

2021年度 第2回東部地区生理部門研修会 (2021/10/16)

## 下肢動脈超音波検査

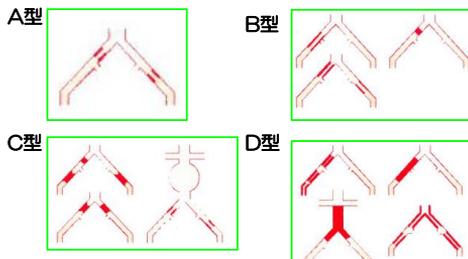
<病変の評価方法 (術前後評価)>

公立学校共済組合 中国中央病院  
臨床検査科  
松田浩明

## 狭窄/閉塞病変時の評価

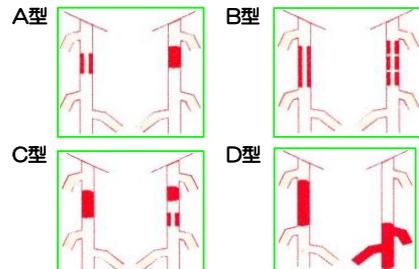
- 1) 病変部位
- 2) 狭窄病変? 閉塞病変?
- 3) 病変長
- 4) 狭窄重症度評価 (PSV、PSVR、狭窄率)
- 5) 病変部の血管径
- 6) 病変部位のエコー性状 (石灰化など)
- 7) 病変と分岐の位置関係
- 8) 末梢動脈血流の有無・評価 (術後に比較)

## TASC分類 (腸骨領域)



※A型: 血管内治療が第一選択 (B型: 血管内治療>外科手術)  
D型: 外科手術が第一選択 (C型: 外科手術>血管内治療)

## TASC分類 (大腿・膝窩領域)



※A型: 血管内治療が第一選択 (B型: 血管内治療>外科手術)  
D型: 外科手術が第一選択 (C型: 外科手術>血管内治療)

## 狭窄/閉塞病変時の評価

- 1) 病変部位
- 2) 狭窄病変? 閉塞病変?
- 3) 病変長
- 4) 狭窄重症度評価 (PSV、PSVR、狭窄率)
- 5) 病変部の血管径
- 6) 病変部位のエコー性状 (石灰化など)
- 7) 病変と分岐の位置関係
- 8) 末梢動脈血流の有無・評価 (術後に比較)

## Non-stenting zoon



A領域: 鼠径韧带~大腿深動脈分岐付近  
B領域: 浅大腿動脈  
(内転筋管裂孔より中樞側)  
C領域: 内転筋管裂孔  
D領域: 膝上部分の膝窩動脈

- ① 筋肉に覆われていない部位で、股・膝関節の屈伸による物理的影響を受けやすい (ステント破損のリスク↑)
- ② 血管内治療におけるアプローチや下肢バイパス術の吻合部として用いられる部位で、ステント留置後ではその後の治療に支障を来す
- ③ 側副血行路となる重要な血管が分岐しており、ステント留置により側副血行路として重要な分枝血管の閉塞をさせてしまう可能性がある

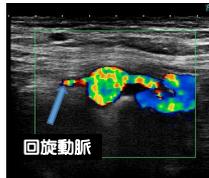
## 鼠径靱帯

鼠径靱帯より中枢＝外腸骨動脈 遠位＝総大腿動脈

鼠径靱帯をエコーで評価するポイント

①回旋動脈が分岐する位置

②外腸骨動脈を中枢から  
走査し、上下に並ぶ動静脈が  
左右に並ぶ位置

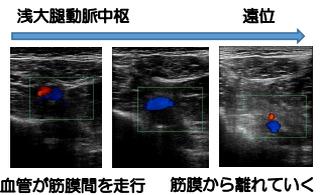


## 内転筋管裂孔

回転を含めた多方向からの圧力がかかる部位  
内転筋管裂孔より中枢＝浅大腿動脈  
より遠位＝膝窩動脈

エコーで評価するポイント

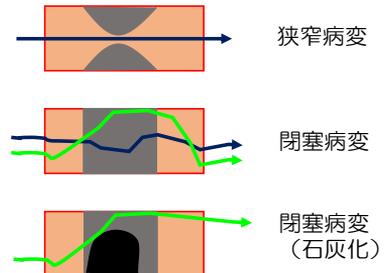
①浅大腿動脈を中枢  
から走査し、筋膜から  
血管が離れていく位置



## 狭窄/閉塞病変時の評価

- 1) 病変部位
- 2) 狭窄病変？閉塞病変？
- 3) 病変長
- 4) 狭窄重症度評価 (PSV、PSVR、狭窄率)
- 5) 病変部の血管径
- 6) 病変部位のエコー性状 (石灰化など)
- 7) 病変と分岐の位置関係
- 8) 末梢動脈血流の有無・評価 (術後に比較)

## 狭窄？閉塞



狭窄病変に比べ、閉塞病変、特に石灰化を伴うものは  
解離などの合併症を起こしやすい！

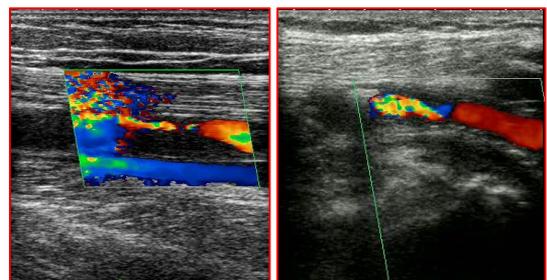
## 狭窄/閉塞病変時の評価

- 1) 病変部位
- 2) 狭窄病変？閉塞病変？
- 3) 病変長
- 4) 狭窄重症度評価 (PSV、PSVR、狭窄率)
- 5) 病変部の血管径
- 6) 病変部位のエコー性状 (石灰化など)
- 7) 病変と分岐の位置関係
- 8) 末梢動脈血流の有無・評価 (術後に比較)

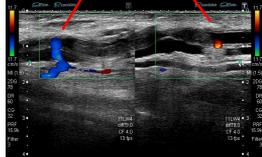
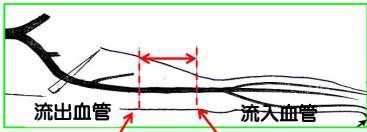
## 病変長

長い病変 (10 cm)

短い病変 (2 cm)

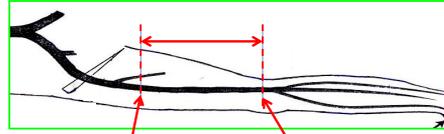


### 閉塞病変長の計測



閉塞病変の前後で  
側副血行路の流出・流入が  
みられる  
(急性閉塞の場合は、  
側副血行路は存在しない)

### 病変長計測の実際

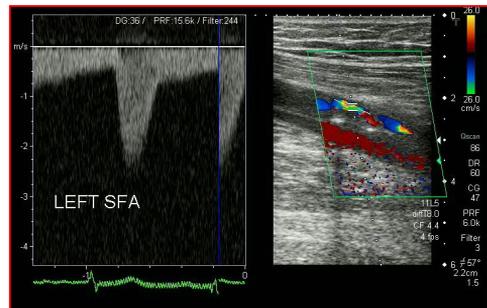


### 狭窄/閉塞病変時の評価

- 1) 狭窄病変? 閉塞病変?
- 2) 病変部位
- 3) 病変長
- 4) 狭窄重症度評価 (PSV、PSVR、狭窄率)
- 5) 病変部の血管径
- 6) 病変部位のエコー性状 (石灰化など)
- 7) 病変と分岐の位置関係
- 8) 末梢動脈血流の有無・評価 (術後に比較)

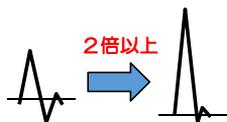
### 収縮期最大血流速度 (PSV)

※200cm/sec以上で有意狭窄を疑う



### PSVR (収縮期最大血流速度比)

狭窄部位の最大血流速度  
正常部位 (狭窄より2cm中枢) の最大血流速度



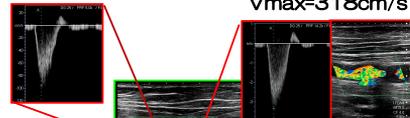
PSVR 2.0 50%狭窄  
3.5 70%狭窄

### PSVR case I

狭窄部位の最大血流速度  
正常部位 (狭窄より2cm中枢) の最大血流速度

Vmax=92.5cm/s

Vmax=318cm/s

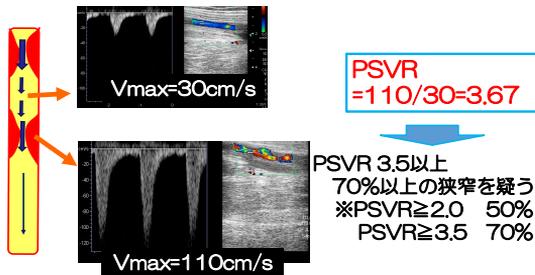


2cm中枢側

狭窄部

PSVR  
=318/92.5=3.44

## PSVR case II (有用となる例)



## 動脈の圧迫

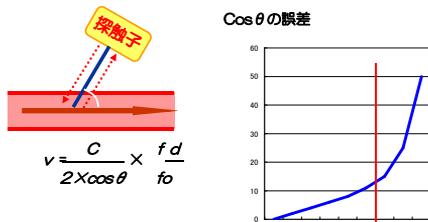
検査時にプローブで強く圧迫すると

血流速度が変化する



→

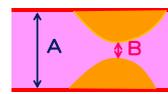
## ドプラ法の角度依存性



60° を超えると誤差が極端に大きくなる  
 ドプラ入射角度に注意 (60° 以内=OKではない)  
 入射角度は小さく、かつ左右差や比を計算 (PSVRなど) する場合は  
 同じ角度で計測することを心掛ける!! (無理な角度補正もしない)

## 狭窄率

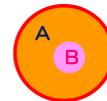
径狭窄率 (長軸像)



$$\frac{A-B}{A} \times 100 (\%)$$

A: 正常部の内腔径  
 B: 狭窄部の内腔径

面積狭窄率 (短軸像)



$$\frac{A-B}{A} \times 100 (\%)$$

A: 血管壁の面積  
 B: 狭窄内腔の面積

## 狭窄病変の重症度評価

狭窄度	径狭窄率	血流波形	乱流	PSVR
正常	0	三相性	無し	変化なし
軽度	1~19%	二相性 单相性	有り	<2:1
中等度	20~49%			<2:1
高度	50~74%			>2:1
	75~89%	>4:1		
	90~99%	>7:1		

血流の評価 (PSV、PSVR) の際には、  
 角度補正や圧迫 (浅い血管) に注意する  
 (比を算出or左右差を評価する場合には、  
 一血管の傾きや補正は同じで評価することが望ましい)  
 血管が平行に描出出来る場合は面積狭窄率で評価!

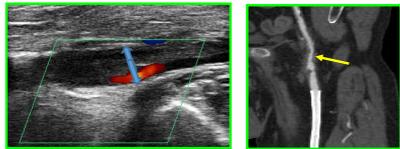
## 狭窄/閉塞病変時の評価

- 1) 狭窄病変? 閉塞病変?
- 2) 病変部位
- 3) 病変長
- 4) 狭窄重症度評価 (PSV、PSVR、狭窄率)
- 5) 病変部の血管径
- 6) 病変部位のエコー性状 (石灰化など)
- 7) 病変と分岐の位置関係
- 8) 末梢動脈血流の有無・評価 (術後に比較)

## 病変部位の血管径

病変部位の血管径（治療にて血管内腔を拡張）

（angioやCTでは病変内径や病変前後の評価しかできない）



慢性閉塞では血管径が細く（negative remodeling）なっていることがあり、過度な拡張で血管穿孔や破裂の危険がある

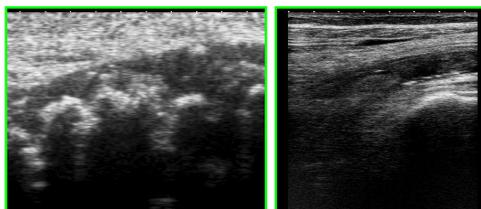
## 狭窄/閉塞病変時の評価

- 1) 病変部位
- 2) 狭窄病変？閉塞病変？
- 3) 病変長
- 4) 狭窄重症度評価（PSV、PSVR、狭窄率）
- 5) 病変部の血管径
- 6) 病変部位のエコー性状（石灰化など）
- 7) 病変と分岐の位置関係
- 8) 末梢動脈血流の有無・評価（術後に比較）

## 病変部位のエコー性状

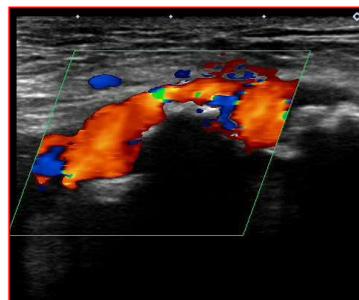
石灰化著明

低～等エコー



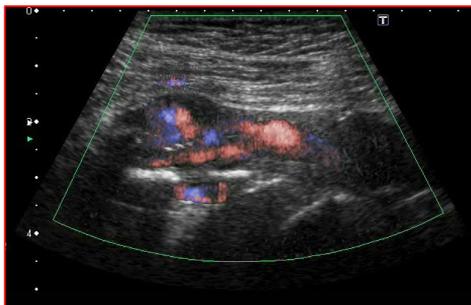
※石灰化病変ではカテーテル治療効果が不十分であったり、治療時の解離を生じやすいなど問題点がある

## 石灰化病変



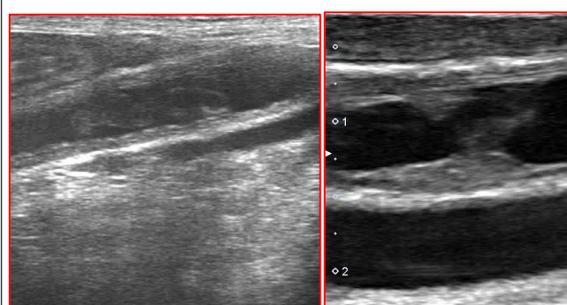
※CFAやPOPAIにはStent留置不可であり、高度石灰化病変にバルーン拡張だけでは不十分 → 内膜剥離術の適応

## ステント留置による解離



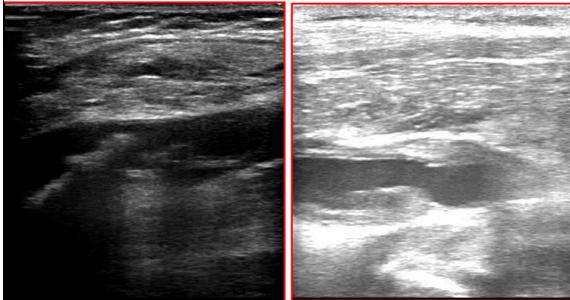
Non-stenting zoneでは、動脈解離合併時にステント留置が出来ない（解離を起こさないためにも、血管径や石灰化病変の評価は重要！）

## 可動性病変



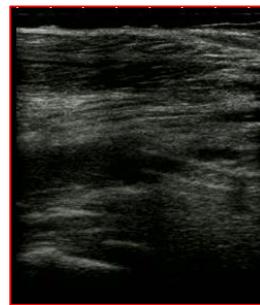
※カテーテル操作時に末梢塞栓リスクが高いため、病変部位の遠位部にフィルターなどを置くケースがある

### 可動性プラーク



※有意狭窄や閉塞でなくても、可動性プラークが存在する場合は、末梢の急性閉塞リスクが高いので注意を要する！

### 急性閉塞



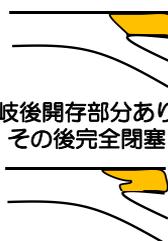
※末梢に血流がなく（乏しく）、下肢蒼白や冷感（感覚障害など）がある場合、緊急処置が必要！

### 狭窄/閉塞病変時の評価

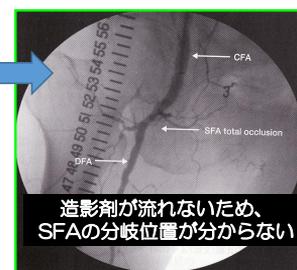
- 1) 病変部位
- 2) 狭窄病変？閉塞病変？
- 3) 病変長
- 4) 狭窄重症度評価（PSV、PSVR、狭窄率）
- 5) 病変部の血管径
- 6) 病変部位のエコー性状（石灰化など）
- 7) 病変と分岐の位置関係
- 8) 末梢動脈血流の有無・評価（術後に比較）

### 分岐と病変の位置関係

分岐直後から完全閉塞



分岐後開存部分あり、その後完全閉塞

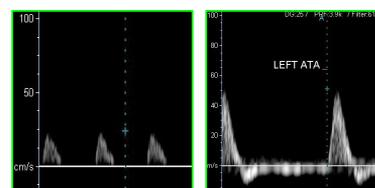


### 狭窄/閉塞病変時の評価

- 1) 病変部位
- 2) 狭窄病変？閉塞病変？
- 3) 病変長
- 4) 狭窄重症度評価（PSV、PSVR、狭窄率）
- 5) 病変部の血管径
- 6) 病変部位のエコー性状（石灰化など）
- 7) 病変と分岐の位置関係
- 8) 末梢動脈血流の有無・評価（術後に比較）

### 末梢血流評価

• 術後の末梢血流の改善評価



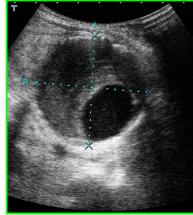
ステント留置前

ステント留置後

最大血流速度：19.7cm/s → 50.5cm/s

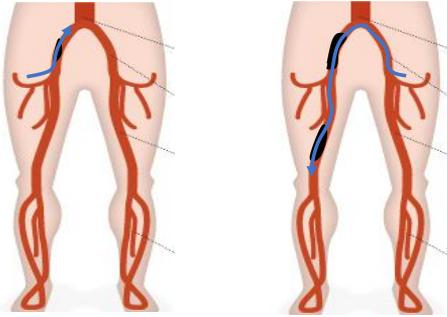
## 血管内治療前 病変部以外の評価

- 1) 穿刺部の石灰化、高位分岐など  
(高度石灰化例では、シース挿入困難となることがあり、  
抜去時には穿刺部閉塞や止血困難となることもある)
- 2) カテーテル通過経路の評価
  - 狭窄や閉塞病変
  - 蛇行
  - 動脈瘤 (壁在血栓)



## 血管内治療のアプローチ方法

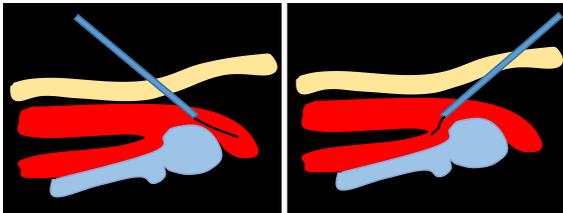
同側総大腿動脈逆行性穿刺      対側総大腿動脈逆行性穿刺



## 順行性穿刺と逆行性穿刺

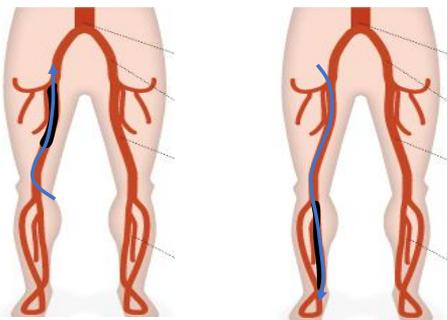
総大腿動脈逆行性穿刺

総大腿動脈順行性穿刺



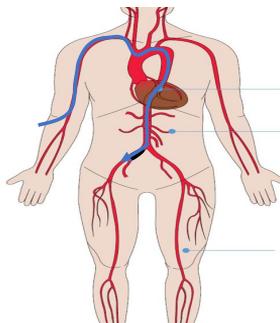
## 血管内治療のアプローチ方法

同側膝窩動脈逆行性穿刺      同側総大腿動脈順行性穿刺



## 血管内治療のアプローチ方法

上腕動脈穿刺



- 病変の場所、程度 (病変長や閉塞狭窄) によってアプローチを変える。
- 必要に応じて両方向アプローチも行う。
- 穿刺部の血管径が細いと用いるデバイスも限られる (止血デバイスなど)。
- 逆行性穿刺のほうがアプローチは容易
- 順行性アプローチの方が造影はきれいにみえる。

## 血管内治療後のエコー評価

- 1) スtent内狭窄病変の有無  
(PSVR $\geq$ 2で再狭窄疑い)
- 2) スtent留置、血管拡張による解離の有無
- 3) 穿刺部位の合併症の有無  
(血腫、仮性動脈瘤、動静脈瘻)

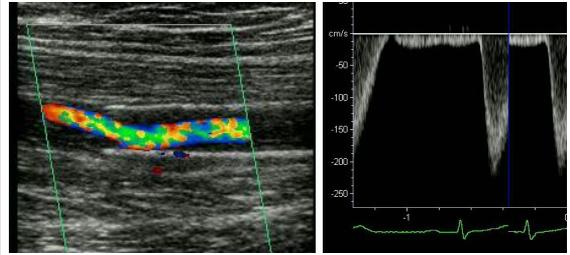
## 治療後の経過観察

- ステント内部の血流速度の測定は基部、中央部、末梢部の3点を計測する

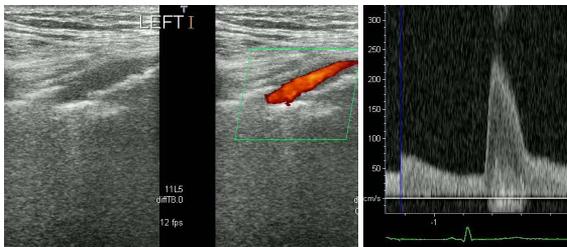


カラードプラとパルスドプラにて評価する

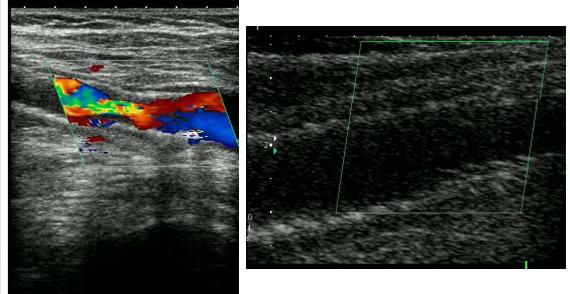
## ステント留置後狭窄（基部）



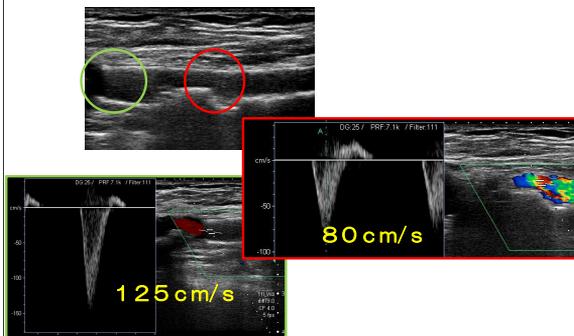
## ステント留置後狭窄（末梢部）



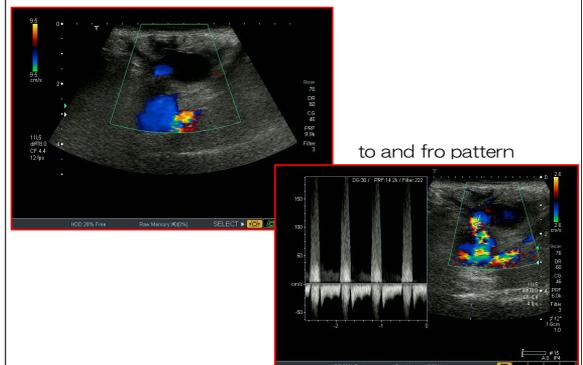
## ステント留置後狭窄（中央部）



## ステント後狭窄！？



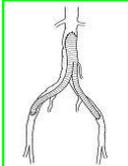
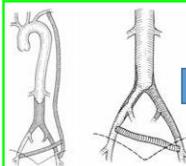
## 仮性動脈瘤（Pseudo aneurysm）





### 外科的血行再建術

解剖学的血行再建術 非解剖学的血行再建術

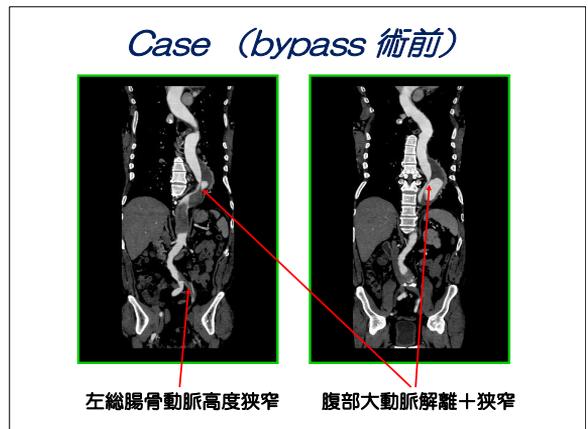
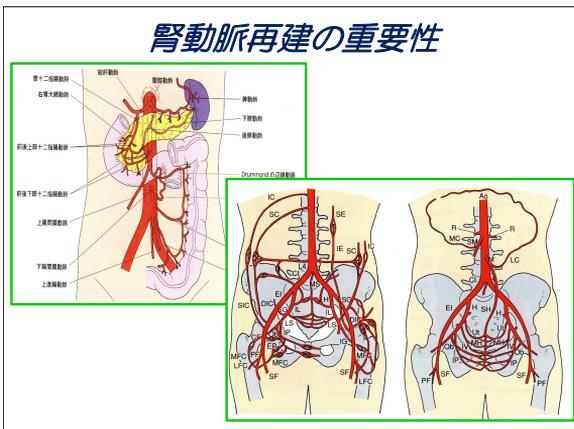



<主な適応>

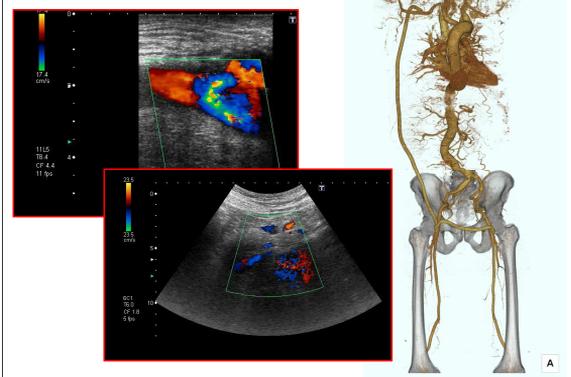
- 高リスク (呼吸・心・腎機能低下)
- 感染症例 (細菌性動脈瘤、腹腔内感染源など)
- 複数回手術による癒着

非生理的な部位にグラフトが入っているので、開存率は解剖学的血行再建に比べ不良

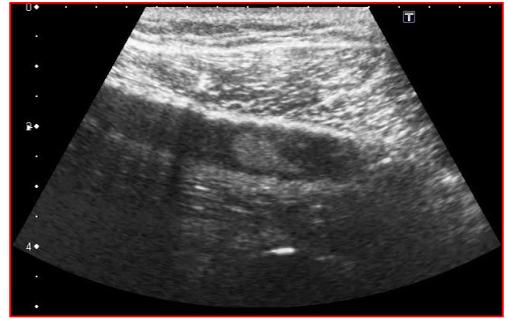
- ### 外科的手術前 病変部以外の評価
- 1) 吻合部の石灰化、プラーク、血管径
  - 2) donor動脈 (腸骨動脈、腋窩動脈など) の血流状態  
※良好な血液供給が行えるか (血流不良→閉塞危険性↑)
  - 3) 患側run-off動脈の病変の有無 (バイパス開存率に影響)
  - 4) 自家静脈グラフト (大伏在静脈etcの評価)  
静脈瘤、内膜増殖、血栓の有無などを評価  
特にdistal bypass (下腿3分枝につなぐ場合)  
→大腿駆血or立位で3mm以上の血管径があれば十分
  - 5) 分枝血管の血行再建が必要か (特に腎動脈)



### 術後の経過



### グラフト閉塞



### まとめ

- 治療前に評価しておくべきポイントや術後合併症について解説した。
- 近年はCTの進歩が著しいが、超音波にしか評価できないリアルタイム性や血流方向、血流速度を中心にアピールし、超音波での下肢動脈病変の評価の意義を高めていってほしいと思います。