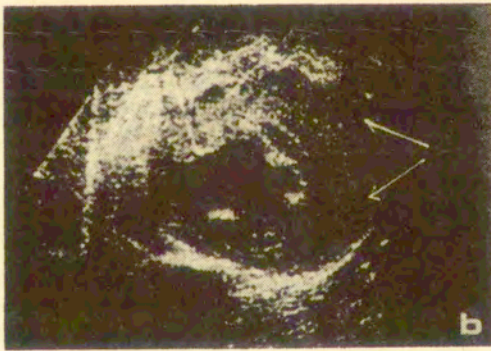
2 - poprzeczny

Strzałkami zaznaczono światła tętniaka

Czerwonymi strzałkami zaznaczono warstwę skrzeplin

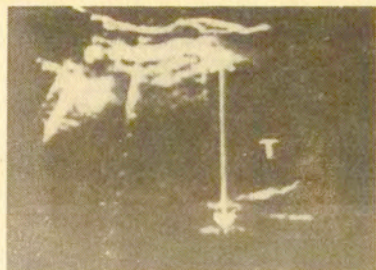


Ryc. 51. Przekrój podłużny pękniętego tętniaka aorty brzusznej. Na przekroju podłużnym nie widać wyraźnego przedziurawienia. Jedyne niewyraźnie rysuje się górna ściana tętniaka.



Ryc. 52. Przekrój poprzeczny wskazuje na przedziurawienie tętniaka. Brak ech od ściany bocznej prawej.

1



2



3



4



5



6

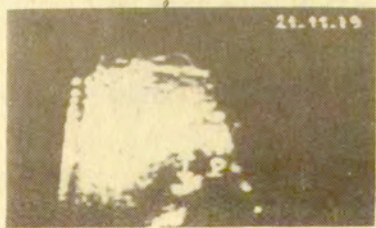


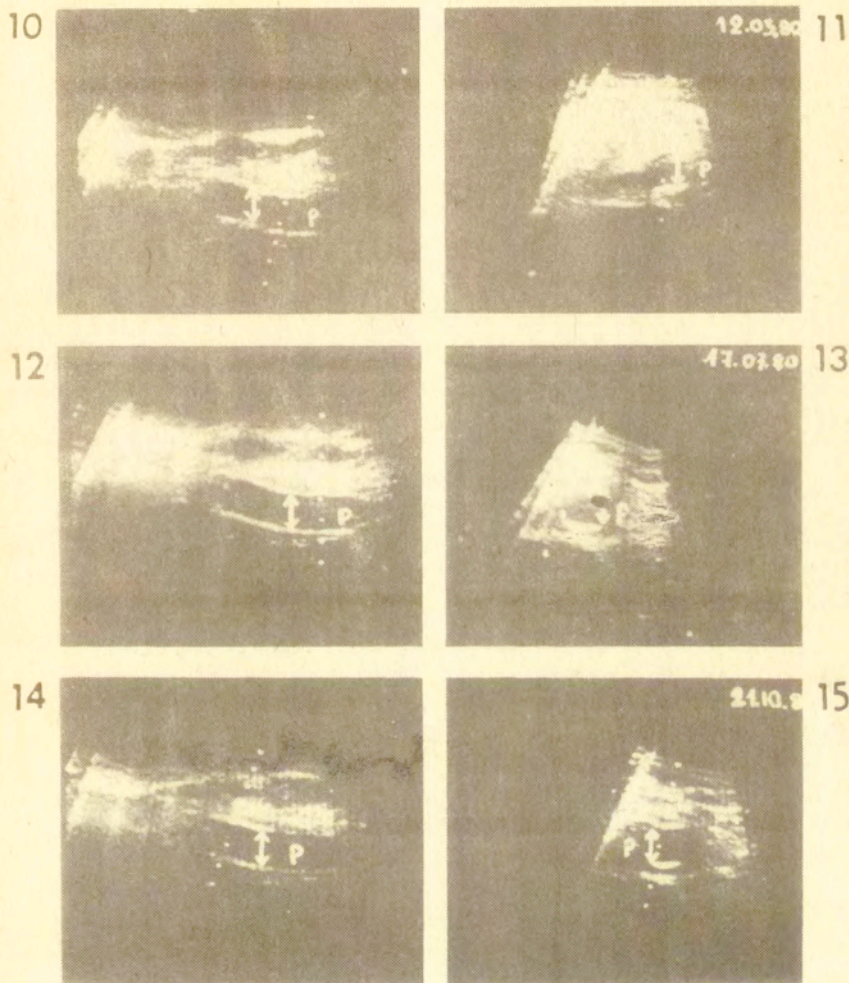
7



9

8





Ryc. 53. Ultrasonogramy przed i pooperacyjne tętniaka u mężczyzny K.F. lat 62, który był operowany po uprzednio wykonanej aortografii w innym ośrodku leczniczym

1, 3 - ultrasonogramy podłużne

2, 4 - ultrasonogramy poprzeczne

Światło tętniaka w najszerszym miejscu wynosi około 9 cm. Zacieniony na arteriografii / 9/ kanał przepływającej krwi nie odzwierciedlał właściwych rozmiarów tętniaka, co potwierdziła operacja

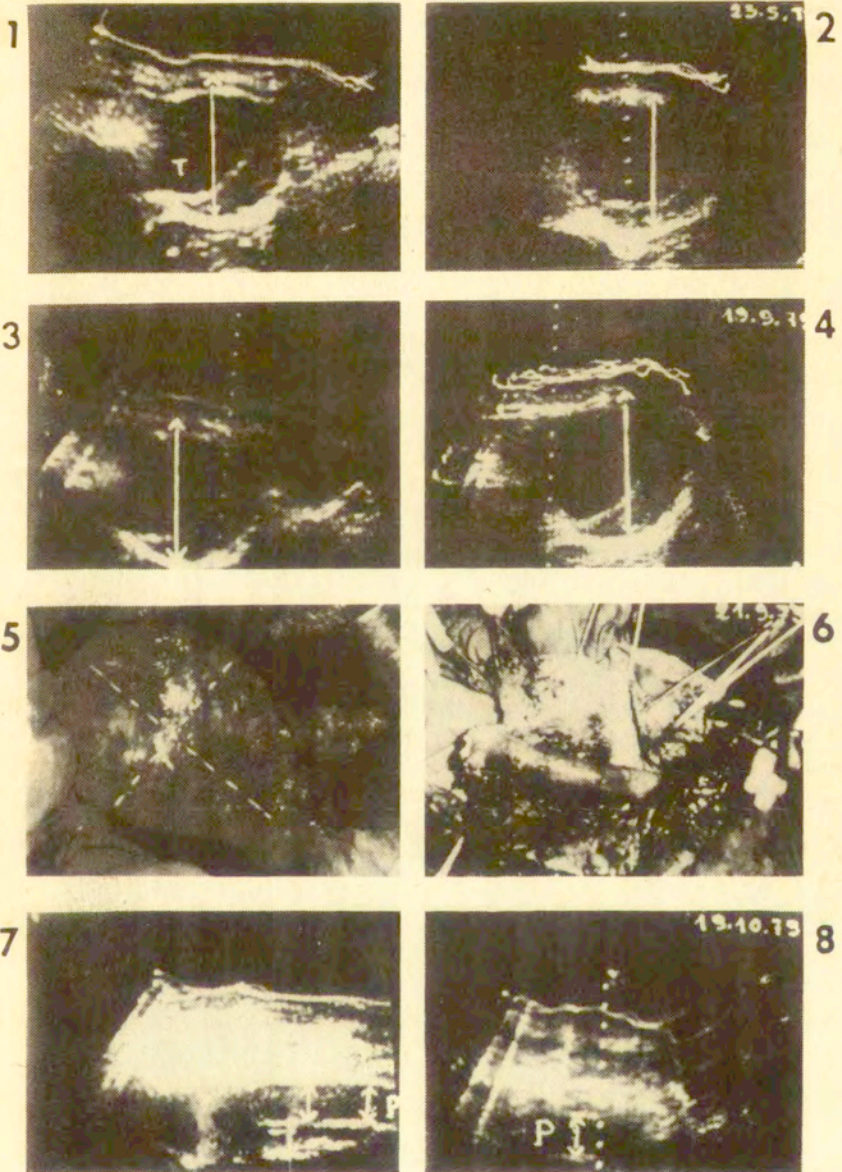
5 - Znacznie większy tętniak niżby to wynikało z aortografii odpowiadał rozmiarom znajduwanym na ultrasonogramach.

6 - Wewnątrz tętniaka po jego rozcięciu widoczne są skrzepliny, które ujawniono na ultrasonogramach.

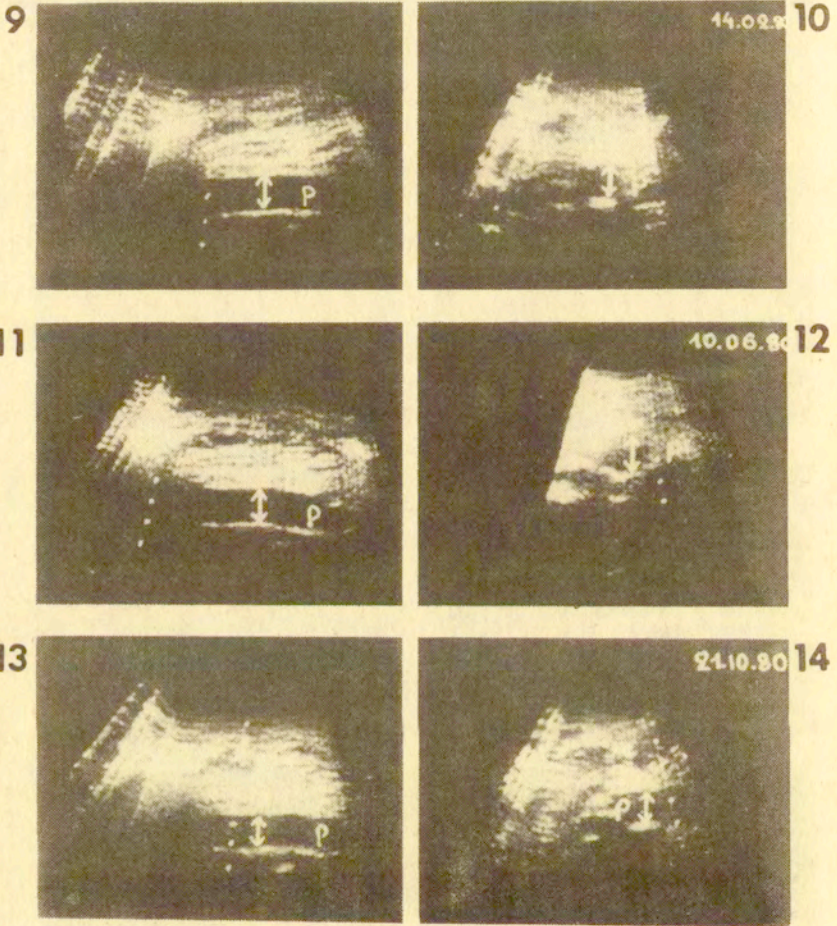
7, 8 - Pooperacyjne badanie wykonane w 11 dni po operacji wykazało prawidłowe usytuowanie protezy.

10 - 15 - Kolejne badania kontrolne wykazywały prawidłowe usytuowanie protezy naczyniowej.

W.H. lat 56 m*



Ryc. 54₁



Ryc. 54₂

Ryc. 54. Ultrasonogramy przed i pooperacyjne mężczyzny W.H. lat 56. który początkowo nie zgadzał się na zabieg operacyjny

1 - ultrasonogram podłużny

2 - ultrasonogram poprzeczny

Światło tętniaka w najszerszym miejscu wynosi około 6 cm z widocznymi wewnątrz skrzeplinami. Chory nie wyraził zgody na operację.

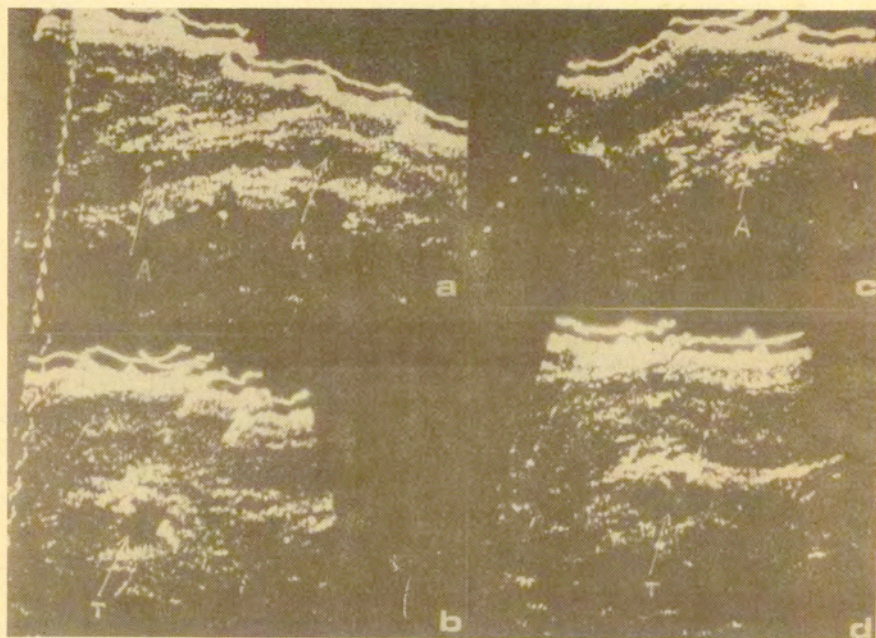
3, 4 - Następne badanie po 4 miesiącach wykazało powiększenie się tętniaka o około 1 cm.

5 - w czasie operacji potwierdzono wielkość światła tętniaka

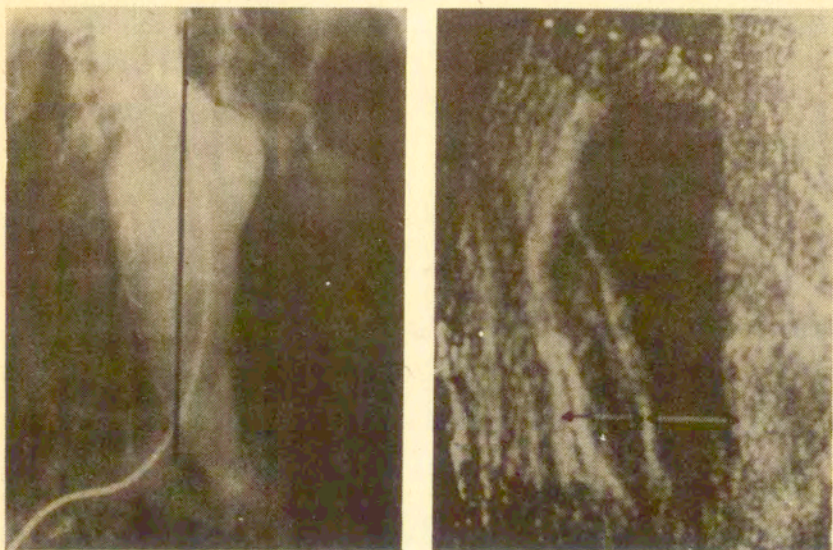
6 - wszczepiono prostą protezę naczyniową

7, 8 - pooperacyjne badanie kontrolne w 28 dni po wszczępieniu protezy wykazało prawidłowe usytuowanie protezy

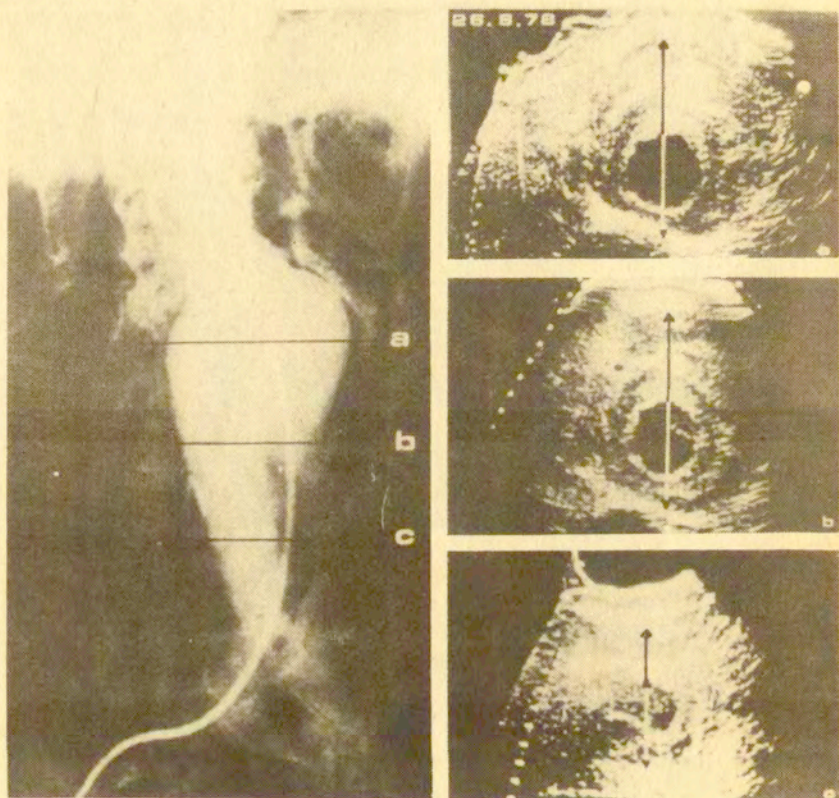
9, 14 - kolejne badania kontrolne wykonywane co około 4 miesiące nie wykazały poszerzania się aorty powyżej lub poniżej protezy. Strzałkami zaznaczono światło tętniaka - T, protezy - P.



Ryc. 55. Porównanie aorty prawidłowej / R. A. 1. 48/ z "tętniakiem", który okazał się lewym płatem wątroby / B. A. 42/ .
a - przekrój podłużny aorty brzusznej, b - przekrój poprzeczny aorty brzusznej, c - przekrój podłużny "tętniaka", d - przekrój poprzeczny "tętniaka".

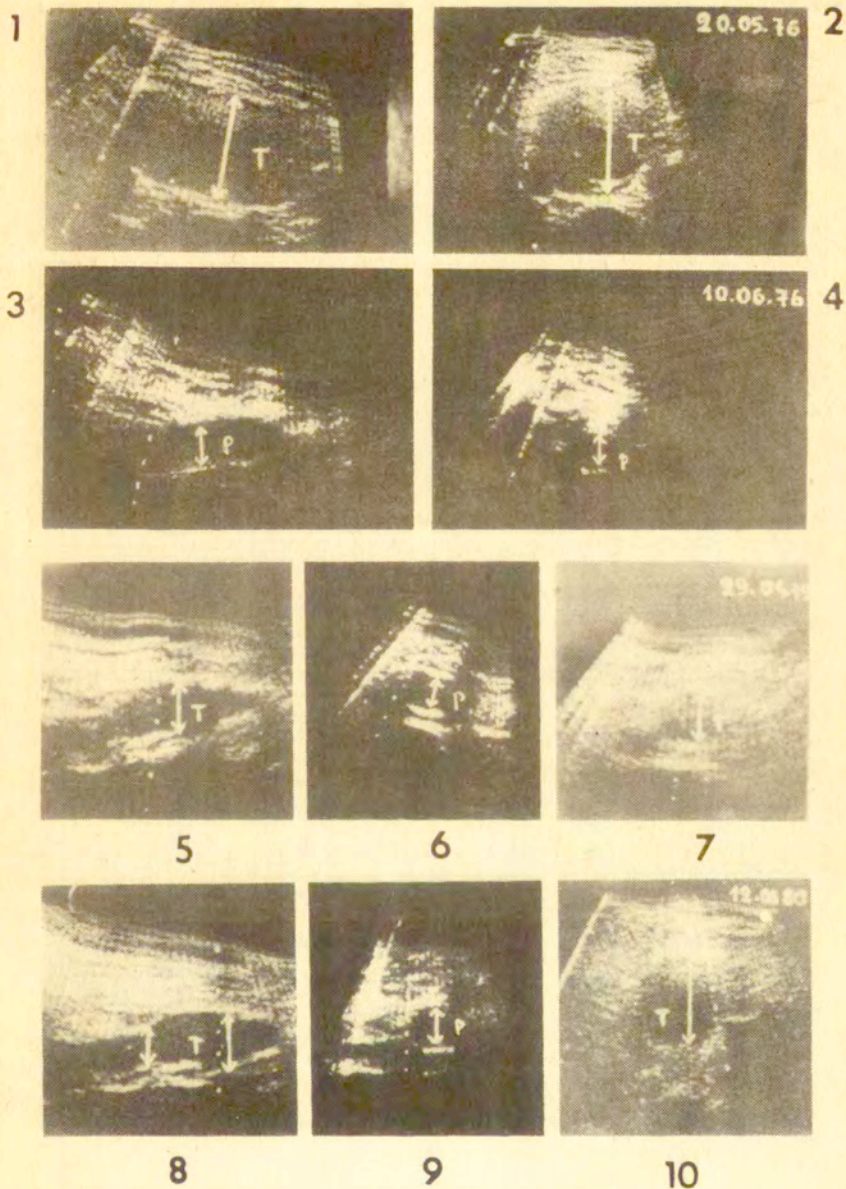


Ryc. 56. Aortografia i podłużny ultrasonogram tętniaka aorty brzusznej chorego B. A. lat 60. Ultradźwiękowy przekrój tętniaka wykonano wzdłuż osi podłużnej, którą zaznaczono na aortografii pionową linią. Na ultrasonogramie strzałkami zaznaczono warstwy skrzeplin, światło oraz kształt tętniaka.



Ryc. 57. Aortografia i ultrasonografia tętniaka aorty brzusznej chorego B.A. lat 60. Poprzeczne ultrasonogramy wykonano na poziomach a, b, c, które zaznaczono na aortografii ciemnymi liniami a, b, c. Na aortografii w dolnej części światło tętniaka jest niejednolicie zacienione, co stwarza wrażenie, że tętniak ma kształt maczugi. Jednak poprzeczne i podłużne / pokazano je na następnej rycinie / ultrasonogramy wykazują, że tętniak jest raczej kulisty.

G.J. lat 53 m*

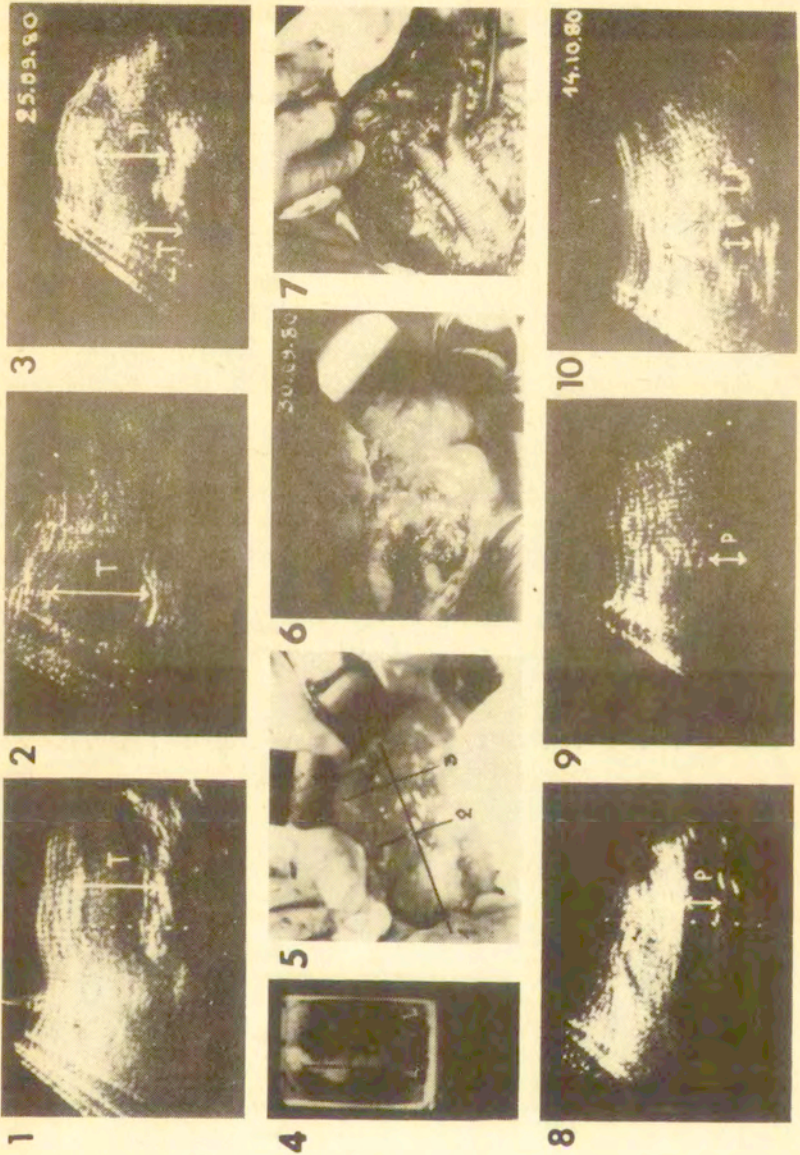


Ryc. 58.

Ryc. 58. Ultrasonogramy przed i pooperacyjne mężczyzny G.J. lat 53.

- 1 - Podłużny ultrasonogram wykonany w najszerszym miejscu tętniaka aorty.
- 2 - Poprzeczny ultrasonogram wykonany w najszerszym miejscu światła tętniaka wynosiło około 6 cm.
- 3, 4 - Badanie kontrolne wykonane w 20 dni po operacji wykazało prawidłowe wszczępienie protezy. Wykonane 3 lata później badanie kontrolne wykazało poszerzanie się aorty poniżej wszczępionej, prostej protezy.
- 5 - Podłużny przekrój
- 6 - Poprzeczny przekrój przez protezę
- 7 - Poprzeczny przekrój aorty poniżej protezy
- 8 - Kolejny przekrój podłużny wykonany półtora roku później wykazuje dalsze poszerzanie się aorty
- 9 - Przekrój poprzeczny na poziomie protezy w zasadzie nie ujawnia nieprawidłowych warunków
- 10 - Przekrój poprzeczny aorty poniżej protezy wykazuje wyraźne jej poszerzenie.

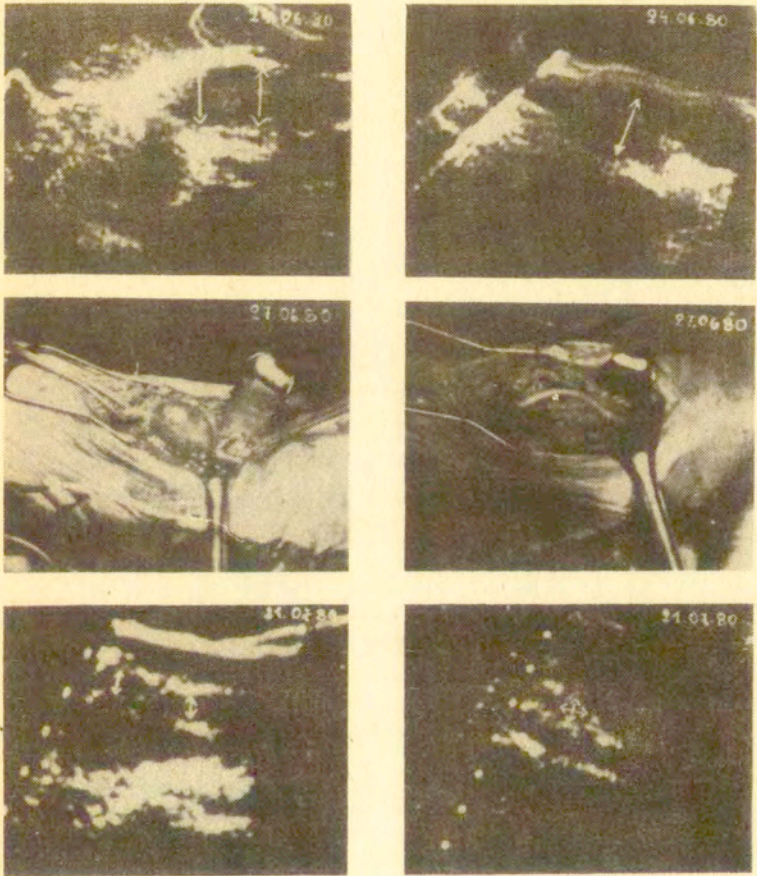
W.A. lat 66 k***



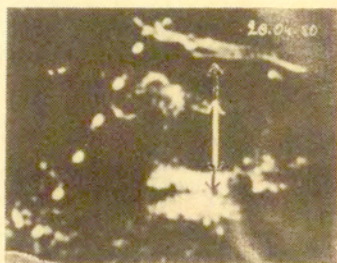
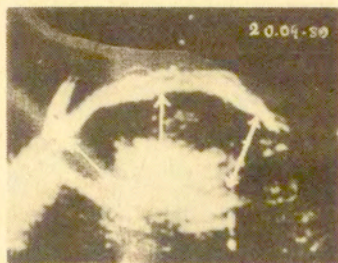
Ryc. 59.

Ryc. 59. Ultrasonogramy przed i pooperacyjne kobiety W. A. lat 66.

- 1 - Podłużny ultrasonogram wykonany w najszerszym miejscu tętniaka aorty brzusznej.
- 2 - Poprzeczny ultrasonogram wykonany w najszerszym miejscu tętniaka aorty brzusznej.
- 3 - Poprzeczny ultrasonogram wykonany na poziomie tętnic biodrowych wykazał tętniakowate ich poszerzenie.
- 4 - Aortografia.
- 5 - Sródoperacyjny wygląd tętniaka. Ciemne linie odpowiadają przekrojom ultradźwiękowym. Widoczne poszerzenie obu tętnic biodrowych.
- 6 - Tętniak wypełniony skrzeplinami.
- 7 - Wszczepiona rozwidlona proteza.
- 8, 9, 10 - Badanie pooperacyjne w 2 tygodnie po operacji wykazało prawidłowe wszczępienie protezy. Przekroje ultrasonograficzne wykonywane na poziomie tętnic biodrowych / 10/. Widoczne są dwie protezy naczyniowe. Nad prawym ramieniem protezy widoczne przejaśnienie, odpowiadające "zbiornikowi plynowemu" / Z P/

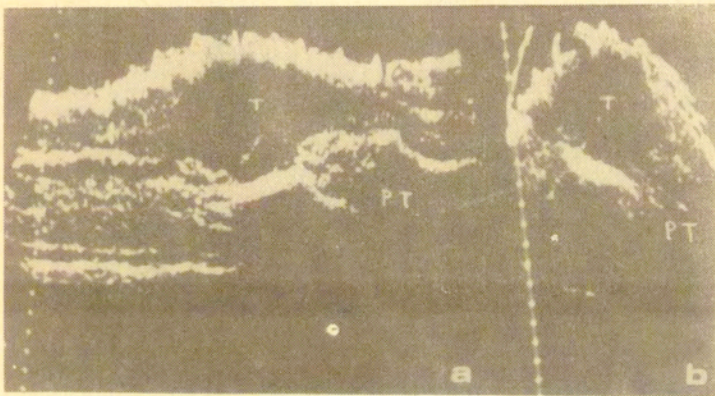


Ryc.60 Ultrasonogramy chorego N.S. lat 67 przed i pooperacyjne oraz widok przed i po rekonstrukcji. 1. Ultrasonogram podłużny, 2 - poprzeczny kulistego tętniaka tętnicy podkolanowej, 3 - tętniak, 4 - przeszczep, 5 - ultrasonogram pooperacyjny / podłużny przekrój przez przeszczep/, 6 - poprzeczny przekrój.



Ryc. 61. Ultrasonogramy i usunięty tętniak tętnicy podkolanowej chorego D.J. lat 72 z objawami niedokrwienia stopy i podudzia, u którego przed operacją badaniem ultrasonograficznym rozpoznano tętniak a badaniem dopplerowskim wykluczono go z powodu braku w nim przepływu. W czasie operacji stwierdzono tętniak tętnicy podkolanowej, który był wypełniony skrzeplinami./Prędkość przepływu krwi przez tętniak była poniżej wykrywalności przepływomierzami dopplerowskimi/.

- 1 - ultrasonogram podłużny
- 2 - ultrasonogram poprzeczny
- 3 - usunięty tętniak



Ryc.62. Przedziurawiony tętniak tętnicy podkolanowej
u chorego K. Z. lat 85.

a - przekrój podłużny

b - przekrój poprzeczny

T - tętniak

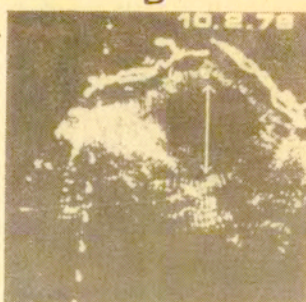
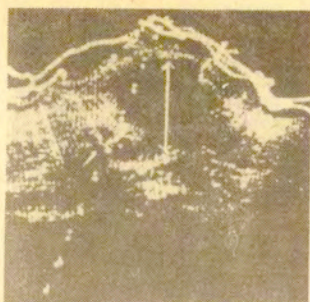
T_p - tętnica podkolanowa

PT - przedziurawienie tętniaka

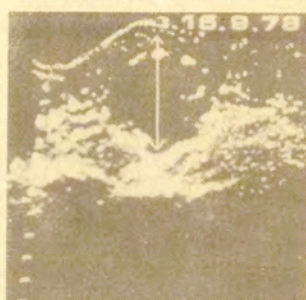
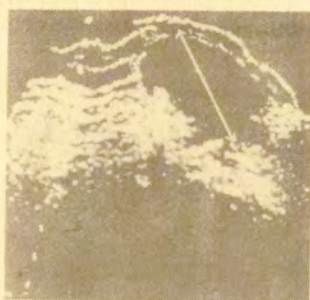
A

- 164 -

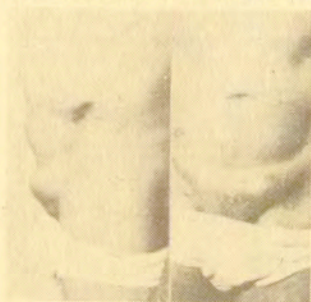
B



1



2



3



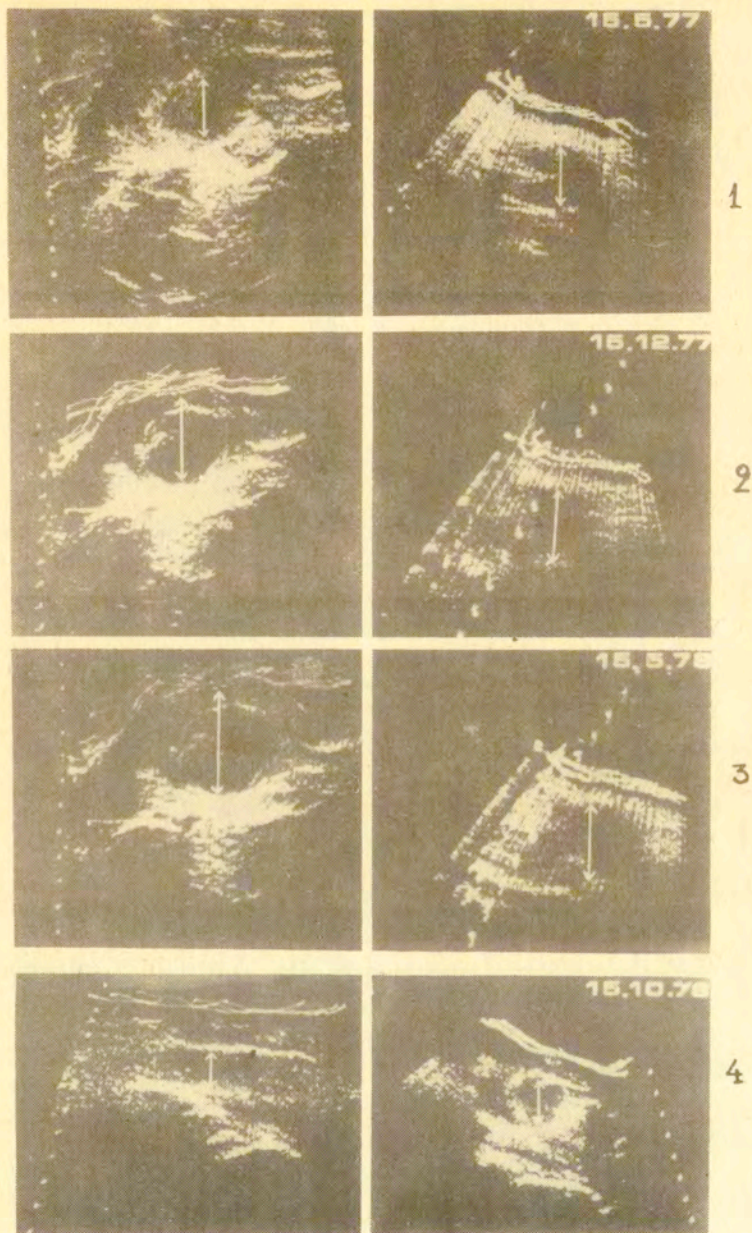
4

Ryc. 63. K.K. lat 65. A - przekroje podłużne, B - poprzeczne,
 1, 2 - tętniak, 3 A - tętniak, 3 B - tętniak śródoperacyjnie,
 4 - wszczepiona proteza;

A

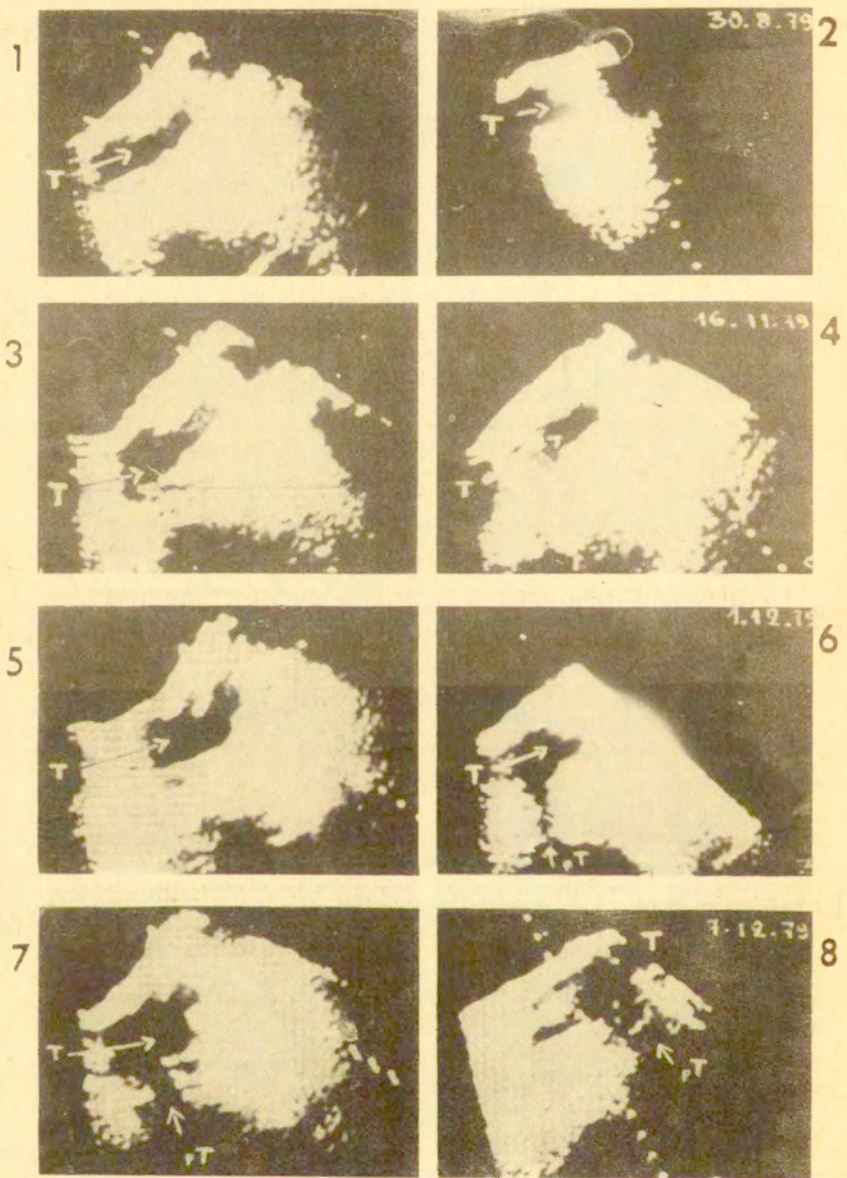
- 165 -

B

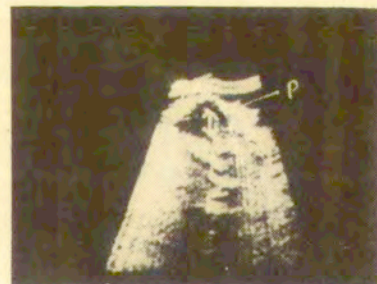
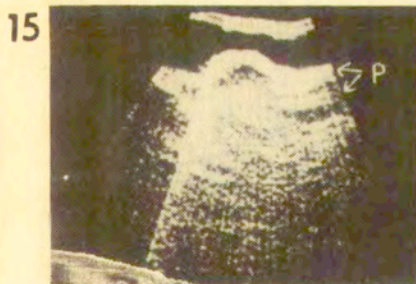
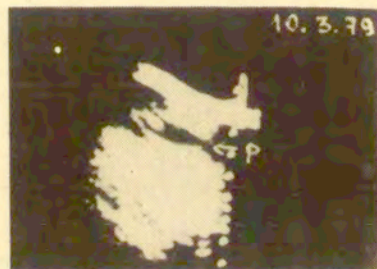
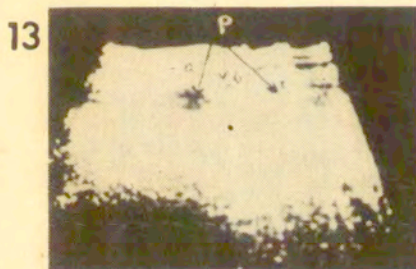


Ryc. 64. M.W. lat 56. A - przekroje podłużne, B - **poprzeczne**, 1,2,3
 tętniak, 4 - wszczepiona proteza.

K.H. lat 49 m



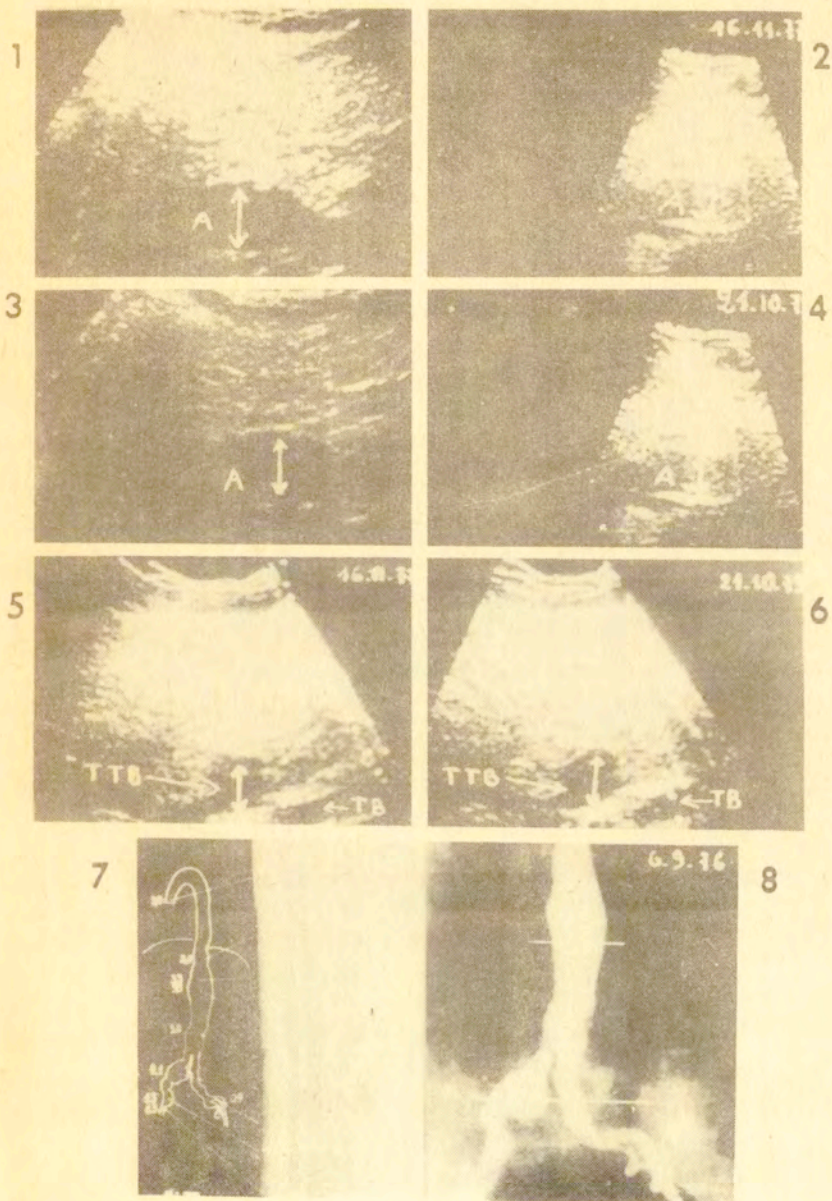
Ryc. 65₁



Ryc. 65. Ultrasonogramy chorego K.H. lat 49 z szybko powiększającym swoje rozmiary tętniakiem rzekomym w miejscu zespolenia protezy alloplastycznej z tętnicą udową.

- 1 - tętniak w miejscu zespolenia - T / przekrój podłużny/
- 2 - tętniak w miejscu zespolenia - T / przekrój poprzeczny/
- 3, 4, 5 - powiększania się tętniaka
- 6 - na przekroju poprzecznym widać przedziurawienie tętniaka
- T - tętniak, pT - przedziurawienie tętniaka
- 7 - przedziurawienie widoczne na podłużnym przekroju
- 8 - powiększanie się kanału przedziurawiania
- 9, 10 - tętniak w lewej pachwinie
- 11 - tętniak śródoperacyjnie
- 12 - wszczępienie świeżej protezy
- 13 - podłużny przekrój poprzez miejsce zespolenia świeżej protezy zespolonej z tętnicą udową. P - proteza, a - miejsce zespolenia, b, c - proteza
- 14 - poprzeczny ultrasonogram miejsca zespolenia
- 15 - badanie kontrolne po wszczępieniu protezy wykazuje prawidłowe warunki
- 16 - poprzeczny ultrasonogram poprzez miejsce zespolenia protezy z tętnicą

K.Z. lat 68 m*



Ryc. 66. Ultrasonogramy mężczyzny K.Z. lat 68 z poszerzeniem tętniakowatym aorty i tętniakiem tętnicy biodrowej prawej. Badania kontrolne w ciągu 2 lat wykazują minimalne różnice w wielkości tętniaka t. biodrowej i w szerokości aorty.

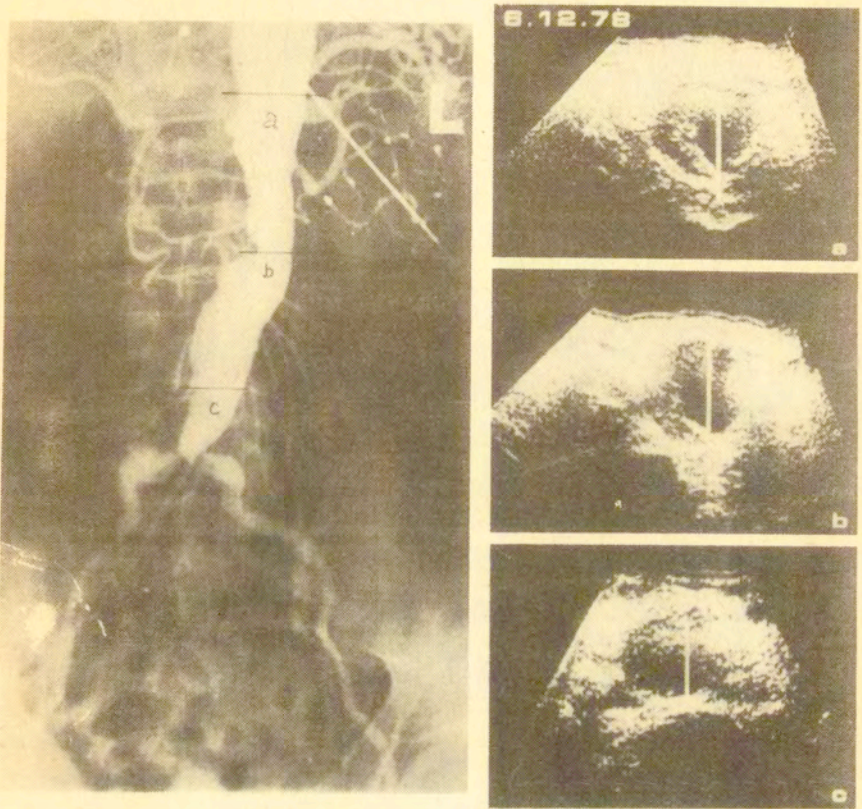
1, 3 - przekroje podłużne aorty

2, 4 - przekroje poprzeczne aorty

5, 6 - przekroje poprzez tętniak tętnicy biodrowej

7 - dla porównania podano badanie dr Czernika w prezentacji TM

8 - aortografia

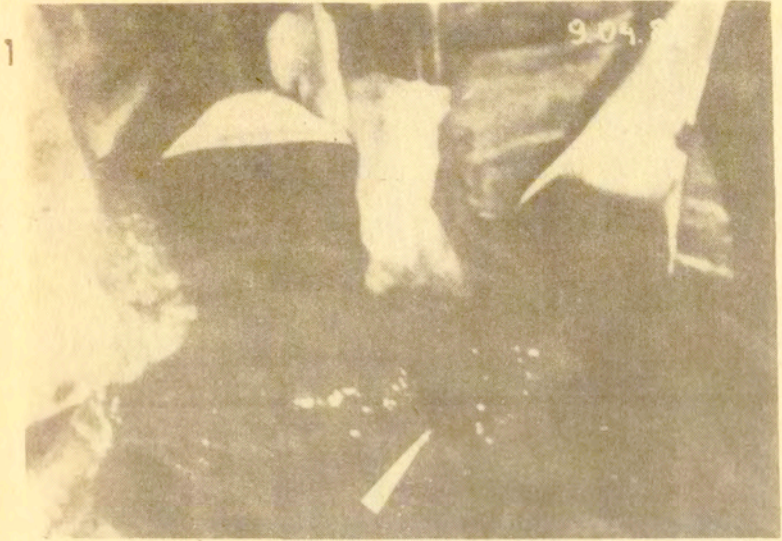


Ryc. 67. Aortografia i poprzeczne ultrasonogramy chorego K. W. lat 48, wykonane na różnych poziomach a, b, c, wskazują na znacznie większe rozmiary tętniaka niżby to wynikało z aortografii.



Ryc. 68. Aortografia i ultrasonogramy / a - podłużne, b - poprzeczne/ chorego K. W. lat 48 przed / a/ i po operacji / b/. Ultrasonogramy wykonano wzdłuż osi podłużnej i poprzecznej zaznaczonych liniami na aortografii. Jasnymi strzałkami zaznaczono światło tętniaka, ciemnymi strzałkami protezy, ciemnymi - przejaśnienia / P/ ponad protezę, które odpowiadają "zbiornikom płynowym". Na aortografii zaciemnione zostało zwężone światło tętniaka. W rzeczywistości co widać również na ultrasonogramach i co zostało potwierdzone śródoperacyjnie tętniak był znacznie większy niżby to wynikało z aortografii. Średnica jego wynosiła około 7 cm.

T.A. lat 39 k



Ryc. 69.

Ryc. 69. Widok śródoperacyjny oraz ultrasonogramy przez i pooperacyjne tętniaka rzekomego aorty u chorej T.A.

lat 39.

1 - śródoperacyjny widok tętniaka / w obwodowej części tętniaka widoczne są "ciemne" szwy, po przebytej operacji/

2 - ultrasonogram podłużny

3 - ultrasonogram poprzeczny

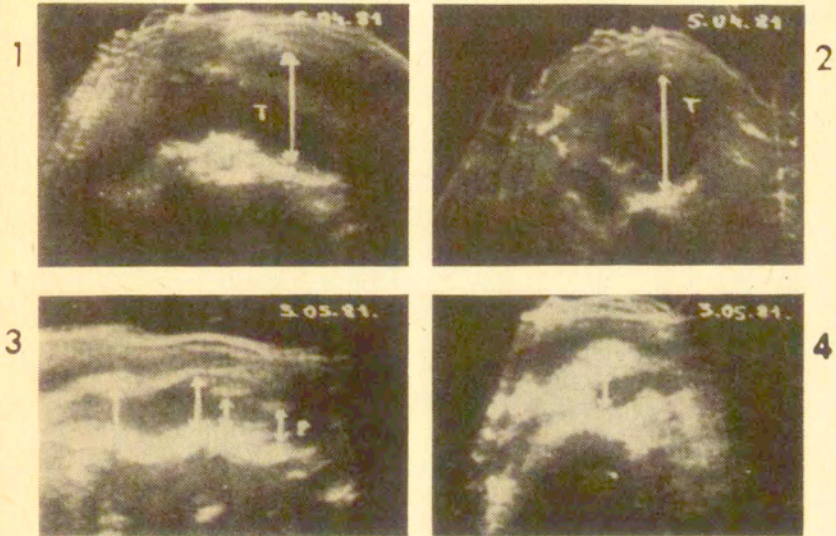
4 - ultrasonogram podłużny

5 - ultrasonogram poprzeczny

Badanie pooperacyjne wykonano w 8 dni po operacji.

Stwierdzono właściwe usytuowanie protezy.

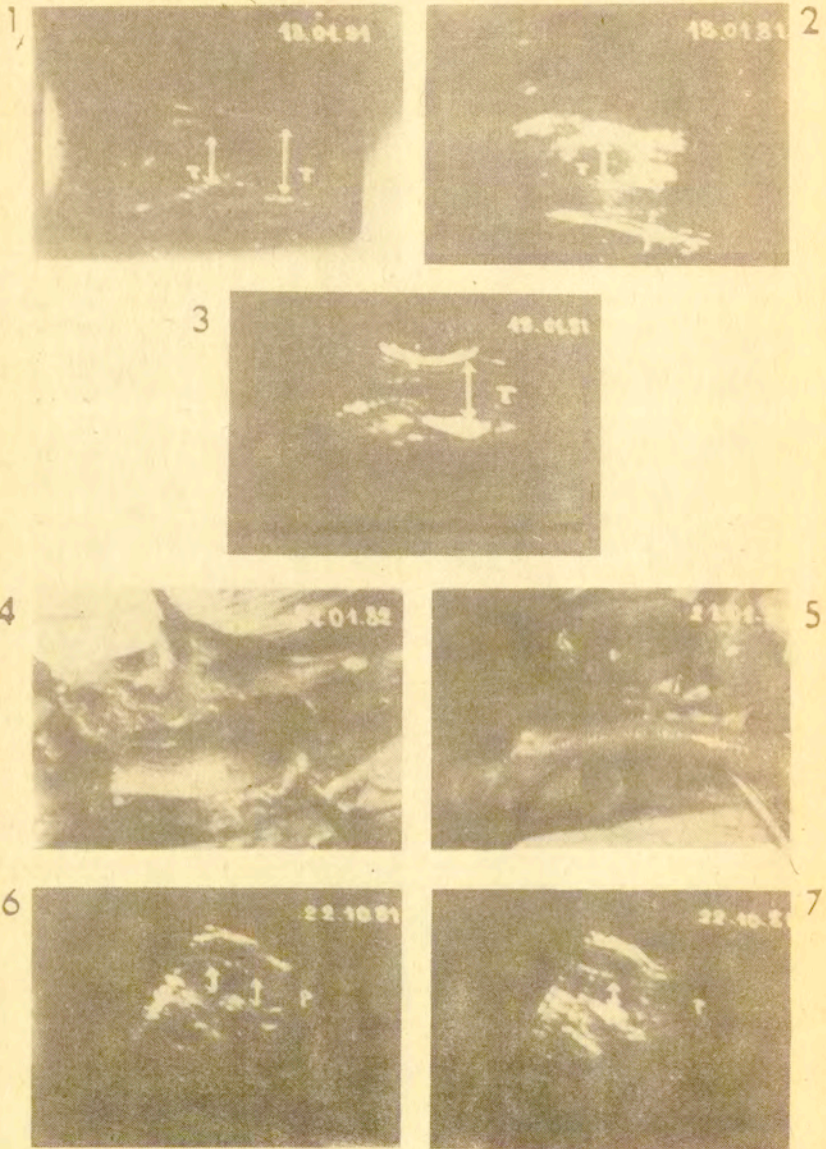
Z.S. lat 69 k



Ryc. 70. Ultrasonogramy przed i pooperacyjne tętniaka rzekomego aorty brzusznej u chorej Z.S. lat 69.

- 1 - ultrasonogram podłużny z widocznymi skrzeplinami wewnątrz tętniaka
- 2 - ultrasonogram poprzeczny z widocznymi skrzeplinami wewnątrz tętniaka
- 3 - podłużny pooperacyjny ultrasonogram P - proteza, ponad protezą widoczna poszerzona aorta, którą zaznaczona strzałkami

Ż.St. lat 64 m



Ryc. 71.

Ryc.71. Ultrasonogramy przed i pooperacyjne oraz śródoperacyjny widok poszerzonej tętniakowato protezy Dallonowej u chorego Z. St. lat 64.

1 - ultrasonogram podłużny

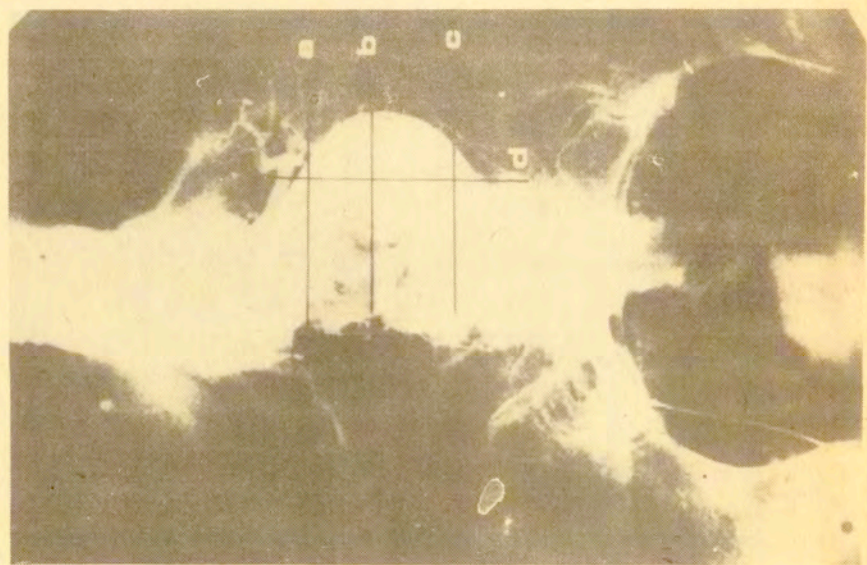
2, 3 - ultrasonogramy poprzeczne

4 - tętniak prawdziwy protezy naczyniowej

5 - przecięta, poszerzona proteza. Obok pokazano protezę takiej średnicy jaką wszczepiono w czasie pierwszej operacji

6 - ultrasonogram podłużny nowo^wszczepionej protezy

7 - ultrasonogram poprzeczny nowo^wszczepionej protezy



Ryc. 72.

Ryc. 72. Porównanie aortografii krętej aorty z ultrasonogramami.

Ultrasonogramy wykonano na poziomach a, b, c zaznaczonych na aortografii czarnymi poprzecznymi liniami.

Ultrasonogram podłużny wykonano wzdłuż linii d zaznaczonej czarną pionową linią.

Podłużny ultrasonogram - d - wskazuje raczej na tętniak aorty brzusznej, podczas gdy poprzeczne ultrasonogramy sugerują raczej krętą aortę.

BIBLIOGRAFIA

1. Abdulla U. : Effect of diagnostic ultrasound on maternal and fetal chromosomes. *Lancet* 1971, 2, 829.
2. Abowitt S. H. , Dietrich E. B. , Friewald V. E. , Philips B. J. : Ultrasonic visualisation of the abdominal aorta. *Ultrasound in medicine*. White D. , Brown R. F. Plenum Press, 1977.
3. Abrams H. L. , Mc Neil B. J. : Computed tomography, cost and efficiency implications. *Am. J. Roent*, 1978, 131, 81.
4. Adiseshiah M. , Bailey D. A. : Aneurysms of femoral artery. *Brit. J. Surg* 1977, 64, 174.
5. Allen E. V. , Barker N. W. , Hines E. A. : *Peripheral Vascular Disease. Arteriosclerosis*. str. 293. Sand. Comp. Philadelphia and London. 1960.
6. Anderegg L. A. : Les possibilites de l'ultrasonographie abdominale. *Schw. Med. Woch.* 109, 1076, 1979.
7. Asher W. and Freimanis A. : Echographic diagnosis of retroperitoneal lymph noder enlargement. *Am. J. Roent.* 1969, 105, 438.
8. Askanas Z. : Pomocnicze metody fizycznego rozpoznawania miażdżycy. *Miażdżycza pod red. Biernackiego A. i Szajewskiego J.* PZWL, 1960, 95.
9. Axelbaum S. P. , Schellinger D. , Gomes M. N. : Computed tomographic evaluation of aortic aneurysms. *Amer. J. Roent.* 1976, 127, 75.
10. Baird R. N. , Davies P. W. and Bird D. R. : Segmental pletysmography during arterial reconstruction. *Brit. J. Surg.* 1979, 66, 718.
11. Baker D. J. : Postress Doppler Pressure. *Arch. Surg.* 1978, 113, 1171.
12. Bardos P. , Bergdahl L. , Meier W. E. : Anastomosen-Aneurysmen nach Dacron Graft im aortoiliakalen Bereich und deren chirurgische Behandlung. *Thoraxchirurgie* 1974, 22, 461.

13. Barner H. B. , Kamiński D. L. , Codd J. E. , et al. : Hemodynamics of autogenous femoro-popliteal by pass. Arch. Surg. 1974, 109, 291.
14. Barnes R. W. , Mc Donald G. B. , Hamilton G. W. , Rudd T. G. , Nelp W. B. , and Strandness D. E. : Radionuclide venography for rapid dynamic evaluation of venous disease. Surgery 1973, 73, 706.
15. Barnes Robert W. : Noninvasive diagnostic techniques in peripheral vascular disease. Amer. Heart Journal, 1979, 97, 241.
16. Barnes R. W. : Noninvasive Evaluation of Peripheral Arterial Disease. Presented in part at the Society Clinical vascular Surgery. Palm Springs, California, March 9-12. 1977, 631.
17. Beall A. C. , Henly W. S. , Harris G. C. , Crawford E. S. , Cooley D. A. , De Bakey M. E. Translumbar aortography. Ann. Surg. , 1963, 197, 882.
18. Bergman J. J. , and Yao J. S. T. : Modern management of abdominal aortic aneurysms. Surg. Clin. North. Amer. 1974, 54, 175.
19. Berguer R. , Hwang N. H. C. : Critical Arterial Stenosis. A. Theoretical and Experimental Solution. Ann. Surg. 1974, 180, 39.
20. Berkoff W. E. , Ungeheuer E. , Alken P. . Bauchortenaneurysms. Med. Klin. 1978. 73. 601.
21. Bernstein R. L. : Safety Studies with Ultrasonic Doppler Technic. Obstetrics and Gynecology. 1969, 34, 707.
22. Bernstein E. F. , Murphy A. E. ; Shea M. A. , Housman L. B. : Experimental and Clinical Experience with Transcutaneous Doppler Ultrasonic Flowmeter. Arch. of Surg. 1970, 101, 21.
23. Bernstein E. F. , Dilley R. B. , Goldberger L. F. , Gisnic B. B. , Leopold G. R. : Growth rates of small abdominal aortic aneurysms. Surgery, 1976, 80, 765.

24. Bingham H. G. , Lichti E. L. ; Use of Ultrasound Transducer /Doppler/ to Localize Reripheral Arterivenous Fistulae. *Plast. Rec. Surg.* 1970, 46, 151.
25. Bober St. , Czaplicki S. : Graficzne metody badania układu naczyniowego PZWL. 1963.
26. Bollinger A. , Schlumph M. , Butti P. , Grüntzig A. : Measurement of Systolic Ankle Blood Pressure with Doppler Ultrasound at Rest and after Exercise in Patients with Leg Artery Occlusions. *Scand. J. Clin. Lab. Inves. , Suppl. 128, 1973, 31, 123.*
27. Bone G. E. , Hayes A. C. , Slaymaker E. E. , Barnes R. W. : Value of Segmental Limb Blood Pressures in Predicting Results of Aortofemoral Bypass. *The Amer. Journal of Surgery.* 1976, 132, 733.
28. Borodziński K. , Filipczyński L. , Nowicki A. , Powałowski T. : Qoantitative Transcutaneous Measurements of Blood Flow in Carotid Artery by Means of Pulse and Continous Wave Doppler Methods, *Ultrasound in Medicine and Biology.* , 1976, 2, 89.
29. Bouhoutsos J. , and Martin P. : Popliteal aneurysm. Areviev of 116 cases *Brit. Journal Surgery.* 1974, 61, 469.
30. Branch W. , Turley K. ; Crowley Bet. al. Aortic aneurysm with retroperitoneal fibrosis and ureteral obstruction. *Urology* 1977, 9, 299.
31. Brodie T. B. and Russel A. E. : On the determination of the rate of blood flow through an organ. , *J. Physiol.* 1905, 32. wg. Allena i wsp. *Peripheral Vascular Diseases.* W. B. Saunders Comp. London, 1947, 130.
32. Bunag D. , Mc Curbin J. W. , Page J. H. : Lack of correlation between direct and indirect measurements of arterial pressure in unanesthetized rats. *Cardiovascular Res.* 1971, 5.24.

33. Burnham S.J., Flanigan D.P., Goodreau J.J., Yao J.S.T., Bergan J.J.: Ankle pressure changes in distal bypass grafts during knee flexion. *Surgery*. 1980, 87, 652.
34. Bürger K., Schröder G., Preis R.: Spätkomplikationen nach alloplastischem Gefäßersatz. *Zentralbl. Chir.* 1978, 103, 197.
35. Byar D., Fiddian R.V., Quereau M., Hobbs J.T. and Edwards E.A.: The Fallacy of Applying the Poiseuille Equation to Segmental Arterial Stenosis. *Am. Heart J.*, 1963, 70, 216.
36. Cannon J.A., Lobpreis E.L., Herrold G., and Frankenberg H.L.: Experience with a new elektromagnetic flowmeter for use in blood-flow determinations in surgery. *Ann. Surg.* 1960, 152, 635.
37. Carstensen G. und Balzer K.: Reinterventionen bei Infektionen nach rekonstruktiven Arterieneingriffen. *Der Chirurg*. 1980, 51, 19.
38. Cauch N.P., Van De Water J.M., Dmochowski J.R.: Noninvasive Measurement of Peripheral Arterial Flow., *Arch. of Surgery*. 1971, 102, 435.
39. Chavez C.M.: False aneurysms of the Femoral Artery. *Annals of Surgery*. 1976, 183, 694.
40. Chiaeriello L., Reul G.J., Wukash D.C., Sandiford F.M., Hallman G.L., Cooley D.A.: Ruptured aortic aneurysm. Treatment and review eightyseven patients. *Am. J. Surg.* 1974, 128, 735.
41. Cimmino C., The anteriorly migrating aorta: a sign of retroperitoneal tumor. *Radiology*. 1970, 94, 149.
42. Colt J.D.: New Doppler Pressure Index Plotted as Curves. *Amer. J. of Surg.* 1978, 136, 198.
43. Conrad M.C. and Gree H.D.: Evaluation of Venous Occlusion Pletysmography, *J. Appl. Physiol.* 1961. 16, 289.

44. Cooley D. A. , Bloodwell R. D. , Beall A. C. , Hallman G. L. , De Bakey M. E. : Surgical management of aneurysms of the ascending aorta. *Surgical Clin. N. Amer.* 1966, 46, 1033.
45. Corson J. D. , Johnson W. C. , Lo Gerfó F. W. , Bush H. L. , Menzorian J. O. , Kumaki D. J. , Nasbeth D. C. : Doppler Ankle Systolic Blood Pressure. *Arch. Surg.* 1978, 113, 932.
46. Crawford E. S. , De Bakey M. E. , Blaisdell P. W. : Simplified treatment of large sacciform aortic aneurysms with patch grafts. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1961, 41, 479.
47. Crichlow R. W. , Roberts B. : Treatment of popliteal aneurysms by restoration of continuity: Review of 48 cases. *Ann. Surg.* 163, 417. 1966.
48. Curati W. L. , Peticlera R. , Dyrda J. , Winsberg F. : Echographic demonstration of mobility of the dessecting of an aortic aneurysm. *Ultrasound in Medicine.* White D. , Brown R. E. : Plenum Press 1977, 25.
49. Cutler B. S. , and Darling R. C. : Surgical management of arteriosclerosis femoral aneurysms. *Surgery.* 1973, 74, 764.
50. Czernik A. : Badanie reograficzne narządu krążenia i jego zastosowanie w klinice. *Post. Kard.* 1957. 5. 108.
51. Danielson G. K. , Payne W. S. : Arteriography and abdominal aortic aneurysm *J. A. M. A.* , 1969, 209, 1366.
52. Darling R. C. : Ruptured arteriosclerotic abdominal aortic aneurysms. *Am. J. Surg.* 1970, 119. 397.
53. Davis R. P. , Neiman H. L. , Yao J. S. T. , Bergan J. J. : Ultrasound scan in diagnosis of peripheral aneurysms. *Arch. Surg.* 1977, 112, 55.

54. Dean R. H. , Yao J. S. T. , Stanton P. E. et al. : Prognostic indicators in femoropopliteal reconstruction. Arch. Surg. 1971, 174, 346.
55. Dean R. H. , Yao J. S. T. , Stanton P. E. et al. : Prognostic indicators in femoropopliteal reconstructions. Arch. Surg. 1975, 110, 1287.
56. De Bakey M. E. , Crawford E. S. , Cooley A. A. , Mooris G. C. , Royster T. S. , Abbot W. P. : Aneurysm of abdominal aorta: analysis of results of graft replacement therapy one to eleven years after operation. Ann. Surg. 1964, 160, 622.
57. Dickson A. H. , Strandness D. E. , and Bell J. W. : The detection and sequelae of operative accidents complicating reconstructive arterial surgery. Am. J. Surg. 1965, 109, 143.
58. Donald J. , Brown T. G. , Demonstration of Tissue Interface Within the Body by Ultrasonic Echosounding. Brit. J. Radiol, 1961, 34, 539.
59. Duncan G. W. , Gruber J. O. , Devey C. F. , Myers G. S. and Lees R. S. : Evaluation of carotid stenosis by phonoangiography. N. Engl. J. Med. 1975, 293, 1124.
60. Eascott H. H. G. : Arterial Surgery. Wyd. Pitman, 1969.
61. Eklund A. E. , Nordlander S. , Asgard P. E. , Scintigraphic examination of aneurysms of abdominal aorta and iliac arteries. Scand. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1975, 9, 276.
62. Etienne J. , Filipczyński L. , Nowicki A. , Powalowski T. : Ultradźwiękowa metoda badania tętna na zasadzie zjawiska Dopplera. IPPT PAN, 1970.
63. Etienne J. , Filipczyński L. , Ilmurzyńska K. , Salkowski J. : Ultrasono-kardiograf UKG-1 i jego zastosowanie do badania czynności serca. Probl. Techn. Med. 1970, 1, 19.

64. Fiddian R. V., Byar D., and Edwards E. A.: Factors Affecting Flow through a Stenosed Vessel. Arch. Surg. 1954, 88, 83.
65. Filly R. A. and Carlsen E. N.; Newer ultrasonic anatomy in the upper abdomen. II. the major systemic veins and arteries with a special note on localisation of the pancreas. J. of Clinical Ultrasound. 1976, 4, 91.
66. Filipczyński L.: Ultradźwiękowe metody diagnostyczne. Rozdz. 6, Problemy Elektroniki i Telekomunikacji, 1972, nr 24, red. J. Keller.
67. Filipczyński L.; Etienne J., Łypacewicz G.: Visuanlizing in the ide of the abdomen by means of ultrasonics. Proc. Vibr. Probl. 1966, 7, 211.
68. Filipczyński L., Groniowski J., Łypacewicz G., Sałkowski J., Waszczuk T.: Konstrukcja ultrasonografu UG-4 i jego zastosowanie w położnictwie i ginekologii. Elektronika. Problemy Tech. Med. 1975, 6, 231.
69. Filipczyński L., Kretowicz J., Nowicki A., Powalowski T., Starzyńska J.: Badanie wpływu ultradźwięków promieniowanych przez detektor tętna na chromosomy człowieka w hodowli limfocytów. Arch. Akust. 1973, 8, 147.
70. Filipczyński L., Roszkowski I.: Diagnostyka ultradźwiękowa w położnictwie i chorobach kobiecych. PZWL. 1977, 36.
71. Finley D. H., Pilcher D. B.: A Simplified Instrument for Noninvasive vascular Assessment. Result Experimental Tests With Arterial Stenosis. Arch. Surg. 1978, 113, 936.
72. Fitzgerald D. E. i Carr J., Amer, J. Roent, 1977, 128, 385. Assessment by Arteriography and Alternative Noninvasice Measurements. Am. J. Roent, 1977, 128, 385.

73. Filly R. A., and Carlsen E. N., 1976, Newer ultrasonic anatomy in the upper abdomen. II, the major systematic veins and arteries with a special note on localisation of the pancreas. *J. Of Clinical Ultrasound*. 1976, 4, 91.
74. Forlini J. F. : Indirect measurement of asystolic blood pressure during + G_z acceleration. *J. of Appl. Physiol*. 1974, 37, 584.
75. Franklin D. W., Schlegel W., Rushmer R. ; Blood Flow Measured by Doppler Frequency Shift of Backscattered Ultrasound. *Science* 1961, 134, 564.
76. Fronek A., Johanson K., Dillely R. B. i Bernstein E. F. : Ultrasonographically Monitored Postocclusive Reactive Hyperemia in Diagnosis of Peripheral Arterial Occlusive Disease. *Circulation* 1973, 48, 149.
77. Fry W. J., Lindenauer S. M. : Infectin complicating the use of plastic arterial implants. *Arch. Surg*. 1967, 94, 600.
78. Gerbode F., Ruptured aortic aneurism. : Surgical emergency. *Surgery. Gyn. Obstetr*. 1954, 98, 759.
79. Giessler R. : Anastomosen-Aneurysmen nach synthetischem Gefäßersatz. *Der Chirurg*, 1980, 51, 14.
80. Goetz R. H. : The Diagnosis and treatment of Vascular Diseases. *Brit. J. Surg*. 1949, 37, 146.
81. Goldberg B. B. and Lechman J. S. : Aortosonography: Ultrasound measurement of the abdominal and thoracic aorta. *Arch. Surg*. 1970, 100, 652.
82. Goldberg B., Ostrum B., and Isard H. : Ultrasonic aortography. *JA-MA*, 1966, 198, 353.
83. Gooding G. A. W., Herzog K. A., Hedgcobk M. W., Eisenberg R. L. : B - mode ultrasonography of prosthetic vascular grafts. *Radiology* 1978, 127, 763.

84. Gomes M.N. ACT Scanning in the diagnosis of abdominal aortic aneurysms. *Computerized Tomography*, 1977, 1, 51.
85. Gomes M.N., Hakkal H.G., Schellinger D., Ultrasonography and CT scanning a comparative study of abdominal aortic aneurysms. *Computerized Tomography*. 1978, s. 99.
86. Gomes M.N., Schellinger D., Hufnagel C.A., Abdominal C.A.: Abdominal aortic aneurysms: Diagnostic review and new technique. *Ann. Thorac. Surg.* 1979, 27, 479.
87. Gomuła R., Kopp S., Lasota Z., Dorodziński K., Nowicki A., Powalowski L.: Ultradźwiękowy detektor przepływu krwi typu UDP-10. *Probl. Tech. Med.* 1975, 6, 261.
88. Gooding G.A.W., Herzog K.A., Hedgecock M.W., Eisenberg R.L.: B-mode ultrasonography of prosthetic vascular grafts. *Radiology* 1978, 127, 763.
89. Gosling R.G., Dunbar G., King D.H.: The quantitative analysis of occlusive peripheral arterial disease by a non-invasive ultrasonic technique. *Angiology*, 1971, 22, 52.
90. Gosling R.G., King D.H., Newman D.L., Woodcock J.P.: Transcutaneous measurement of arterial blood-velocity by ultrasound: *J. Ultrasonics. U.S. I. Conf. Papers* 1969, 16.
91. Groniowski J., Roszkowski I.: Zastosowanie ultrasonografii w diagnostyce medycznej. *Pol. Prz. Rad. i Med. Nukl.* 1974, 38, 481.
92. Groniowski J., Roszkowski I., Łapycewicz G.: Ultrasonografia w diagnostyce ginekologicznej. *Gin. Pol.* 1968, 39, 427.
93. Harkanyi B.Z., Szollar J., and Vigvari Z.: A search for an effect of ultrasound alone and combination with X rays on chromosomes in vivo *Brit. J. of Radiol.* 1978, 51, 46.

94. Harris P. L. , Taylor L. A. , Cave F. D. : The relationship between Doppler ultrasound assessment and angiography in occlusive arterial disease of lower limbs. *Surg. Gyn. Obstetrics*. 1974, 138, 911.
95. Hartley C.J. and Cole J. S. : An ultrasonic pulsed Doppler system for measuring blood flow in small vessels. *J. Appl. Phys.* 1974, 37, 626.
96. Hattery R. R. , *Computed Tomography and Ultrasound. Application and Evaluation: Computed Tomography*, Wyd. Mosby Comp. 1977, str. 129.
97. Hejhal L. , Hejhal J. , Firt P. , Taborsky J. , Belan A. : Aneurysms following endarterectomy associated with path graft angioplasty. *J. Cardiovasc. Surg.* 1974, 15, 620.
98. Henke Von G. : Diagnostic peripherer Durchblutungsstörungen mit dem Ultraschall-Doppler-Gefäßindikator. *Elektromedica*. 1974, 22, 50.
99. Henry L. G. , Doust B. , Kornis W. E. , Bernhard V. M. : Abdominal Aortic Aneurysm and Retroperitoneal Fibrosis. *Arch. Surg.* 113, 1456, 1978.
100. Heberer G. , Stelter W. J. , Kortmann H. , Becker H. M. , Holbach G. , Pfeifer K. J. , Daxwanger I. : Aneurysmen nach diagnostischen und rekonstruktiven Arterieneingriffen. *Langebecks Arch. Chir.* 1978, 347, 698.
101. Hewlett A. W. , Van Zwaluwenburg J. G. , : The rate of Blood flow in the arm. , *Heart* 1909, 1, 87, wg Allen i wsp. *Peripheral Vascular Diseases*. W. B. Saunders Comp. London 1947.
102. Hill D. A. , Mc Grath M. A. , Lord R. S. A. , and Tracy G. D. : The effect of superficial femoral artery occlusion on outcome of aortofemoral by pass for Intermittent claudication. *Surgery*, 1980, 87, 133.

103. Hokanson D. E., Summer D. S. and Strandness D. E., Jr.: An electrically calibrated pletysmograph for direct measurement of limb blood flow I. E. E. E., Trans. Biomed. Eng. *IEEE*, 1975, 22, 25.
104. Holzer W., Polzer K., Marko A., "Rheokardiographie". Wiedeń 1945.
105. Ilmurzyńska K.: Echokardiografia. W książce pt. Diagnostyka ultrasonograficzna, pod red. Krystyny Ilmurzyńskiej. PZWL 1980.
106. Jarrett F., Berkoff H. A., Crumny A. B., Belzer F. O.: Femoropopliteal Bypass Grafts with Sequential Technique. Arch. Surg. 1981, 116, 709.
107. Johnston K. W., Maruzzo B. C., Cobbold R. S. C.: Errors Artifacts of Doppler Flowmeters and Their Solution. Arch. Surg. 1977, 112, 1335.
108. Johnston K. W., Taraschuk I.: Validation of the role of pulsatility index in the quantitation of the severity of peripheral arterial occlusive disease. Am. J. Surg. 1976, 131, 295.
109. Kaindl F.: Rheographie der peripheren Arterien., Arch. Kreislaufforschung, 1954, 20, 247.
110. Kaindl F., Polzer K., Schuhfried F., Rheographie, eine Methode zur Beurteilung peripherer Gefäße. Darmstadt, 1959.
111. Kakkar V. V.; The diagnosis of deep vein thrombosis using the ¹²⁵I fibrinogen test. Arch. Surg. 1972, 104, 152.
112. Kakkar V. V.: Fibrinogen Uptake test detection of deep vein thrombosis A review of current practice. Sem. Nuclear Med. 1977, 7, 229.
113. Kaneko Z. i wsp. An Analyzing Method of Ultrasound Blood Rheograph with sonograph., Digest of the 6th International Conference on Medical Electronics and Biological Engineering 1965, Tokyo.

114. Karnegis J.N. , Kubiček W.G. : Physiological correlates of the cardiathoracic impedance waveform. *Am. Heart J.*, 1970, 69, 519.
115. Karthner M.M. , Mc Rae L.P. , and Morrison F.D. : Noninvasive detection and evaluation of carotid occlusive disease. *Arch. Surg.* 1973, 106, 528.
116. Kato K. et al. : "On the Mechanisms of Generation of Detected Sound in Ultrasonic Flowmeter". *Memoirs of the Institute of Scientific and Industrial Research*. Vol. 19. Osaka University. 1962.
117. Kazamias T.M. , Gander M.P. , Franklin D.L. , Ross J. : Blood pressure measurement with Doppler ultrasonic flowmeter. *J. Appl. Physiol.* 1971, 30, 585.
118. Kedrow A.A. , O nowom metodie operedelenija pulsowych kolebanii krowionapoinienija sossudow w razlicznych uczastkach czelowieczeskowo tela. *Klin. Med.* 1941, 19, 71.
119. Kedrow A.A. , Liberman T.J. : O tak nazywajemoj reokardiografii. , *Klin. Med.* 1949, 27, 40.
120. Keitzer W.F. , Lichti E.L. , De Weese M.S. , Use of the ultrasonic flowmeter /Doppler/ during vascular reconstruction. , *Missouri Med.* , 1970, 67, 366.
121. King G.E. : Taking the blood pressure. *JAMA*, 1969, 209, 1092.
122. King D.L. , Lele P.P. : Biological effects of diagnostic ultrasound. *Diagnostic Ultrasound* Wyd. Mosby Comp. Saint Luis. 1974, 290.
123. Kittredge R.D. , Kanik V. , Finley N. , Arteriovenous fistulas. , *Am. J. Roent.* 1967, 100, 431.
124. Knox W.G. , Peripheral vascular anastomotic aneurysm. : A 15 year experience. *Ann. Surg.* 1976, 183, 120.

125. Koeppen S. : Neue Untersuchungsergebnisse über die Herzdynamik und Vektordiagraphie. Munch. Med. Wsch., 1943, 90, 607.
126. Kramer K., Lochner W., Wetterer E. : Methods of Measuring Blood Flow. w książce Hamilton W.F., Dow Philip, Handboock of Physiology-Circulation. Washington, D.C. 1963, 1283.
127. KreeL. : Computed tomography using EMI General Scanner. Brit. J. Radiol. 1977, 50, 2.
128. KreeL. : A General View of Computed Tomography. Computed Tomography. Mosby Comp. 1977 1.
129. Kristensen J., Holman H., and Rasmunssen S. : Ultrasonic diagnosis of aortic aneurysms J. Cardiovasc. Surg. 1972, 13, 168.
130. Kruszewski S. : Zastosowanie termografii i termowizji w medycynie. Pol. Prz. Rad. Med. Nukl. 1971, 25, 441.
131. Kubacek V., Pospisilova J., Kubak R. : The Use of Doppler Ultrasonic Flowmeter in Plastic and Reconstructive Surgery., Scripta Medica, 1973, 46, 457.
132. Kubicek W.G. : From A. H. L. : Impedance cardiography as a non invasive means to monitor cardiac function. J. Assoc. Adv. Med. Instrum. 1970, 4, 79.
133. Laogun A. A., Newman D. L. and Goslin R. G. : Comparison of pulse wave velocity measured by doppler shifted untrasound and elektromagnetic flowmetry. Ultrasound in Medicine & Biol. 1974, 3, 367.
134. Lassen N. A. : Muscle blood flow in normal mann and in patients with intermittend claudication evaluated by simultaneous Xe¹³³ and Na-24 clearances. J. Clin. Invest. 1964, 43, 1805.
135. Lassen N. A., Holstein P. : Use of radioisotopes in arterial insufficiency. Surg. Clin, N. Amer, 1974. 54, 39.

136. Lavenson G. S. , Rich N.N. , Baugh J. H. : Value of the Ultrasonic Flow Detektor in the Management of Peripheral Vascular Disease. Am. J. of Surg. , 1970, 120, 522.
137. Lechner H. , Rodler H. , Geyer N. , Die messtechnischen Unterschiede zwischen der Rheographie I und der Rheographie II. Elektromedizin 1964, 9, 88.
138. Lee B. Y. : Peripheral Vascular Surgery: Hemodynamics of Arterial Pulsatile Blood Flow. N. Y. A. C. C. 1973, 6.
139. Lee R. L. , Walls W. J. , Martin N. L. et al. : A practical Approach to the Diagnosis of Abdominal Aortic Aneurysms. Surgery, 1975, 78, 195.
140. Leopold G. : Ultrasonic abdominal aortography. Radiology 1970, 96, 9.
141. Leopold G. R. , Asher W. M. : Fundamentals of abdominal and pelvic ultrasonography. Saunders comp. W. B. 1975, 146.
142. Leopold G. R. , Golberg L. E. , Berstein E. : Ultrasonic detection and evaluation of abdominal aortic aneurysms. Surgery 1972, 72, 939.
143. Lewis J. D. , Dickson G. E. , Needhman T. N. , Papathanasiou K. , and Yao: A Comparative Study of Elektromagnetic and Ultrasonic Flow Measurements. The British Journal of Surgery. 1971, 58, 306.
144. Lewis J. D. and Jamieson C. W. : Pressure and Flow in Blood Vessels Reprinted from Proceedings of the Royal Society of Medicine. Dec. 1972, 65, 1121.
145. Little J. M. , Shell A. G. R. , Loewenthal J. et al. : Prognostic value of intraoperative blood-flow measurements in femoropopliteal bypass vein-grafts Lancet, 1968, 2, 648.
146. Loch E. , Fisher A. , Kuwert B. : Effect of diagnostic and therapeutic intensities of ultrasonics on normal and malignant human cells in vitro. Amer. J. Obstetr. Gynec. 1971, 110, 457.

147. Lo Gerfo F. W., Corson J. D. : Quantitative ultrasonic blood flow measurement in Dacron grafts. *Surgery*, 1976, 79, 569.
148. LoGerfo F. W., Johnson W. C., Corson J. D., Vollman R. W., Weisel R. D., Davis R. C., O'Hara E. T., Nabseth D. C., Mannick J. A. : A comparison of the late patency of axillo-bilateral femoral and axillounilateral femoral grafts. *Surgery* 1977, 81, 33.
149. Ludbroock J. and Walsh J. A. : *Peripheral Vascular Surgery*. Martin Birnstngl. Wyd. William Hinemann Medical Books. London, 1973, 20.
150. Ludbroock J. : Collateral Artery resistance in the human lower limb. *J. Surg. Res.* 1966, 6, 423.
151. Lyon M. F. and Simpson G. M. : An investigation into the possible genetic hazards of ultrasound. *Brit. J. of Radiol.* 1974, 47, 712.
152. Lylle G. Henry, Bruce Doust., Michael E. Kornis, Victor Bernhard. *Abdominal Aortic Aneurysm and Retroperitoneal Fibrosis*. 1978, 113, 1456.
153. Mann F. C., Herrick J. F., Essex H. E., and Baldes E. J. : The Effect on the Blood Flow of Decreasing the Lumen of Vessel. *Surgery* 1938, 4, 249.
154. Mannick J. A., Jackson B. T., Coffman J. D., et al. : Succes of by pass vein grafts in patients with isolated popliteal artery segments. *Surgery* 1967, 61, 17.
155. Martin M., Gorgla S. : Ultrasonic Doppler Measurement of Systolic Pressure in the quantitative Evaluation of Chronic Arterial Occlusions. *Journal of the American Geriatrics Society*, 1980, 28, 349.

156. Masterson J. E. , Keller K. C. , Silver S. R. : Ultrasonic echography for direct observation of peripheral arteries. *Vasc. Dis.* 1966, 3, 109.
157. May A. G. , DeWesse J. A. , and Rob C. G. : Haemodynamic Effects of Arterial Stenosis. *Surgery* 1963, 53, 513.
158. Mc Affe J. G. ,: A Survey of Complications of Abdominal Aortography. *Radiol.* 1957, 68, 825.
159. McDonald D. G. , Leopold G. R. : Ultrasound B-scanning in the differentiation of Baker's cyst. and thrombophlebitis. *Br. J. Radiol.* 1972, 45, 729.
160. Mc Leod, F. D. ; A directional Doppler Flowmeter. str. 213, *Digest of Seventh International Conference of Medical and Biological Engineering.* Stockholm 1967.
161. Meire H. B. , Review article Diagnostic ultrasound. *Brit. J. Radiol.* 1979, 52, 685.
162. Mordecai H. : Percutaneous Transfemoral Arteriography. *Surg. Amer. J. Foent.* 1964, 92, 918.
163. Moore W. S. : Infection in prosthetic vascular surgery Ed. R. B. Rutherford. Philadelphia, London, Toronto, 1977. Saunderc. Comp.
164. Moser K. W. : Angioscopic visualization of pulmonary emboli. *Chest.* 1980, 77, 198.
165. Mozersky D. J. , Summer D. S. , Barnes R. W. and Strandness D. E. : Intraoperative Use of a Sterile Ultrasonic Flow Probe. *Surg. Gyn. Obs.* 1973, 136, 279.
166. Mozersky D. J. , Hokanson D. E. , Summer D. S. , Strandness D. E. : Ultrasonic visualization of the arterial Lumen. *Surgery*, 1972, 72, 253.

167. Moss C.M., Rudavsky A. Z. and Veith F.J.: The value of scientian-
giography in arterial disease. Arch. Surg. 1976, 11, 1235.
168. Neisadt A., Jones t. Rob C.: Vascular system involved by idiopathie
retroperitoneal fibrosis. Surgery 1966, 59, 950.
169. Nowicki A., Ultradźwiękowe metody wizualizacji naczyń krwionoś-
nych i przepływów krwi. Wyd. IPPT PAN 1979.
170. Nowicki A., Borodziński K., Powałowski T.: Impulsowy Dopplero-
wski miernik przepływu krwi. IPPT PAN, Warszawa 1974.
171. Nowicki A., Borodziński K., Powałowski T., Zdanowski K.: Preli-
minary Studies of Blood Flow Velocity Profiles and Flow
Rates in Vivo by Means of Pulsed Ultrasound Doppler Velo-
city Meter., Scripta Medica, 1975, 48, 131.
172. Nusbaum J.W., Freimanis A.K., Thomford N.R.: Echography in the
diagnosis of abdominal aortic aneurysms. Arch. Surg. 1971,
101, 385.
173. Nyboer N.: Medical Physics. Chicago, 1947, 340.
174. Nyboer J.: Electrical Resistive impedance pulses of Hard body struc-
tures and dediations in impedance of the Eye, Chest and Gravid
Uterus J. Am. Of Physical Med. 1964, 63, 240.
175. O'Donnel T.F., Burnand K.G., Clemenson G., Thomas M.L., Brow-
se N.L.: Doppler Examination vs Clinical and Phlebographic
Detection of Location of Incompetent Perforating Veins. Arch.
of Surg. 1977, 112, 31.
176. Olszanieckij A.A., Matiej B.M., Tarachanow M.K.: Razryw ane-
ryzm perforacji pieryfericzeskich arterii pri atierosklerozie.
Kliniczeskaja Chirurgia, 1980, nr 7 str. 11.
177. Orłowski M., Rozpoznawanie pooperacyjnych powikłań zatorowo-za-
krzepowych metodami radioizotopowymi. PPCh 1979, 51, 697.

178. Pappas G., Janes J. M., Bernatz P. E.: Femoral aneurysms. Review of surgical management JAMA. 1964, 190, 489.
179. Patel P., Mashiah A., Schraibman, I. G., Naylor G. P.: Charlesworth D.: Automatic pletysmography. Medical & Biological Engin. & Computing. 1979, 17, 460.
180. Peronneau P., Xhaard M., Nowicki A., Pellet M., Delouche P., Hinglais J.: Zastosowanie ultradźwiękowego impulsowo-dopplerowskiego miernika prędkości przepływu do analizy profilu prędkości cieczy o ściankach sztywnych. Arch. akustyki, 1973, 8. 311.
181. Pilawski A., Twardosz Wł., Jasiński K.: Kliniczne zastosowanie foto-pletysmografii. PTL, 1956, 11, 673.
182. Piskorz A., Zapalski St.: Wyniki operacyjnego leczenia przewlekłej miażdżycowej niedrożności tętnic kończyn dolnych. PPCh 1975, 47, 1131.
183. Polzer K., Schuhfried F.: Theorie des Rheokardiogramus. Wien, Med. Woch. 1949, 61, 1251.
184. Polzer K., Schuhfried F.: Anwendung der Rheographie in der Gefassdiagnostik. Oesterreichische Krankenhaus-Zeitung, 1961, 8, 9.
185. Potchen E. J., Fundamentals of Abdominal and Pelvic Ultrasonography. Foreword, w książce Leopold G. R. and Ascher W. M.: Saunders Comp. London 1975.
186. Queral L. A., Flinn W. R., Yao J. S. T. and Bergan J. J.: Management of Peripheral Arterial Aneurysms. Surgical Clinics of North America, 1979, 59, 693.
187. Rajszyś R., Pachó R.: Tomografia komputerowa w diagnostyce tętniaków aorty. Pol. Prz. Rad. i Med. Nukl. 1980, 45, 497.
188. Ram M. D., Bhimani D. K.: Studies on Velocity Blood Flow with the Ultrasonic Flowmeter., Surgery, Cin. Obstr. 1971, 133, 815.

189. Reagan T. R., Miller C. W., Strandness D. E.: Transcutaneous measurement of femoral artery flow. *J. Surgery Res.* 1971, 11, 477.
190. Reneman R. C., Clarke H. F., Simmons N. and Spencer M. P.: In vivo comparison of elektromagnetic and Dopler flowmeters: with special attention to the processing of the analogue Doppler flow signal. *Cardiovas. Res.* 1973, 7, 557.
191. Renvick S., Royle J. P., Martin P.: Operative angiography after femoro-popliteal arterial reconstruction. Its influence on early failure rate. *Brit. J. Surg.* 1968, 55, 134.
192. Richardson J. V. and McDowell H. A.: Anastomotic aneurysms following arterial grafting. A 10 year experience. *Ann. Surg.* 1976, 184, 179.
193. Rosen R. M., Parthasaraty S. P., Turner A. F., Blankenborn D. H., and Roshke E. J.: Phonoangiography by autocorrelation. *Circulation.* 1977, 55, 625.
194. Rudowski G.: Zależność jakości i treści obrazów termowizyjnych od emisyjności obiektów i temperatury otoczenia. *Pol. P. Radiol. i Med. Nukl.* 1980, 44.1.
195. Rudofsky G. und Nobbe F.: Eine neue Möglichkeit in der Erfassung digital Verschlüsse durch den Ultraschall-Doppler-Gefäßindikator. *Elektromedica.* 1974, 4, 1.
196. Rushmer R. F., Baker D. W., Stegall H. F.: Transcutaneous doppler flow detection as a nondestructive technique. *J. Appl. Physiol.* 1966, 21, 554.
197. Rykowski H., Czernik A., Wesołowski J., Kwietniak Z., Zarembowski M.: The value of ultrasounds in the diagnosis and prognosis of aneurysms of the abdominal aorta. *Materia Medica Polona* 1978, 10, 316.

198. Rykowski H., Borkowski M., Maliński B.: Tętniak rzekomy po przedziurówieniu tętniaka brzuszego odcinka aorty. PPCh 1973, 45. 771.
199. Rykowski H., Kwiatniak Z., Wesołowski J.: Wartość wycięcia tętniaków aorty brzusznej. PPCh. 1978, 50, 755.
200. Rykowski H., Kwietniak Z., Wesołowski J., Czernik A.: Wyniki po operacji tętniaków aorty brzusznej. Pam. Zjazdu Chir. Pol. Sekcji Chirurgii Klatki Piersiowej Serca i Naczyń., Wrocław 1977,
201. Rykowski H., Lasocki J.: Tętniaki rzekome po stosowaniu protez naczyniowych. PPCh 1970, 42, 188.
202. Rykowski H., Wesołowski J., Ratyński B.: Powikłania wczesne po operacjach tętniaków aorty brzusznej. PPCh. 1977, 49, 901.
203. Rykowski H., Szczawiński A.: Współczesna diagnostyka chorób naczyń. Problemy współczesnej chirurgii i anestezjologii 1979, 249.
204. Satomura S. and Kaneko Z.: Study of flow patterns in peripheral arteries by ultrasonics. J. Acoust. Soc. Japan, 1959, 15, 151.
205. Sawyers J., Jacobs J.K., Sutton J.P.: Peripheral anastomotic aneurysm Arch. Surg. 1967, 95, 802.
206. Schoop W. and Levy H.: Messung des systolischen Blutdruckes distal eines Extremitäten verschlusses mit Hilfe der Ultraschall-Doppler-Technik. Verh. Dtsch. Ges Kreisl-Forsch. 1969, 35, 456.
207. Schuhfried R.: Rheographie., Arzl. Vorschung, Werk-Verlag Dr Edmund Banaschewski. München 1961, 15.
208. Scott W.W., Scott P.P., Sanders R.C.; B-scan ultrasound in diagnosis of popliteal aneurysms. Surg. 1977, 81, 436.

209. Scott W. W., Scott P. P., Sanders R. C. : B-scan ultrasound in the diagnosis of popliteal artery aneurysm. *Radiology*. 1976, 121, 707.
210. Segal B. L., Likoff W., Asperger F. : Ultrasound diagnosis of abdominal aortic aneurysms. *Am. J. Cardiol.* 1966, 17, 101;
211. Schatz I. J., Fairbairn J. F., et Jergens J. L. : Abdominal Aortic Aneurysm A reappraisal. *Circulation* 1962, 26, 200.
212. Schenk W. G., Menno A. D., Andersen M. N. and Drapanas T. : Application of the elektromagnetic flowmeter to vascular studies in human patients. *Surgery*, 1960, 48, 211.
213. Shippley R. E. and Gregg D. E. : The Effect of External Construction of Blood Vessel on Blood Flow. *Am. J. Physiol.* 1968, 141, 189.
214. Siegel B. S., Felix W. R., Popky C. L., Ipsen J. : Diagnosis of Ower Limbs Venous Thrombosis by Doppler Ultrasound Technique *Arch. Surg.* 1972, 104, 174.
215. Siegel M. E., Giargiana F. A., Rhodes B. A., Williams G. M. and Wagner H. N. : Perfusion of ischemic ulcers of the extremity: A prognostic indicator of healing. *Arch. Surg.* 1975, 110, 265.
216. Sowiński J., Rykowski H. : Zmiany konfiguracji aorty spowodowane bocznym skrzywieniem kręgosłupa, *Pam. Zjazdu Naukowego Polskiego Towarzystwa Ortopedycznego i traumatologicznego.* PZWL Warszawa 1971, 561.
217. Spratt E. M., Doran M. L., Baird R. J. : False aneurysm in lower extremity. *Surg. Gynec. Obst.* 1967, 124, 562.
218. Staple T. W. : Radiography of the diabetic foot. *The Diabetic Foot.* Edited by Marvin E. Levin, W. O'nel. Second edition. Mosby Comp. Saint Louis 1977, 142.
219. Stegal H. F., Kardon M. B. and Kemerer W. T. : Indirect measurement of arterial blood pressure by Doppler ultrasonic

sphygmomanometry. *J. Appl. Physiol*, 1968, 25, 793.

220. Steinberg C. R., Archer M., Steinberg J.: Measurement of abdominal aorta after intravenous aortography in health and arteriosclerotic peripheral vascular disease. *Am. J. Roent.* 1965, 95, 703.
221. Steinberg I., H. Stein H. L.: Visualization of abdominal aortic aneurysms. *Am. J. of Roent.* 1965, 95, 684.
222. Steinberg C. R., Stein H. L.; Arteriosclerotic abdominal aneurysms. Raport of 200 consecutive cases diagnosed by intravenous aortography *JAMA* 1966, 195, 1025.
223. Stephenson H. E., Lichti E. L.: Application of the Doppler Ultrasonic Flowmeter in the Surgical Treatment of Arterione-nous Fistula. *Amer. Surg.*, 1971, 37, 537.
224. Strandness D. E.: Doppler Ultrasound in Vascular Surgery. *Aust. N. Z. J. Surg.* 1977, 57, 115.
225. Strandness D. E. and Bell J. W.: Peripheral vascular disease: Diagnosis and objective evaluation using a mercury strain gage. *Ann. Surg. Suppl.* 1965, 161, 1.
226. Strandness D. E., McCutcheon E. P., Ruschmer R. F.: Application of Transcutaneous Doppler Flowmeter in Evaluation of Occlusive Arterial Disease. *Surgery Gynec., Obst.* 1966, 122, 1039.
227. Strandness D. E., Radke H. M., Bell J. W.: Use of new simplified pletysmograf in the clinical evaluation of patients with arteriosclerosis obliterans. *Surg. Gynec. & Obs.* 1961, 112, 751.
228. Strandnes D. E., Schultz R. D., Summer D. S., Ruschmer R. P.: Ultrasonic Flow Detection. A Usefull Technic in the Evaluation of Peripheral Vascular Disease. *Amer. J. Surg.* 1967, 113, 311.

229. Strandness D. E., Summer D. S.: Ultrasonic Technique in Angiology. Hans Huber Publishers. Bern. Stuttgart, Vienna, 1975.
230. Struve C.: Sonographic der Aorta Abdominalis. Med. Klin. 1979, 74, 1412.
231. Szebeni A., Tulassay Z., Horváth T., und Szabo I.: Sonographie in der Frühdiagnose von abdominalen Aortenaneurysmen. Wiener. Klin. Woch. 1979, 1, 12.
232. Szilagyi D. E.: Management of complication after arterial reconstruction. Surg. Elin. North Amer. 1979, 59, 659.
233. Szilagyi D. E., Elliot J. P. and Smiths R. F.: Clinical fate of patient with asymptomatic abdominal aortic aneurysm and unfit for Surgical treatment A.M.A. Arch. Surg. 1972, 104, 600.
234. Szilagyi D. E., Smith R. F., Elliot J. P., Hageman J. H., Dall' Olmo C. A.: Anastomotic aneurysms after vascular reconstruction: Problems of incidence etiology and treatment. Surgery 1975, 78, 800.
235. Szilagyi D., Smith R. F., Elliot J. P., Vrandecic M. P.: Infection in arterial reconstruction with syntethic grafts. Ann. Surg. 1972, 176, 321.
236. Szilagyi D. E., Schwartz R. L., Reddy D. J.: Popliteal Arterial Aneurysms. Their Natural History and Management: Arch. of Surgery, 1981, 116, 724.
237. Tahir A, H., Adriani J.: Use Ultrasonic Technique in Measurement Blood Pressure. Anest. and Analg. 1973, 52.
238. Taricco A.; Ruptured Aneurysm of Profunda Femoris. N. Y. State Journal of Medicine. 1980, 80, 960.
239. Taylor L. M., Van Kolken R. J., Baur G. M., Porter J. M.: Precise Diagnosis of Aortic Anastomotic Aneurysm by Computed Tomographic Scan. Arch. Surg. 1981, 116, 1209.

240. Terry H. J., Allan J. S., Taylor G. W.: The relationship between blood flow and failure of femoro-popliteal reconstructive arterial surgery. *Brit. J. Surg.* 1972, 59, 549.
241. Vollmar J. F., Storz S. W.: Vascular endoscopy. *Surg. Clin. N. Amer.* 1974, 54, 111.
242. Vollmar J., Bimler H. H.: Chirurgische Aspects bei der Behandlung infizierter Gefäßprothesen. *Aktuell. Chir.* 1978, 13, 225.
243. Vollmar J., Buettner-Ristow A., Diagnostik und Klinik septischer Komplikationen in der Gefäßchirurgie. *Langenbecks Arch. Chir. /Kongresber 1976*, 342, 505.
244. Ward S., Martin T. B.: Same aspects of ultrasound in the Diagnosis and Assesment of Aortoiliac Disease. *Amer. J. of Surg.* 1980, 140, 260.
245. Watts P. L., Hall A. J. and Fleming J. E. E.: Ultrasound and chromosome damage. *Brit. J. Radiol.* 1972, 45, 335.
246. Watson N. W. and Rüsmer R. F.: Ultrasonic blood flowmeter transducers. *Proc. San Diego Sympos. Biomed. Engineering*, 1963, 3, 87.
247. Wesółowski J.: Znaczenie Ultradźwiękowego Dopplerowskiego Detektora przepływu UDP-574 w rozpoznawaniu niedrożności tętnic i ocenie wyników operacji naczyniowych. *PPCh 1976*, 48, 611.
248. Wesółowski J.: Badania ultradźwiękowe w chirurgii naczyniowej. Diagnostyka ultradźwiękowa. Pod redakcją K. Ilmurzyńskiej. *PZWL*, 1980, 85.
249. Wesółowski J., Nowicki A.: Przydatność ultradźwiękowych przepływomierzy polskiej produkcji do badania tętnic i żył. *PTL*, 1977, 32, 899.

250. Wesołowski J., Gołębiowski L., Borkowski M., Jeznacki J.: Powiększenia po cieniującym badaniu tętnic. *PPCh.* 1970, 42, 80.
251. Wesołowski J., Klukowski M., Łapacewicz G., Borkowski M., Kwietniak Z., Zarembowski M., Kawalski A., Rykowski H.: Aortografia ultradźwiękowa w tętniakach aorty brzusznej. *PPCh.* 1979, 51, 155.
252. Wesołowski J., Nowicki A.: Zastosowanie ultradźwiękowego impulsowego dopplerowskiego miernika przepływu krwi w chirurgii. *PPCh.* 1978, 50, 41.
253. Winsor T.: Vascular aspects of thermography *J. Cardiovasc. Surg.* 1971, 12, 379.
254. Winsor T.: *Peripheral Vascular Diseases.* Charles C. Thomas. Publischer Illinois, USA, 1959.
255. Wheeler W.E., Beahley M.C., Ranniger K.: Angiography and ultrasonography. A comparative study of abdominal aortic aneurysms. *Amer. J. Roent.* 1976, 126, 95.
256. Wheeler H.B., Pearson D., O'Connell D. and Mullick S.C.: Impedance phlebography. *Arch. Surg.* 1972, 104, 164.
257. Whitney R.J.: The measurement of changes in human limb volume by means of mercury-in-rubber strain gauge, *J. Physiol.* 1949, 109, 5,
258. Wojtowicz J., Grażki J., Rzymiski K., Halva Sł., Konkiewicz J.: Sprawność tomografu komputerowego CT 5 005/2/Emi/ w badaniach całego ciała pierwszego 1000 chorych. *P. Prz. Rad.* 1979, 43, 143.
259. Wolsom A.H., Kaupp H.A., McDonald K.: Ultrasound of Arterial Graft Surgery Complications. *Amer. J. Radiology.* 1979, 133, 869.

260. Woodcock J. P., Gosling R. G., Fitzgerald D. E.: A new non-invasive technique of assessment of superficial femoral arterial obstruction. *Br. J. Surg.* 1972, 59, 226.
261. Woodcock J., Gosling R., King D., Newman D.: Physical Aspects of Blood Flow Measurement by Doppler-Shifted Ultrasound. Ch. in *Blood Flow Measurement*. Wyd. Colin Roberts. Sector Publishing Ltd. London 1972.
262. Wychulis A. R., Spittell J. A., Walance R. B.: Popliteal aneurysms. *Surgery* 1970, 68, 942.
263. Yao S. T.: Haemodynamic Studies in Peripheral Arterial Disease, *Brit. J. Surg.* 1970, 57, 761.
264. Yao S. T., Needham T. N., Ashon J. P.: Transcutaneous Measurement of Blood Flow by Ultrasound. *Bio-Medical Engineering*, 1970, 5, 230.
265. Yao S. T., Bergen J. J.: Application of Ultrasound to Arterial and Venous Diagnosis. *Surgical Clinics of North America*. W. B. Saunders Comp., Philadelphia, London, Toronto, 1974, 54, 23.
266. Yao S. T., Hobbs J. T., Irvine W. T.: Ankle Systolic pressure in arterial disease affecting the Lower extremities. *Brit. J. Surg.* 1969, 56, 676.
267. Yao S. T., Needham T. N., Gourmoos C., Irvine W. T.: A comparative study of strain-gauge pletysmography and Doppler ultrasound in assessment of occlusive arterial disease of lower extremities. *Surgery*, 1972, 71, 4.
268. Yashar J. J., Richman M. H., Dyckman J., Witoszka M., Burnard R. J., Weyman A. K.: Failure of dacron prostheses caused by structural defect. *Surgery* 1978, 84, 659.

STRESZCZENIE

W pracy dokonano oceny przydatności ultradźwięków w rozpoznawaniu niedrożności aorty i tętnic obwodowych, wykrywaniu wczesnych powikłań po rekonstrukcjach tętnic obwodowych, rozpoznawaniu tętniaków aorty i tętnic obwodowych oraz w rozpoznawaniu późnych powikłań po operacjach rekonstrukcyjnych aorty brzusznej i tętnic obwodowych.

W badaniach używano wyłącznie aparaturę polskiej produkcji skonstruowaną w Zakładzie Ultradźwięków IPPT PAN / UDP-574, UDP-10, MDP-10, UDIMP, UDP-30, USG-10/.

W części doświadczalnej, w której zwężano stopniowo aorty psów stwierdzono, że najczulszym sposobem określenia przepływu krwi jest oznaczenie ciśnienia skurczowego poniżej zwężenia. Pomiary w tętnicach udowych wykonywano przezskórnie i bezpośrednio z tętnic po ich odsłonięciu. Zwężano aortę brzuszną aparatem własnego pomysłu. Stwierdzono, że pomiary prędkości chwilowej, średniej oraz ilości przepływającej krwi w tętnicach są powtarzalne w czasie i odpowiadają wartościom uzyskiwanym przez innych autorów za pomocą elektromagnetycznych przepływomierzy. Spadek przepływu chwilowego i średniego w tętnicach udowych występował dopiero po zwężeniu aorty powyżej 50%. Rejestracja przykwej prędkości przepływu krwi w tętnicach udowych była możliwa jeżeli zwężenia aorty nie przekraczało 75-80% jej światła. W tym samym czasie ciśnienie obniża się z 110 mmHg do 70 mmHg. Po przekroczeniu średnicy zwężenia aorty o 80%, rozpoczynał się nagły spadek ciśnienia krwi, który osiąga wartość bliską zeru po zwężeniu aorty do 95%. Pomimo tego można przy ciśnieniu poniżej 70 mmHg stwierdzić przepływ krwi za pomocą osłuchiwania tętnic za pomocą dopplerowskich przepływomierzy. Z badań tych wynikało, że pomiary ciśnienia skurczowego za pomocą dopplera są najczulszą metodą określenia drożności tętnic. W oparciu o te badania uważano, że porównanie ciśnienia obwodowego poniżej zwężenia do centralnego jest najłatwiejszym do zbadania miernikiem stopnia zwężenia.

W części klinicznej zbadano 40 kończyn u 20 zdrowych wolontariuszy oraz 180 kończyn u 140 chorych z niedokrwieniem kończyn dolnych. Posługiwano się pomiarami ciśnienia skurczowego na całej długości kończyny. Porównywano je ze sobą oraz z ciśnieniem na ramieniu obliczając wskaźniki ciśnienia U/R / udo/ ramię/ P/U / podkolano/ udo, K/U / kostka/ udo, K/P / kostka/ podudzie, K/R / kostka/ ramię. Wartości wskaźników ciśnienia skurczowego porównywano z arteriografią oraz z nasileniem objawów klinicznych przed i po operacjach rekonstrukcyjnych. Ponadto obliczano ilość przepływającej krwi w tętnicy udowej przed operacją, w czasie operacji w tętnicy udowej bądź poniżej przeszczepu przed i po rekonstrukcji, oraz po operacji przed opuszczeniem Kliniki przez chorego.

Stwierdzono, że w zdrowych tętnicach kończyn dolnych nie ma różnicy ciśnień wzdłuż całej kończyny. Natomiast obecność gradientu ciśnienia poniżej lub powyżej kolana, wskazuje na niedrożność tętnic udowej lub podkolanowej. Gradient ciśnienia pomiędzy podkolanem i kostką odzwierciedla zmiany w obrębie tętnic podudzia. Stosunek ciśnień U/R / udo/ ramię jest odbiciem niedrożności w obrębie miednicy, U/K / udo/ kostka/ przedstawia zmiany w tętnicach kończyny dolnej. Wskaźnik K/R / kostka-ramię/ ilustruje zmiany na obu poziomach. Po udanych rekonstrukcjach ciśnienie krwi wzrasta w obrębie miejsca operowanego i poniżej przeszczepu. Segmentalne pomiary ciśnienia wskazują na jego wyrównanie wzdłuż całej kończyny a wskaźniki ciśnienia wynoszą około 1.0. W razie ponownej niedrożności wskaźniki te zachowują się tak jak przed operacją. Okazało się, że im niższa była wartość wskaźnika ciśnienia K/R / kostka/ ramię/ tym częściej występowała wczesna niedrożność pooperacyjna. Jeżeli wskaźniki K/R przed operacją wynosiły poniżej 0.2 to niedrożność pooperacyjna przeszczepu udowo-podkolanowego wynosiła 80 %. Również u 36,3 % chorych z niedrożnością aortalno-biodrową oraz u 33 % chorych z zespołem Le-rich e'a, którzy mieli przed operacjami wskaźnik ciśnienia K/R poniżej 0.4, nie było poprawy po operacjach.

W dalszej części pracy wykonywano badania przepływu krwi w tętni-

cach udowych. Okazało się, że przepływ przez zdrowe tętnice udowe wynosi od 80 do 200 ml/min. Przepływ ten spadał poniżej 80 ml/min. w niedrożności tętnic kończyn dolnych. U tych samych osób po operacjach rekonstrukcyjnych zwiększa się i wynosi od 80 do 200 ml/min. Śródoperacyjne pomiary przepływu krwi wykazały, że na 150 rekonstrukcji w 34 kończynach / 22, 7% / przepływ był niedostateczny - poniżej 70-80 ml/min. Umożliwiło to naprawę błędu technicznego w czasie tej samej operacji, uzyskując w 24 kończynach wyraźną poprawę przepływu. Śródoperacyjne pomiary przepływu krwi są przydatne do wykrycia zwężenia lub niedrożności. Pozwala to na natychmiastową korekcję błędu popełnionego w czasie operacji.

Analiza statystyczna dotyczyła jedynie chorych operowanych z powodu niedrożności rozwidlenia aorty. Wykazała ona niezbicie, że wskaźnik ciśnienia K/R i wielkość przepływu krwi określane przed operacją nie mogą stanowić podstawy do prognozowania o wyniku operacji. Takie stwierdzenie może mieć dla chirurga wielkie znaczenie praktyczne, ponieważ nie można odstąpić od operacji w razie objawów zaawansowanego niedokrwienia tylko w oparciu o uzyskane wskaźniki.

Ultrasonografia. Zbadania 20 zdrowych wolontariuszy i 72 chorych w wieku od 29 do 85 lat, u których stwierdzono badaniem klinicznym lub podejrzewano tętniaki aorty brzusznej i tętnic obwodowych za pomocą USG-10. Zoperowano 29 chorych z tętniakami aorty brzusznej, 17 z tętniakami rzekomymi w zespoleniu protezy z tętnicą udową, bądź biodrową, 3 chorych z tętniakami rzekomymi w zespoleniu protezy z aortą brzuszną, jednego chorego z tętniakiem prawdziwym protezy aortalnoudowej, oraz 6 z tętniakami tętnic podkolanowych. Badania ultrasonograficzne umożliwiły trafne rozpoznanie bez uciekania się do aorto-arteriografii w 92 % przypadków. U 3 chorych wynik był mylnie pozytywny, a u jednego chorego mylnie negatywny.

Stała kontrola chorych z tętniakami aorty i tętniakami rzekomymi pozwoliła śledzić dynamikę ich rozwoju i zapobiec skutkom przedziurawienia. Należy podkreślić, że tylko dzięki ultrasonografii ustalono prawidłowe rozpoznanie przed powtórą operacją u wszystkich chorych z tętniakami rzekomymi w zespoleniu protezy z aortą. Ponadto ultrasonografia pozwoliła na kon-

trochę wszczepionych protez. Z ciekawszych obserwacji trzeba wyliczyć obecność przejaśnień dookoła protez, które uznano za "zbiorniki płynowe" odpowiadające krwiałom dookoła protezy. Kontrolne badania pozwoliły także na stwierdzenie, że protezy nie ulegały zmianie, ale następowało starzenie się aorty, co wyrażało się jej rozszerzeniem poniżej lub powyżej protezy i esowatym wygięciem itp. Przeprowadzone badania wskazują na to, że ultrasonografia może zastąpić arteriografię w rozpoznawaniu i kontroli pooperacyjnej tętniaków aorty brzusznej i tętnic obwodowych. Ma to nie tylko znaczenie oszczędzające zdrowie chorego, ale również aspekt gospodarczy, ponieważ badanie ultrasonograficzne bez wykonywania zdjęcia zawiera się praktycznie w cenie aparatu.

SPIS TREŚCI:

	str.
1. CEL PRACY	4
2. METODY BADAŃ W CHIRURGII NACZYNIOWEJ	5
3. ULTRADŹWIĘKOWE METODY ECHA W UWIDACZNIANIU NACZYŃ KRWIONOŚNYCH	13
4. DOPPLEROWSKIE METODY UWIDACZNIANIA PRZEPIYU WEWNĄTRZ NACZYŃ KRWIONOŚNYCH	18
5. BEZPIECZEŃSTWO BADAŃ ULTRADŹWIĘKOWYCH	22
6. BADANIA WŁASNE	23
6.1. Ultradźwiękowe badania dopplerowskie	23
6.1. a. Doświadczalne badania przepływu krwi w tętnicach psów	23
6.1. b. Kliniczne badania przepływu krwi przed, w czasie i po operacjach rekonstrukcyjnych tętnic obwodowych	23
6.2. Ultradźwiękowe badania za pomocą echa /ultrasonografii/	23
7. METODA BADANIA	25
7.1. Zastosowana aparatura	25
7.2. Badania dopplerowskie	34
7.2. a. Ultradźwiękowe doświadczalne pomiary prędkości i ilości przepływającej krwi w tętnicach psów	34
7.2. b. Ultradźwiękowe kliniczne pomiary przepływu krwi w tętnicach u ludzi	37
7.2. c. Rodzaje operacji rekonstrukcyjnych	42
7.3. Ultrasonografia	44
8. WYNIKI	49
8.1. Badania dopplerowskie	49
8.1.1. Część eksperymentalna	49

8.1.2. Część kliniczna	56
8.1.2.1. Zdrowi wolontariusze	56
8.1.2.2. Chorzy z niedokrwieniem kończyn dolnych	57
8.1.2.2. a. Zwężenie lub niedrożność rozwidlenia aorty	58
8.1.2.2. b. Niedrożność biodrowo-udowa	63:
8.1.2.2. c. Niedrożność tętnic udowo-podkolanowa bez zwężenia tętnicy udowej głębokiej	67:
8.1.2.2. d. Niedrożność udowo-podkolanowa ze zwężeniem tętnicy udowej głębokiej	73:
8.1.2.2. e. Niedrożność udowo-podkolanowa i tętnic podudzia z drożną jedną tętnicą podudzia	77
8.1.2.2. f. Niedrożność tętnic podudzi	80.
8.1.2.2. g. Pomiary śródoperacyjne ilości przepływającej krwi w zrekonstruowanych tętnicach	81
8.1.2.2. h. Analiza statystyczna	82
8.1.2.2. i. Podsumowanie wyników części klinicznej	83
9. OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA	98
9.1. Pomiary doświadczalne	
9.2. Pomiary kliniczne	101
9.3. Ultrasonografia	102
10. WNIOSKI	114
11. BIBLIOGRAFIA	180
12. STRESZCZENIE	206