

UKŁAD NACZYNIOWY

**DIAGNOSTYKA OBRAZOWA
ZABIEGI ENDOWASKULARNE**

Współczesne metody obrazowania chorób naczyń

- angiografia klasyczna metodą Seldingera
- cyfrowa angiografia subtrakcyjna (DSA)
- ultrasonografia
- angiografia rezonansu magnetycznego
- angiografia tomografii komputerowej
- angiografia radioizotopowa
- angioskopia

Arteriografia

- „złoty standard” w diagnostyce chorób naczyń
- wykonywana coraz rzadziej (diagnostyka)
- coraz częściej jako wstęp do zabiegu (angioplastyka, protezowanie)

Badania nieinwazyjne (USG, TK, MR)

- wykonywane coraz częściej
- stają się badaniami „pierwszego rzutu”:
 - selekcja chorych $\Rightarrow$ radiologia zabiegowa
 - ostateczna kwalifikacja i ocena przedoperacyjna



Angiografia

**Inwazyjne badanie diagnostyczne polegające
na wypełnieniu łożyska naczyniowego środkiem
kontrastującym w obrazie fluoroskopowym**



Diagnostyka chorób naczyń - rys historyczny

- 1927 - angiografia mózgowa (Moniz)
- 1929 - Reynaldo dos Santos zapoczątkował radiologiczne obrazowanie aorty oraz tętnic kończyn dolnych
- 1937 - Egas Moniz na podstawie arteriografii opisał kilka przypadków zamknięcia t. szyjnej wewnętrznej
- 1946 - podstawy spektroskopii MR (Bloch, Purcel)
- 1953 - cewnikowanie naczyń (Seldinger)
 - ultrasonografia (Endler, Hertz)
- 1966 - zapoczątkowanie badań Dopplerowskich tętnic
- 1970-e - TK (Hounsfield)
- 1973 - I aparat MR (Lautenberger)
- 1979 - obraz ludzkiego ciała w MR
- 1982 - Makouski i Moran uzyskali obrazy angiograficzne w badaniu MR

Angiografia

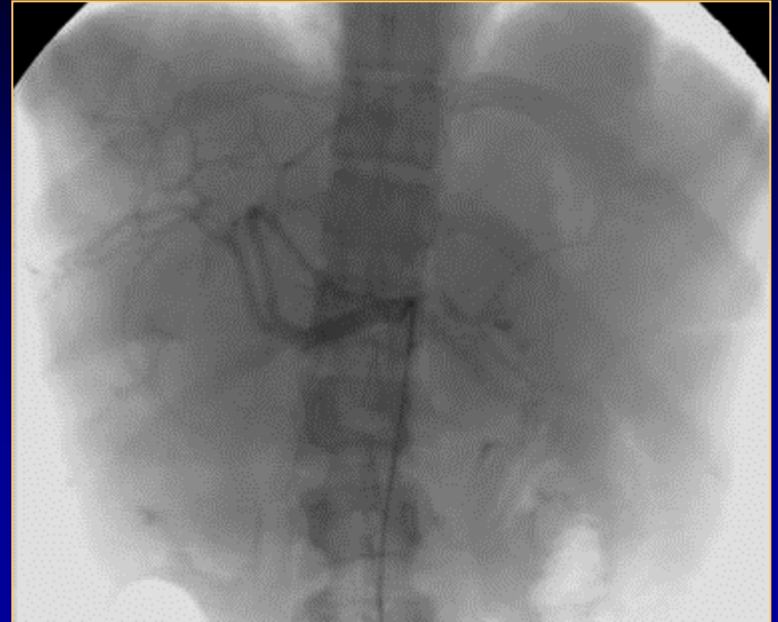
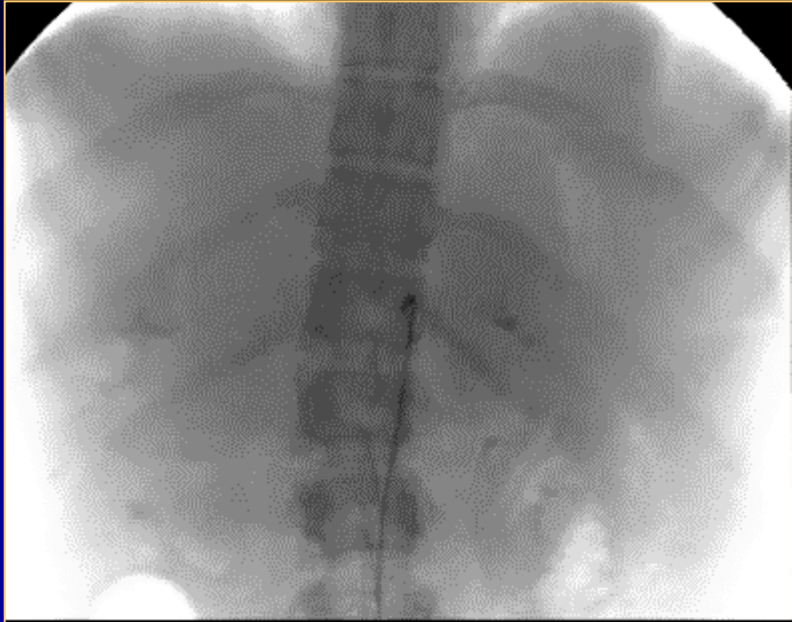
Środek cieniujący podawany jest wewnątrznaczyniowo za pośrednictwem specjalistycznych cewników, wprowadzonych drogą nakłucia przezskórnego.

Miejsцем dostępu może być w zależności od potrzeb prawie każda tętnica i żyła obwodowa, możliwe jest również badanie po bezpośrednim nakłuciu aorty.

Cyfrowa angiografia subtrakcyjna - DSA

- Uwidocznienie środka cieniującego w naczyniu z wymazaniem tła
- Obraz powstaje z wykorzystaniem cyfrowego odejmowania od uzyskanego obrazu angiograficznego zdjęć wykonanych przed podaniem środka cieniującego
- Zdjęcia te nazywamy „maskami”



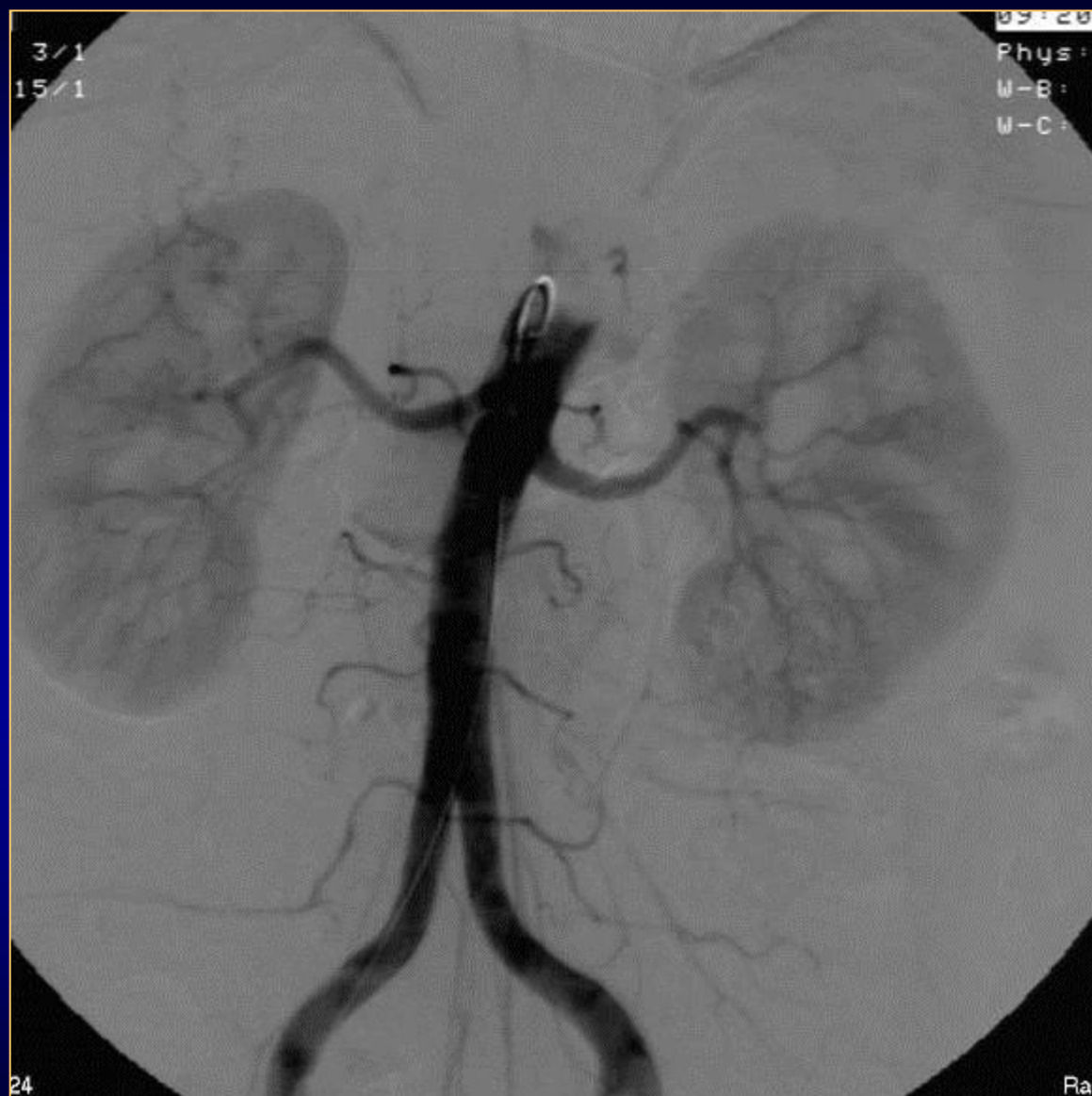


Angiografia

- Arteriografia - badanie układu tętniczego
- Flebografia - badanie układu żylnego

Arteriografia

Arteriografia, w zależności od potrzeb, celowana jest na uwidocznienie aorty i jej głównych pni tętniczych (aortografia piersiowa i brzuszna) lub na uwidocznieniu naczyń obwodowych (arteriografia wybiórcza tętnic nerkowych, trzewnych, kończynowych, szyjnych)



Flebografia

- **Flebografia wykonywana może być jako cavografia lub flebografia selektywna.**
- **Istotną odmianą badania jest uwidocznienie układu żylnego narządu po dotętnicznym podaniu kontrastu - flebografia pośrednia układu wrotnego wątroby.**
- **Możliwe jest także przeglądowe badanie układu tętniczego po podaniu środka cieniującego do żyły głównej (arteriografia dożylna).**

Angiografia

Wskazania

- diagnostyka pierwotnej patologii naczyniowej (zwężenia, niedrożności naczyń, zaburzenia naczynioruchowe, tętniaki, malformacje i przetoki tętniczo-żylne)
- diagnostyka i lokalizacja dobrze unaczynionych guzów
- ocena przedoperacyjna anatomii naczyniowej (przed przeszczepami narządowymi, rekonstrukcjami naczyniowymi, resekcjami zmian nowotworowych)
- ocena i leczenie powikłań naczyniowych chorobowych i pooperacyjnych
- wykonanie zabiegów wewnątrznaczyniowych (trombolizy, angioplastyki, rekanalizacji, stentowania, embolizacji i innych)

Przeciwwskazania do angiografii

- **Bezwzględne**

- ciężki stan pacjenta z zaburzeniami wielonarządowymi

- **Względne**

- świeży zawał serca, zaburzenia rytmu, zaburzenia elektrolitowe
- uczulenie na środki cieniujące
- niewydolność nerek
- koagulopatie
- ciąża
- kontrast w jelitach po badaniu przewodu pokarmowego
- trudności w utrzymaniu pozycji leżącej z przyczyn
- niewydolności krążeniowo-oddechowej

Przygotowanie pacjenta do badania

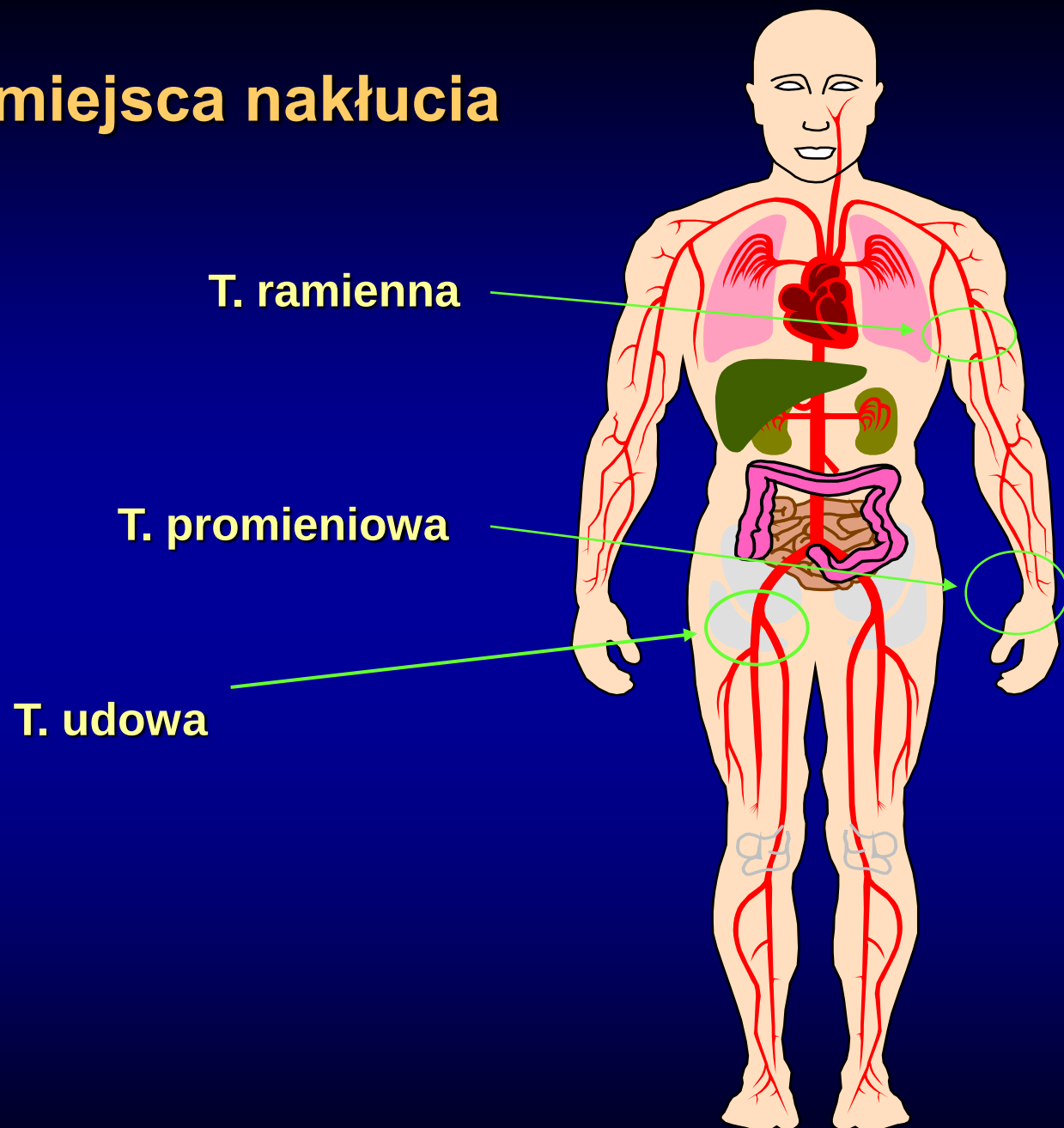
- uzyskanie świadomej zgody na badanie inwazyjne
- analiza stanu klinicznego z uwzględnieniem czynników ryzyka
- aktualne wyniki badań laboratoryjnych (mocznik, kreatynina, elektrolity, APTT, wskaźnik protrombiny, hematokryt, hemoglobina)
- prawidłowo udokumentowana grupa krwi

ANGIOGRAFIA

Techniki dostępu do układu naczyniowego

- Nakłucie metodą Seldingera – tętnicy udowej wspólnej, pachowej, promieniowej, szyjnej wspólnej, żyły udowej i innych żył obwodowych
- Bezpośrednie przeziłdźwiowe nakłucie aorty brzusznej metodą Dos Santos'a
- Nakłucie po chirurgicznym odsłonięciu tętnicy obwodowej lub żyły (w przypadku utrudnionego dostępu przezskórnego lub dla wprowadzenia sprzętu o dużych średnicach np. przy implantacji stent-graftów aortalnych)

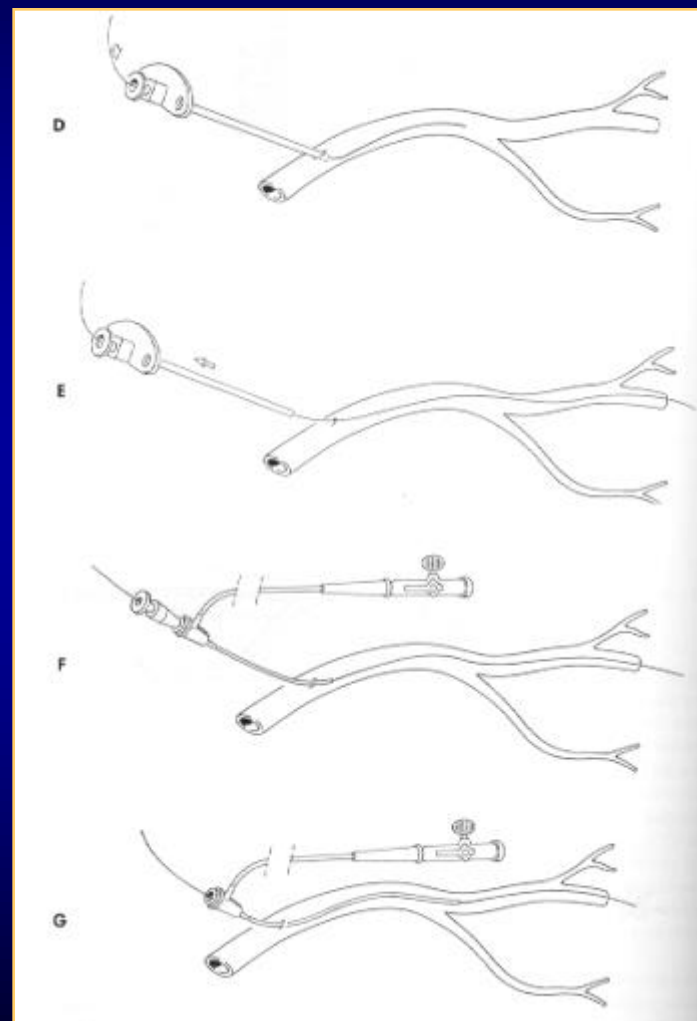
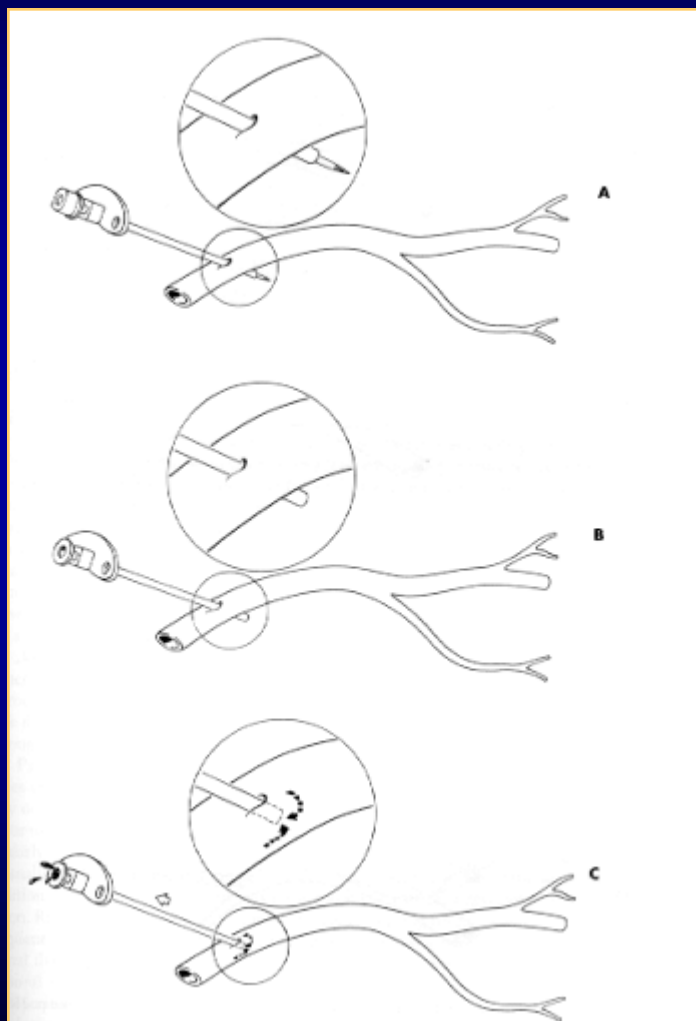
Standardowe miejsca nakłucia

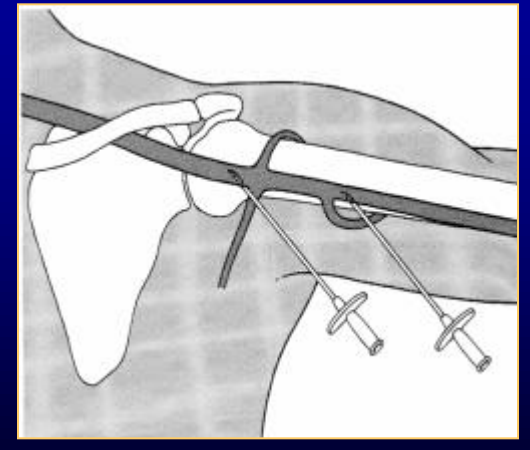
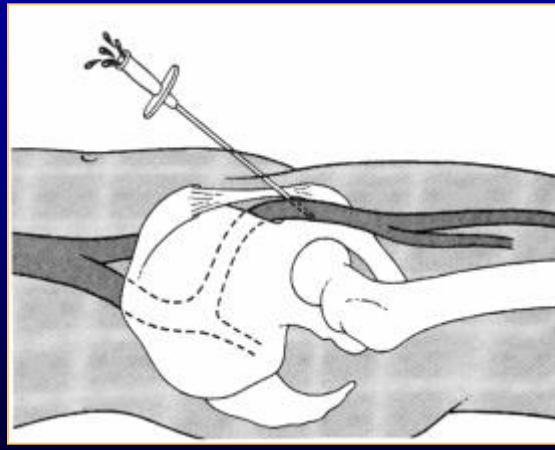
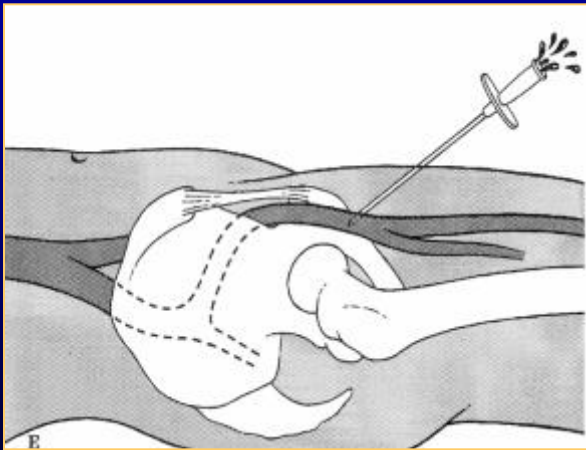
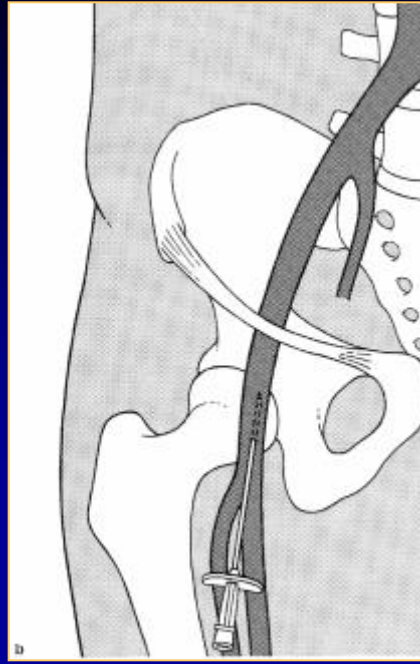
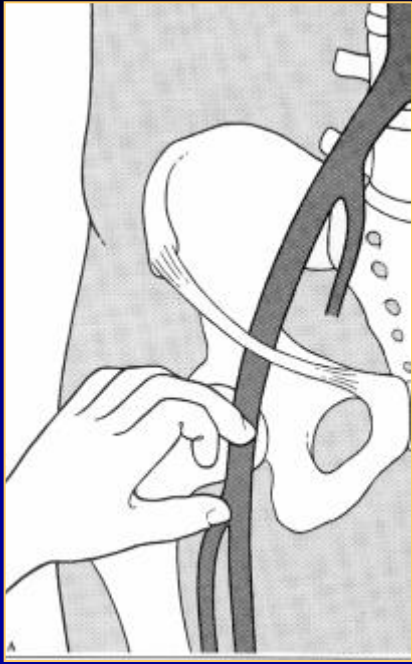


Koszulka wprowadzająca



Technika kaniulacji wg. Seldingera





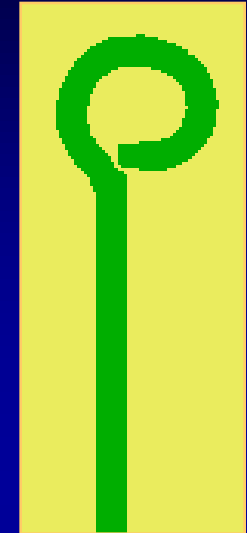
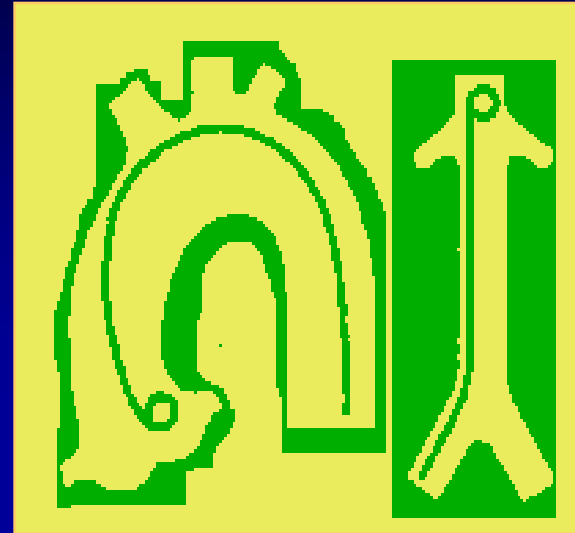
Etapy angiografii

- **Nakłucie tętnicy**
- **Wprowadzenie przewodnika**
- **Wymiana igły na zastawkę**
- **Wprowadzenie cewnika diagnostycznego**
- **Podanie środka kontrastowego**
- **Ewentualnie angioplastyka**
- **Ewentualnie implantacja stentu**

Rodzaje cewników diagnostycznych

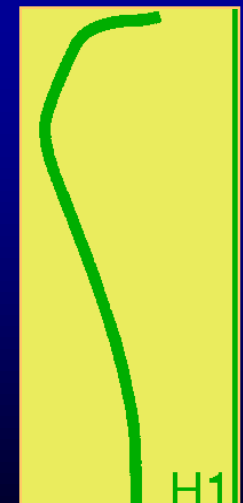
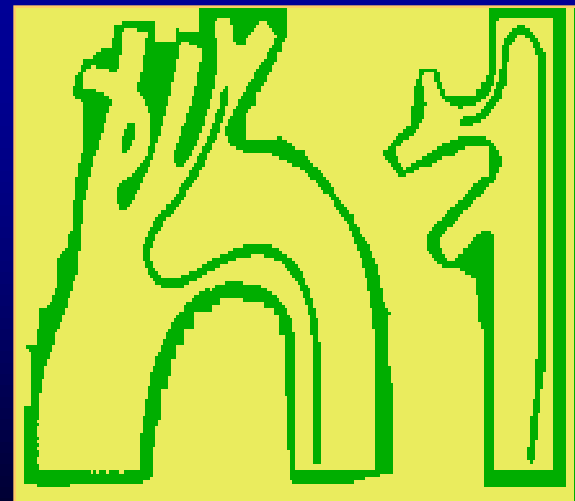
- **Nieselektywne**

- proste
- typu pigtail

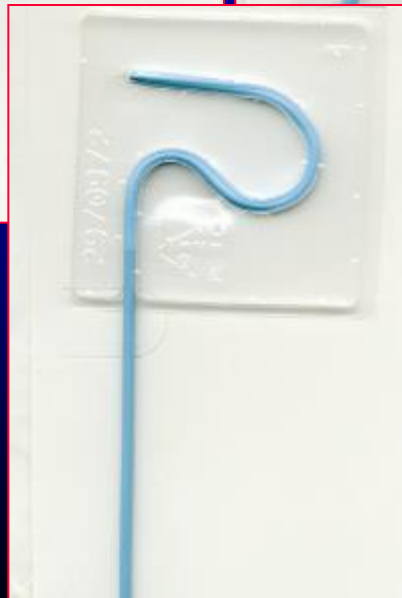
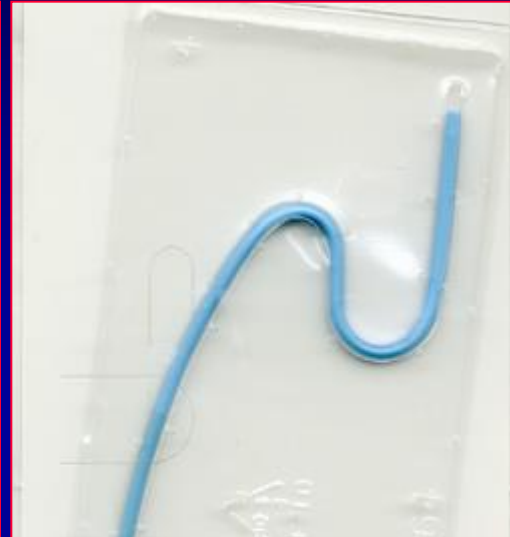
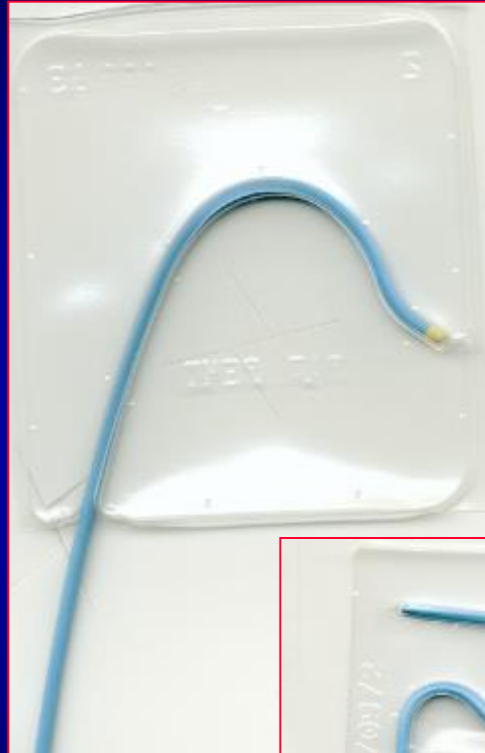


- **Selektywne**

- Simmons
- Headhunter
- Cobra
- Vertebral
- Renal



Rodzaje cewników diagnostycznych



Powikłania angiografii

- w miejscu wkłucia
- spowodowane wprowadzaniem przewodnika lub manipulacjami cewnika wewnątrz naczyń
- ogólne - związane z podaniem środka cieniującego

Powikłania miejscowe

- krwiak (nie wymagający zazwyczaj interwencji chirurgicznej)
- niedrożność tętnicy spowodowana zakrzepicą lub rozwarstwieniem ściany
- tętniak rzekomy
- przetoka tętniczo-żylna

Odsetek powikłań w miejscu wkłucia zależy od dostępu naczyniowego.

Dla dostępu udowego wynosi od 1,7% do 5%. Dla dostępu pachowego jest ok. dwukrotnie wyższy.

Tętniak rzekomy



Jatrogenna przetoka tętniczo-żylna



FLEBOGRAFIA

**Uwidocznienie w obrazie rentgenowskim
naczyń żylnych po dożylnym podaniu
środka cieniującego.**

Flebografia

- ocena zwężeń i niedrożności żył
- ocena dróg krążenia obocznego
- obecności skrzeplin
- wydolności zastawek żylnych
- malformacji układu żylnego

Flebografia

- z podania środka cieniującego do żyły obwodowej
- w sposób celowany, przez cewnik wprowadzony najczęściej przez żyłę udową do badanego naczynia (kawografia, flebografia żyły jądrowej)

Wskazania do flebografii kończyn dolnych

- zespół pozakrzepowy
- zakrzepica żył głębokich
- obrzęk kończyny dolnej lub owrzodzenie goleni niejasnego pochodzenia
- wady wrodzone układu żylnego
- niewydolność zastawek żylnych (flebografia zstępująca)

Wskazania do flebografii kończyn górnych

- zakrzepowe zapalenie żyły pachowej i podobojczykowej
- ocena drogi odpływu w dysfunkcji przetoki tętniczo-żylnej do dializ
- zwężenia i niedrożności żył, najczęściej podobojczykowych, o innej etiologii np. po wkłuciu centralnym
- zespół żyły głównej górnej

ULTRASONOGRAFIA

Prezentacja B

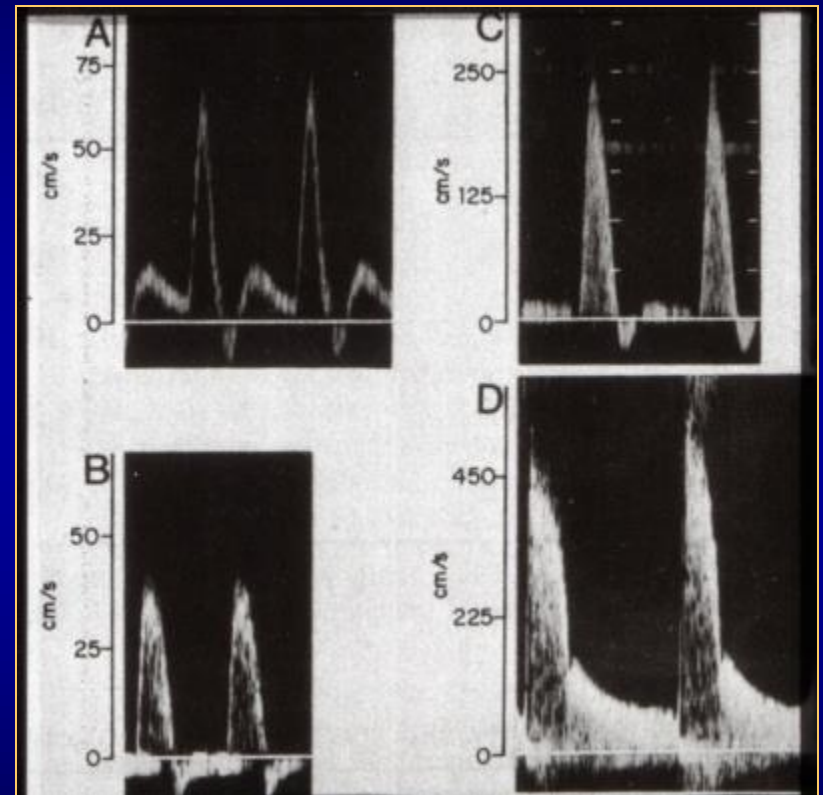
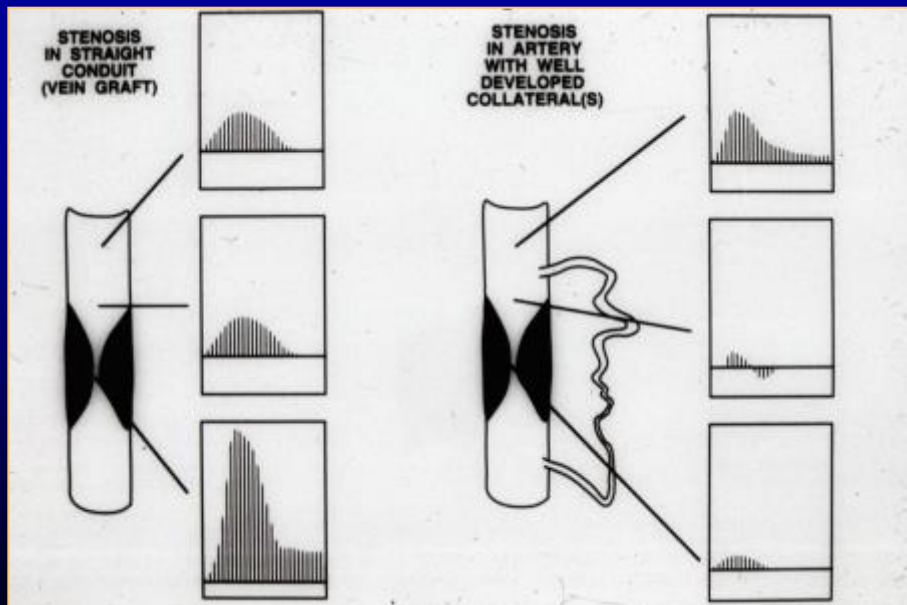
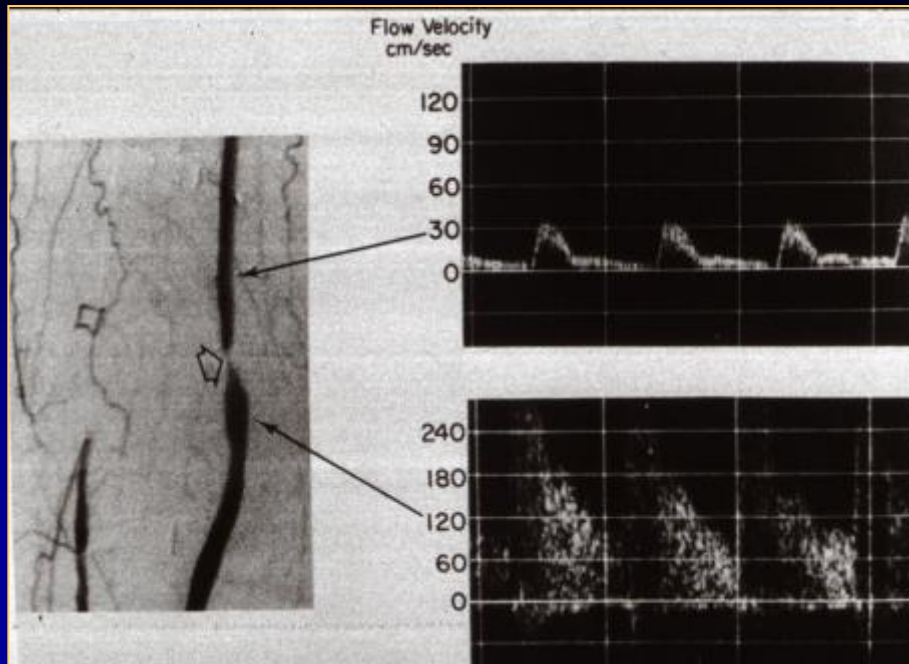
- ocena morfologiczna naczyń (ultrasonografia uciskowa w badaniu żył)

Ultrasonografia dopplerowska

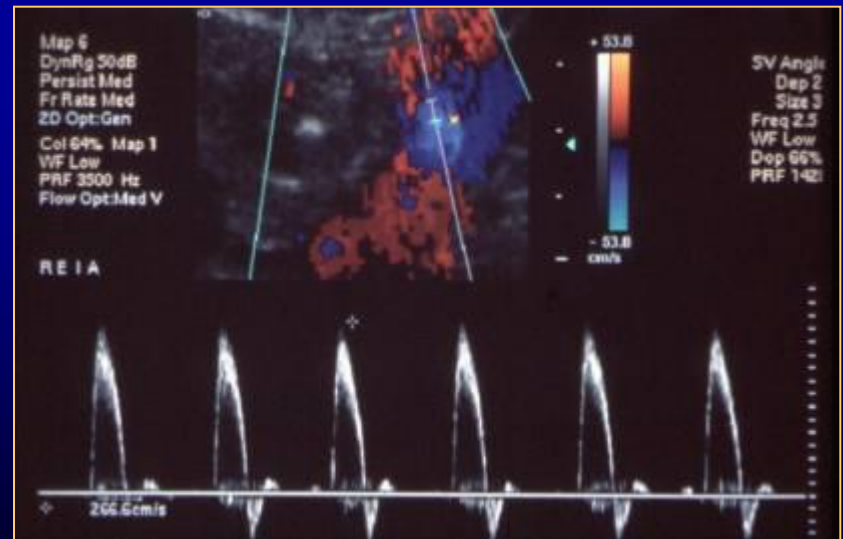
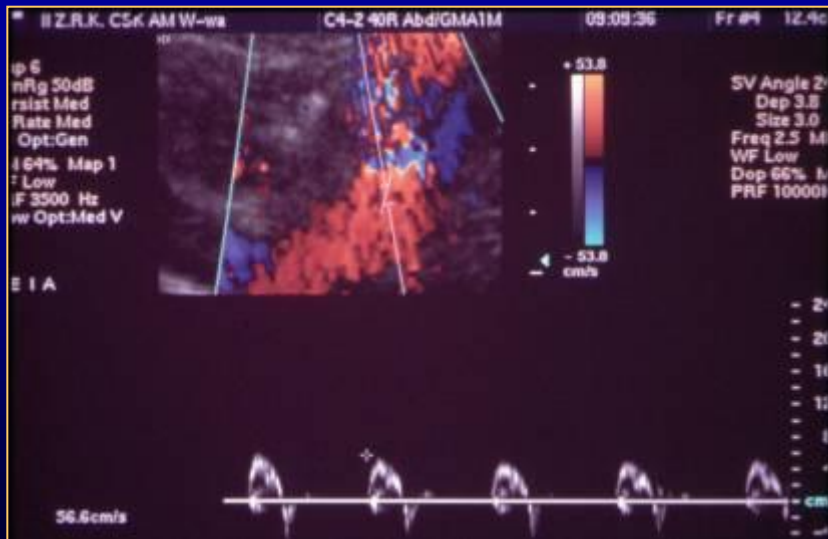
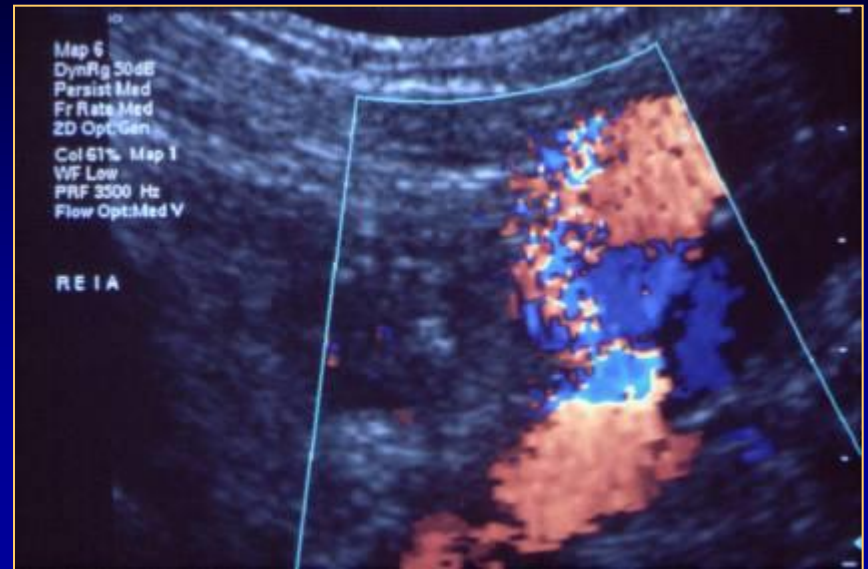
- badanie przepływów
- badanie dopplerowskie metodą fali ciągłej (CW-Doppler) - sygnał mieszany z całej głębokości badanego obszaru
- ultrasonografia z jednoczesnym obrazowaniem przepływu (PW-Doppler, Doppler Duplex) - dokładna selekcja umiejscowienia bramki

Zjawisko Dopplera

- zjawisko zmiany częstotliwości fali wprost proporcjonalnej do względnej prędkości pomiędzy źródłem a odbiornikiem
- fala US odbita od płynącej krwi zmienia swoją częstość zgodnie z efektem Dopplera
- różnica pomiędzy częstością fali odbitej i wysłanej określa się jako przesunięcie Dopplera (Hz)



Zwężenie



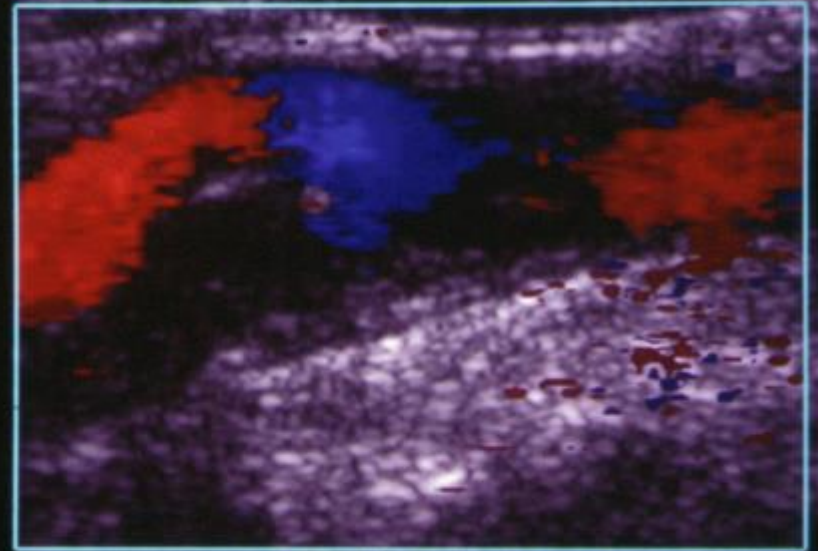
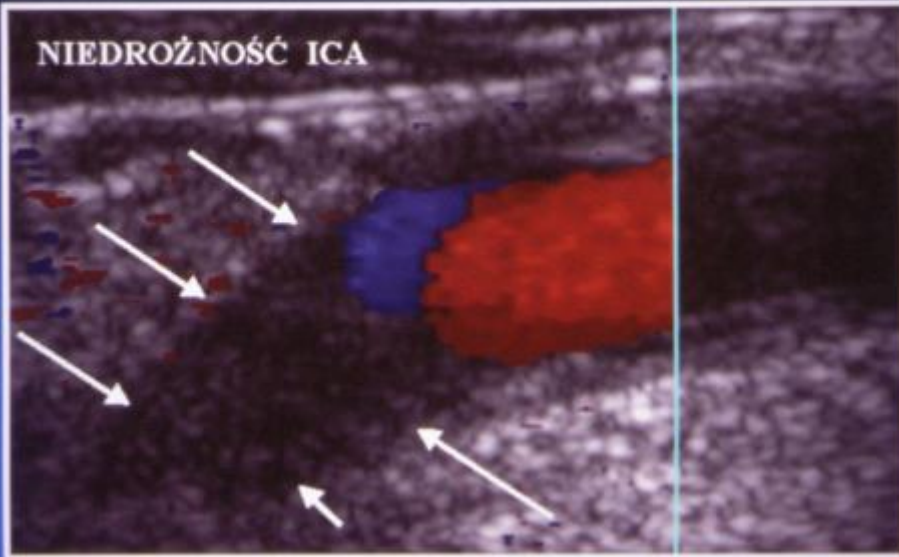
Rozwarstwienie



Niedrożność

OPCJA KOLORU

NIEDROŻNOŚĆ ICA



ANGIOGRAFIA TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ

(ANGIOTK, TKN)

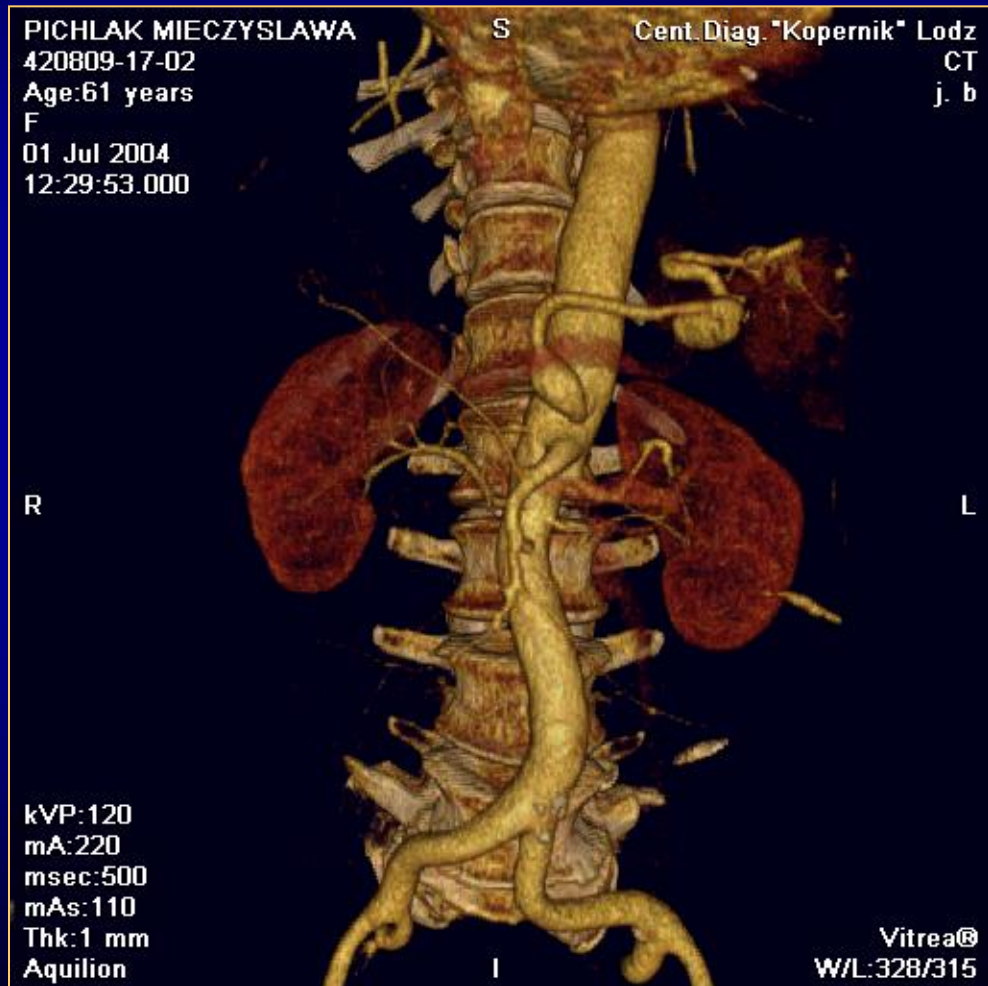
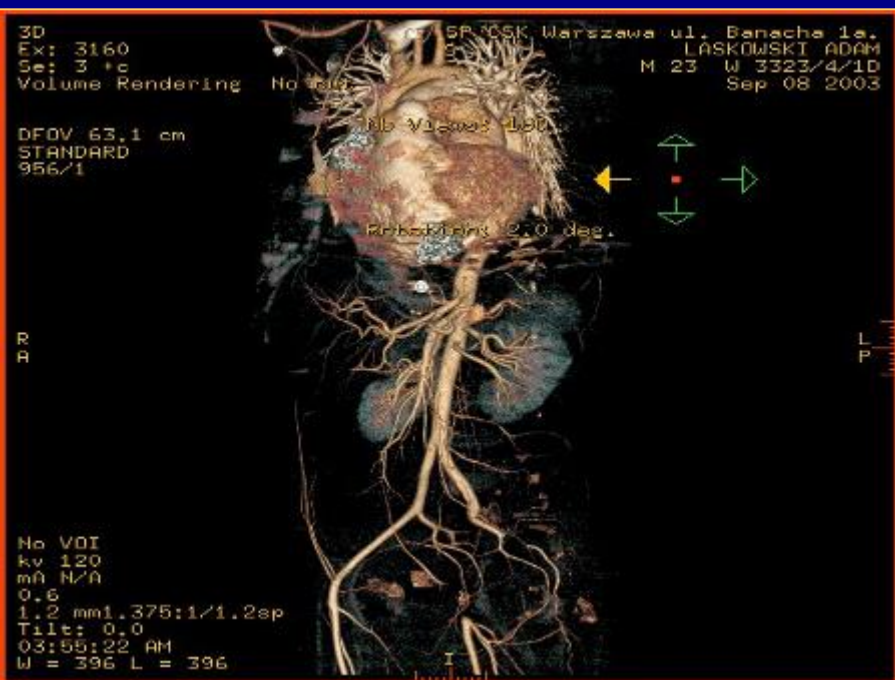
Warunki dobrej jakości angioTK

- duża rozdzielczość obrazu
- prawidłowe wzmocnienie krwi przez środek cieniujący
- wykorzystanie technik postprocess-u

Prawidłowe wzmocnienie uzyskuje się po podaniu środka cieniującego iv. przy pomocy strzykawki automatycznej

- **Wysycenie zależy od:**
 - stężenia środka cieniującego (mgJ/ml obecnie do 400)
 - szybkości podania (2-8ml/s)
 - objętości podanego środka (do 200ml)
 - fazowości podania (lepiej dwufazowe niż jednofazowe)

Angiografia tomografii komputerowej zastępuje klasyczną angiografię diagnostyczną oraz inne metody obrazowania naczyń. Stało się to możliwe dzięki wprowadzeniu TK spiralnej zwłaszcza z wykorzystaniem najnowszych aparatów z wielorzędowym układem detektorów



ANGIOGRAFIA MR

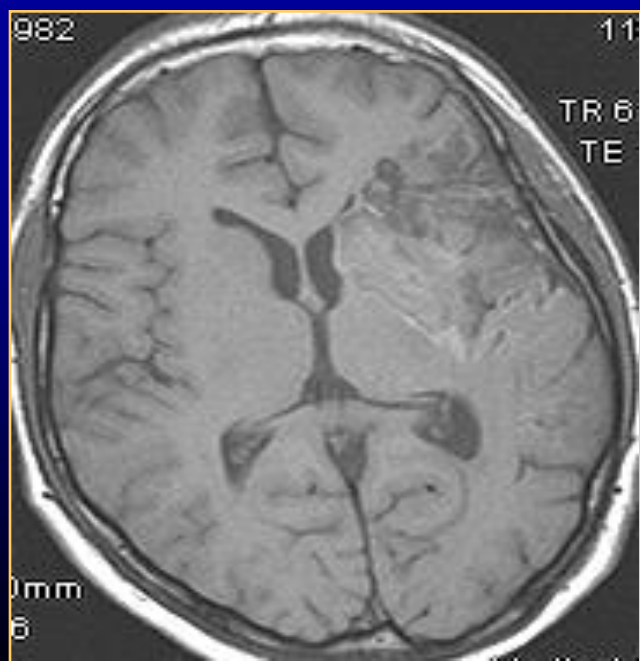
Angiografia bez wzmocnienia kontrastowego

- angiografia czasu przepływu (TOF - *time of flight*)
- angiografia kontrastu fazy (PC - *phase contrast*)

Angiografia wzmocniona środkiem kontrastowym

(CE MRA - *contrast enhanced MRA*)

technika echa gradientowego (GRE)





MRA wzmocniona śr. kontrastowym

podanie (iv.) paramagnetycznego śr. kontrastowego



skrócenie czasu relaksacji T1 krwi (10-25x)



podwyższenie sygnału krwi (obrazy T1-zależne)

związki przestrzeni zewnątrzkomórkowej

związki puli krwi (wewnątrznaczyniowe)



CE MRA

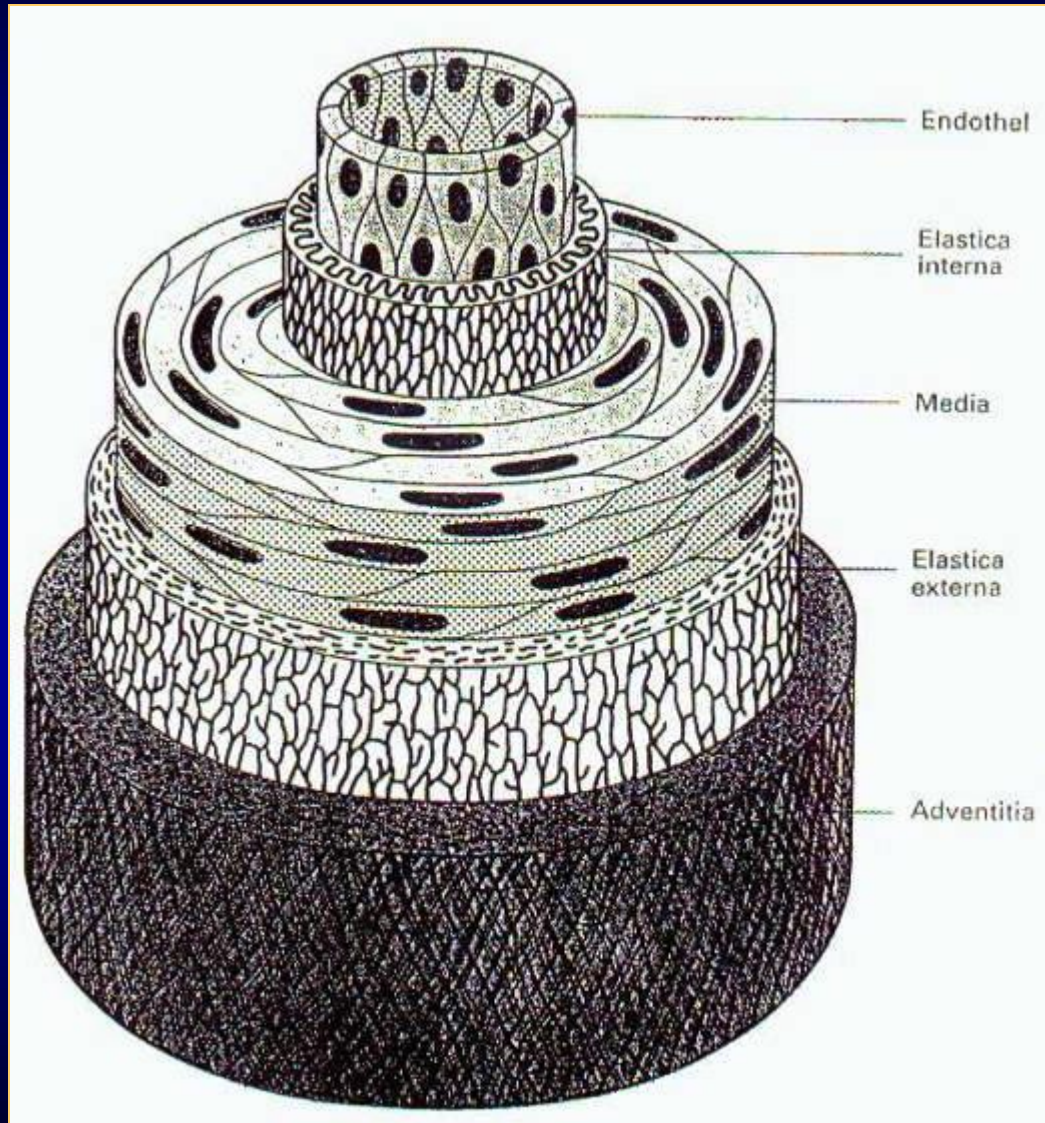
- brak prom. jonizującego
- b. mało powikłań po Gd-DTPA
(brak nefrotoksyczności)
- dowolne projekcje po 1-krotnym podaniu kontrastu
- ocena worka tętniaka

Arteriografia

- lepsza rozdzielczość przestrzenna
(małe naczynia !)
- możliwość leczenia zabiegowego
- lepsza ocena stentów

CE MRA < Arteriografia

Budowa ściany tętnicy



W patogenezie chorób naczyń mogą odgrywać rolę takie czynniki jak:

- wiek
- miażdżyca
- nadciśnienie tętnicze
- cukrzyca
- stany zapalne
- choroby zwyrodnieniowe
- urazy

Miażdżyca

- choroba dużych i średnich tętnic
- nagromadzeniew obrębie błony wewnętrznej mięśni gładkich i lipidów
- powoduje nieregularne pogrubienie ściany i zwężenie światła naczynia

Miażdżyca

- głównym powikłaniem miażdżycy jest choroba niedokrwienna serca, zawał, udar, niedokrwienie kończyn dolnych
- powikłania te są przyczyną połowy rocznych zgonów

Czynniki ryzyka

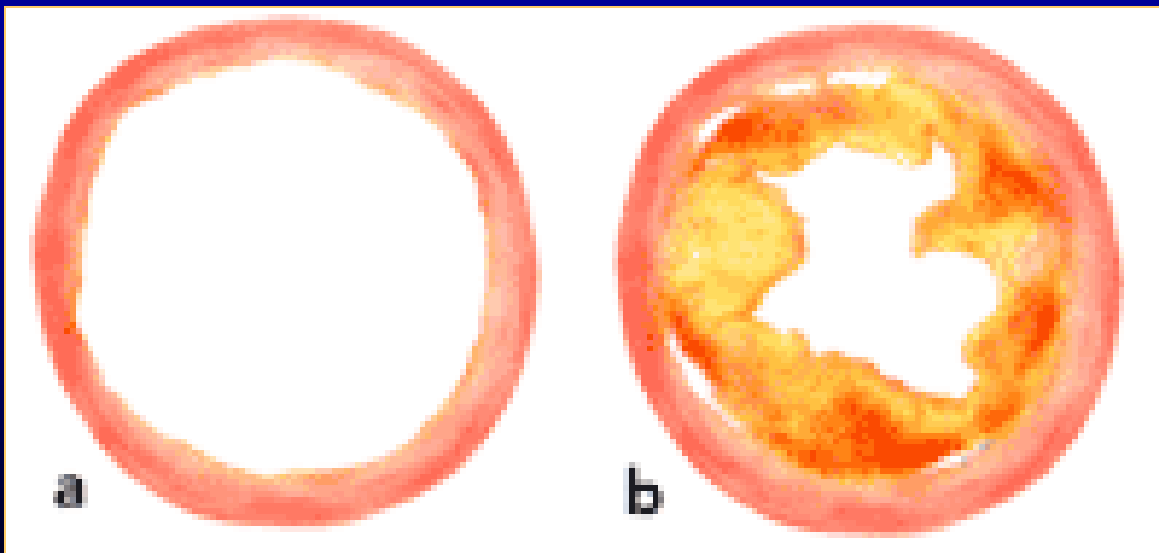
- **nie podlegające modyfikacji:**
 - podeszły wiek
 - obciążenie rodzinne
 - wady genetyczne
 - płeć
- **potencjalnie podlegające modyfikacji**
 - hiperlipidemia
 - nadciśnienie tętnicze
 - nikotynizm
 - cukrzyca

Powikłania miażdżycy

- ostre zamknięcie naczynia- martwica niedokrwienna
- przewlekłe zamknięcie- atrofia
- powstanie tętniaka
- zatorowość

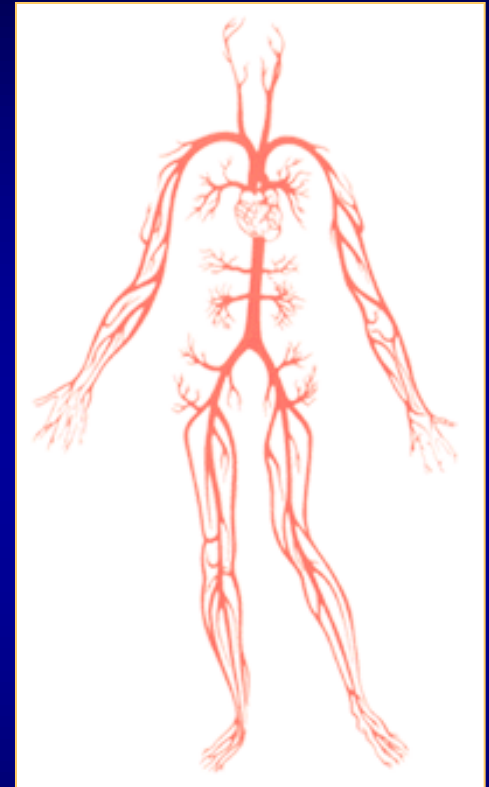
Etapy rozwoju miażdżycy

- Ognisko gromadzenia cholesterolu
- Blaszka miażdżycowa
- Zwapnienie blaszki miażdżycowej



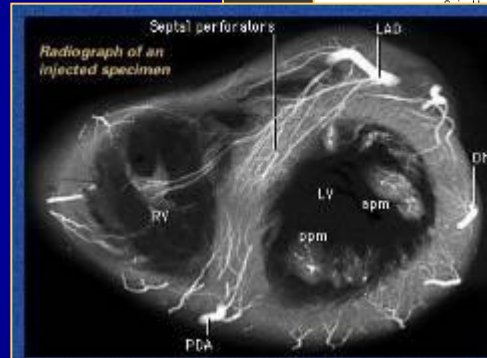
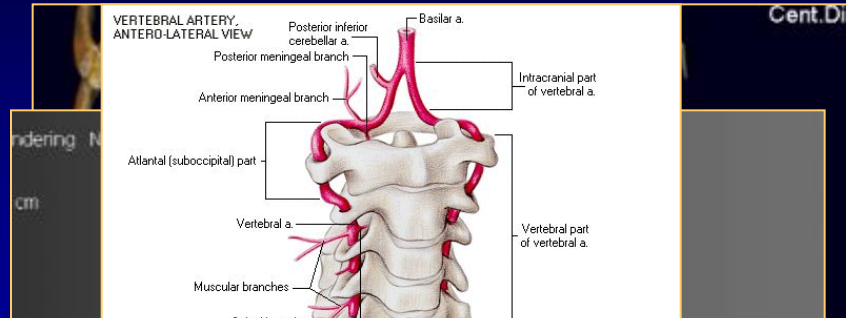
a: prawidłowa tętnica

b: zmiany miażdżycowe

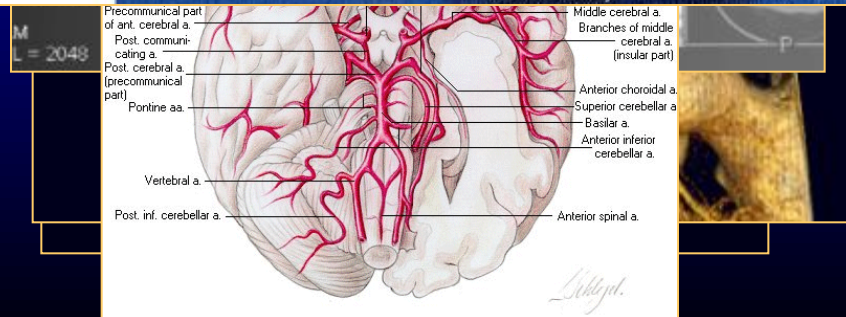
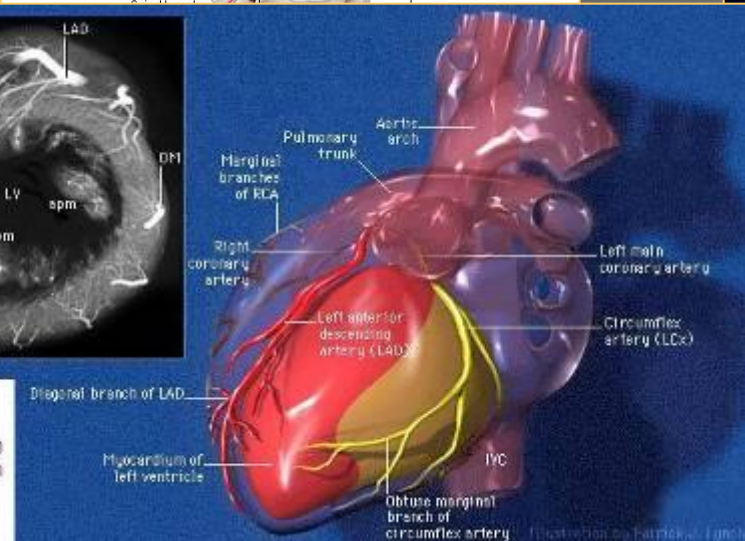


Miejsca zaawansowanych zmian zwężających na tle miażdżycowym

- aorta brzuszna i tt. biodrowe
- aorta piersiowa, tt. kończyn dolnych
- t. szyjna wewnętrzna
- t. kręgowa i t. środkowa mózgu
- proksymalne odcinki tt. wieńcowych

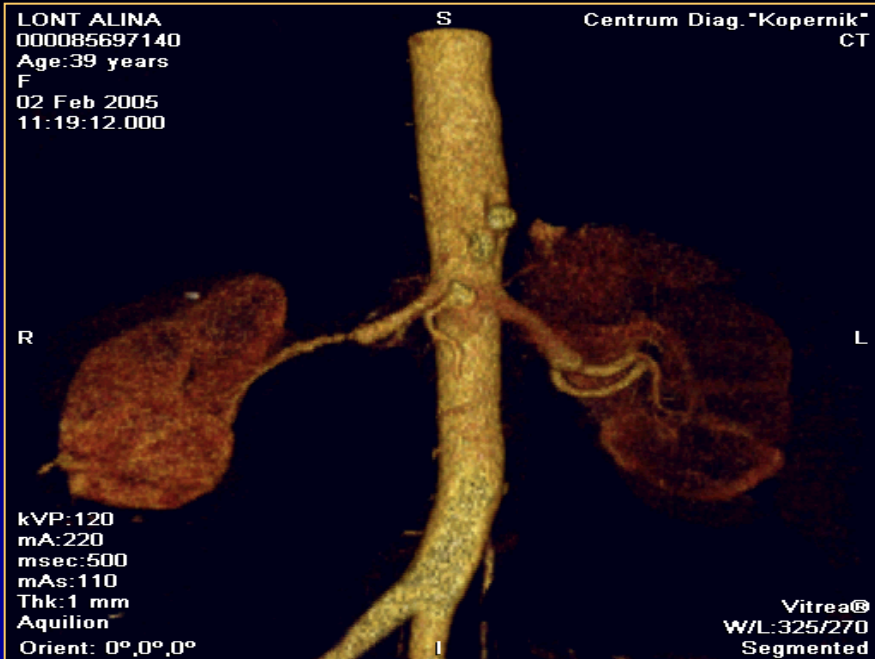


This figure schematically illustrates the relative position of the coronary arteries compared to a short axis cross section through the heart.



Cele angiografii

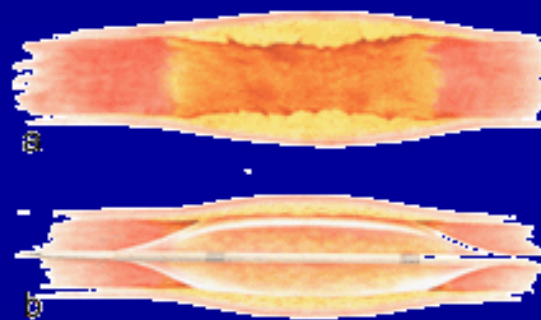
- określenie stopnia zwężenia
- długości i lokalizacji zmienionego odcinka
- obecności krążenia obocznego
- ocena naczyńia obwodowo od zwężenia lub niedrożności
- wyjaśnienie etiologii zmian



Automatyczna ocena stopnia zwężenia tętnicy nerkowej

Możliwości leczenia zmian miażdżycowych

- Dążenie do rozwinięcia krążenia obocznego
- Leczenie farmakologiczne
- PTA / Stent
- Operacyjna rewaskularyzacja
- Amputacja



Leczenie wewnątrznaczyniowe chorób tętnic

- **angioplastyka balonowa**
- **angioplastyka dynamiczna**
- **angioplastyka laserowa**
- **angioplastyka z założeniem stentu**
- **przezskórna trombektomia**
- **tromboliza celowana**

Przezskórna angioplastyka wewnątrznaczyniowa

**Angioplastyka wewnątr- naczyniowa
polega na odtworzeniu prawidłowego światła
i drożności naczynia przy pomocy
specjalistycznych cewników wyposażonych
w wysokociśnieniowy balon oraz ewentualne
umieszczenie tam odpowiedniego stentu w celu
utrwalenia efektu poszerzania.**

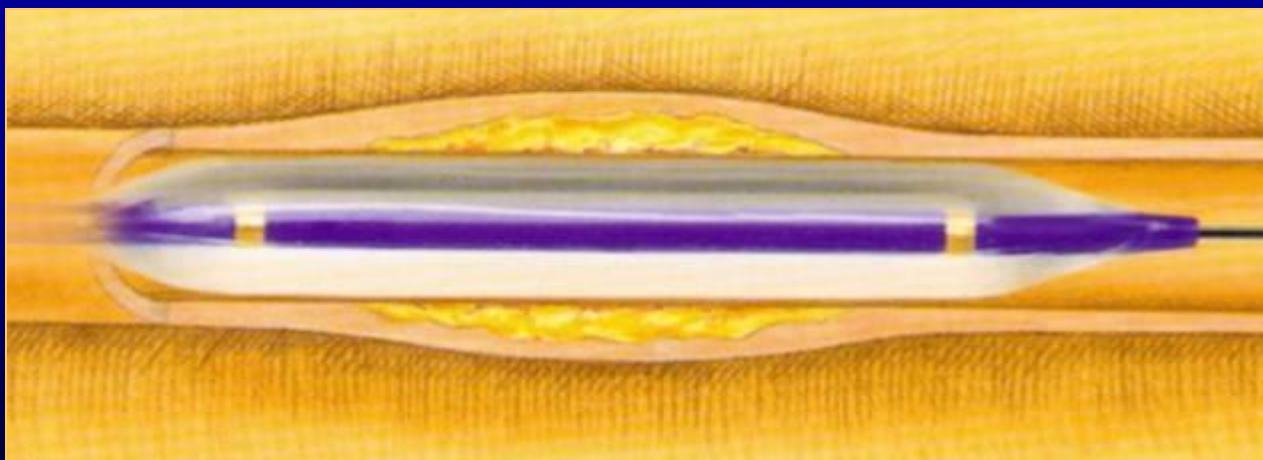
Przezskórna angioplastyka wewnątrznaczyniowa

- **Cewnik z wysokociśnieniowym balonem wprowadzamy w miejsce zwężenia naczynia, a następnie rozprężamy balon wysokim ciśnieniem (10-12atm.) co powoduje pękanie blaszek miażdżycowych i poszerzenie naczynia.**

ANGIOPLASTYKA BALONOWA



ANGIOPLASTYKA BALONOWA



Niedrożność miażdżycowa



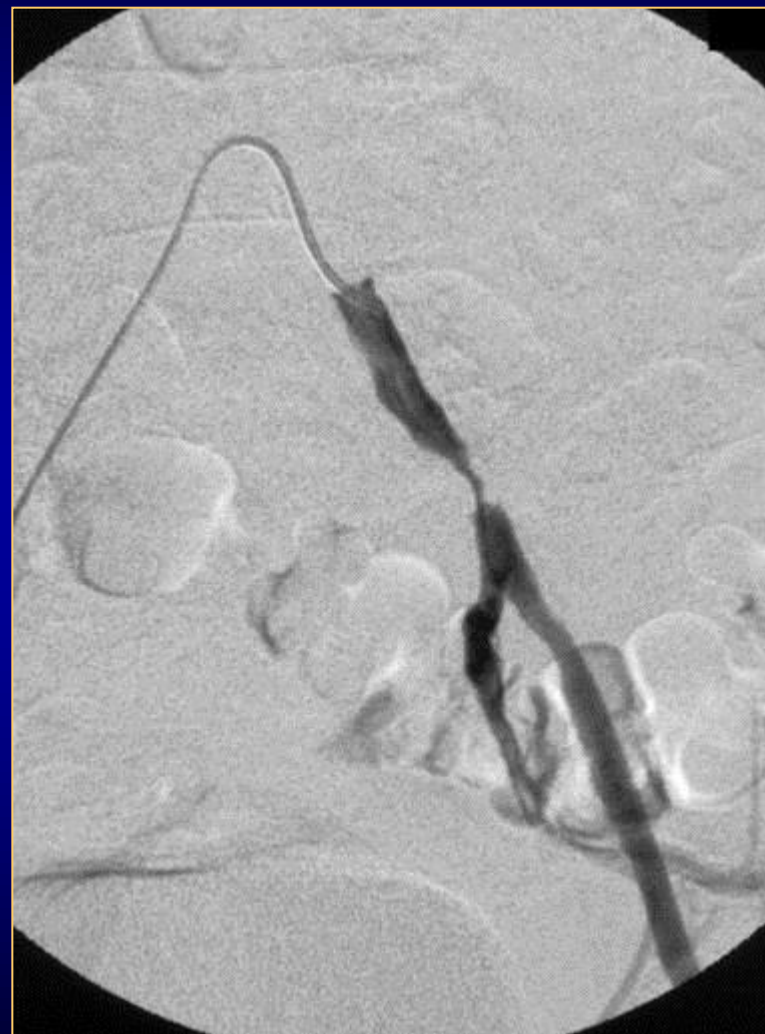
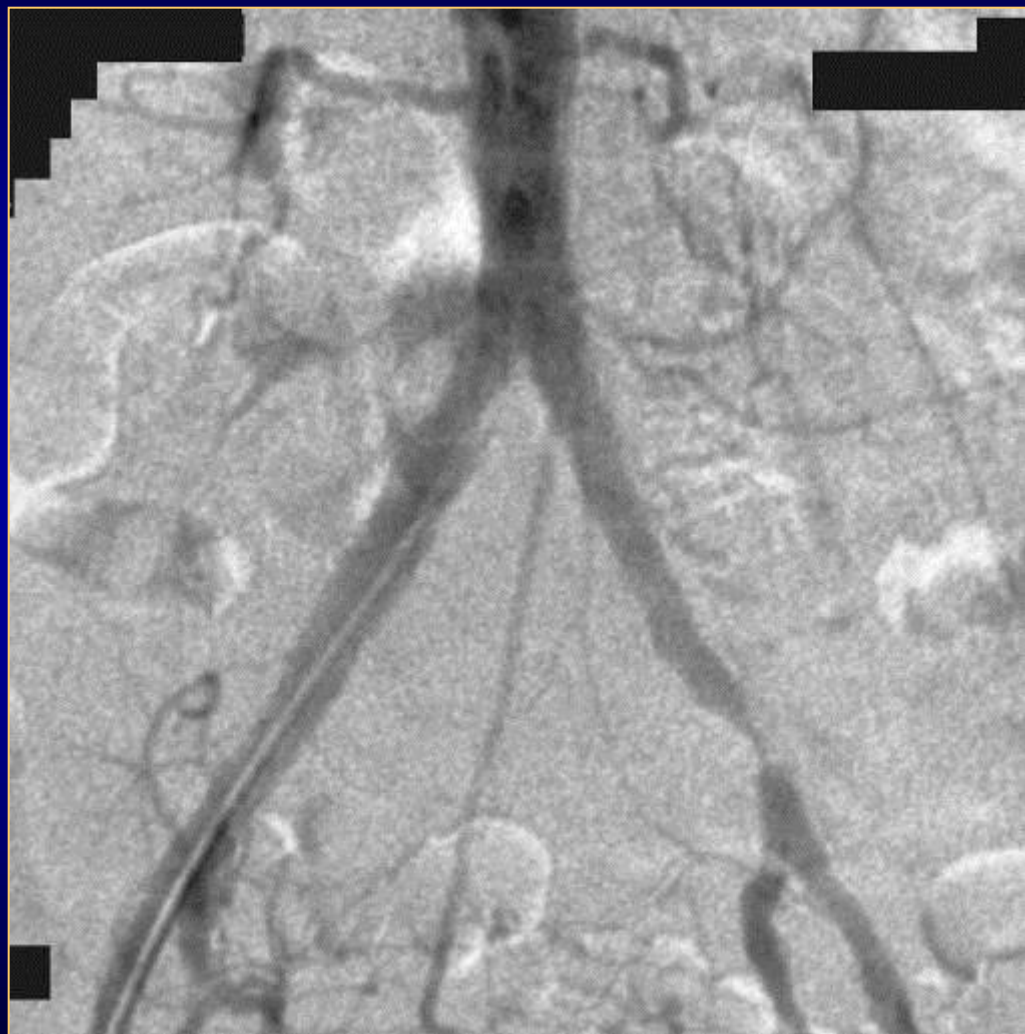
Miażdżyca – zmiany wieloogniskowe



Wczesna miażdżycy – zwężenie pnia tętnicy nerkowej



Zwężenie lewej t. biodrowej wspólnej



Zwężenie tętnicy kręzkowej górnej





Zwężenie ICA

Przezskórna angioplastyka wewnątrznaczyniowa - przykłady

Poszerzenie tętnicy nerkowej



Przezkórna angioplastyka wewnątrznaczyniowa

Poszerzanie tętnicy udowej

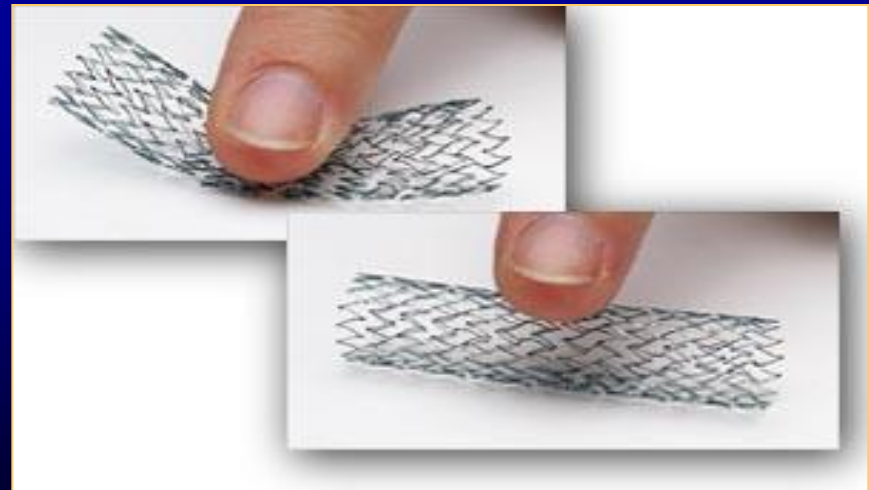


Rodzaje stentów

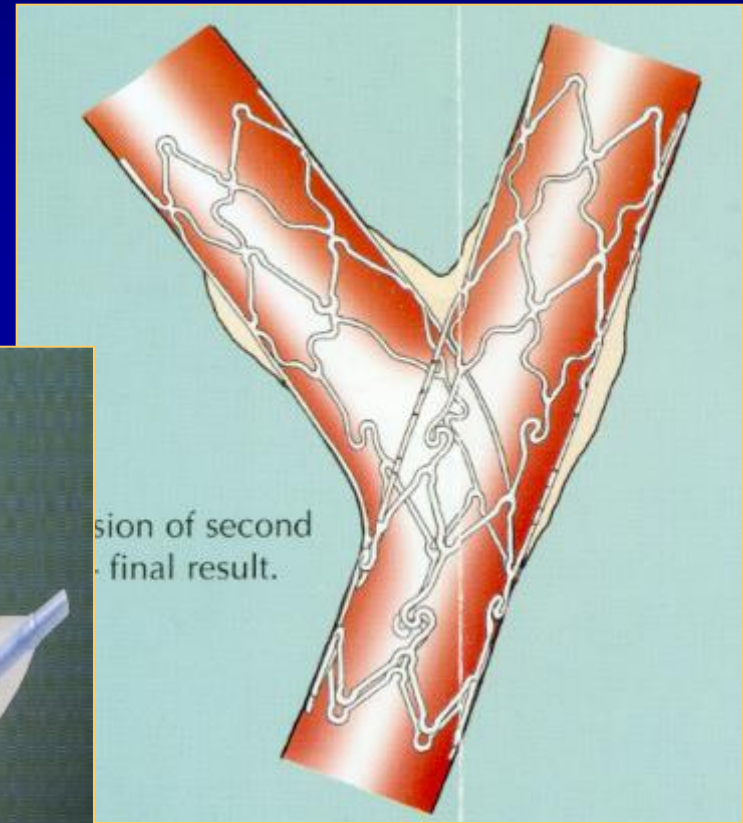
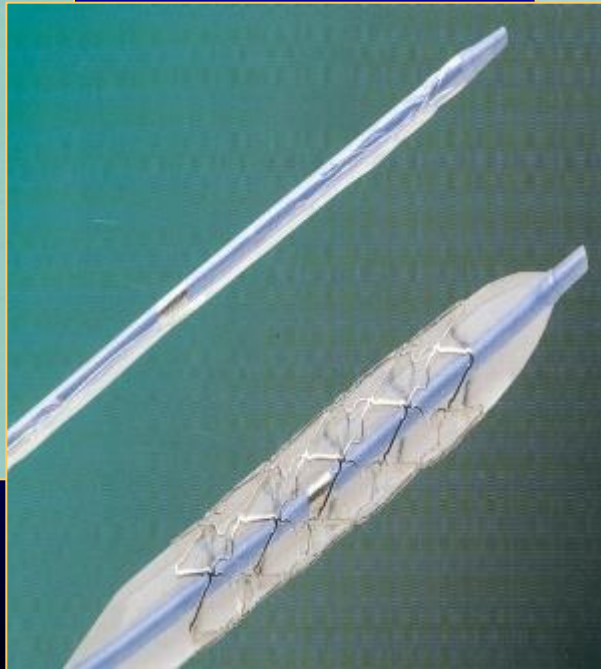
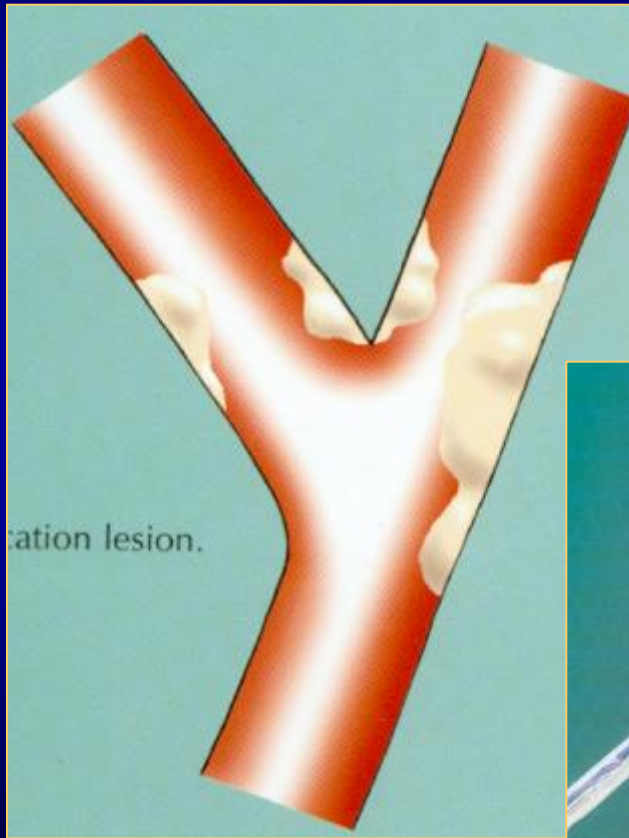
- rozprężane na balonie

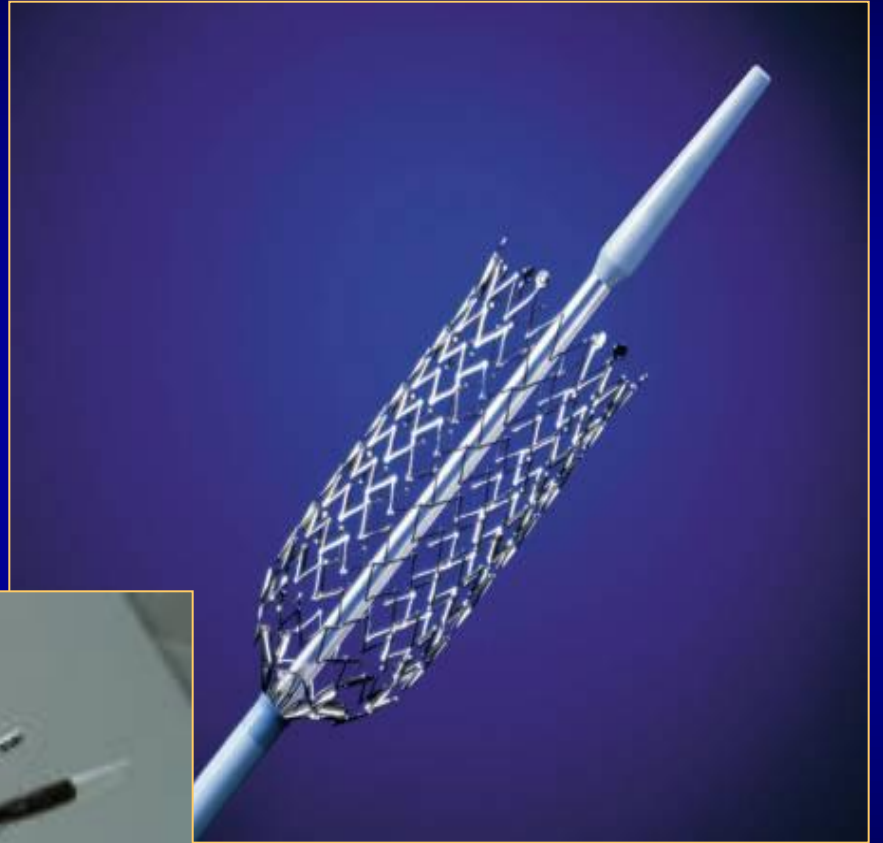
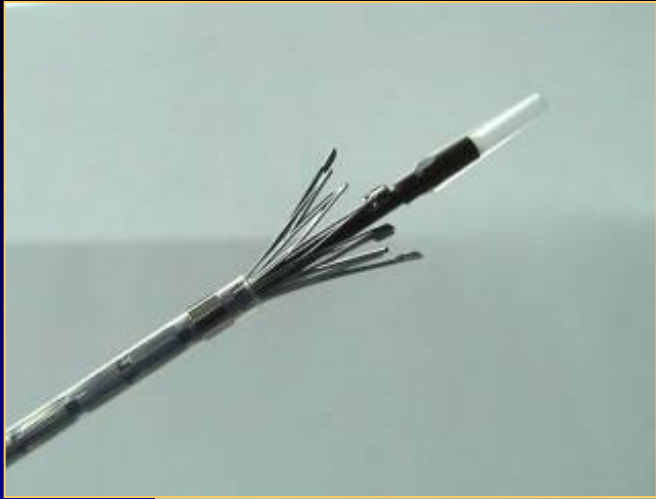


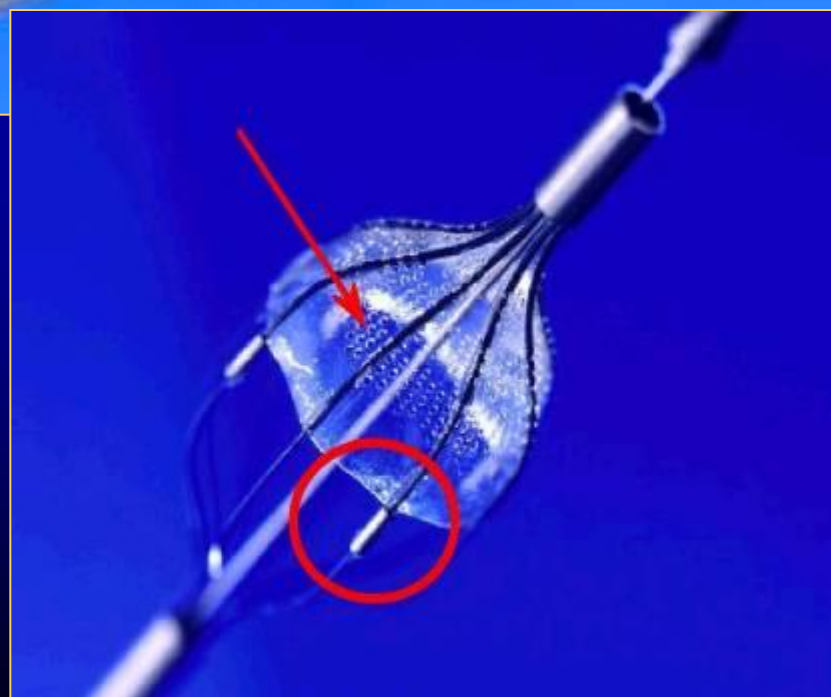
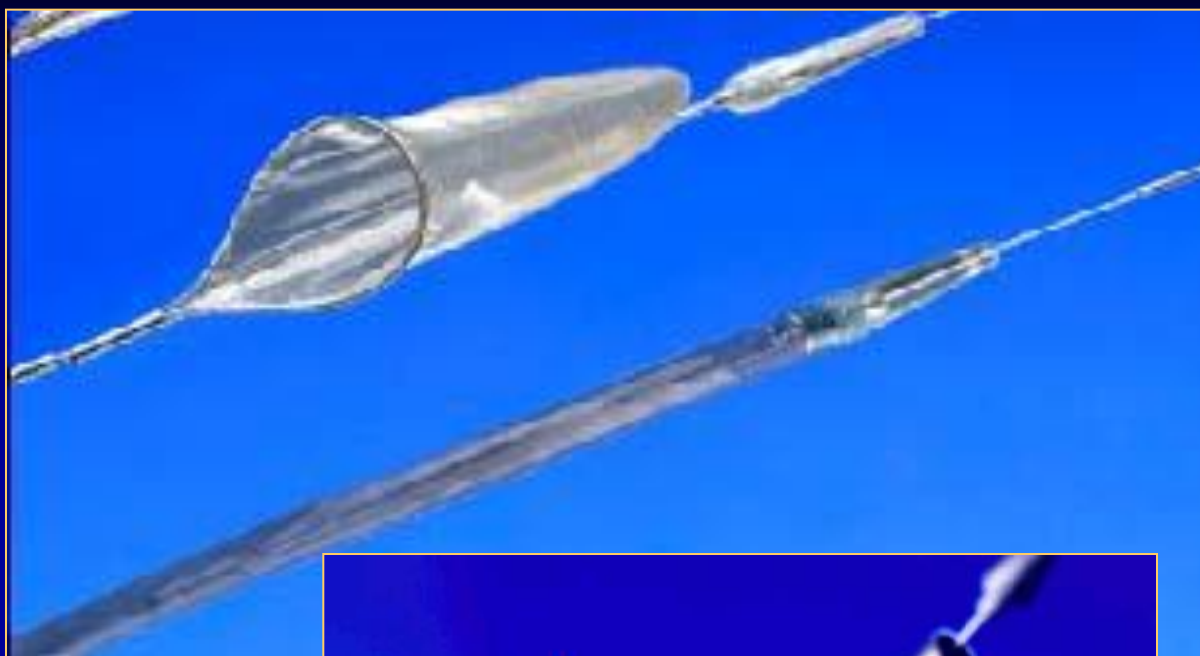
– samorozprężane



Stent rozprężany na balonie









TĘTNIAKI - ogólne kryteria rozpoznawcze

- ogniskowe poszerzenie $> 30\text{mm}$
- poszerzenie o $> 50\%$ średnicy w porównaniu z odcinkiem prawidłowym
- obecność skrzeplin

TĘTNIAKI- klasyfikacja etiologiczna

- miażdżycowy :
 - 80% a. piersiowa zstępująca
 - 97% a. brzuszna
- pourazowy
- wrodzony
- zapalny
- post-arteritis
- kiłowy (a. wstępująca)

TĘTNIAKI- klasyfikacja morfologiczna

- prawdziwy
 - wrzecionowaty
 - workowaty
 - mieszany
- rzekomy
- rozwarstwiający

Obraz morfologiczny tętniaków

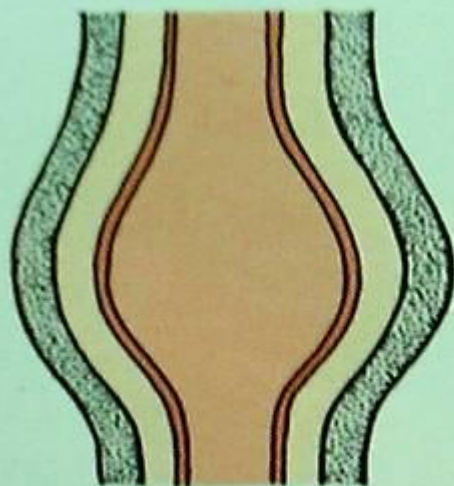
Tętniak prawdziwy

(Trwałe poszerzenie wszystkich warstw osłabionej ściany)

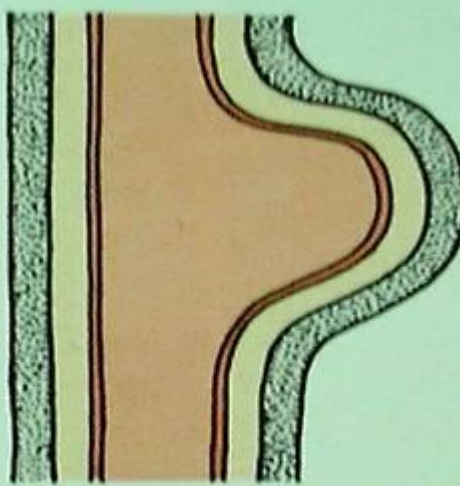
WRZECIONOWATY

WORKOWATY

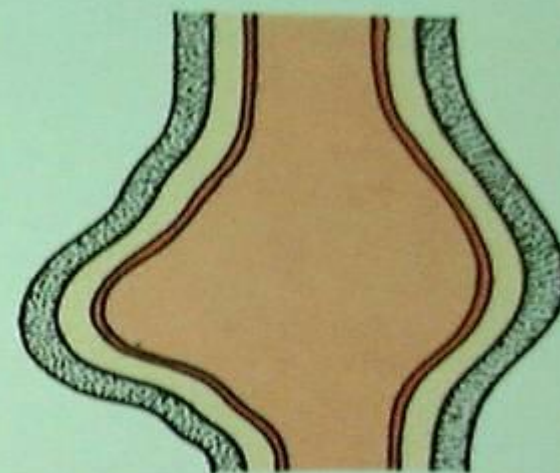
MIESZANY



Fusiform
aneurysm



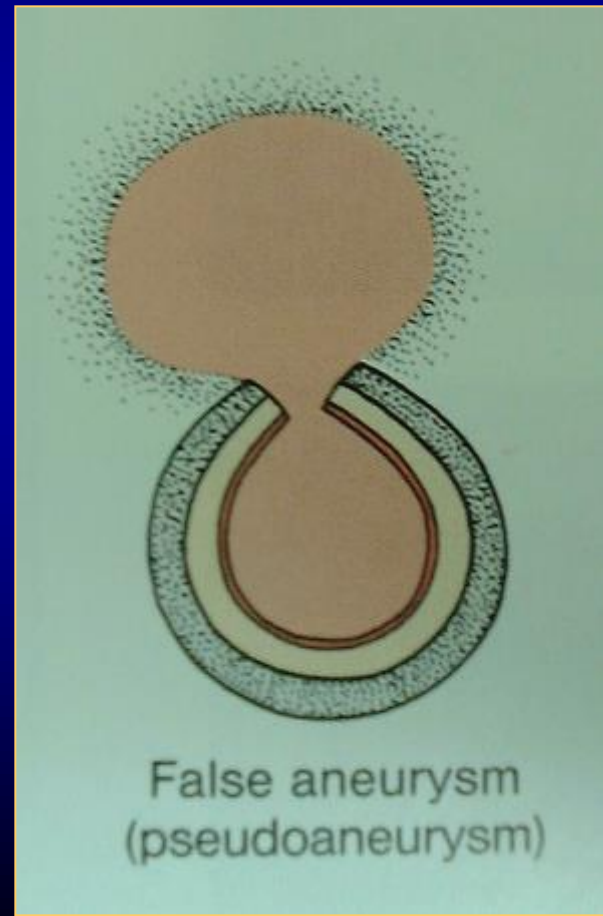
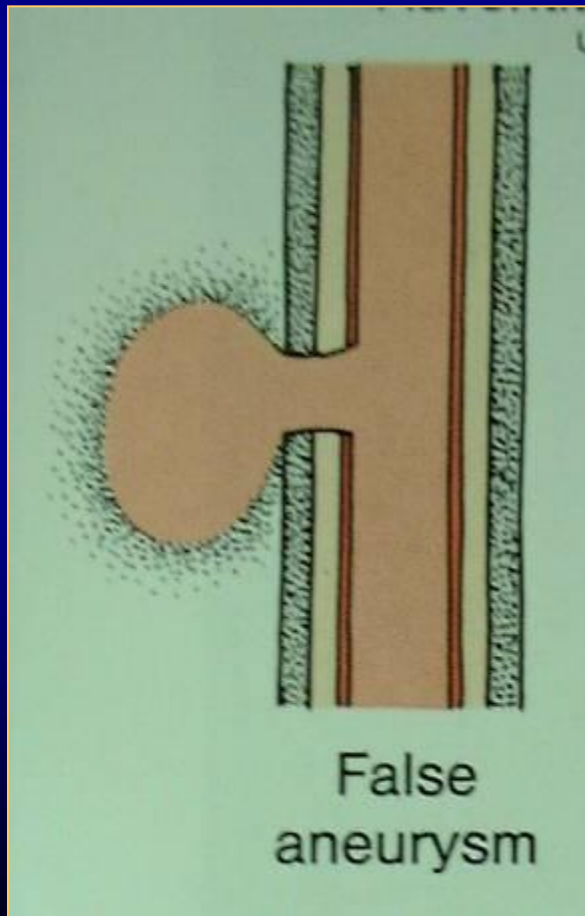
Saccular
aneurysm



Fusiform/saccular
aneurysm

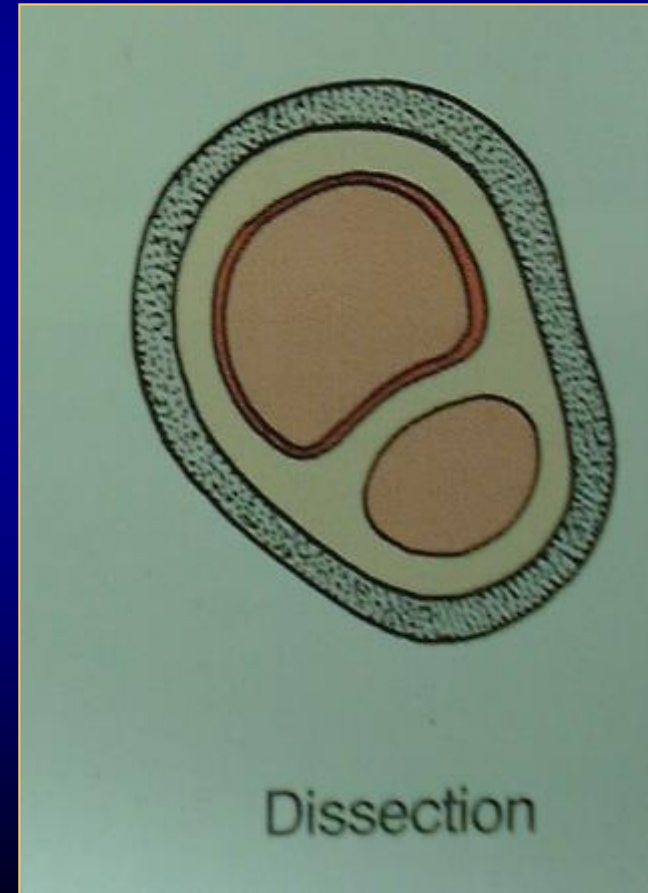
Tętniaki rzekome

Miejscowe przerwanie ciągłości wszystkich warstw ściany - krew otoczona jest przez przydanek oraz tkankę łączną i skrzepliny



Rozwarstwienie aorty

- Widoczne dwa kanały przepływu krwi
- Średnice z reguły różne
- Kierunek przepływu może być różny



Tętniaki tętnic podkolanowych



Zakrzepica lewej tętnicy podkolanowej



Stan po celowanej fibrynolizie

Tętniak wrzecionowaty



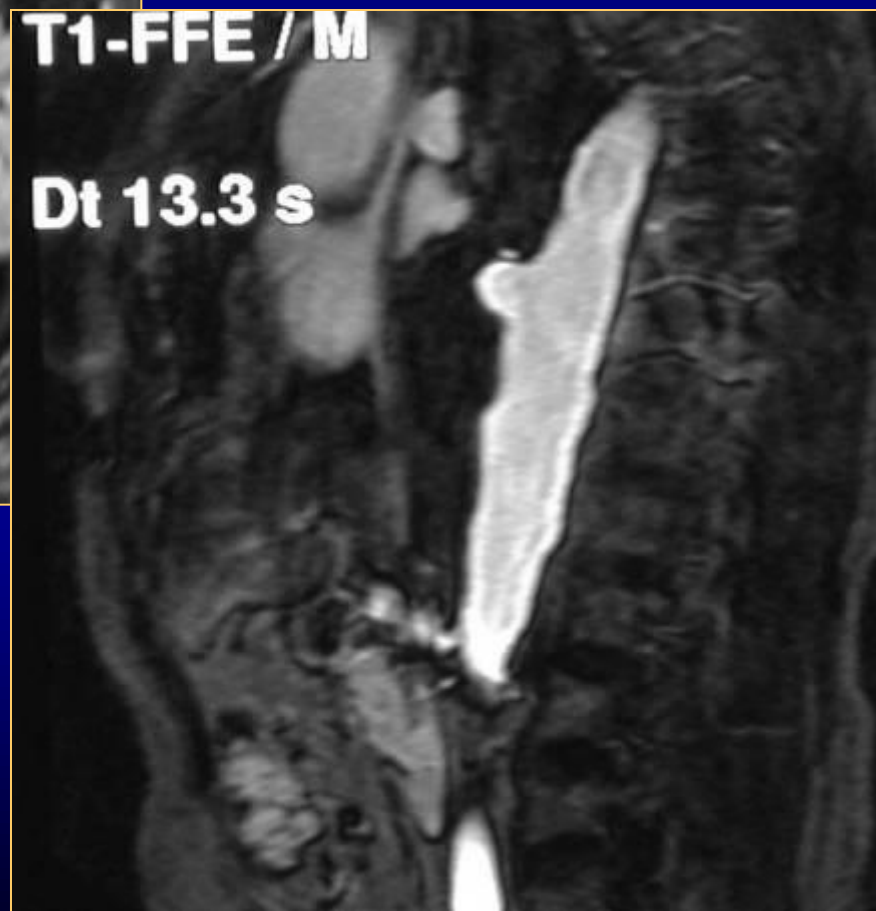


Tętniak workowaty



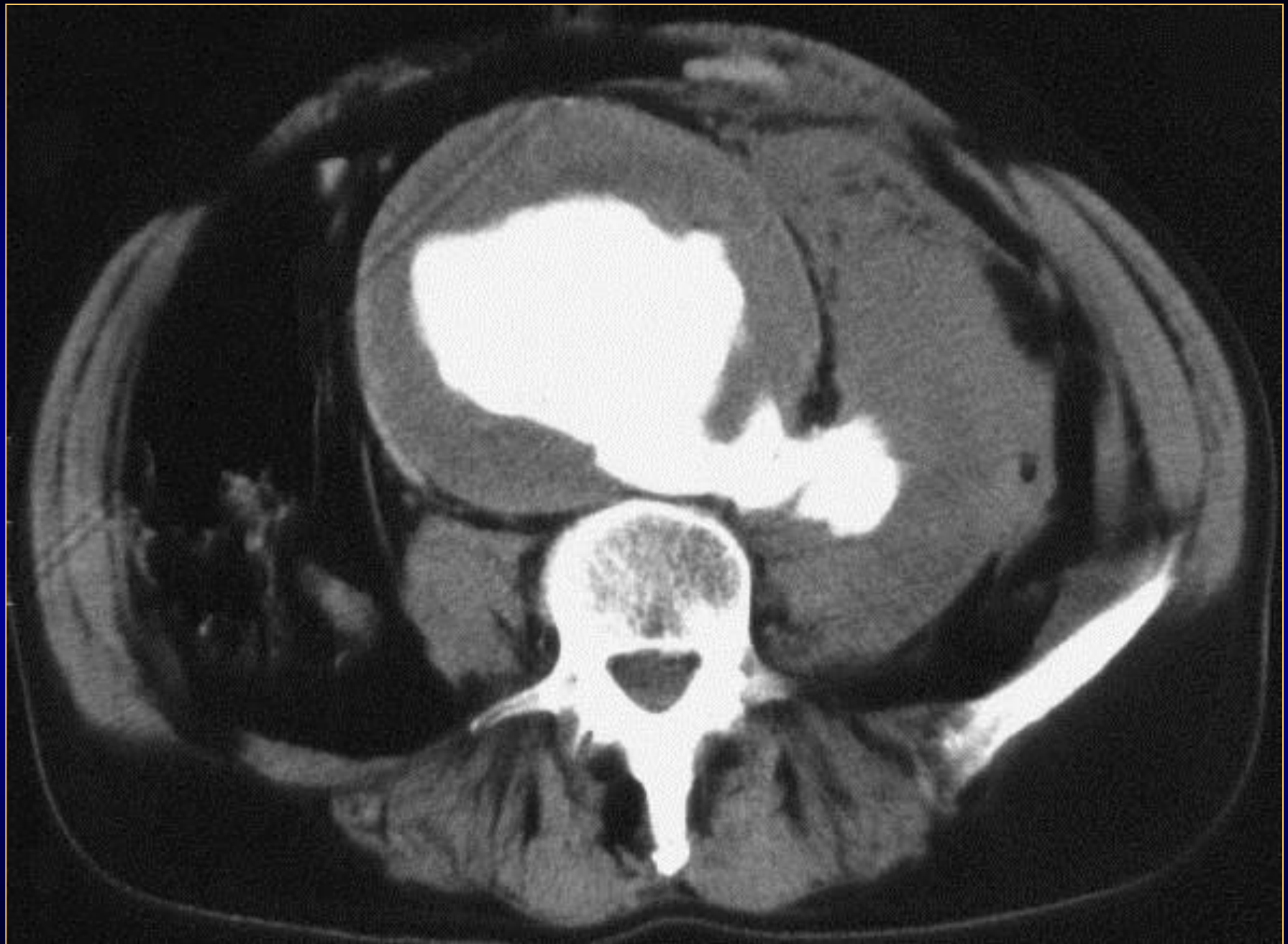
Pseudotętniak pourazowy

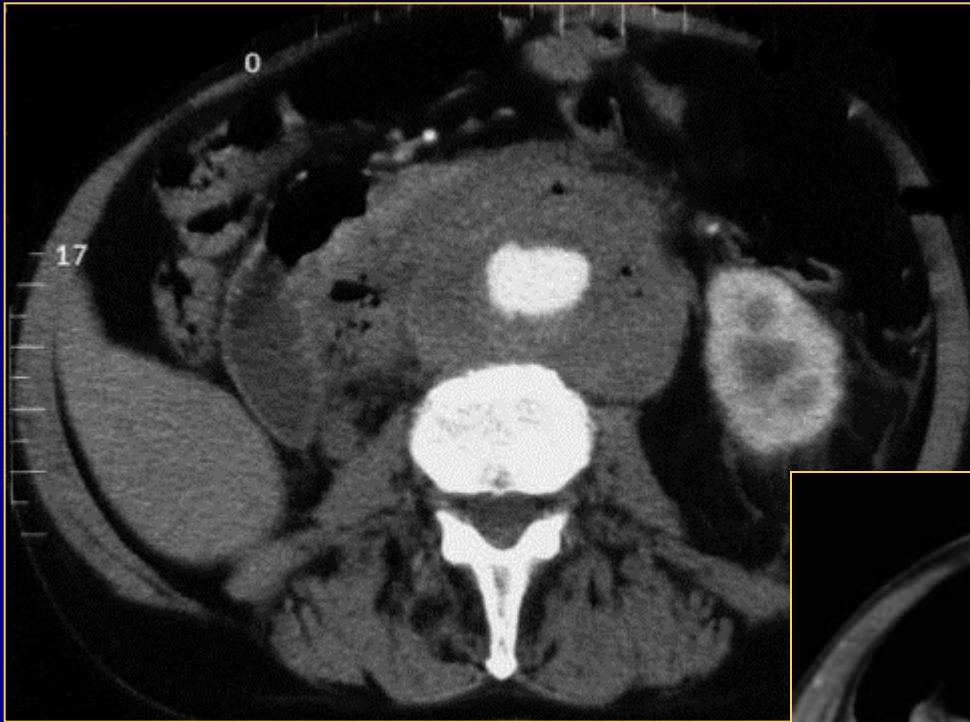




Penetrujące
owrzodzenie

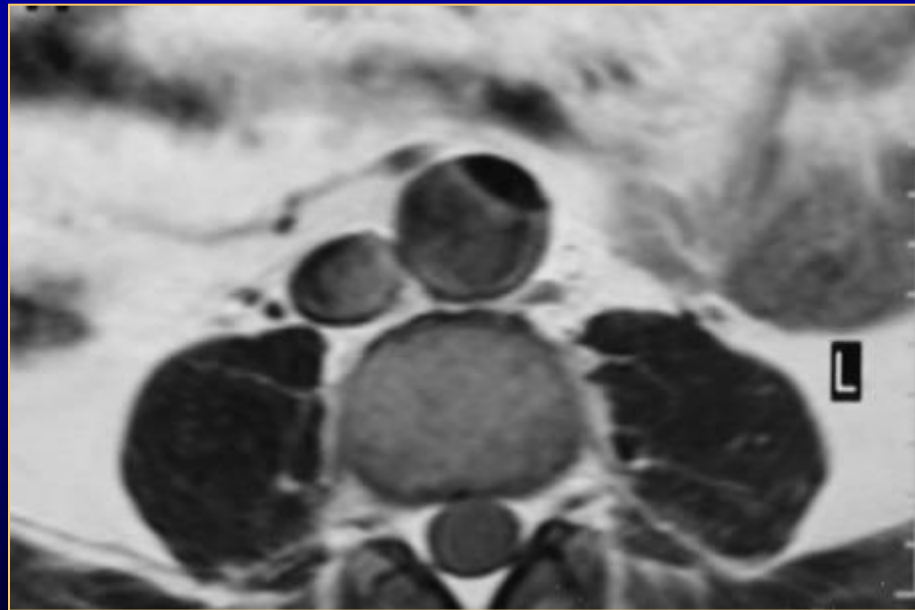
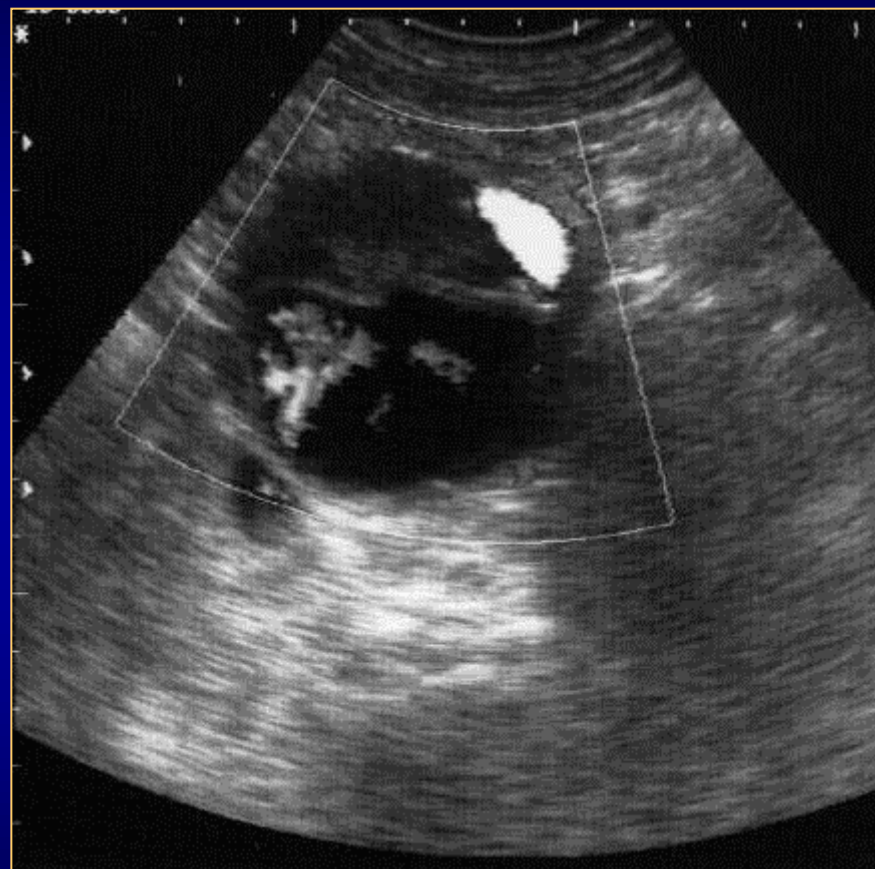
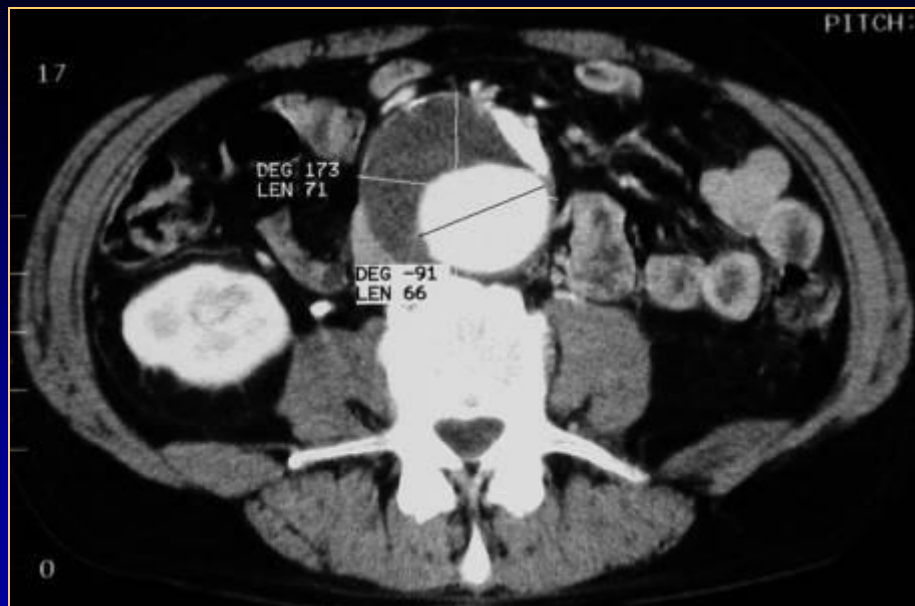


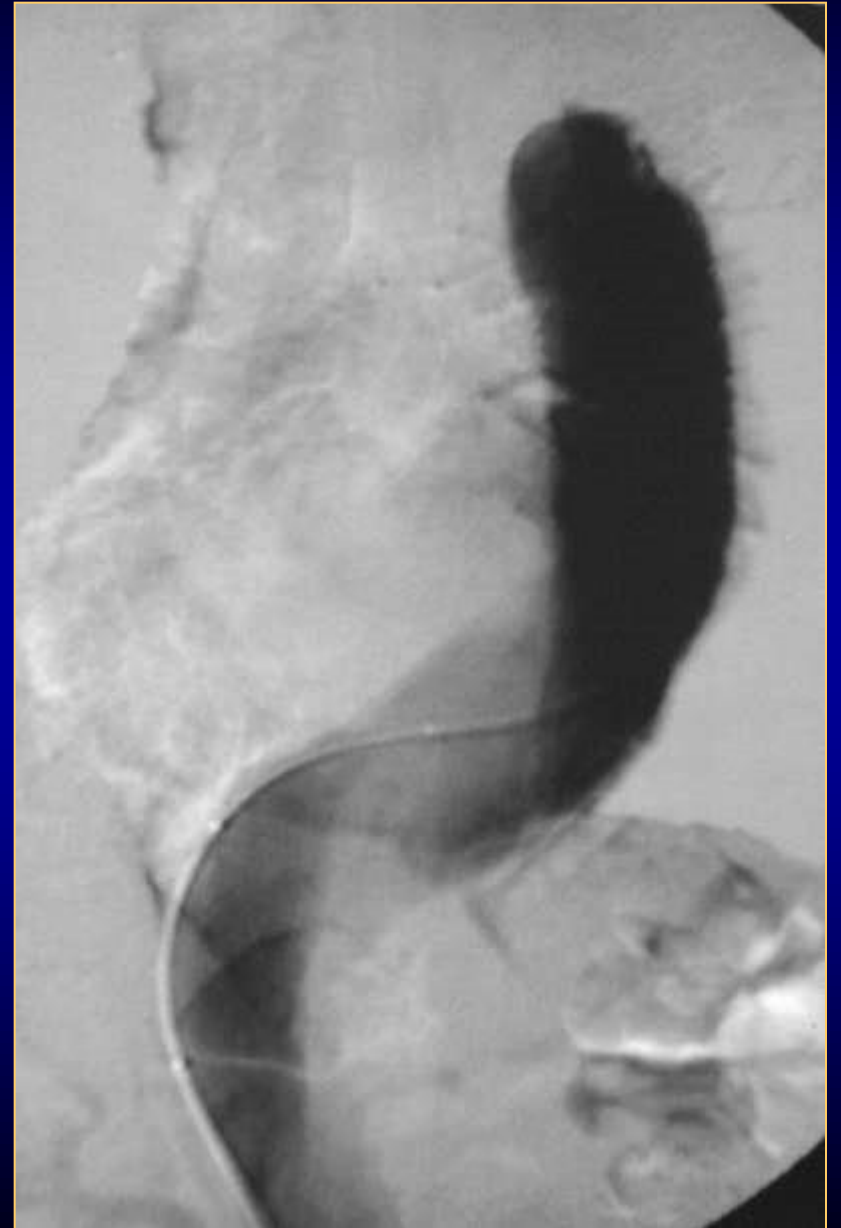
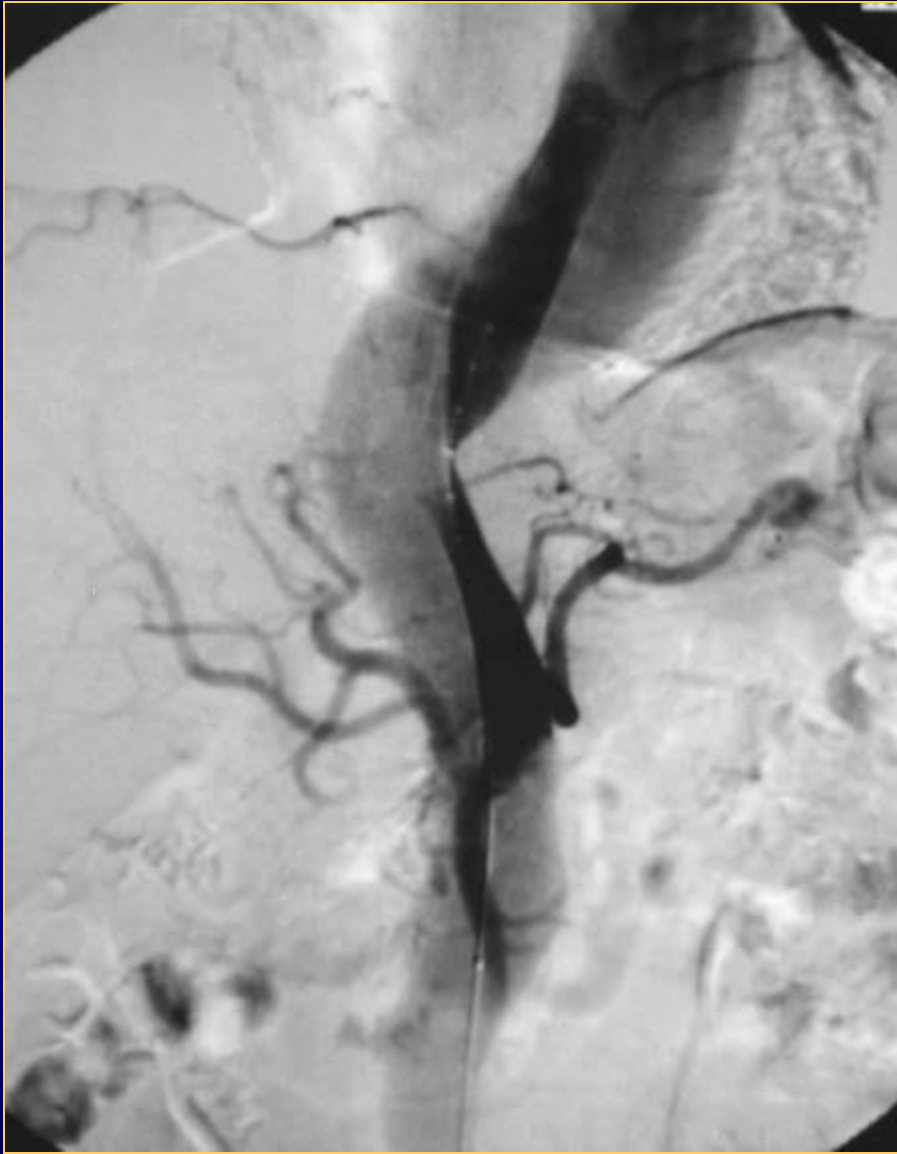


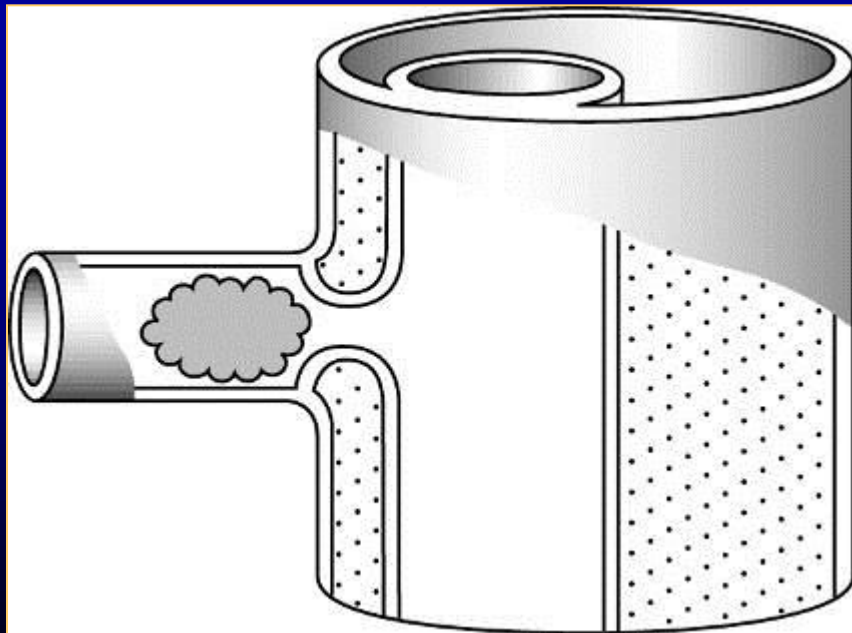


Wrota pierwotne (typ B)







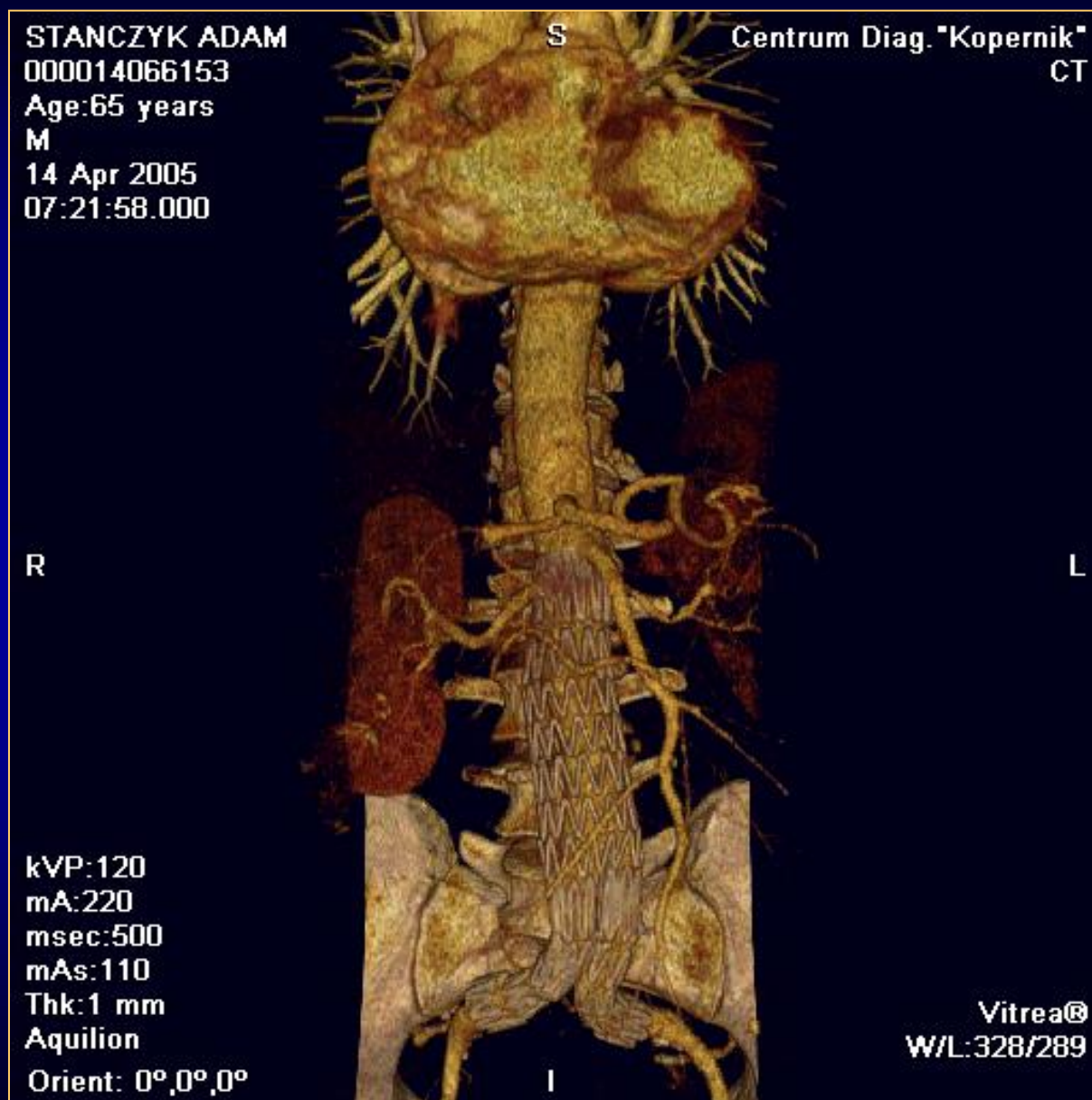


IMPLANTACJA STENT- GRAFTU

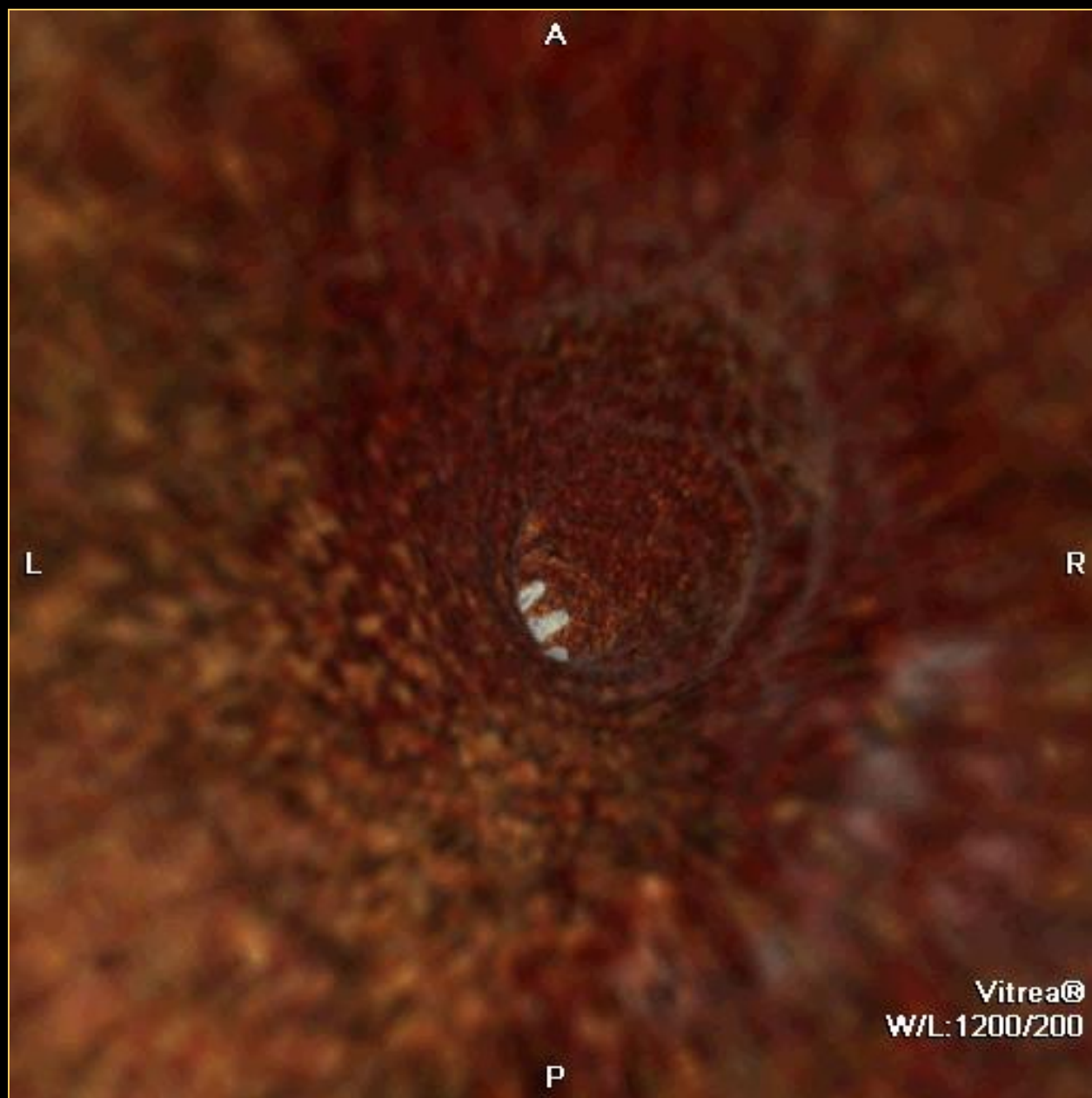
Protezowanie tętniaka aorty brzusznej

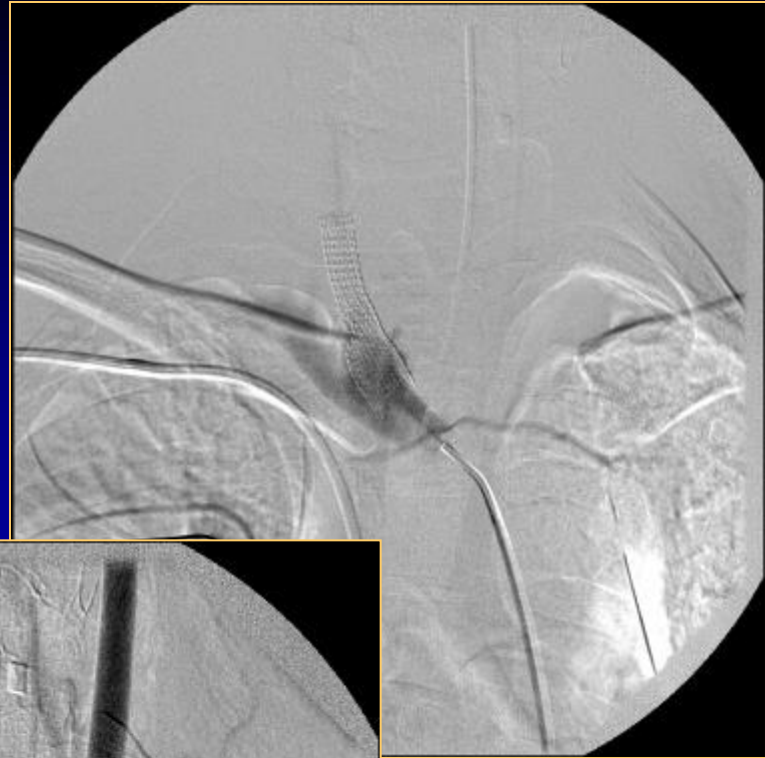
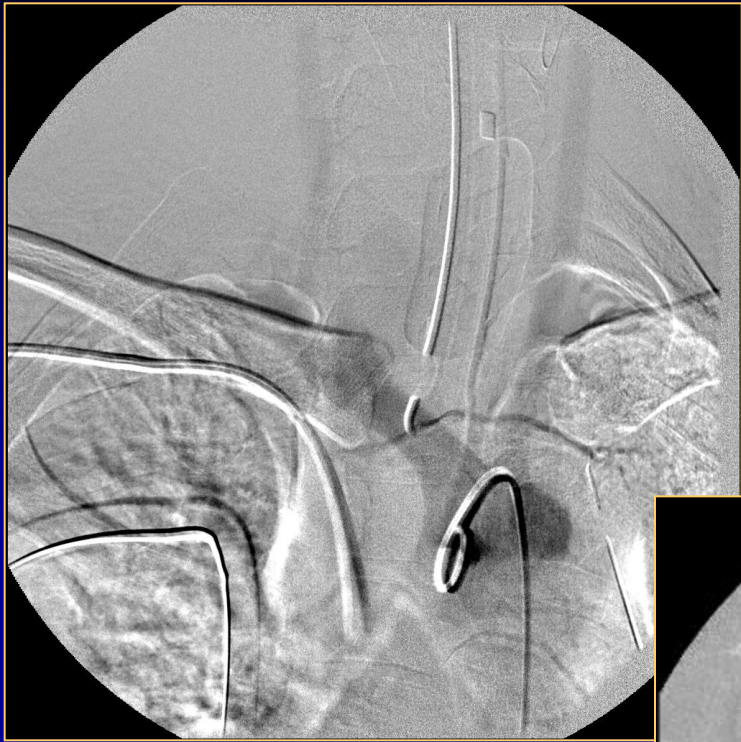


Ocena po założeniu Stent - Graftu



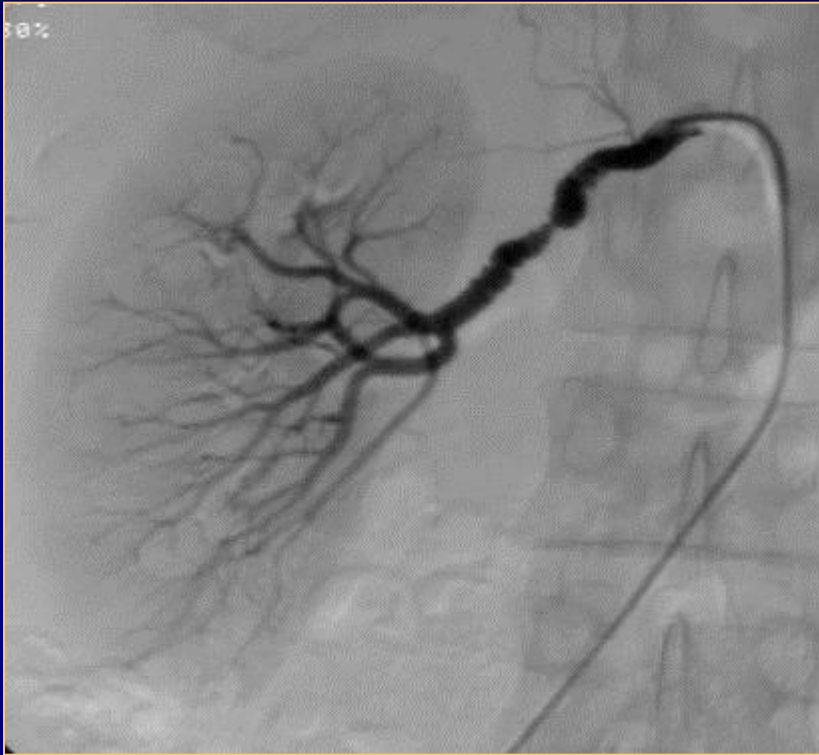
Rekonstrukcja 3D





INNE PATOLOGIE NACZYNIOWE

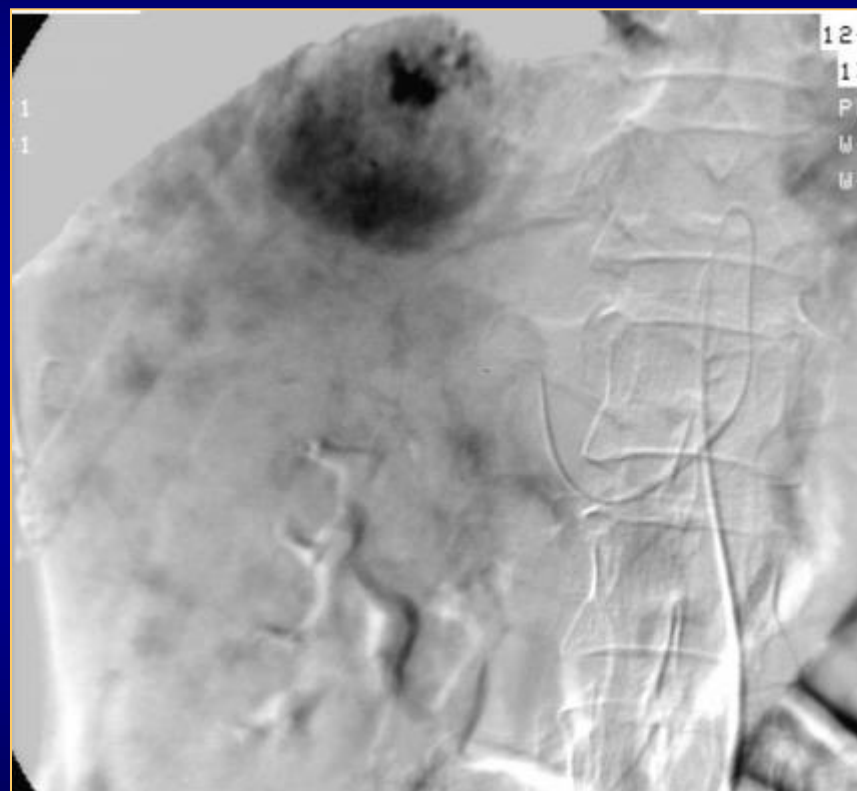
Dysplazja włóknisto-mięśniowa tętnicy nerkowej



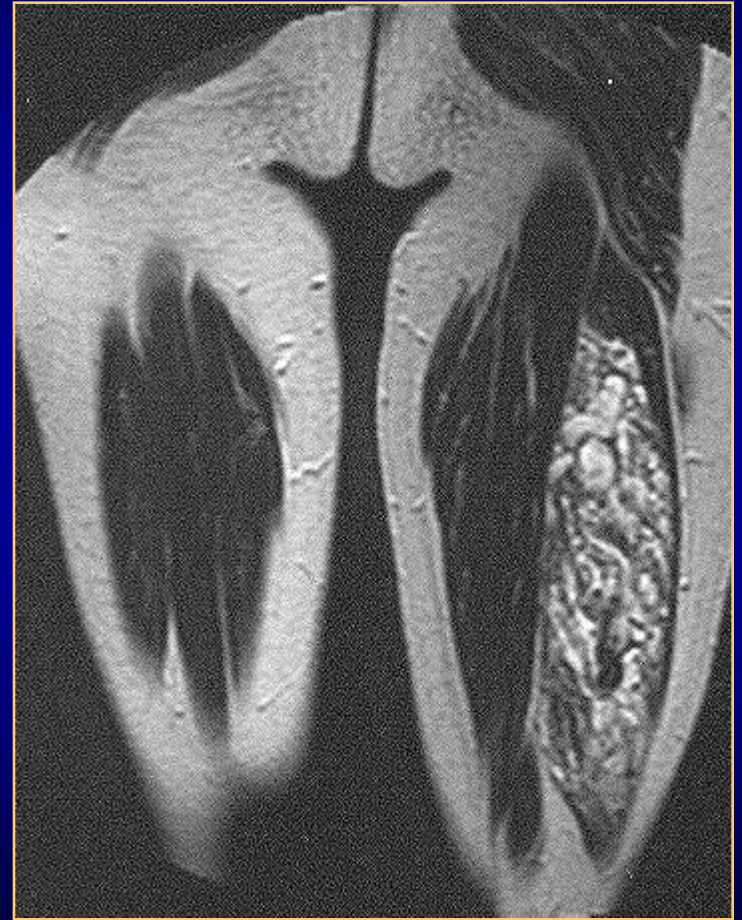
Przetoka tętniczo-żylna



Hepatoma w marskiej wątrobie



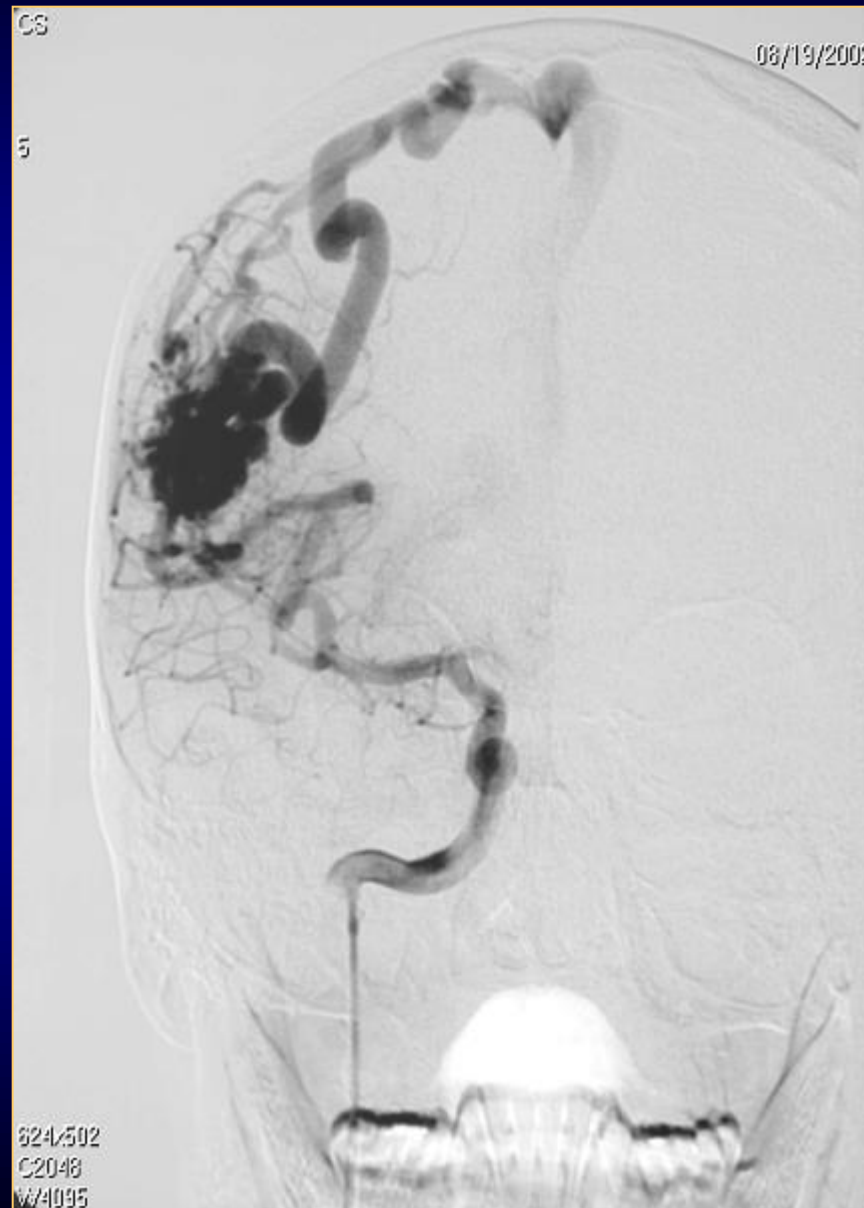
Naczyniak uda



Tętniak t. podstawnej



Malformacja naczyniowa



Embolizacja

- **Embolizacja jest zabiegiem, którego celem jest zamknięcie naczyń zaopatrujących zmianę patologiczną**
- **Stosowana jest przede wszystkim w:**
 - **tamowaniu krwotoków o różnej etiologii,**
 - **leczeniu malformacji naczyniowych,**
 - **zmian pourazowych,**
 - **guzów nowotworowych.**

Embolizacja

Sposób wykonania

- Pod kontrolą skopii rentgenowskiej, do układu naczyniowego wprowadzany jest cewnik i umieszczany w odpowiednim naczyniu.
- Następnie do światła naczynia podawany jest materiał embolizacyjny, którego zadaniem jest zamknięcie światła naczynia.

Embolizacja

- **Do embolizacji wykorzystywane są:**

- gąbka żelatynowa,
- alkohol poliwinylowy,
- metalowe spirale,
- kleje cyjanoakrylowe,
- balony odczepialne

Materiał dobieramy w zależności od wielkości, umiejscowienia i charakteru zmiany

Embolizacja

Guz Nerki

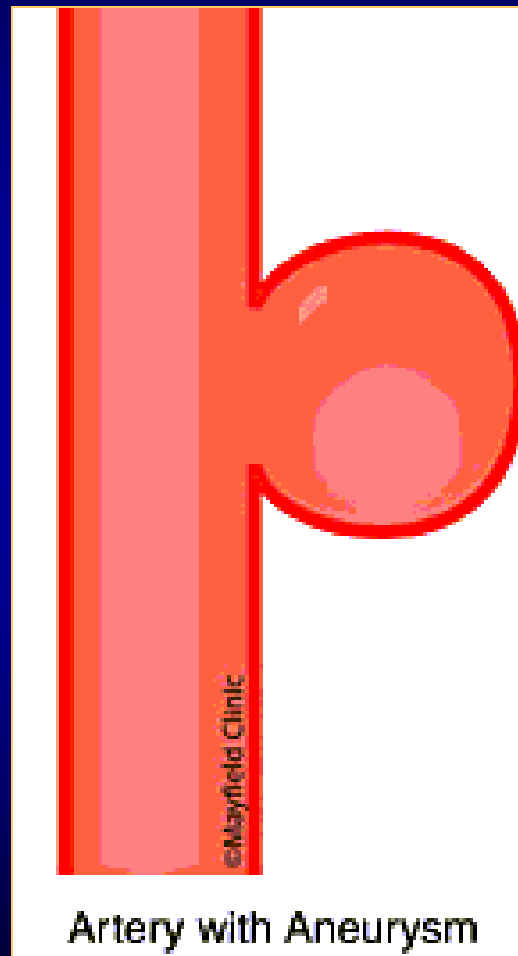
Przed



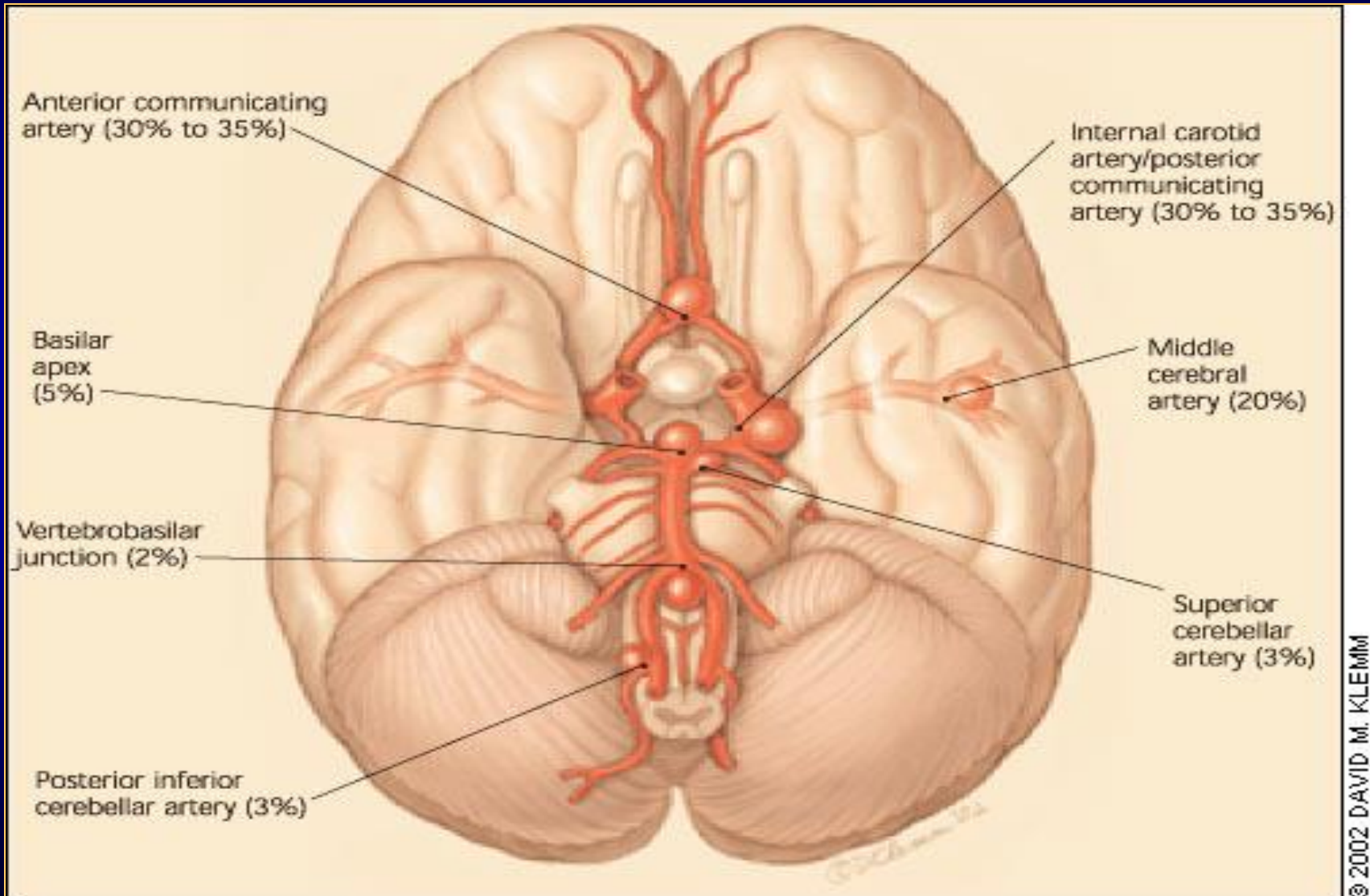
Po



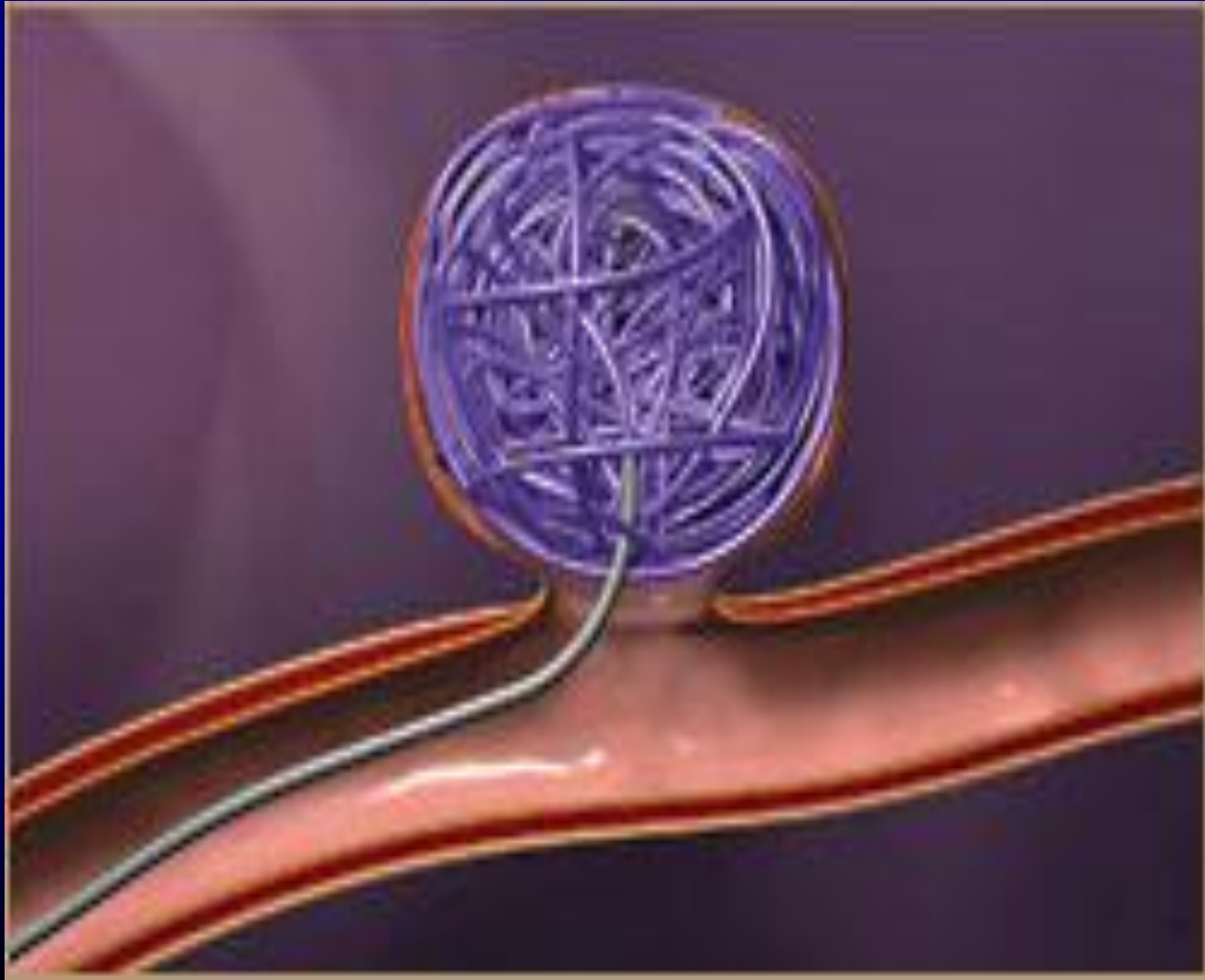
Tętniak mózgu



KOŁO TĘTNICZE WILLISA



EMBOLIZACJA



EMBOLIZACJA

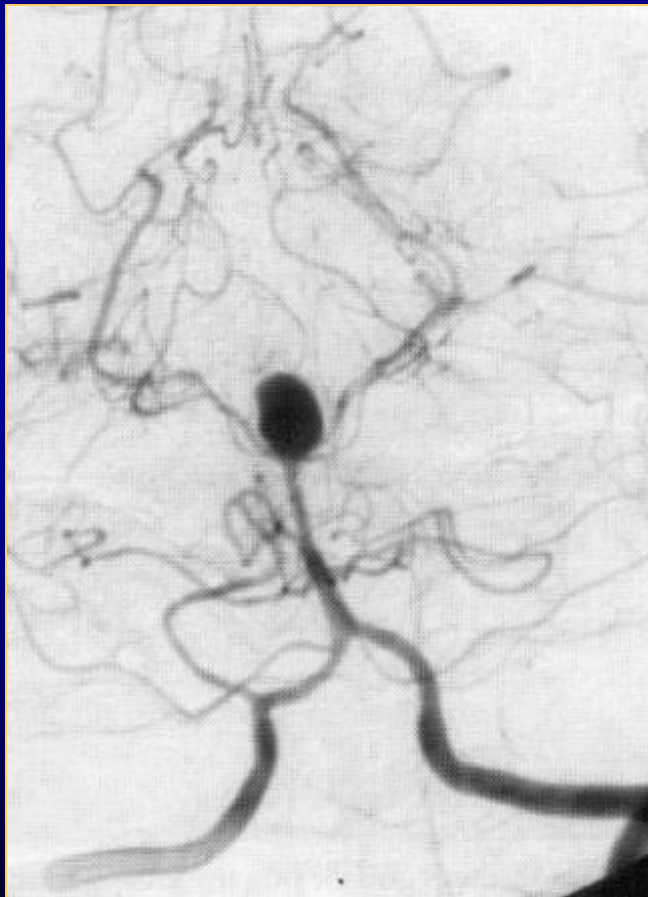


STENT + EMBOLIZACJA



Embolizacja

Tętniak t.podstawnej



Po embolizacji



Embolizacja

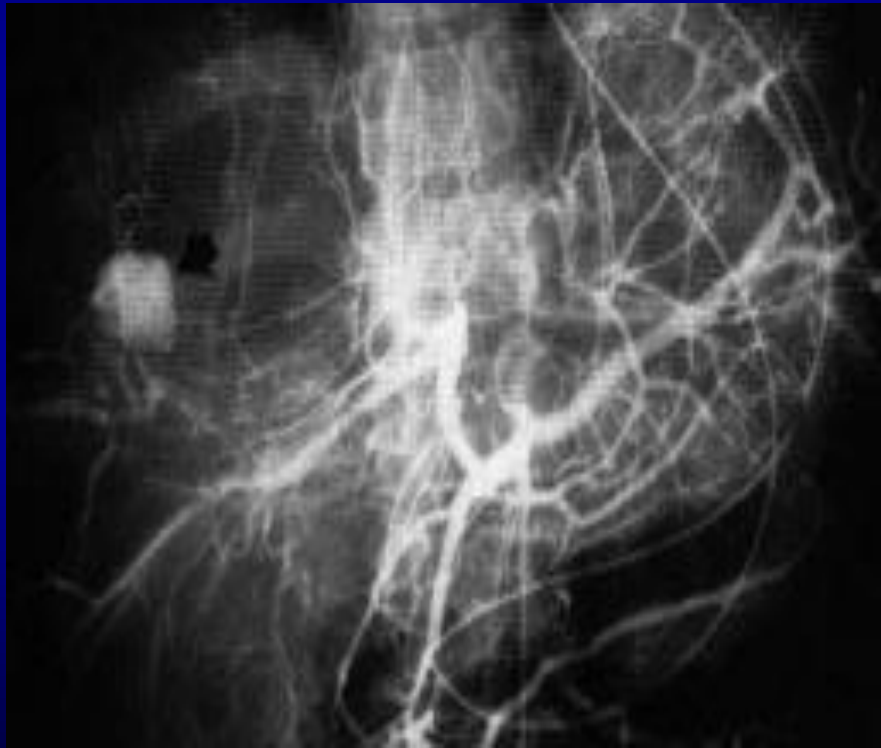
Przed

Po

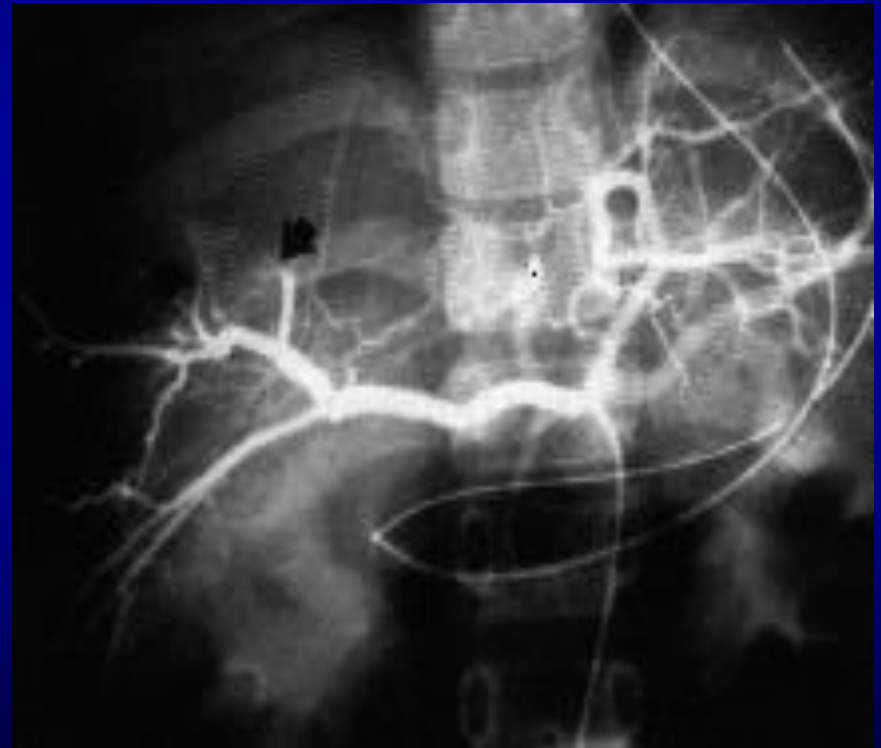


Embolizacja

Tętniak pourazowy



Po embolizacji





Vasculitis (zespół Moya-Moya)

