

Duplexsonographie Abschlusskurs
23./24. April 2026
Universitätsspital Basel

Kontrolle nach interventioneller Therapie

Dr. med. Kerstin Kotteck

Allgemeine Innere Medizin FMH und Angiologie FMH

SGUM Tutor Modul Gefäße, Abdomen, Basis-Notfall-Sonographie

Inhalt

1. Duplexsonographische Kontrollen nach interventioneller Therapie

Was steht in den Leitlinien?

2. Mögliche Indikationen einer duplexsonographischen Kontrolle nach

PTA/Stent:

- Diagnose einer Re-Stenose
- Ätiologie der Re-Stenose definieren
- Qualitätskontrolle/Überwachung nach PTA

1. Duplexsonographische Kontrollen nach PTA/Stent

Was steht in den Leitlinien?

12. Longitudinal Follow-Up of PAD

Recommendations for Longitudinal Follow-Up of PAD
Referenced studies that support the recommendations are summarized in the [Online Data Supplement](#).

COR	LOE	Recommendations
-----	-----	-----------------

Postrevascularization Follow-Up		
1	C-LD	5. In patients with PAD who have undergone lower extremity revascularization (ie, surgical and/or endovascular), longitudinal follow-up that includes periodic clinical evaluation of lower extremity symptoms and pulse and foot assessment is recommended. ^{13–16}
1	C-LD	6. In patients with PAD who have undergone lower extremity revascularization (ie, surgical, endovascular, or both) with new lower extremity signs or symptoms, ABI and arterial duplex ultrasound is recommended. ^{14,17–20}
2a	B-R	7. In patients with PAD who have undergone infrainguinal, <u>autogenous vein bypass graft(s)</u> without new lower extremity signs or symptoms, it is reasonable to perform ABI and arterial duplex ultrasound surveillance within the first 1 to 3 months postprocedure, then repeat at 6 and 12 months, and then annually. ^{13,14,20–22}
2a	C-LD	8. In patients with PAD who have undergone <u>endovascular procedures</u> without new lower extremity signs or symptoms, it is reasonable to perform ABI and arterial duplex ultrasound surveillance within the first 1 to 3 months postprocedure, then repeat at 6 and 12 months, and then annually. ^{17,19,20}
2b	B-NR	9. In patients with PAD who have undergone infrainguinal, <u>prosthetic bypass graft(s)</u> without new lower extremity signs or symptoms, the effectiveness of ABI and arterial duplex ultrasound surveillance is uncertain. ^{14,20,23,24}

S3-Leitlinien zur Diagnostik, Therapie und Nachsorge der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit (PAVK):

Diagnostik primär:

- ▶ Die farbkodierte Duplexsonographie (FKDS) ist die diagnostische Methode der ersten Wahl zur Abklärung der Aorta und ihrer Äste, sowie der Becken- und Beinarterien. Ihre Aussagekraft ist von der Expertise des Untersuchers, der technischen Möglichkeiten des Gerätes und den individuellen Gegebenheiten des Patienten abhängig.

(Empfehlungsgrad A, Evidenzklasse 1)

S3-Leitlinien zur Diagnostik, Therapie und Nachsorge der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit (PAVK):

Diagnostik im Verlauf:

- ▶ Hinsichtlich ihrer Symptome (Gehleistung, Ruheschmerzen, trophische Störungen) sollten Patienten mit PAVK regelmäßig nachuntersucht werden.
(Empfehlungsgrad B, Evidenzklasse 3)
- ▶ Bei Patienten mit PAVK sollen regelmäßig die kardiovaskulären Risikofaktoren und die vaskuläre Komorbidität nachuntersucht werden.
(Empfehlungsgrad A, Evidenzklasse 1)

S3-Leitlinien zur Diagnostik, Therapie und Nachsorge der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit (PAVK):

Diagnostik im Verlauf:

- ▶ **Regelmäßige Kontrolluntersuchungen sollten bei Patienten mit PAVK nach invasiven Gefäßeingriffen erfolgen.**

(Empfehlungsgrad B, Evidenzklasse 2)

... Die Aufgabe des Gefäßmediziners ist die Erhebung des Gefäßstatus, Kontrolle nach Gefäßrekonstruktion und die Dokumentation des Behandlungsverlaufes. Hinzu kommt die spezifische Beratung bei gefäßmedizinischen Fragestellungen (z. B. postoperative Antikoagulation oder Thrombozytenfunktionshemmung). ...

Auszug aus der Leitlinie ... Kapitel „Nachsorge nach Gefässeingriffen“

Randomisierte, kontrollierte Studien zur Nachsorge nach endovaskulären Eingriffen sind nicht vorhanden, jedoch dringlich notwendig.

In einer multizentrischen, prospektiven, randomisierten Studie mit 594 Teilnehmenden mit Venen-Bypässen zur Therapie der pAVK wurde ein primär klinisches (Inspektion, Pulsstatus, ABI-Messung) gegen ein Ultraschall-Überwachungsprogramm mit Verlaufsintervallen von 6 Wochen, 3, 6, 9, 12 und 18 Monaten verglichen. Im Verlauf von 18 Monaten war die primäre (69 % vs. 67 %), primäre assistierte (76 % vs. 76 %) sowie die sekundären Offenheitsraten (80 % vs. 79 %) vergleichbar. Auch hinsichtlich der Lebensqualität sowie der harten klinischen Endpunkte wie Amputation (7 % in beiden Gruppen) und Mortalität (3 % vs. 4 %) gab es keinen Unterschied, jedoch waren die Kosten in der Ultraschall-Überwachungsgruppe höher als in der rein klinischen Überwachungsgruppe (597). Ein systematisches Review und Meta-Analyse aus USA mit 15 randomisierte und nicht-randomisierten Studien mit insgesamt 2.675 Personen (104) und einem Nachbeobachtungszeitraum von 12-36 Monaten nach infrainguinalen Bypässen zeigte ebenfalls keinen Nutzen für den Ultraschall hinsichtlich der primären, der primär-assistierten und der sekundären Offenheitsraten. Hinsichtlich des Beinerhalts zeigte sich lediglich eine Tendenz zu niedrigeren Amputationsrate in der Ultraschall-Nachsorgegruppe (Odds Ratio 0,70; 95 % KI 0,23-2,13).

Nr.	Empfehlung	Grad	LoE	Literatur	Konsensstärke
6.1	Hinsichtlich ihrer Symptome (Gehleistung, Ruheschmerzen, trophische Störungen) sollten Patientinnen und Patienten mit pAVK regelmäßig befragt und klinisch nachuntersucht werden.	B	3		Starker Konsens
6.2	Eine routinemäßige Ultraschallkontrolle nach venösen Bypass-Operationen sollte in der Nachsorge nicht durchgeführt werden, da in den bisherigen Studien ein Nutzen hinsichtlich der Lebensqualität, der Beinerhalt- sowie der Überlebensrate nicht gezeigt werden konnte.	B	2	(104, 597)	Konsens
6.3	Der Stellenwert routinemäßiger Ultraschall-Untersuchungen nach einem endovaskulären Eingriff ist unklar, hier besteht ein eklatanter Mangel an entsprechenden Studien.	Statement			Starker Konsens
6.4	In der Nachsorge kann eine adjuvante Ultraschallkontrolle bei Patientinnen und Patienten nach endovasculären oder chirurgischer Revaskularisation mit hohem Risiko für Restenosen und Beinereignisraten nach Ermessen der Behandelnden durchgeführt werden.	KE			Starker Konsens
6.5	Bei Patientinnen und Patienten mit pAVK sollten regelmäßig die kardiovaskulären Risikofaktoren und die vaskuläre Komorbidität nachuntersucht und entsprechend den Empfehlungen der Leitlinien therapiert werden.	B	2	(598, 599, 600, 601, 602, 603, 604)	Starker Konsens

KE: Konsensempfehlung

2. Mögliche Indikationen einer duplexsonographischen Kontrolle nach PTA/Stent:

- **Diagnose einer Re-Stenose**

Definition Re-Stenose in Interventionsstudien

Table 1. Definitions of Successful Endovascular Intervention Used in Research Studies Versus Suggested Criteria for Clinical Care

	Research Definitions of Success of Endovascular Interventions	Clinical Definitions of Success of Endovascular Interventions
Acute hemodynamic success	ABI increase of >0.15	ABI increase of >0.15
Clinical success	Improvement in baseline symptoms by at least 1 Rutherford category	Improvement in baseline symptoms by at least 1 Rutherford category
Restenosis	>50% reduction in luminal diameter suggested by a PSVR ≥ 2.5	>70% reduction in luminal diameter suggested by a PSVR ≥ 3.0

ABI indicates ankle-brachial index, and PSVR, peak systolic velocity ratio comparing the stenosis with a proximal reference segment.

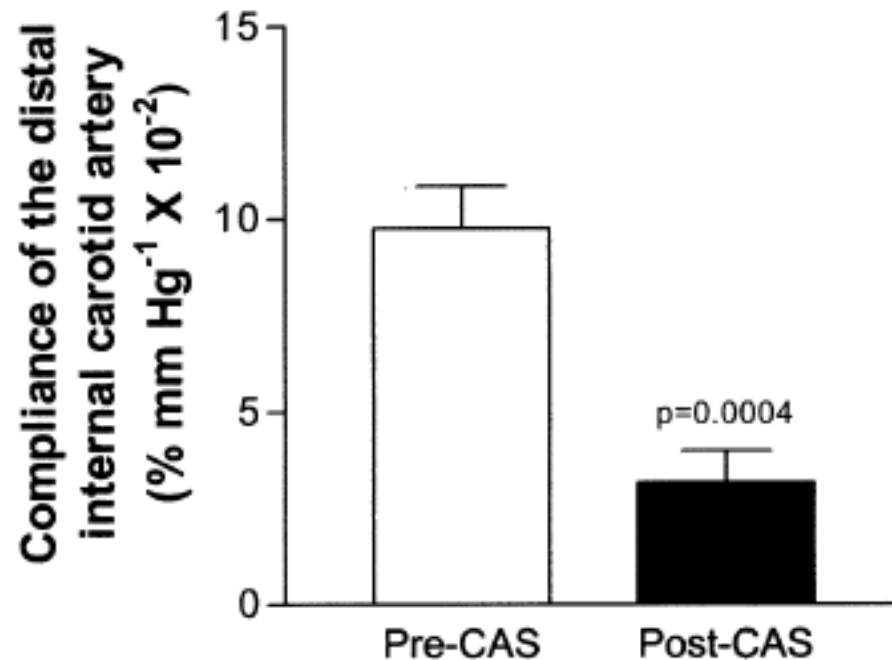
Problem: Verhältnis zwischen Re-Stenose(-grad) und klinischen Problemen (Claudicatio, Ruheschmerzen, verzögerte Wundheilung, etc.) ist schlecht definiert.

Stents – Einfluss auf die biomechanischen Eigenschaften der Gefäßwand

Studie zu CAS (carotide artery stenting):

- ... a stent in the carotide artery alters its biomechanical properties, which may cause an increase in US velocity measurements ...
- ... the arterial wall also contributes to the overall stiffness of the stented site, and this varies according to the amount of atherosclerosis and calcium load within the wall ...

Stents – Einfluss auf die biomechanischen Eigenschaften der Gefäßwand



Auch bei peripheren Arterien?

Duplexsonographische Diagnose der Re-Stenose

- Re-Stenose vs. de novo-Stenose
- immer das ganze Gefäß untersuchen, nicht nur den behandelten Gefäß-Abschnitt
- Duplex-Bilder präinterventionell, ggf. PTA-Skizze, Angiogramm, sichtbarer Stent, etc. helfen zur Orientierung, Re-Stenose vs. de novo-Stenose

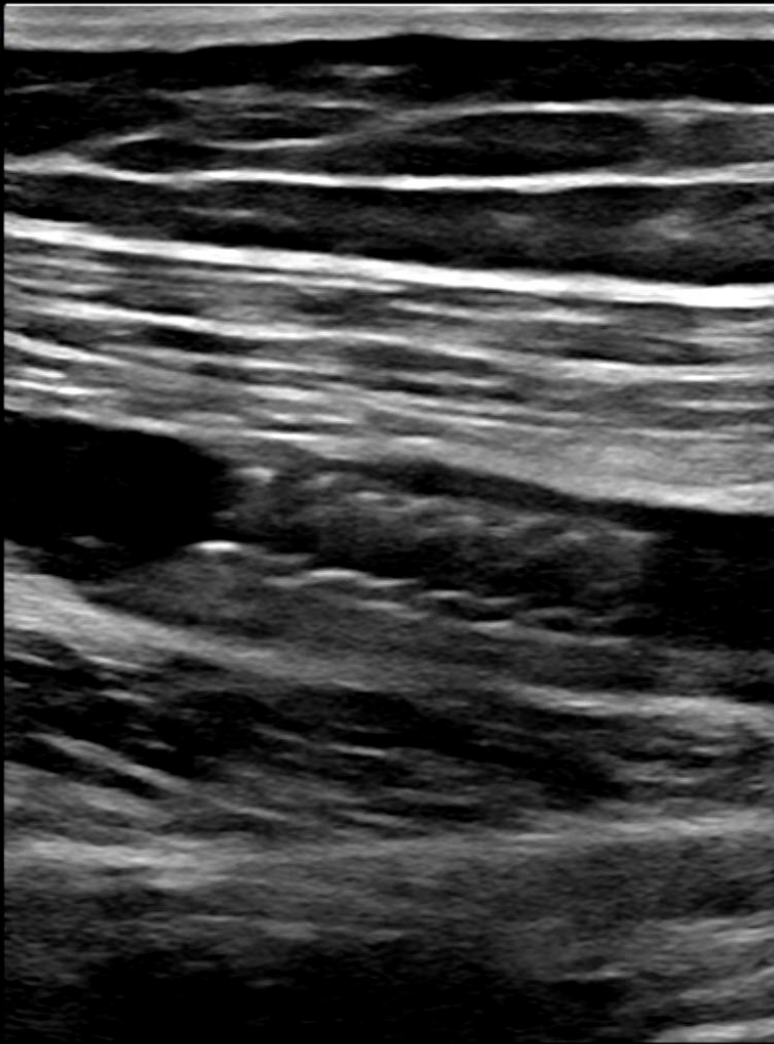
- Was wird beschrieben?
 - *B-Bild*: Wandbeschaffenheit, Plaquemorphologie, Stentlage (Hinweise auf Dislokation/Fraktur)
 - *Farbdoppler*: Perfusion des Gefäßes/Stentes homogen bzw. mit Aussparungen, Artefakte wie Aliasing/Blooming als Hinweise auf eine Stenose
 - *Spektralanalyse*: proximal/innerhalb/distal des Stentes bzw. einer Stenose

L12-3
50Hz
RS

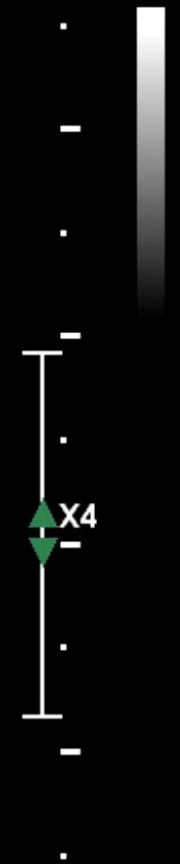
2D
50%
Dyn R 56
P Min.
HAllg



P



Serie 1 Bild 10 Frame 0
M3



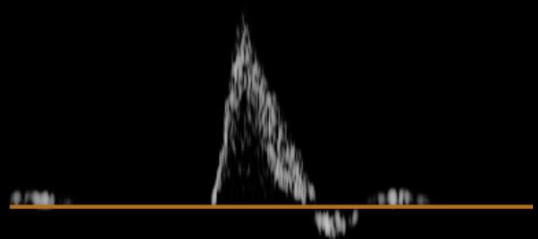
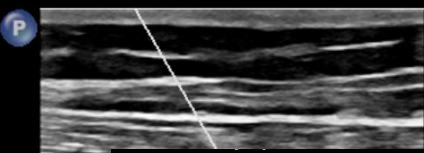
W/C: 256/127
ZGKS ANGIOLOGIE

5.0cm - ***800x600
EPIQ 5G

L12-3
13Hz 52°

2D
48%
Dyn. Bereich 56
P Min.
HAllg

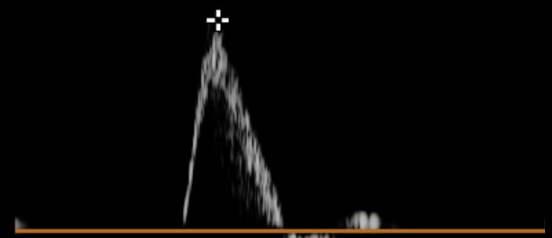
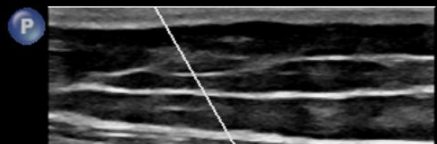
FD
41%
8000Hz
WF 240Hz
4.0MHz
PW
48%
WF 60Hz
DV1.5mm
3.5MHz
2.7cm



L12-3
13Hz 50°

2D
48%
Dyn. Bereich 56
P Min.
HAllg

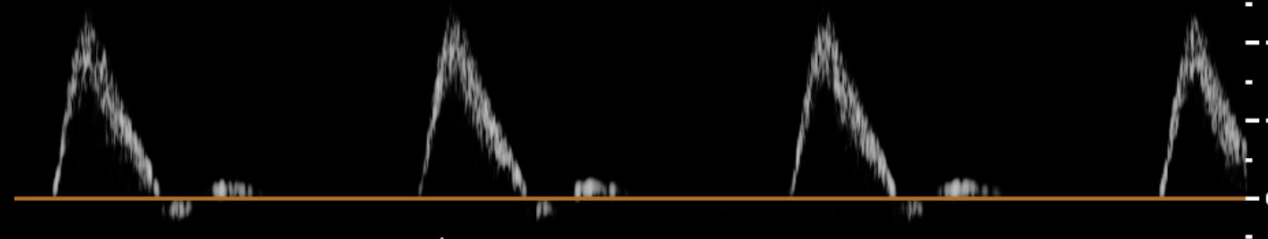
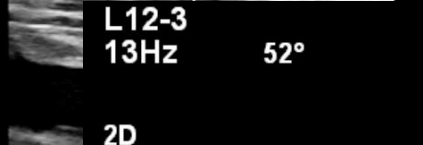
FD
41%
8000Hz
WF 240Hz
4.0MHz
PW
40%
WF 60Hz
DV1.5mm
3.5MHz
3.0cm



L12-3
13Hz 52°

2D
48%
Dyn. Bereich 56
P Min.
HAllg

FD
41%
8000Hz
WF 240Hz
4.0MHz
PW
40%
WF 60Hz
DV1.5mm
3.5MHz
3.3cm

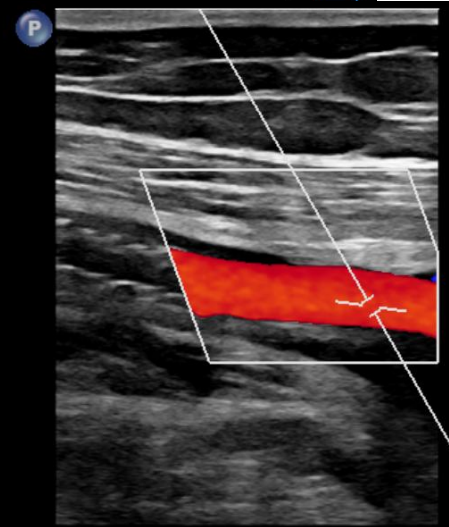


Serie 1 Bild 1
S3 S6
+77.0

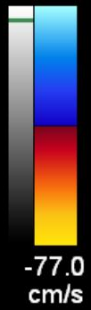


Serie 1 Bild 1
S3 S6
+77.0

Geschw -103 cm/s



Serie 1 Bild 1
S3 S6
+77.0



-120
-80
-40
Inv
cm/s
40

BF 41Hz
A/G

2D
36%
K 50
M Niedrig
Allg

LI A POPL STENT

BF 21Hz
P1

2D
48%
K 50
M Niedrig
Allg

FD
64%
3063Hz
WF 153Hz
Mittel

LI A POPL STENT

BF 21Hz 46°
P1

2D
47%
K 50
M Niedrig
Allg

FD
64%
3063Hz
WF 153Hz
Mittel

LI A POPL STENT

PW
56%
WF 50Hz
DV1.5mm
S2
3.5MHz
2.8cm

4.0-
+ Geschw -42.6 cm/s

Um
cm/s

-60
-40
-20
-20
-40

S2

S2 S6
+33.7

S2 S6
+33.7

-33.7
cm/s

BF 43Hz
A/G

2D
22%
K 55
M Niedrig
Allg

P

BF 14Hz
A/P

2D
23%
K 55
M Mittel
Allg

FD
50%
3600Hz
WF 162Hz
Mittel

AIE RE STENT

S2



S2 S4
+46.2



P

BF 14Hz 54°
A/P

2D
21%
K 55
M Mittel
Allg

FD
50%
3600Hz
WF 162Hz
Mittel

P



PW
44%
WF 50Hz
DV2.0mm
S3
2.3MHz
4.2cm

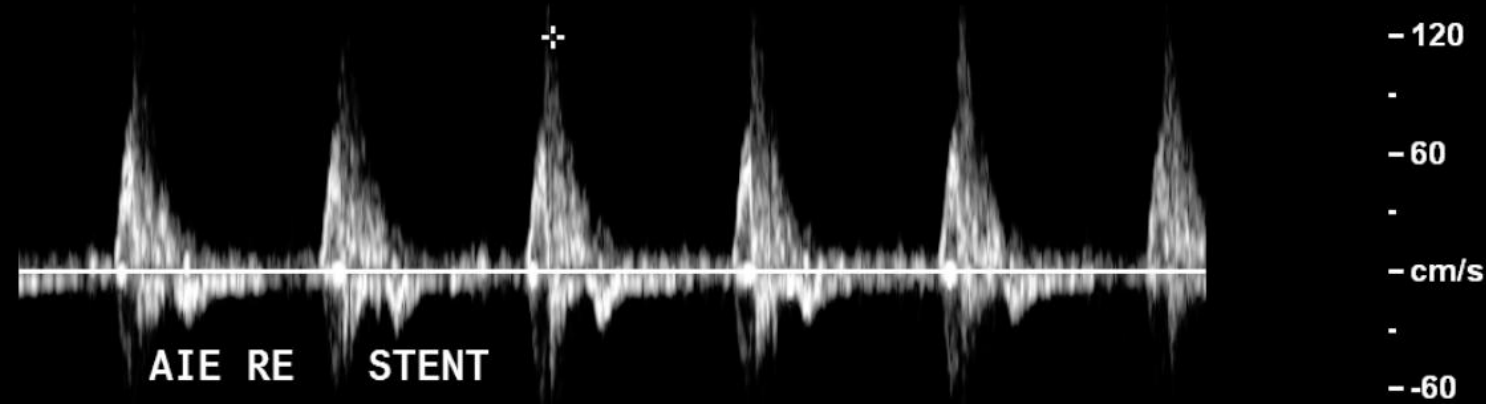
S2 S4
+46.2



-46.2
cm/s

7.0 Geschw 119 cm/s

AIE RE STEN



AIE RE STENT

L12-3ERGO
34Hz
A/G

2D
40%
Dyn. Bereich 56
P Min.
HAllg

AS 0/0



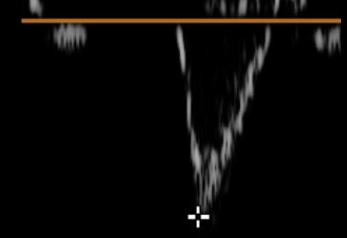
L12-3ERGO
14Hz 54°

2D
55%
Dyn. Bereich 56
P Mittel
HAllg

AS 0/0

FD
51%
2500Hz
WF 137Hz
4.0MHz
FV Min.

PW
44%
WF 40Hz
DV1.5mm
3.5MHz
5.1cm



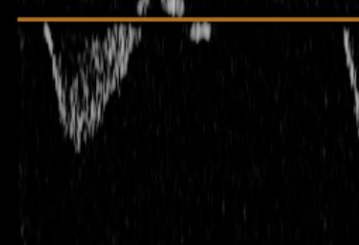
L12-3ERGO
19Hz 50°

2D
55%
Dyn. Bereich 56
P Mittel
HAllg

AS 0/0

FD
56%
2917Hz
WF 145Hz
3.3MHz
FV Min.

PW
84%
WF 60Hz
DV1.5mm
3.5MHz
4.8cm



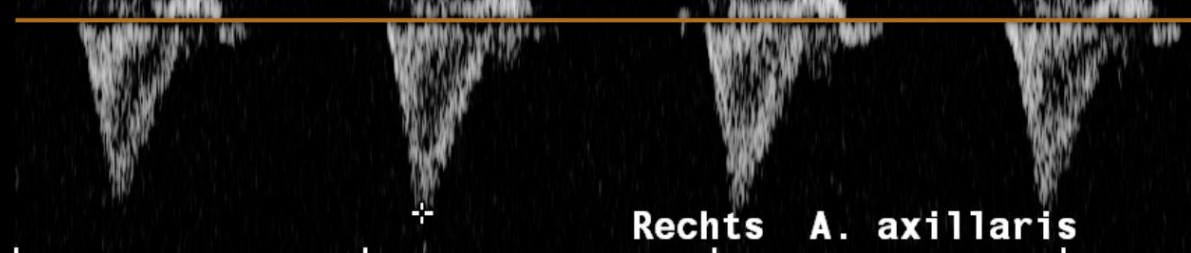
L12-3ERGO
20Hz 46°

2D
55%
Dyn. Bereich 56
P Mittel
HAllg

AS 0/0

FD
56%
3500Hz
WF 157Hz
4.0MHz
FV Min.

PW
84%
WF 60Hz
DV1.5mm
3.5MHz
4.1cm



+ Geschw 52.3 cm/s

+ Geschw 86.1 cm/s

S3 S6
+33.7

-33.7
cm/s

Inv
cm/s

-40

-40

-80

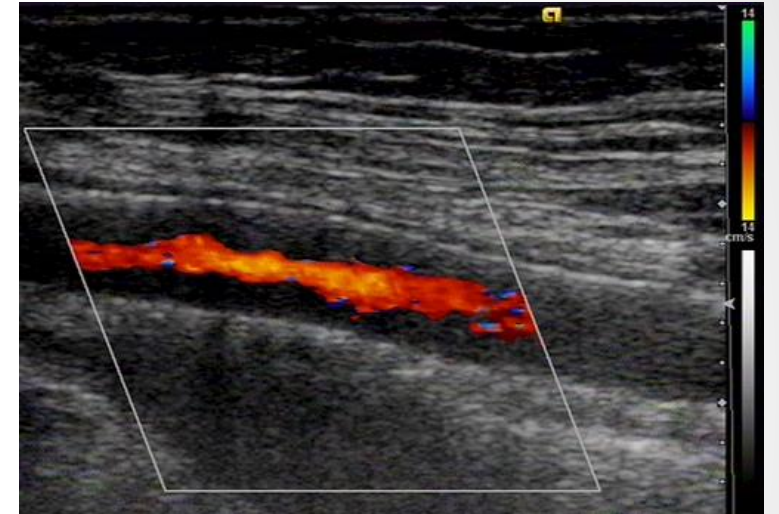
Rechts A. axillaris

Mögliche Indikationen einer duplexsonographischen Kontrolle nach PTA/Stent:

- Diagnose einer Re-Stenose
- Ätiologie der Re-Stenose definieren

Ätiologie Re-Stenose/Re-Okklusion

- elastic recoil (frühe Re-Stenose), Rest-Stenose
- Frühverschluss
- Progression der Arteriosklerose
- neointimale Hyperplasie



→ Kann für die Wahl des Ballons/Stents (drug-eluting etc.) bei Re-Interventionen wichtig sein.

Mögliche Indikationen einer duplexsonographischen Kontrolle nach PTA/Stent:

- Diagnose einer Re-Stenose
- Ätiologie der Re-Stenose definieren (neointimale Hyperplasie, Kalkplaques, etc.)
- **Qualitätskontrolle/Überwachung nach PTA**

Überwachungsprogramme?

- würden Reinterventionen ermöglichen, bevor beispielsweise ein Re-Verschluss auftritt
→ Re-Stenosen sind einfacher zu behandeln als Re-Verschlüsse!
- keine Studien über
 - symptomorientierten vs. strukturierten klinischen Follow-up nach endovaskulären Interventionen.
 - nur retrospektive Auswertungen von Überwachungsprogrammen (1)
- typisches duplexsonographisches Follow-up von Interventionsstudien:
3, 6, 12 months

(1) J Vasc Surg 2012;55:346-52,

Pragmatischer Ansatz für ein Follow-up

“Rezept” für den klinischen Alltag

- strukturiertes Follow-up z. B. postinterventionell (meist innerhalb 1-2 Wochen) sowie 3, 6 und 12 Monate nach Intervention mit Klinik, hämodynamischen Messungen, ggf. Duplexsonographie, insbesondere nach
 - critical limb ischemia
 - komplexen Interventionen
- im Verlauf:
 - elektive Kontrollen einmal jährlich
 - symptomorientiertes Follow-up



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!