

①頸動脈病変を疑う症例

- 脳血管障害
 - 血管炎（高安静脈炎、巨細胞性動脈炎：側頭動脈炎）
 - 頸部動脈乖離
 - 動脈瘤など
- およびそれを示唆する臨床的所見や兆候
(意識障害、片麻痺、頸動脈雑音、脈拍減弱、頭痛、めまい、血管痛など)がある場合、

②他の領域の動脈硬化性疾患に対する侵襲的治療のリスク評価

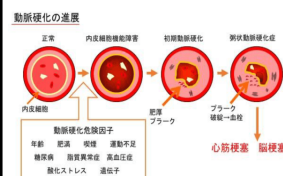
- 冠動脈疾患
- 閉塞性動脈硬化症
- 大動脈瘤
- 重症弁膜症
- 人工心肺装置使用時の術中脳虚血発症リスクの評価など

③生活習慣病症例での動脈硬化進行度評価が必要な場合

動脈硬化危険因子（糖尿病、脂質異常症、高血圧症、喫煙、肥満など）を有していると動脈硬化が進展する可能性がある。

- ①動脈の弾性低下
 - ②内・中膜複合体の肥厚
 - ③プラーク形成
 - ④狭窄
 - ⑤閉塞
- といった順に動脈硬化性病変は進行する。

動脈硬化性病変の進展



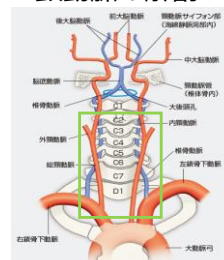
頸動脈エコーは動脈硬化性病変の進行程度がいずれの段階でも観察・評価でき、動脈硬化の進行の可能性がある場合も検査の適応となる。

特に中等度リスクを有する一次予防症例のリスク層別化に有用である。

その他の適応

- 大動脈解離の頸動脈への進展が疑われる症例
- 急性心筋梗塞 虚血性脳卒中の合併症例
- 非失神性意識障害の鑑別
- 心臓大血管手術時の術前評価（特に冠動脈バイパス術）
- 頸動脈内膜剥離術や頸動脈ステント留置術などの術後評価

頚動脈の解剖



右総頸動脈は大動脈弓から分岐した腕頭動脈から起始し、左総頸動脈は大動脈から直接分岐する。両総頸動脈は頸部を上行、甲状腺軟骨縁の高さで膨隆し内頸動脈と外頸動脈に分岐する。

内頸動脈は咽頭の外側を上行、頸動脈管を通して頭蓋内に入り、ウィリス動脈輪に流入して脳を栄養する。

外頸動脈は主に甲状腺や舌、顔面など頭蓋腔の外を栄養する。

本日の内容

- ①頸動脈エコーの意義と適応
- ②基本的なプローブ走査法と検査手順
- ③IMTについて
- ④プラークの評価
- ⑤血流速度波形
- ⑥狭窄の評価

リニアプローブについて

リニアプローブ



特徴

- 接地面が比較的広く、平面。
- 周波数はおよそ2.5~12MHz
- IMT計測精度を考慮し、7MHz以上のプローブを用いる
- 周波数が高く、末梢血管や表在臓器の観察に適しているが、深部の観察には不向き
- 超音波ビームの射出は直線

リニアプローブの持ち方

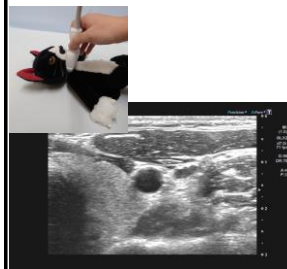
基本の持ち方



持ち方とコツ

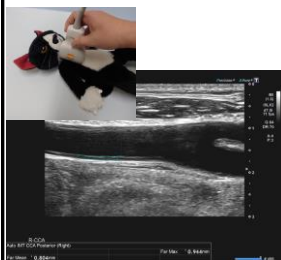
- ペンを持つように握る
- プローブにあるマーカの位置を意識する
- 人差し指はマーカに触れている

表示する画像の向き



- 仰臥位の被検者を足側から見た像
- マーカーを患者の左側に向けてプローブを当てる

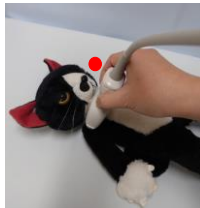
表示する画像の向き



- 画面の向かって左に末梢側を表示するという方針が提示されている
- 検者から患者を見た状態で統一するのが一貫性があるという見解からである
- 実際に決定した訳ではない
- 施設内で統一し、他施設での画像閲覧を考慮し、コメントやボタマーカを残すのが良い

プローブ走査法

患者に対する突起の向き



描出される画像

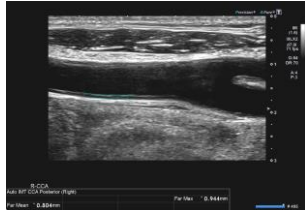


プローブ走査法

患者に対する突起の向き



描出される画像



検査方法① 頸動脈の全体を把握する



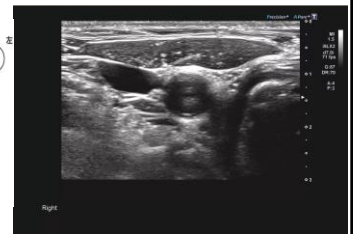
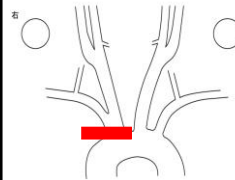
- ・頭部中央に短軸断面を描出する向きでプローブを当て、画面中央に頸動脈を描出する
- ・鎖骨に触れるまでプローブを中枢側へ移動させ中枢側を観察する
- ・鎖骨に当たったプローブを頭側へ倒し、より中枢側を観察する（総頸動脈起始部と腕頭動脈まで）

検査方法① 頸動脈の全体を把握する

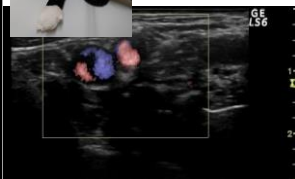


- ・鎖骨からゆっくりとプローブを末梢側へ移動させ、総頸動脈中央部から頸動脈洞、内頸動脈、外頸動脈を観察する
- ・この一連の走査で頸動脈の走行（深度や蛇行の有無、内頸動脈と外頸動脈の分岐の仕方、プラークや狭窄があればその位置）をおおよそ頭に入れておく

検査方法① 頸動脈の全体を把握する



検査方法② カラードプラを併用



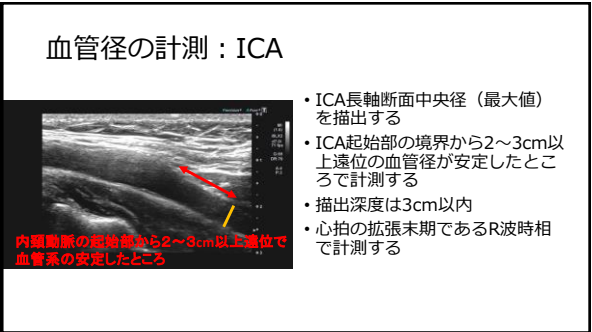
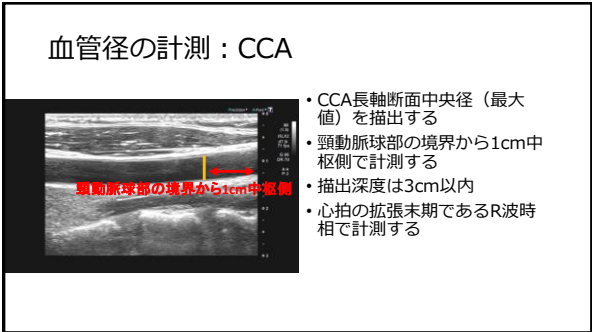
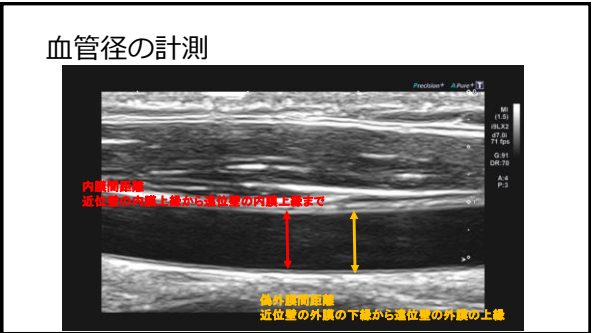
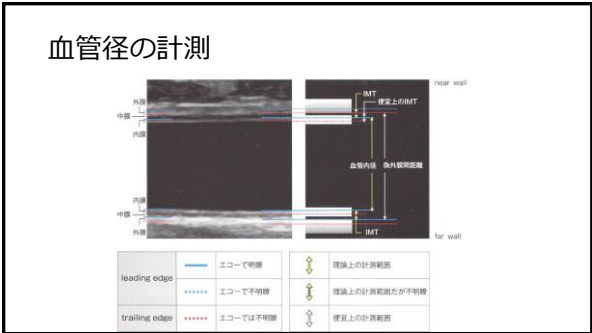
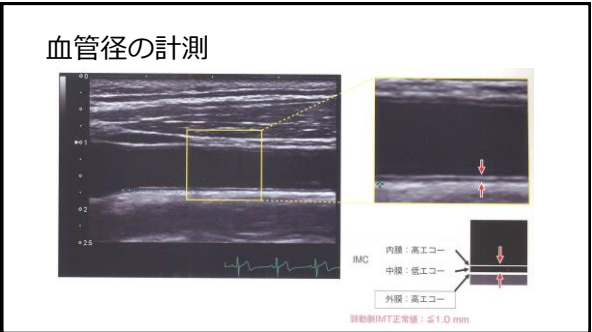
- ・蛇行や音響陰影を伴う場合の血管走行や低輝度プラークなどBモードだけでは見落としがちな点をカラードプラを併用して観察する
- ・プローブを少し傾け、ゆっくりと頸動脈に沿わせて動かす（カラードプラはフレームレートが低下することに注意）

検査方法③ 構造が複雑な部分を確認

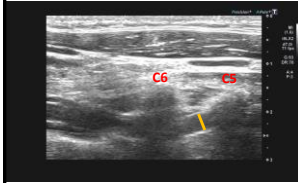


- ・頸動脈球部内や内頸動脈と外頸動脈との分岐など、構造が複雑な場所は特に念入りに観察する
- ・様々な角度からプローブを当てる

検査方法④ 各部の計測を開始		
必須項目	追加項目	その他の項目
頸動脈 IMT-Cmax IMT-C10 総頸動脈血流速度	総頸動脈径 meanIMT プラークの評価 狭窄・閉塞の評価 血流速度の左右差の評価	動脈乖離 血管炎 (高安動脈炎、巨細胞性血管炎)
総頸動脈洞 IMT-Bmax	頸動脈洞径 プラークの評価 狭窄・閉塞の評価	動脈瘤
内頸動脈 IMT-Imax	内頸動脈径 プラークの評価 狭窄・閉塞の評価 内頸動脈血流速度	外頸動脈の狭窄・閉塞 鎖骨下動脈の狭窄・閉塞 腕頭動脈の狭窄・閉塞
椎骨動脈 血流方向	椎骨動脈径 血流速度 プラークの評価 狭窄・閉塞の評価	必要に応じて評価を行う
max IMTはC,B,Iから最大値を報告		

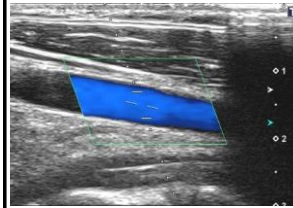


血管径の計測：VA



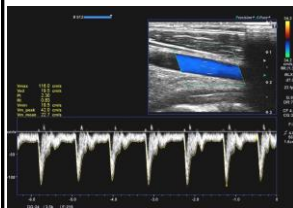
- 明瞭に描出された第3～6頸椎の椎骨横突起間を計測する
- 描出深度は3cm以内
- 心拍の拡張末期であるR波時相で計測する

血流速度波形の計測



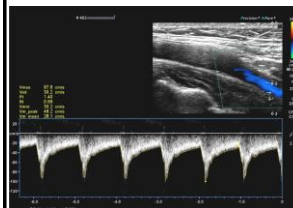
- 血流方向とドプラ入射角補正值が60°以内にする
- プローブに傾斜をつけ、ドプラ入射角補正を出来るだけ小さくし、スラント機能も用いる
- サンプルボリュームは血管系の1/2以上にし、血管壁には接触させない
- 経過観察や左右差比較の為、前回検査や左右のドプラ入射角補正値を同程度にして計測する
- スクリーニング検査の必須値は収縮期最高血流速度と拡張末期血流速度

血流速度波形の計測：CCA



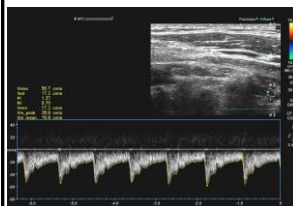
- CCA起始部や頸動脈球部付近を除く
- CCA中央より末梢側で、血管走行が安定し、ドプラ入射角が小さくなる部位で計測する

血流速度波形の計測：ICA



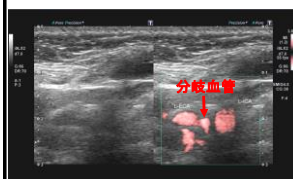
- 外頸動脈との分岐直後と蛇行部を除く
- 長軸が良好に描出され、ドプラ入射角が最小となる部位かつ可能な限り遠位で計測する
- 目安は分岐から2～3cm以上

血流速度波形の計測：VA



- VAの起始部や末梢の蛇行部を除く
- 長軸が良好に描出され、第3～6頸椎間のドプラ入射角が最小となり良好な血流波形が得られる部位で計測する

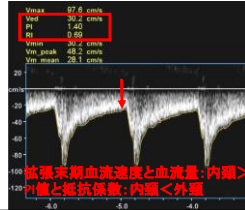
内頸動脈と外頸動脈の鑑別



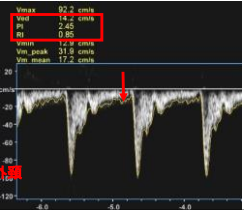
- ICAは分岐直後、外側後方へ
- ECAはICAと逆方向へ走行
- ICAの方が太いことが多い
- ECAには分岐血管（上甲状腺動脈、舌動脈、顔面動脈）がある

内頸動脈と外頸動脈の鑑別

内頸動脈



外頸動脈



拡張末期血流速度と血流量:内頸>外頸
PI値と抵抗係数:内頸<外頸

本日の内容

- ①頸動脈エコーの意義・適応と解剖
- ②基本的なプロープ走査法と検査手順
- ③IMTについて
- ④プラークの評価
- ⑤血流速度波形
- ⑥狭窄の評価

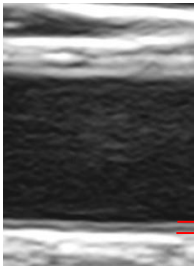
IMT(intima-media thickness):内中膜厚

- ・内膜中膜複合体(intima-media complex)の厚み
- ・動脈硬化の進展に伴う形態変化に「血管壁の肥厚」がある。
- ・頸動脈の壁厚を超音波検査で評価する際にIMTを用いる。
- ・超音波では「内膜と中膜」と「外膜と周囲組織」の分離は困難。
- ・内膜と中膜とを合わせた厚みは病理組織増と一致する。

IMTの臨床的意義

- ・動脈硬化の進展に伴い、血管壁は肥厚する。
- ・IMTは動脈硬化危険因子と密接に関連している。
- ・生活習慣病(糖尿病、脂質異常症、高血圧、喫煙、加齢)はそれぞれ独立した危険因子である。
- ・maxIMTは脳卒中との関連が示されている。
- ・加齢に伴い、IMTは肥厚するため年齢で正常値が異なるが、100歳でも平均厚は1.1mmを超えない。
- ・IMTを計測することで動脈硬化の程度を評価できる。

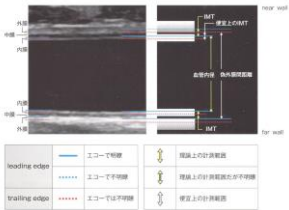
超音波でのIMT描出について



- ・エコー上でIMTは内膜面の高エコー層の血管内腔側から外層の高エコー層までの間の距離と定義される。
- ・近位壁は外膜外組織の多重反射により境界を鮮明に描出できない。
- ・遠位壁のIMCは組織学的に一致したIMTである。

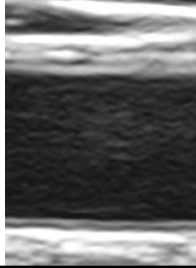
この部分!!

IMTの計測（近位壁と遠位壁）



- ・超音波では「内膜と中膜」「外膜と周囲組織」は分離困難
- ・近位壁でのIMT計測は外膜の下縁から内膜の下縁までを便宜上のIMTとする（外膜の上縁は周囲組織の多重反射で同定できない）
- ・近位壁の内腔と内膜の境界は高エコー層の上縁に一致する

IMTの計測条件と正常値



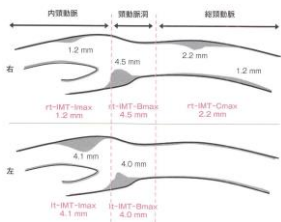
- 最小単位は0.1mm
- 画像深度は最大3cm以内（視野深度に比例してトラックボールの最小単位も大きくなる＝過大評価となる）
- 血管壁とビームが直交する短軸断面または最大血管径が表示された長軸断面で計測する
- 必要に応じてズーム機能を用いて計測する
- IMTの正常値は $\leq 1.0\text{mm}$

IMTの評価法

代表的な評価法には以下のものがある

- 最大内中膜厚：max IMT
- 平均内中膜厚：mean IMT
- IMT-C10

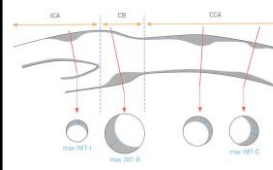
Max IMT:最大内中膜厚について



- 観察可能な左右のCCA、bulb、ICA全領域の最大IMTを代表値として最大内中膜厚と報告する
- 左右を分けて報告しても良い
- 閉塞、石灰化などで計測困難な場合は評価不能とする
- 近位壁描出不良の場合などはその旨を報告する

Max IMT:最大内中膜厚について

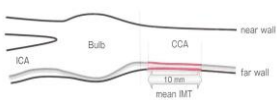
部位別のIMT どれを報告するか



計測時の注意点

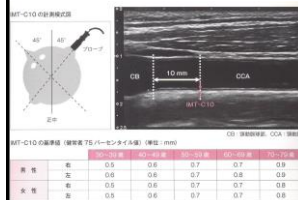
- 短軸断面または血管径が最大となる長軸断面を描出する
- 短軸＞長軸 長軸ではIMTの最大厚を描出できていない可能性が高いため、血管壁とエコービームが直交する短軸断面での計測が推奨される

mean IMT:平均内中膜厚について



- 長軸断面における複数のIMTの平均値
- 多くは総頸動脈で計測する
- maxIMTを含む前後1cmの壁厚との平均値を用いるmeanIMTは検査者の手技差による再現性不良のため奨励されない
- 検査機器による自動トレース法が普及しつつある
- 標準化はされていない
- 欧米は総頸動脈の遠位端から5mm程度中極側でプラーク病変を含まない遠位壁で10mm長・100点以上で計測している

IMT-C10について

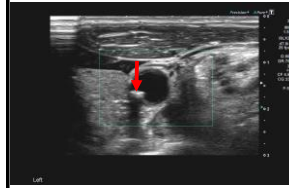


- 頸動脈球部の境界から10mm中極側の総頸動脈遠位壁IMTを計測する
- プラークが測定位置にあった場合はこれを含んで計測する
- 検査対側に顔を45°傾け、正中線から45°の入射角で総頸動脈を描出する

本日の内容

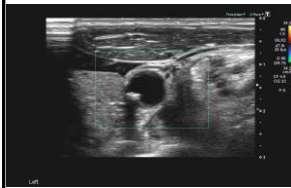
- ①頸動脈エコーの意義・適応と解剖
- ②基本的なプローブ走査法と検査手順
- ③IMTについて
- ④**プラークの評価**
- ⑤血流速度波形
- ⑥狭窄の評価

プラークの定義



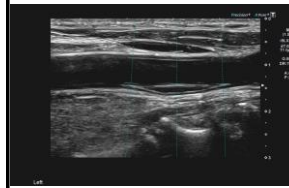
- 1.1mm以上の限局した隆起性病変（長軸または短軸断面で隆起と確認できる血管腔へのIMCの突出像）の総称
- 全体がびまん性に肥厚した状態は「びまん性肥厚」として区別
- 高安静脈炎に特徴的なマカロニサイン以外はプラークとする施設が多い

評価対象のプラーク



- 最大厚1.5mm超のプラーク
- 位置
- 大きさ（長軸方向への進展長、血管内腔に対する占有率など）
- 表面の形態
- 内部性状
- 可動性の有無

リモデリングを伴うプラーク



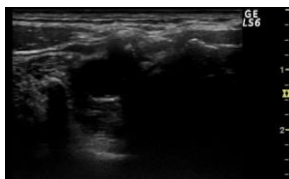
- 血管外膜側へ隆起するプラークも血管内腔への隆起の有無に関係なく、最大厚1.5mmを超えた場合は評価対象となる
- 総頸動脈中央部付近で好発

位置の評価（短軸断面）

頸動脈洞の短軸断面



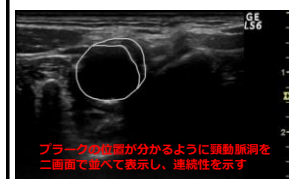
内頸動脈と外頸動脈の分岐部



プラークの位置が分かるように頸動脈洞を二画面で並べて表示し、連続性を示す

位置の評価（短軸断面）

頸動脈洞の短軸断面



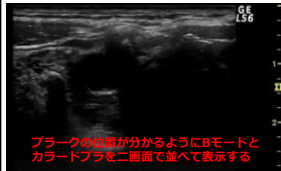
内頸動脈と外頸動脈の分岐部



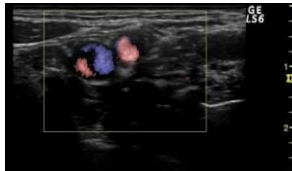
プラークの位置が分かるように頸動脈洞を二画面で並べて表示し、連続性を示す

位置の評価（短軸断面）

頸動脈洞の短軸断面



内頸動脈と外頸動脈の分岐部



位置の評価（短軸断面）

頸動脈洞の短軸断面



内頸動脈と外頸動脈の分岐部



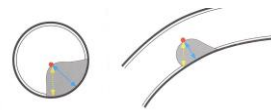
位置の評価（長軸断面）

頸動脈洞の長軸断面



- 末梢側のプラークは頸動脈洞との境界部を同一画像に描出
- 中枢側のプラークは下甲状腺動脈を同一画面に描出

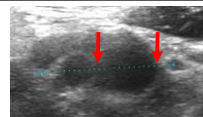
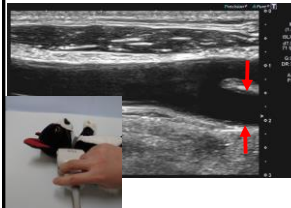
大きさの評価



- プラークの最大厚は長軸、短軸ともに内中膜と外膜の境界線に対して垂直方向に測定する
- 最大厚に大きな変化はなくとも長軸方向や円周方向へ伸展する例もあるため注意すること

大きさの評価

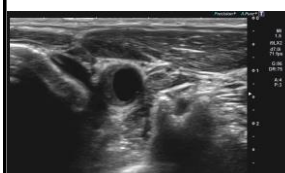
頸動脈洞の長軸断面



- 頸動脈洞から内頸動脈起始部の内側または外側の壁に生じたプラークは発生部位の構造が複雑ため、外膜接線に垂直方向で最大圧を描出できない事が多い
- 胸鎖乳頭筋の内側または外側から側壁を長軸断面で描出する

表面の形態

平滑 (smooth)



不整 (irregular)



表面の形態

潰瘍 (ulcer)



- 長軸断面でふたつの隆起が連続して観察される場合、ふたつのプラークとするか、潰瘍形成したひとつのプラークとするか判断が難しい場合がある
- 短軸断面でゆっくりとスキャンし、潰瘍底が疑われる部位で隆起が完全に消失する、または残存隆起部に潰瘍形成を認めないならふたつのプラークとする

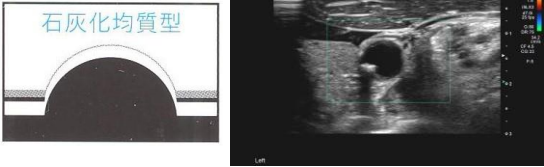
輝度分類と均質性

石灰化プラーク calcified plaque	均質型プラーク 石灰化均質型	不均質型プラーク 石灰化不均質型
等輝度プラーク echogenic plaque	等輝度均質型	等輝度不均質型
低輝度プラーク echolucent plaque	低輝度均質型	低輝度不均質型

- 均一→均質へ統一された
- 高輝度プラークは音響陰影を伴うものとされ高輝度プラーク+ASまたは石灰化プラークという表現になっている
- 輝度の評価は長軸断面の同側壁でプラーク長さの存在しない部位のIMCと比較する
- 石灰化領域と低輝度(もしくは無エコー)領域が混在する場合は低輝度不均質型プラークとする
- プラークの全体像が観察困難であれば内部性状不明とし、プラークサイズも参考値とする

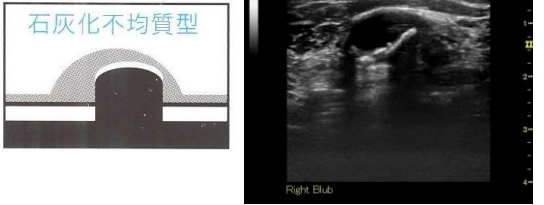
輝度分類と均質性

石灰化均質型



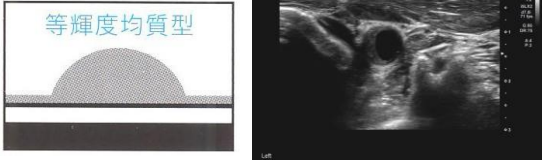
輝度分類と均質性

石灰化不均質型



輝度分類と均質性

等輝度均質型

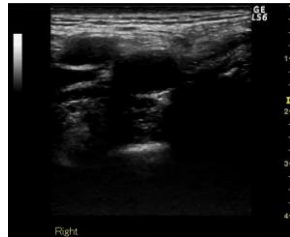
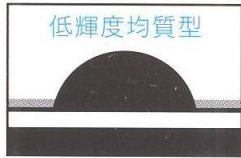


輝度分類と均質性

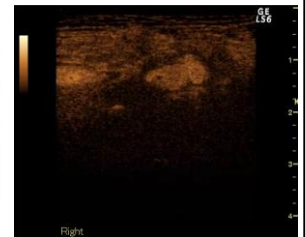
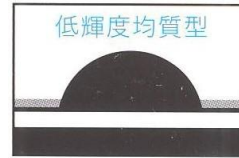
等輝度不均質型



輝度分類と均質性



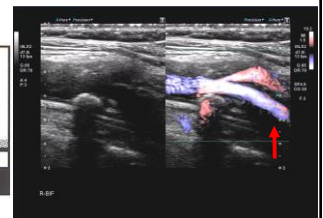
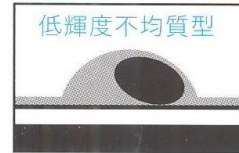
輝度分類と均質性



輝度分類と均質性



輝度分類と均質性

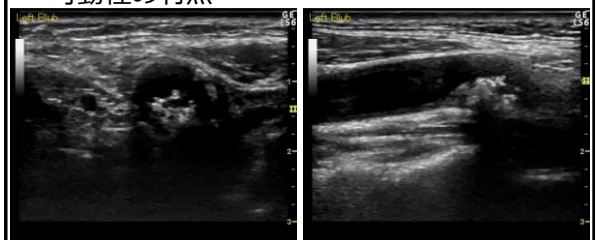


注意すべきプラーク

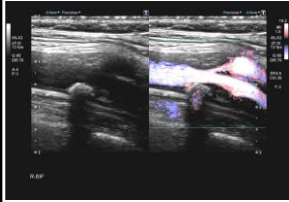


- 可動性のあるプラーク
- 急速進行するプラーク
- 形状変化を示すプラーク
- 低輝度プラーク
- 線維皮膜の薄いプラーク
- 潰瘍病変を持つプラーク

可動性の有無



有意狭窄を伴うプラーク

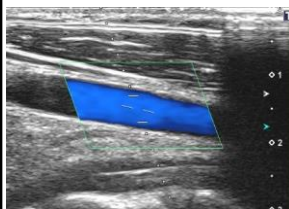


- 血管短軸断面でのプラーク占有率（面積狭窄率）が50%以上の場合、ドプラ血流法で最狭窄部の収縮期最大血流速度を測定し、狭窄率を定性評価することを必須としている
- 可能であれば面積狭窄率を求め、定量評価する

本日の内容

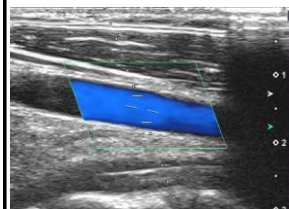
- ①頸動脈エコーの意義・適応と解剖
- ②基本的なプロープ走査法と検査手順
- ③IMTについて
- ④プラークの評価
- ⑤血流速度波形
- ⑥狭窄の評価

ドプラ血流波形について



- スクリーニング検査においては総頸動脈、内頸動脈、椎骨動脈での計測が奨励される
- 必須の値は収縮期最大血流速度（peak systolic velocity: PSV）と拡張末期血流速度（end-diastolic velocity: EDV）である
- 期外収縮とその前後の心拍は除外して計測する
- 心房細動の場合は連続3心拍以上の平均値を求め、参考値とする。

ドプラ血流波形について

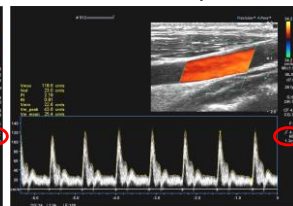
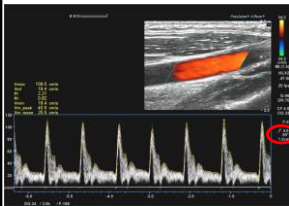


- 必要に応じて収縮期加速時間（acceleration time: AcT）、抵抗係数（resistance index: RI）、平均血流速度（Vmean）、拍動係数（pulsatility index: PI）、拡張末期血流速度を用いたEdratioなどを求める

ドプラ入射角補正

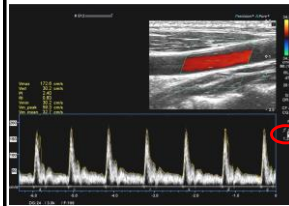
50° PSV=109cm/s

60° PSV=118.6cm/s



ドプラ入射角補正

70° PSV=172.6cm/s



- ドプラ入射角は補正値が大きくなると測定値の誤差が大きくなる
- 特にドプラ入射角補正が60°を超えると急激に誤差が大きくなり、信頼性が著しく低下する
- 60°以内でできるだけ小さい値になるよう努力する

カラードブラ使用時の注意点

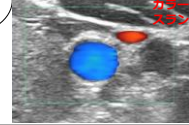


- 当てたプローブの中極側または末梢側を圧迫し、反対側を緩め、血管像を斜めに傾斜させて表示する
- 可能な限りドブラ入射角補正を最小限にし、画面の中央付近で計測する

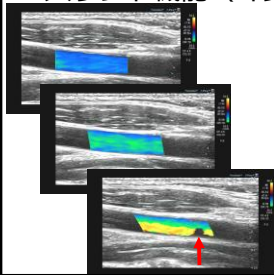
カラードブラ使用時の注意点



- 少しプローブを傾斜させ、ドブラ入射角を維持しつつ、ゆっくりプローブ走査を行う
- カラードブラはBモードに比べ、フレームレートが落ちる

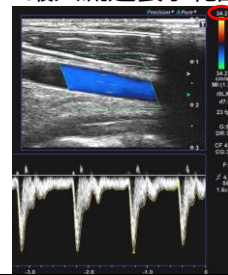


スラント機能（オブリーク）



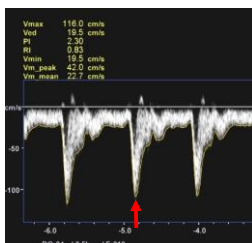
- 段階的に調節可能
- 血流方向へ傾斜方向を合わせる
- 傾斜角度が大きくなるほど血管までの距離が長くなり、ドブラ感度は低下する（ビーム送受信面積の低下）
- 傾斜角度はドブラ信号が良好に得られる角度、表示幅は必要最小限にする
- 短軸断面での観察にはスラント機能は用いない！！

最大流速表示範囲の設定



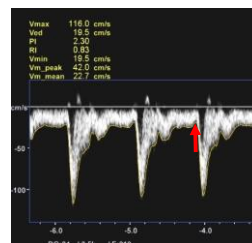
- ドブラ入射角が45°～60°
- 総頸動脈と内頸動脈30cm/s前後
- 椎骨動脈20cm/s前後
- 対象血管の最高血流速度とドブラ入射角補正を考慮

収縮期最大血流速度：PSV



- 心収縮期における最大流速
- 成人健康者では若年者で高く、高齢者で低い傾向がある
- 総頸動脈40～100cm/s
- 内頸動脈40～80cm/s
- 椎骨動脈40～70cm/s
- 血管径が左右で異なる場合は健康者でも左右差をみとめる

拡張末期血流速度：EDV



- 心拡張末期または心収縮期の駆出血流の加速開始点の流速
- 総頸動脈5～30cm/s
- 内頸動脈20～40cm/s
- 椎骨動脈6～40cm/s
- 自動計測では収縮期から拡張期へ移行する際の切痕での血流速度をEDVと誤って測定することがある

平均血流速度：Vmean

時間平均最大血流速度

(time-averaged maximum flow velocity)

- 各時相の最大流速を時間平均して求めた値
- マニュアルトレースで求めることができる

時間平均血流速度

(time-averaged flow velocity)

- 各時相の平均流速を時間平均して求めた値
- 超音波装置に内蔵された自動トレース機能が必要

拍動係数：PI

- 収縮期最大血流速度（PSV）と拡張末期血流速度（EDV）の差を時間平均最大血流速度（TAMV）で除した値が拍動係数（PI）である
- 末梢血管抵抗の増大に伴い高値となる
- PIは抵抗係数（RI）に比べ、全時相の速度情報を含む
- 両方向性の血流波形において評価ができる
- 心拍、中枢側の血流状態などの影響を受ける

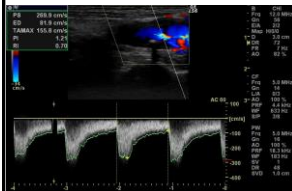
抵抗係数：RI

- 収縮期最大血流速度（PSV）と拡張末期血流速度（EDV）の差を収縮期最大速度（PSV）で除した値
- PIと同様に高値は末梢血管抵抗の増大を疑う
- 拡張末期血流が記録されない場合は値が「1」になる
- 心周期の全時相を通じて一方向の血流波形の解析に用いる
- P I と R I は血流速度の比を用いた評価法のため、ドブラ入射角の影響を受けない

総頸動脈 ED ratio

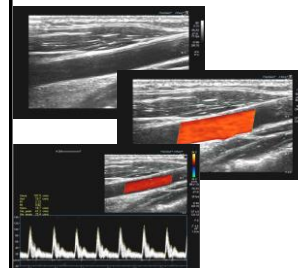
- 左右の総頸動脈の同一部位で拡張末期血流速度（EDV）を測定し、流速の速い値を遅い値で除したもの
- ED ratioは「1」以上の値となる
- 正確なドブラ入射角補正が必要である（左右を同じドブラ入射角で測定する）
- 心拍数も一定が好ましい
- 脳梗塞急性期での臨床的意義が高い

ドブラ血流波形について



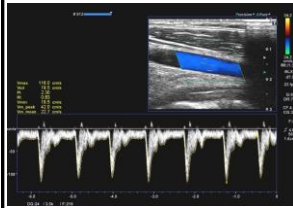
- ドブラ血流波形は頸動脈狭窄の評価に有用な指標とされており、断層法による狭窄率よりも信頼性が高いとされる
- 狭窄病変では最大狭窄部の計測を必須とする
- 必要に応じて狭窄の前後、体側血管の狭窄部と同じ部位で計測し、比較を行う

パルスドブラ法 検査手順



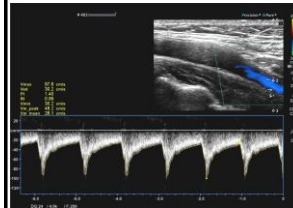
- 血管長軸断面を可能な限り傾斜をつけて表示する
- スラント機能を用い、ドブラ入射角補正を最小限に抑えた画像を表示する
- サンプルボリュームを血管中央に血管系の1/2以上で設定し、血流速度波形を取得する

血流速度波形の計測：CCA



- CCA起始部や頸動脈球部付近を除く
- CCA中央より末梢側で、血管走行が安定し、ドプラ入射角が小さくなる部位で計測する

血流速度波形の計測：ICA



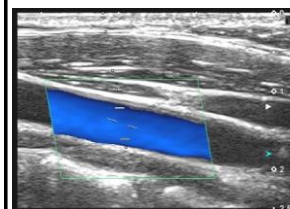
- 外頸動脈との分岐直後と蛇行部を除く
- 長軸が良好に描出され、ドプラ入射角が最小となる部位かつ可能な限り遠位で計測する
- 目安は分岐から2～3cm以上

血流速度波形の計測：VA



- VAの起始部や末梢の蛇行部を除く
- 長軸が良好に描出され、第3～6頸椎間のドプラ入射角が最小となり良好な血流波形が得られる部位で計測する

サンプルボリュームについて



- スクリーニング時
血管径の1/2以上で血管壁に接触しない範囲
- 狭窄部の収縮期最大血流速度の測定時
血管径と同等かそれ以上に大きく設定
- 血流量の推定時
血管径とほぼ同程度に設定

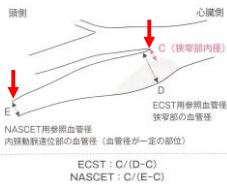
本日の内容

- ① 頸動脈エコーの意義・適応と解剖
- ② 基本的なプローブ走査法と検査手順
- ③ IMTについて
- ④ プラークの評価
- ⑤ 血流速度波形
- ⑥ 狭窄の評価

狭窄の評価について

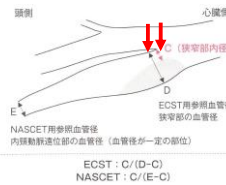
- 「血管径狭窄率」と「断面積狭窄率」とが存在する
- 血管径狭窄率には「NASCET法」と「ECST法」がある
- 断面積狭窄率はエコー独自の評価法
- 断面積狭窄率50%以上の症例には血流速度を用いて評価をする
- NASCET法50%以上相当を狭窄例とする
- NASCET法70%以上相当を有意狭窄例とする
- 断面積の算出には「楕円近似法：ellips法」を用いる
- 狭窄率の評価は「総頸動脈」「頸動脈洞」「内頸動脈」「椎骨動脈」を必須とする

血管径狭窄率：NASCET法



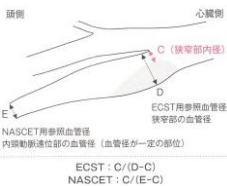
- 内頸動脈遠位部の血管径（一定となった部位）と狭窄部の内径との比を算出する方法
- 血管径狭窄率はその原理が血管造影法と同じであることから大規模studyのデータを適応できる
- 血管造影と異なり、内頸動脈遠位部の血管径計測が困難であることが多い

血管径狭窄率：ECST法



- 狭窄部の血管径と狭窄部の内径との比を算出する方法
- NASCET法と同じく大規模studyデータを適応できる
- リモデリングなどを伴う、血流腔が偏在する、不整形であるなど血管造影法との結果乖離が大きくなる場合もある

径狭窄率評価時の注意点



- 日本人は高位分岐例が多く、内頸動脈は分岐後すぐ深部後方へ向かい描出不良である
- 血管径狭窄率は血管造影の結果と比べても乖離することが多い
- 検者間差が出やすい

断面積狭窄率：ellipse法



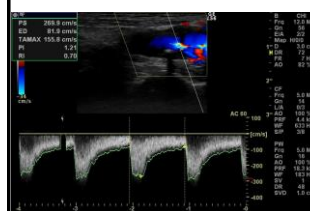
- 断面積狭窄率はエコー検査独自の評価法である
- 狭窄部の短軸断面を描出し、血管内腔全体に対する、プラーク占有面積と狭窄部内腔面積との比を算出する
- NASCET法のように大規模studyデータと比較することはできない（エビデンスがやや弱い）
- 検者間差が少ない

断面積狭窄率の評価について



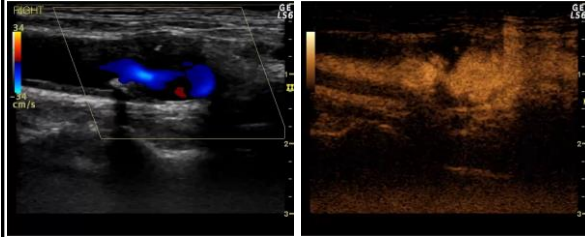
- 狭窄部の短軸断面描出時に血管腔を正円に表示する
- 狭窄部内腔面積が最小となる部位を描出する
- 血流腔の境界が不明瞭な場合など、カラードブラを併用して観察する時は乱流・高速血流は血流腔からはみ出して表示されることを念頭に置いておく
- 不整形の血流腔の場合は丁寧にトレースを行う
- 血管腔が楕円形にしか表示できない場合は仮想正円とせず、楕円で計算する
- 血流腔不整の症例は誤差が大きくなりやすい

狭窄部の収縮期最大血流速度について

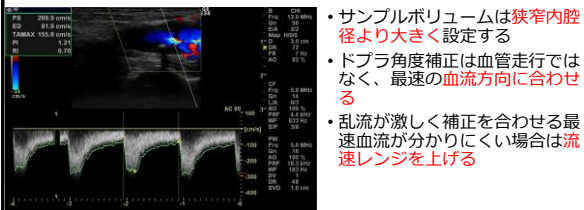


- 短軸断面での面積狭窄率50%以上の場合、ドブラ法にて収縮期最大血流速度を測定する
- 内頸動脈については求められた収縮期最大血流速度よりDSA上のNASCET法狭窄率のどの程度に相当するのか推定することができる

狭窄部の収縮期最大血流速度について



狭窄部の収縮期最大血流速度について



- サンプルボリュームは**狭窄内腔径より大きく**設定する
- ドブラ角度補正は血管走行ではなく、**最速の血流方向に合わせる**
- 乱流が激しく補正を合わせる最速血流が分かりにくい場合は**流速レンジを上げる**

収縮期最大血流速度とNASCET法

NASCET法	50%	70%
PSV ICA (cm/s)	125 or 130	200 or 230
PSV ICA/CCA	2	4
ステント挿入後 (参考)	175~240	300以上
CEA後 (参考)	213以上	274以上

侵襲的治療前の評価

- 頸動脈内膜剥離術 (CEA)**

 - プラーク性状、狭窄率、体表面からの深さ、高位分岐かどうかを確認する
 - 可能な限り狭窄遠位部まで観察する
 - 外頸動脈や上甲状腺動脈との位置関係も確認する
- 頸動脈ステント留置術 (CAS)**

 - プラーク性状、狭窄率、狭窄長、狭窄部位のICA屈曲の程度を確認する
 - ステントサイズ決定のため、血管径と内膜間距離を測定する

侵襲的治療後の評価

- 頸動脈内膜剥離術 (CEA)**

 - ガーゼなどで検査野が狭く（体位を工夫）、近位壁側に縫合糸があり残存プラークとの鑑別が必要
 - 術後1~2週間は血腫の増大を認めることがあり、血管外血腫の有無も確認する
 - 剥離術断端に可動性プラークがないか確認する
 - 術後に内膜増殖する可能性があり、6~12か月おきにフォローする
- 頸動脈ステント留置術 (CAS)**

 - **ステント内**（再狭窄、閉塞、プラーク突出の有無を評価）
 - **ステント端**（プラークの残存・進展、圧着の程度を評価）
 - **ステント外**（圧着の程度、プラーク破綻後の潰瘍形成の有無を評価）
 - ステント留置部において狭窄を判断する場合は血流速度が重要である

侵襲的治療後の評価

NASCET法	50%	70%
ステント挿入後 (参考)	175~240	300以上
CEA後 (参考)	213以上	274以上

- ステント留置後の血流速度評価には通常の数値は当てはまらない
- ステント留置後のPSVについては、ステントのない場合の基準値に100cm/s前後を加えた値が用いられている

狭窄および閉塞の推定

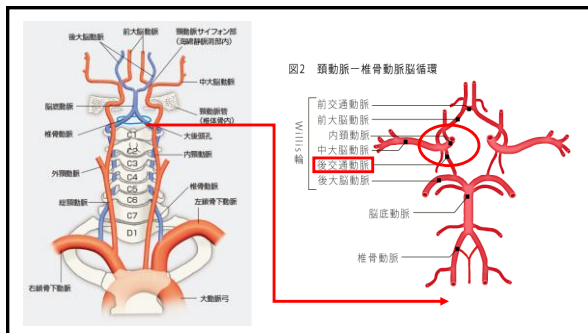
内頸動脈起始部の閉塞

- 内頸動脈起始部に充実エコーあり、拍動低下または消失している
- 十分に流速レンジを下げ、ノイズが観察される程度にカラーゲインをあげて病変部を注意深く観察する
- 上記で観察しても血流シグナルを検出できない場合は動脈閉塞と診断できる
- 同部位でパルスドプラ波形を記録し、血流が認められないことを確認する
- 観察可能な範囲で閉塞部より末梢の血流状態を評価しておく

狭窄および閉塞の推定

脳梗塞急性期の内頸動脈遠位部の閉塞病変

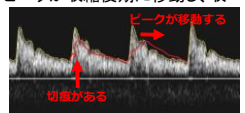
- 脳梗塞急性期では左右の総頸動脈と患側の内頸動脈血流を用いて内頸動脈の閉塞病変を推定できる
- 左右の総頸動脈の拡張末期血流速度 (EDV) を計測する
- ED ratio (EDV 早いほう/遅いほう) ≥ 1.4 の場合、EDV の低い方の遠位部に高度狭窄または閉塞病変の存在が疑われる
- ED ratio ≥ 4.0 患側内頸動脈の拡張期血流が...
あり → 後交通動脈分岐後の閉塞
なし → 後交通動脈分岐前の閉塞



狭窄および閉塞の推定

椎骨動脈起始部の狭窄または閉塞

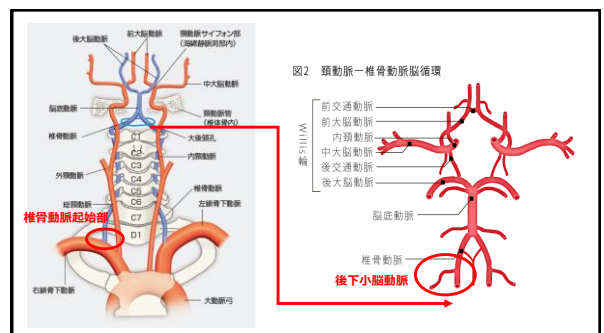
- 椎骨動脈起始部と椎骨動脈分岐前の鎖骨下動脈起始部の狭窄病変を推定できる
- 収縮早期に切痕 (notch) を認める → 軽度
- 切痕に続く収縮中期の波形勾配が緩やかになった → 軽度～中等度
- 収縮期開始から波形勾配が緩やかで波形ピークが収縮後期に移動し、収縮期加速時間が延長している → 高度
- 血流波形が検出されない → 閉塞



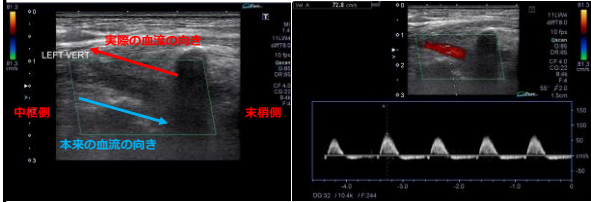
狭窄および閉塞の推定

椎骨動脈末梢（頭蓋内）の狭窄または閉塞

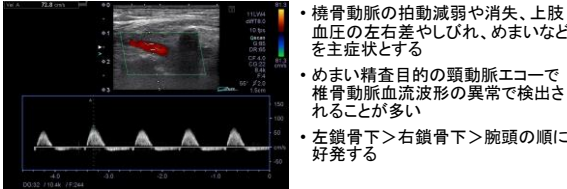
- 椎骨動脈の閉塞は、椎骨動脈の起始部と後下小脳動脈 (posterior inferior cerebellar artery: PICA) 分岐前後が好発部位
- 拡張末期血流速度が測定できない → PICA分岐より中枢側
- 拡張末期血流はあるが患側の平均血流速度 (Vmean) が 18cm/s 未満かつ左右の Vmean 比が 1.4 以上 → PICA分岐後
- 分岐後閉塞の中でも
左右の椎骨動脈径の比が 1.4 未満 → 分岐後閉塞
左右の椎骨動脈径の比が 1.4 以上 → PICA-end
(先天性に PICA が椎骨動脈の終動脈になっている)



狭窄および閉塞の推定
鎖骨下動脈の狭窄または閉塞

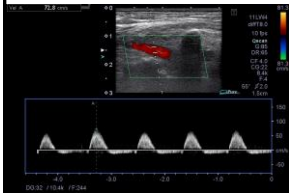


狭窄および閉塞の推定
鎖骨下動脈の狭窄または閉塞



- 橈骨動脈の拍動減弱や消失、上肢血圧の左右差やしびれ、めまいなどを主症状とする
- めまい精査目的の頸動脈エコーで椎骨動脈血流波形の異常で検出されることが多い
- 左鎖骨下>右鎖骨下>腕頭の順に好発する

狭窄および閉塞の推定
鎖骨下動脈の狭窄または閉塞



- 椎骨動脈起始部狭窄の場合は acceleration time (加速時間) の延長や収縮期の切痕 (notch) を認めることが多い
- 鎖骨下動脈起始部狭窄は狭窄度により収縮期波形の逆流 (to and fro pattern) から全時相の逆流波形へと変化する
- 対側の椎骨動脈から脳底動脈を介して逆行性に血流が流入する現象で、**鎖骨下動脈盗血現象 (subclavian steal phenomenon:SSP)** と呼ばれる

その他、留意すべき疾患

- 高安動脈炎：総頸動脈に全周性のびまん性壁肥厚（マカロニサイン）
- 巨細胞性動脈炎（側頭動脈炎）：浅側頭動脈のhypoechoic halo
- 頸動脈（椎骨動脈）乖離：flapの存在を確認
- もやもや病：(シヤンパン)ボトルネックサイン、diameter reversai sign
- Bow hunter症候群
- 頸動脈流

参考文献

- 超音波による頸動脈病変の標準的評価法2017
- 検査と技術 3月・増刊号 Vol.47 No.3 2019
エキスパートが教える心・血管エコー計測のノウハウ
- Medical Technology March3 2019 Vol.47 No.3
新しい血管エコーガイドラインを活用しよう！

ご清聴ありがとうございました。

