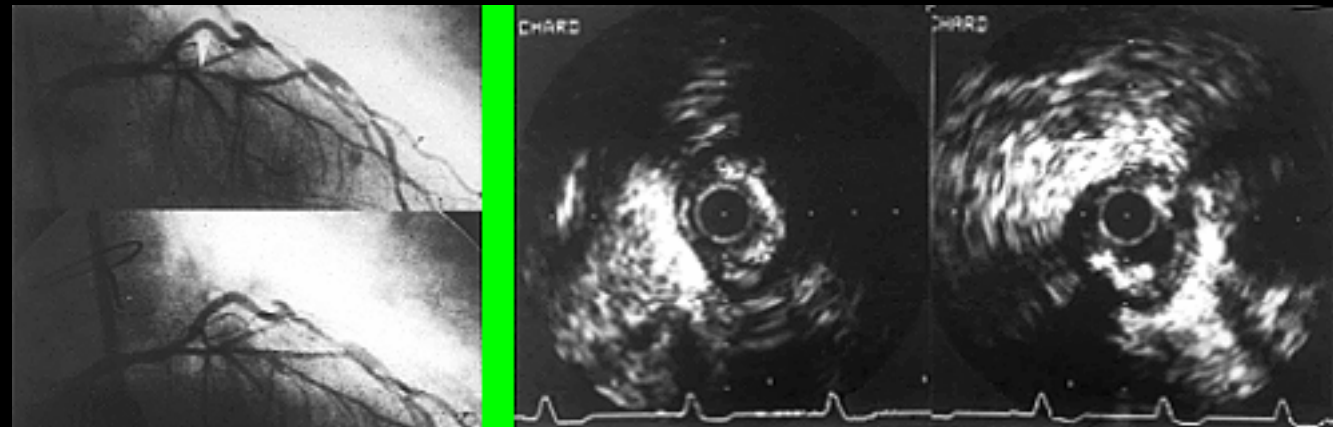


Intrakoronarer Ultraschall, FFR und CFR



Torsten Schwalm

I. Koronare Flussgeschwindigkeit

II. Koronare Flussreserve (CFR)

III. Fraktionelle Flussreserve (FFR)

IV. Intrakoronares B-Bild

I. Messung der koronaren Flussgeschwindigkeit

$$\text{Fluss} = (D^2 / 4) \times (\text{mittlere Maximalgeschwindigkeit} / 2) \times 0,6$$

Bestimmung der Flussgeschwindigkeit mittels intrakoronarem Doppler

Christian Johann Doppler
1842

Kalkulation von Richtung und Geschwindigkeit über den Frequenzdrift zwischen emittierter und empfangener Frequenz und der Doppler-Gleichung

$$\Delta F = F_0 - V / C$$

ΔF = Frequenzänderung

F_0 = Emittierte Frequenz

V = Bewegungsgeschwindigkeit des reflektierenden Objekts

C = Schallgeschwindigkeit im Medium

Device:

spitzenmontierter piezo-elektrischer Kristall

0,014 mm Stärke

vorwärts gerichteter Ultraschallstrahl mit 28° Ausdehnung und relativ breitem sample-volume

Als koronarer Führungsdraht zur PCI geeignet

Normwerte:

Interindividuell verschieden,
mittlere ic Spitzengeschwindigkeit: 23 cm/s (range 9 – 61 cm/s),
unabhängig vom Koronargefäß mit Gradienten von proximal nach distal.

II. Messung der CFR (koronare Flussreserve):

Prinzip:

Intrakoronare Flussmessung mittels Doppler-Methode

$$\text{CFR} = \frac{\text{Maximale Flussgeschwindigkeit unter maximaler Hyperämie}}{\text{Basale (Ausgangs-) Geschwindigkeit}}$$

Erzeugung der Hyperämie durch i.c. Gabe von Adenosin (12 µg für RCA, 18 µg für LCA)

Eine CFR > 2.5 (nach PCI) ist verbunden mit einem guten outcome *.

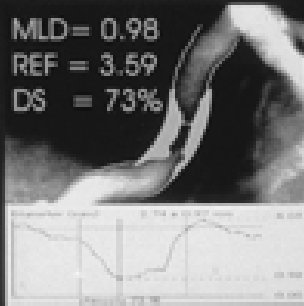
Insbesondere kann nach POBA bei Ermittlung einer hohen CFR auf eine Stentimplantation ggf. verzichtet werden.

Keine etablierten Normwerte für präinterventionelle cut-off Werte zur Entscheidungsfindung für oder gegen PCI.

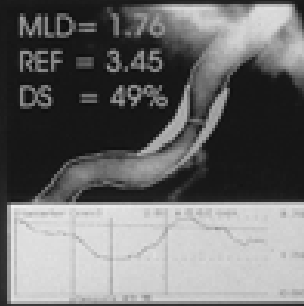
*Serruys PW et al: Prognostic value of i.c. flow velocity and diameter stenosis in assessing the short- and long-term outcomes of coronary balloon angioplasty – the DEBATE study (doppler endpoints balloon angioplasty trial europe). Circulation 1997;96:3369-77.

A**QCA DURING CORONARY INTERVENTIONS****PRE PTCA**

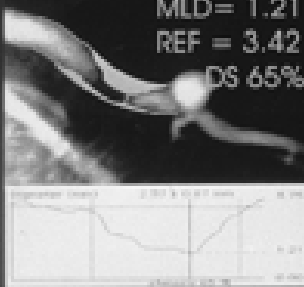
MLD = 0.98
 REF = 3.59
 DS = 73%

**POST PTCA**

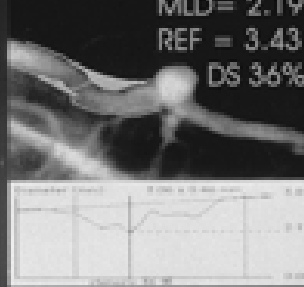
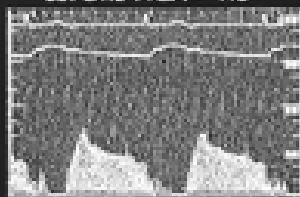
MLD = 1.76
 REF = 3.45
 DS = 49%



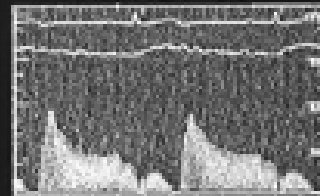
MLD = 1.21
 REF = 3.42
 DS = 65%



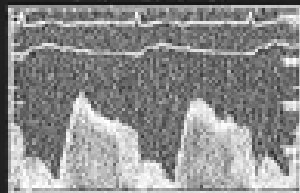
MLD = 2.19
 REF = 3.43
 DS = 36%

**B****CORONARY FLOW RESERVE AFTER PTCA****BEFORE PTCA = 1.8**

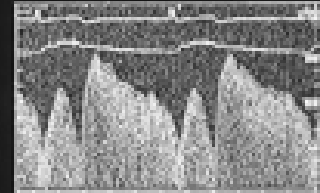
BAS = 20 cm/s

AFTER PTCA = 3.0

BAS = 21 cm/s



HYP = 37 cm/s



HYP = 62 cm/s

04/18/2011

DS (diameter stenosis/QCA) vor und
 Nach Ballon Angioplastie

CFR vor und nach Ballon
 Angioplastie, h. 3.0 als Parameter
 eines günstigen Outcome

III. Messung der fraktionellen (koronaren) Flussreserve

Definition:

Verhältnis aus

*maximal erreichbarem koronaren poststenotischen Fluss
und
normalem Maximalfluss*

Errechnet aus und proportional zu dem Verhältnis der Drücke

$$\text{FFR} = \frac{\text{Tatsächlicher Maximalfluss}}{\text{Normaler Maximalfluss}} = \frac{\text{Poststenotischer Koronardruck unter Hyperämie (Pd)}}{\text{Arterieller Druck (Pa)}}$$

Messung des intrakoronaren Druckes über einen intrakoronaren Führungsdraht mit integriertem Drucksensor.

Ermittlung der FFR zur Bestimmung der Flussrelevanz einer angiographisch ermittelten Stenose mit intermediärem Stenosegrad.

Eine **FFR < 0,75** entspricht einer funktionell bedeutsamen Stenose *.

Die FFR berücksichtigt die Wirkung kollateraler Blutversorgung, ist unabhängig von Blutdruck- und Herzfrequenzschwankungen.

* Pijs, NHJ et al. Measurement of fractional flow reserve to assess the functional severity of coronary-artery stenosis. N Engl J Med 1996;334:1703-8

Pijs, NHJ et al. Measurement of fractional flow reserve to assess the functional severity of coronary-artery stenosis. N Engl J Med 1996;334:1703-8

45 Patienten mit angiographisch moderater Stenose (ca. 50% (n. QCA)) und Brustschmerz.

Nicht-invasive Ischämietests (Dob.-stress-Echo, TI ²⁰¹ Myokardszintigraphie, Ergometrie) und invasive FFR-Testung.

21 Pat. mit FFR < 0.75, mit zstl. Ischämienachweis in mind. 1 nicht-invasiven Test 21/24 Pat. mit FFR > 0.75 negativ in allen nicht-invasiven Tests.

Revaskularisation in der ersten Gruppe, konservative Therapie in der zweiten Gruppe ohne Notwendigkeit revaskularisierender Massnahmen in 14-monatigem follow-up.

Technische Durchführung

Einbringen des druckregistrierenden Führungsdrahtes über einen 6-8F Führungskatheter zunächst in ein proximal, nicht-stenosiertes Koronarsegment oder LM und Kalibration mit Nullabgleich, d.h. Ausgangsdruck des Drucksensors = aortaler Druck am Ostium des Führungskatheters.

Positionieren des Drahtes distal der Stenose und intrakoronare Applikation von 140 µg/kg/min Adenosin (alternativ Papaverin, Dipyridamol).

Ziel ist die maximale koronare Vasodilatation, wie unter Belastungsbedingungen und die gleichzeitige Messung des poststenotischen Drucks.

Im Falle einer FFR < 0.75 unter Hyperämie (oder bereits vor Gabe von Adenosin) erfolgt die PCI (über den pressure-wire) oder CABG.

Oberfläche des Monitorystems (Fa. Radi Medical)



Der Abfall des **poststenotischen Drucks** gegenüber dem **Ausgangs- oder aortalen Druck** wird erkennbar und die Relation als **FFR** dargestellt

Zusammenfassung

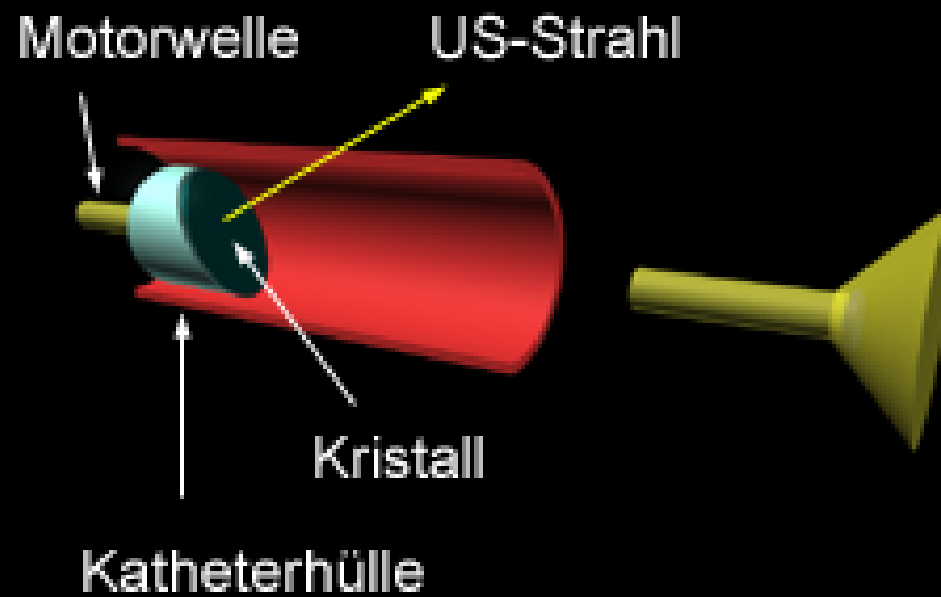
Die FFR-Methode

-Beschreibt als mathematischer Bruch das Verhältnis zwischen post- und prästenotischem Druck.

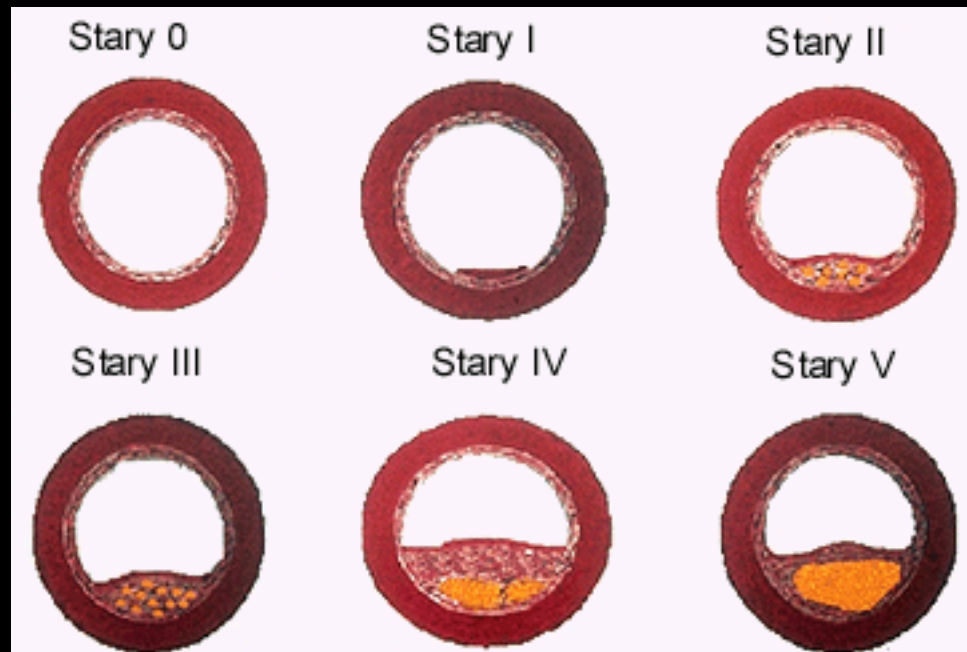
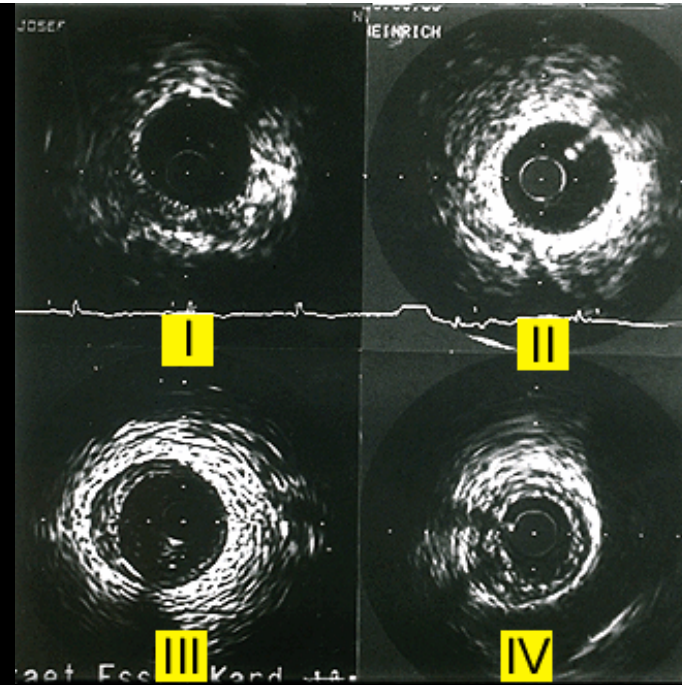
-Ausgedrückt in Prozent gibt dieses Verhältnis an, wieviel vom Fluss durch das theoretisch gesunde Gefäß im stenotisch verengten Gefäß noch gewährleistet ist.

-Dies ist die einzige verfügbare physiologische Methode zur Messung mit einem spezifischen Grenzwert, die eine Einschätzung der Signifikanz der Stenose und in der Folge die Entscheidung ermöglicht, ob eine Behandlung notwendig ist oder nicht, unabhängig von Kollateralen, Herzfrequenz und Blutdruck.

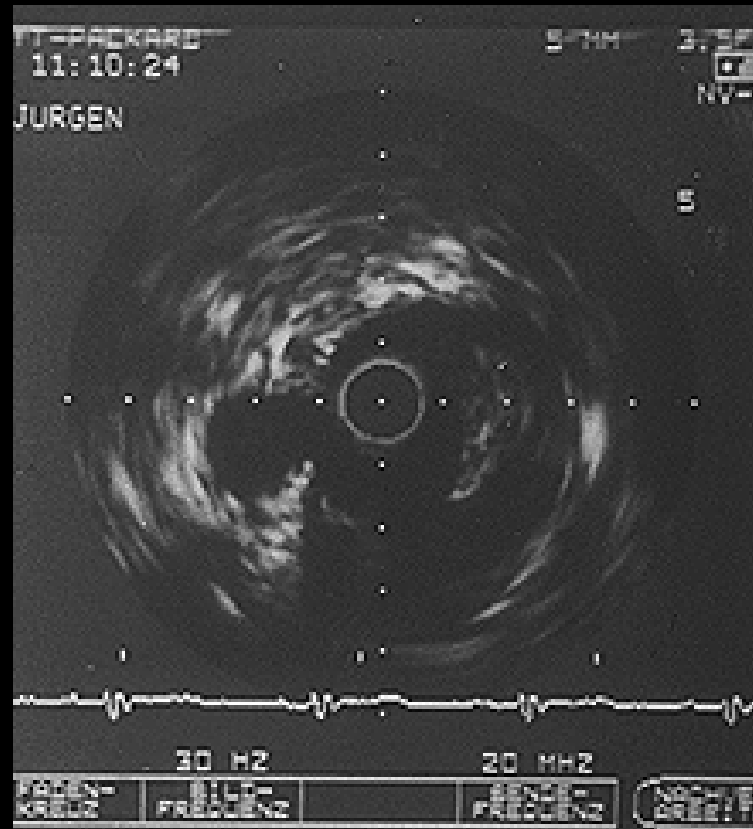
IV. Intrakoronare Sonographie

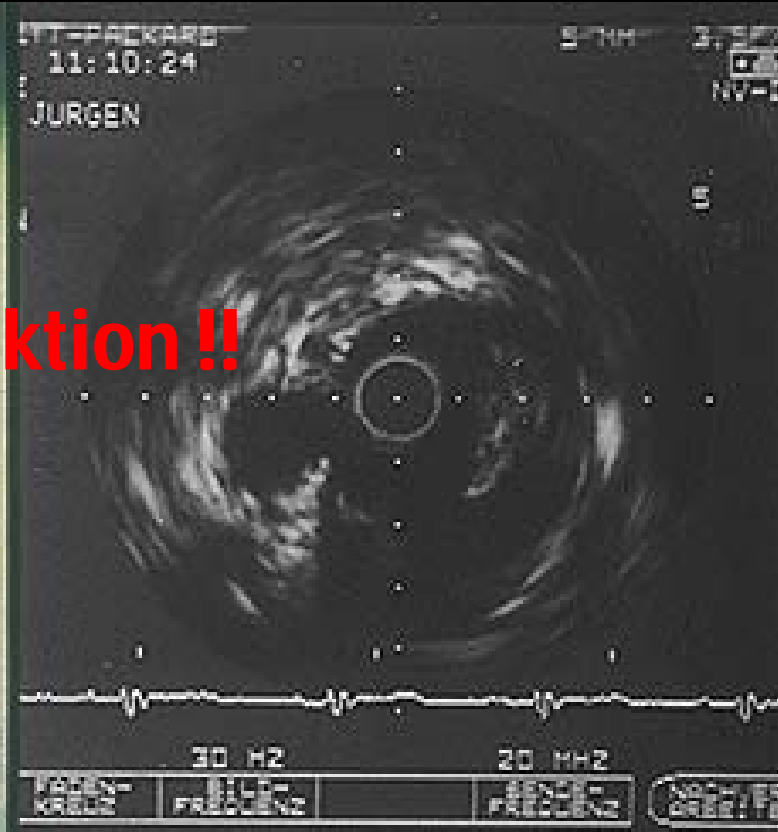


Evaluation des Stenosegrades und der Plaquemorphologie, insbesondere bei prognostisch bedeutsamen Stenosen (LM, ostiale Lokalisationen).

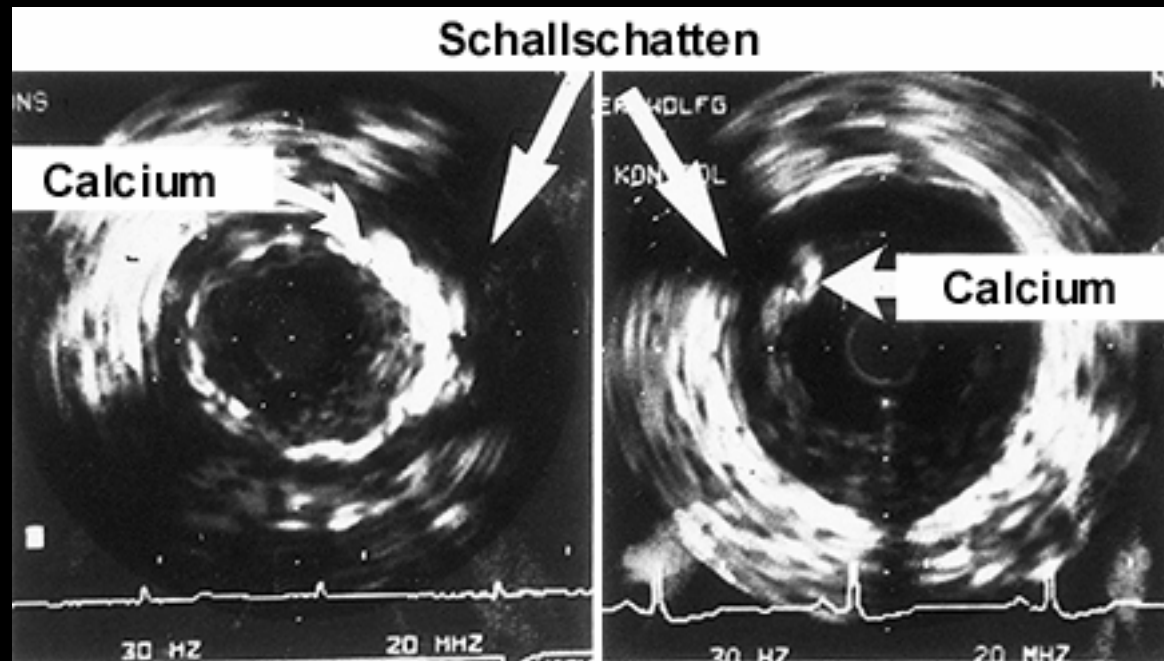


Unklare koronare Morphologie ??

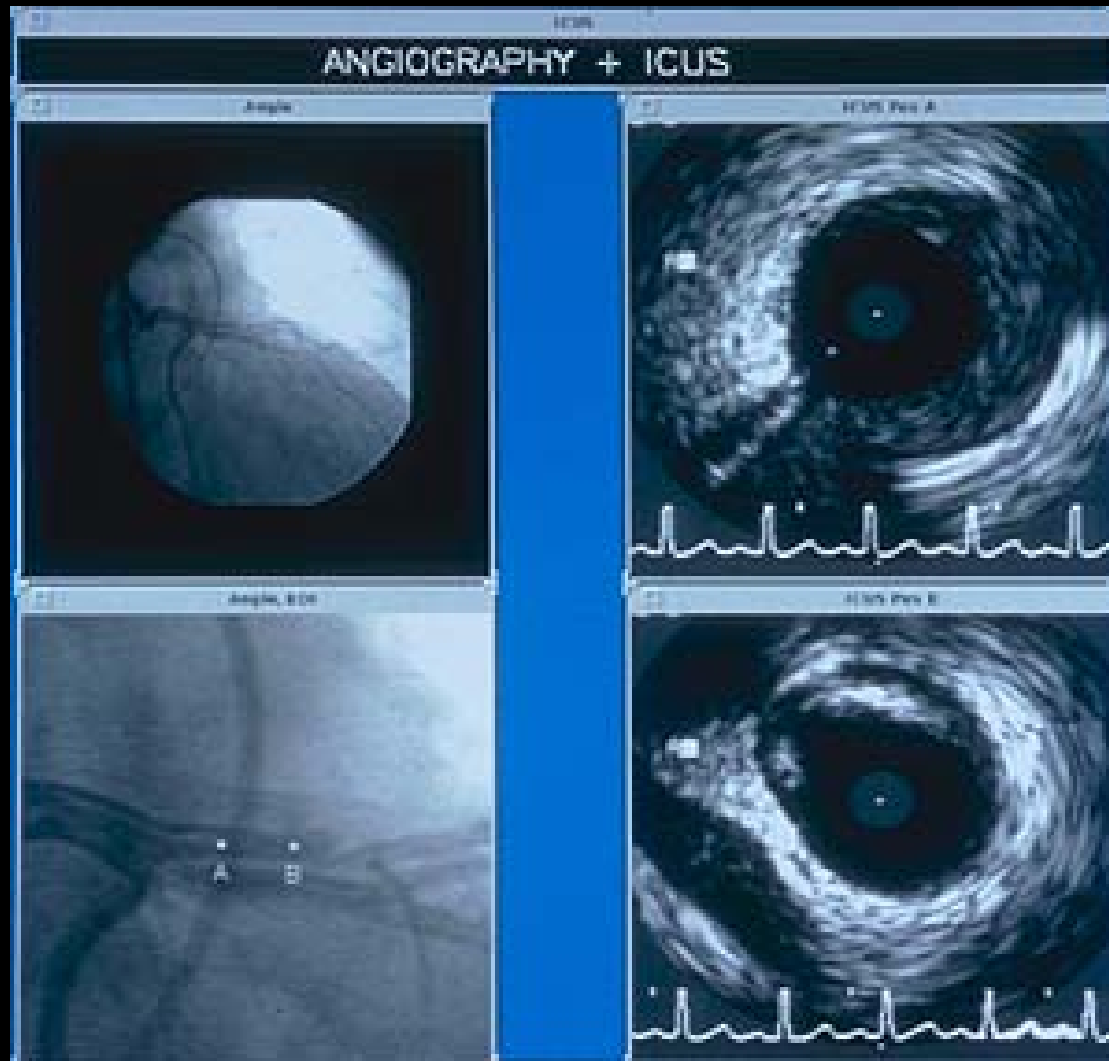




Dissektion !!



Kalkanteil, Präferenz von stenting oder rotablativen Verfahren



Dissektion und Perforation