

目 次

頸動脈

解剖	5
内頸動脈（ICA）と外頸動脈（ECA）の鑑別	7
内中膜複合体（IMT）	10
max IMT（最大内中膜厚）の計測	10
IMT-C10 の計測	10
パルストプラ法	11
プラーク	12
プラークの分類	12
可動性プラーク	13
狭窄	14
狭窄率の評価法	14
収縮期最大血流速度による狭窄率の評価方法	15
プラーク・狭窄評価のフローチャート	16
頸動脈内膜剥離（CEA）	17
頸動脈ステント留置術（CAS）	18
閉塞の評価	19
CCA ED ratio	21
高安動脈炎	22
巨細胞性動脈炎	23
線維筋性異形成	24
鎖骨下動脈盗血症候群	25
Bow hunter 症候群（ボウハンター症候群）	27
Powers 症候群	27
頸動脈解離	28
もやもや病	29
マルファン症候群	30
大動脈弁狭窄症	30
大動脈弁閉鎖不全	30

大動脈 と その他の動脈

解剖	31
胸部大動脈瘤	33
腹部大動脈瘤	34
AC サイン（anechoic crescent sign）	35

Crawford 分類	35
炎症性大動脈瘤	36
感染性大動脈瘤	37
胸部大動脈解離	38
DeBakey 分類と Stanford 分類	38
腹部大動脈解離	39
ステント留置後の評価	40
エンドリーク	40
ルリッシュ症候群 (Leriche 症候群)	43
高安動脈炎	43

腎動脈

解剖	44
計測法	45
計測指標	46
腎血管性高血圧症	49
腎動脈狭窄の原因疾患	49
動脈硬化性腎動脈狭窄	49
線維筋性異形成 (FMD)	50
腎動脈狭窄関連疾患の特徴	51
腎動脈瘤	52
腎動静脈瘻	53
腎梗塞	54
移植腎の評価	55

下肢動脈

解剖	57
下肢動脈評価法と診断基準	58
下肢動脈血流波形の分類	58
閉塞性動脈硬化症 (ASO)	60
PSV による評価	60
AT による評価	60
TASC の分類	62
ステント留置術後の評価	65
外科的バイパス術後評価	65
急性動脈閉塞症	66

急性動脈閉塞症の原因	67
膝窩動脈外膜嚢腫	68
膝窩動脈瘤	69
仮性動脈瘤	69
血腫	70
動静脈瘻	70

バスキュラーアクセス (AV)

バスキュラーアクセス (AV)	73
バスキュラーアクセスの種類	73
バスキュラーアクセス作製術前評価	73
AVG 術前検査	74
バスキュラーアクセス術後評価	74
シャント静脈狭窄病変	75
シャント静脈閉塞病変	75
静脈高血圧症	76
ソアサム症候群	76
中心静脈病変による静脈高血圧症	76
steal 症候群	77
瘤形成	78
血清腫	79
穿刺困難	80

下肢深部静脈

解剖	81
深部静脈血栓症 (DVT)	84
DVT の分類	84
近位型と遠位型の分類	84
閉塞型、非閉塞型、浮遊型の分類	85
急性期血栓、慢性期 (器質化) の分類	85
深部静脈血栓の評価	86
血流誘発法	89
ミルキング法	89
呼吸負荷法	89
検査範囲	91
全下肢静脈エコー (whole-US)	91

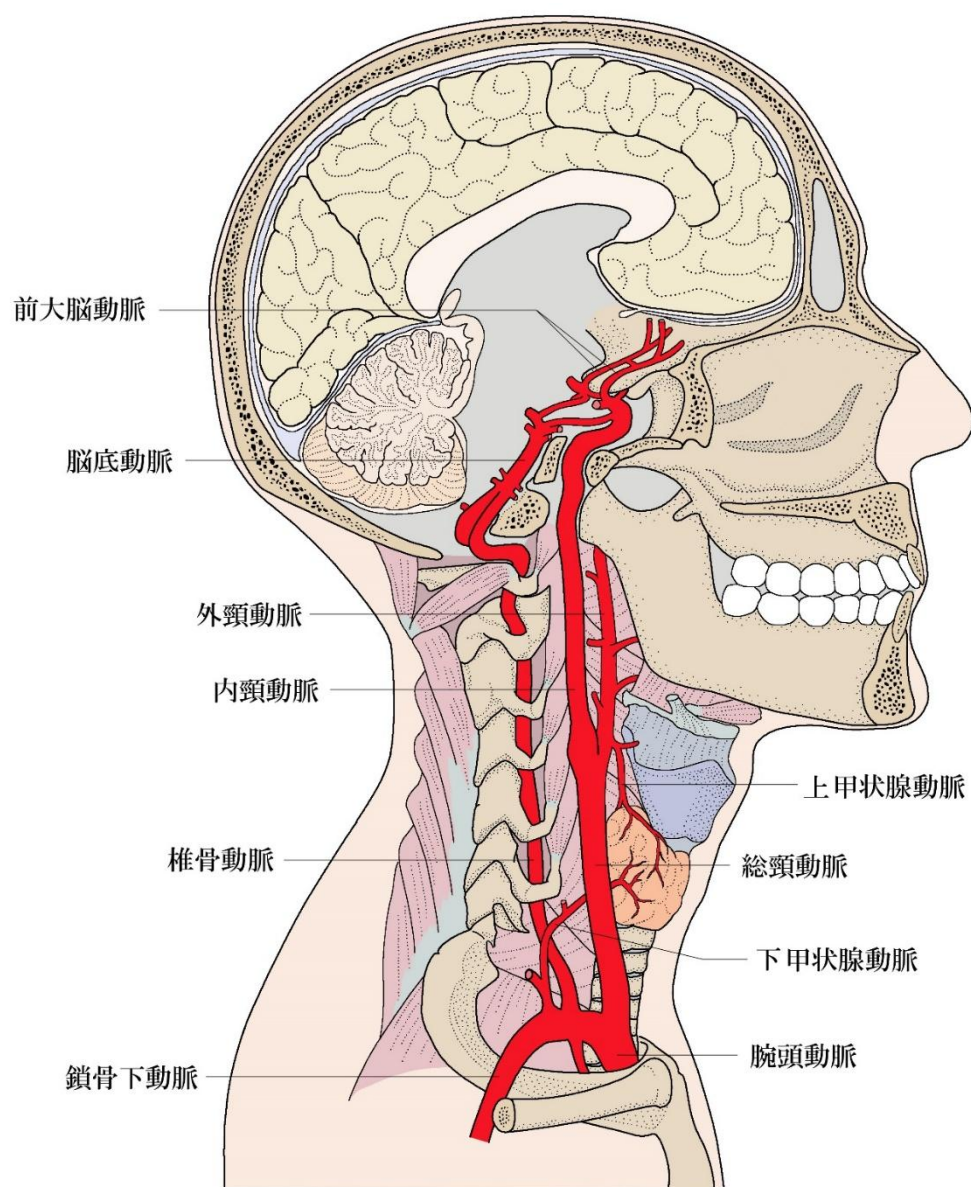
Proximal CUS	91
2 point CUS	91
3 point CUS	91

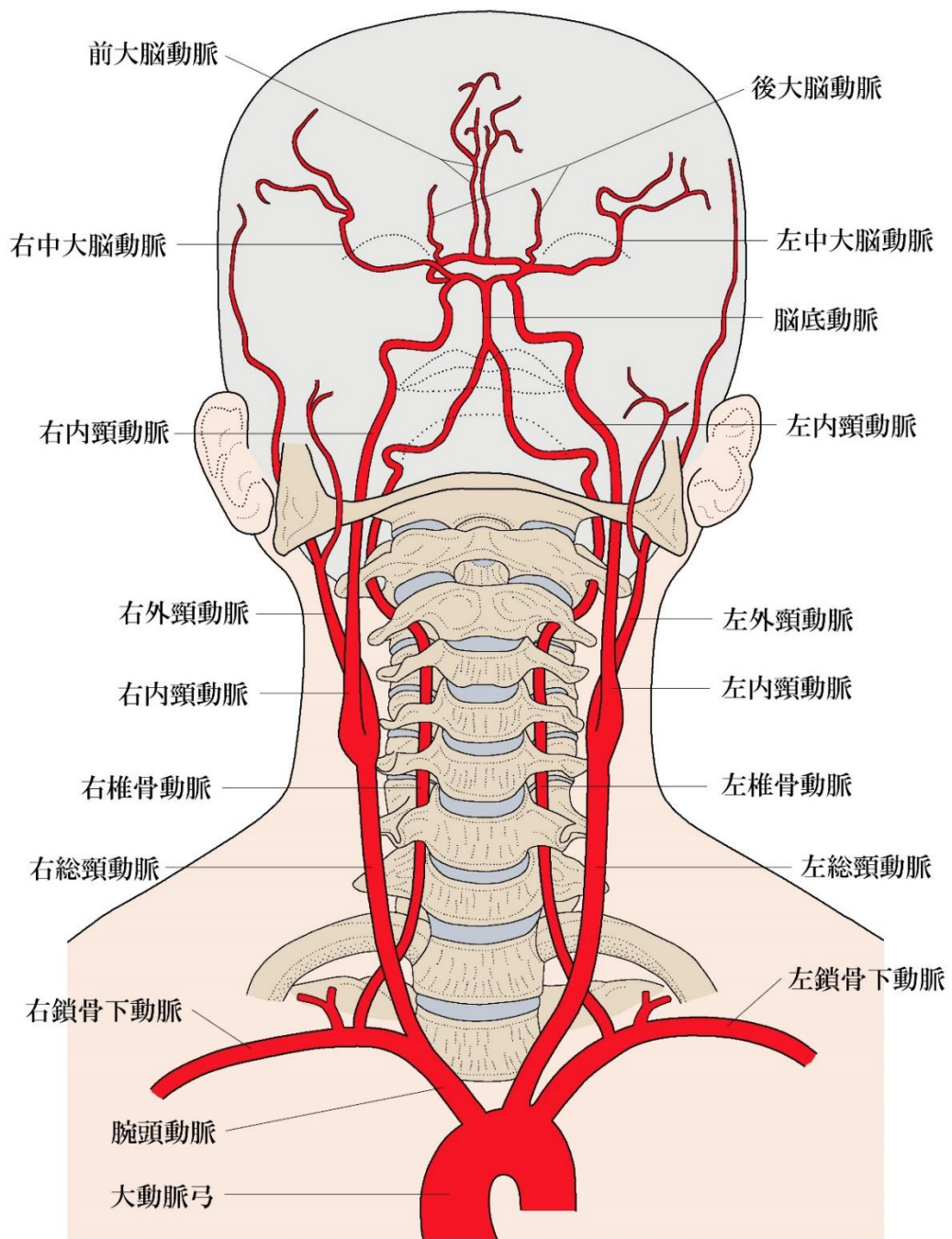
下肢表在静脈

解剖	92
大伏在静脈	92
小伏在静脈	92
表在静脈と筋膜	93
分枝	94
穿通枝	95
下肢静脈瘤	96
CEAP 分類（下肢静脈瘤の分類法）	96
下肢静脈瘤の検査体位	98
静脈径の計測	98
血流評価	98
逆流の評価	98
穿通枝	100
観察部位	100
大伏在静脈（GSV）の観察部位	100
小伏在静脈（SSV）の観察部位	102
大腿部穿通枝の観察	103
膝窩部の静脈の観察	103
下腿の穿通枝の観察	103
治療方法	105
弾性ストッキング	105
硬化療法	105
ストリッピング手術	105
血管内焼灼術	105
血管内焼灼術後の深部静脈への血栓伸展評価（EHIT 評価）	105
グルー治療	106
静脈瘤切除	106

頸動脈

解剖





- ・ 左総頸動脈は大動脈弓より直接分岐する。

内頸動脈（ICA）と外頸動脈（ECA）の鑑別

内頸動脈は外頸動脈に比べ

外側にある

血管径が大きい

分岐が少ない

拡張末期血流速度が速い

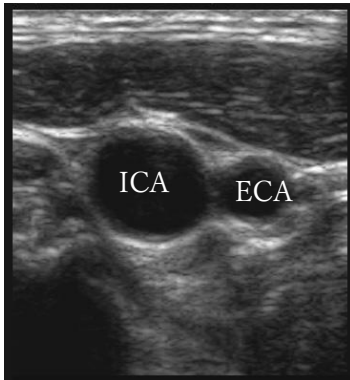
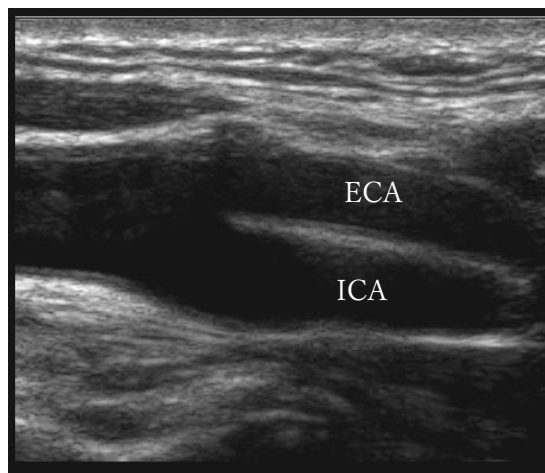
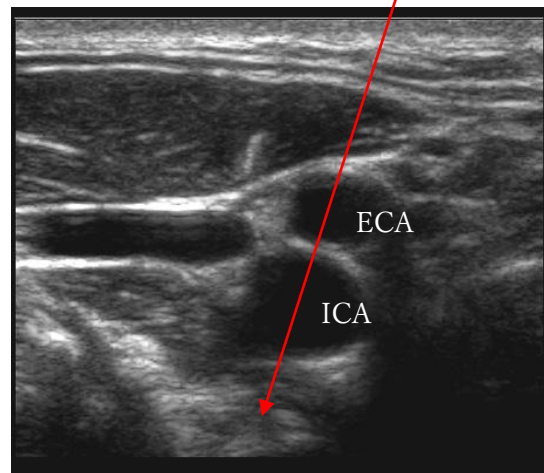


図 右内頸動脈と外頸動脈
内頸動脈は外側にあり、血管径が大きい

鑑別しづらい場合



縦断像



横断像

図 右内頸動脈と外頸動脈
内頸動脈がわずかに外側にある。

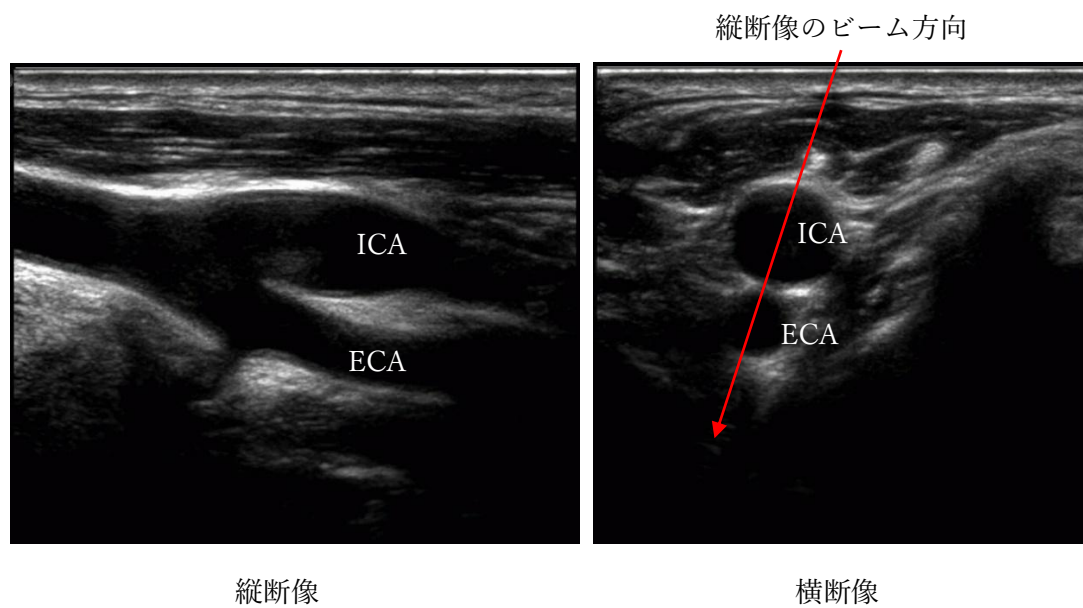


図 左内頸動脈と外頸動脈
内頸動脈がわずかに外側にある。

内頸動脈は分岐が少なく外頸動脈は多い

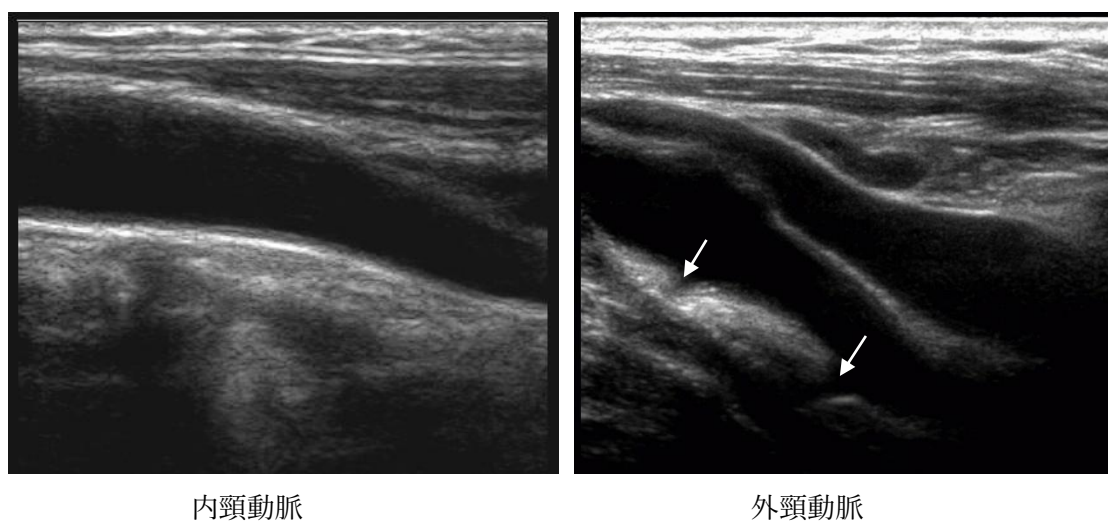


図 内頸動脈と外頸動脈の分岐
内頸動脈に分岐は見当たらない。外頸動脈に分岐（→）を認める。

拡張末期血流速度が速い

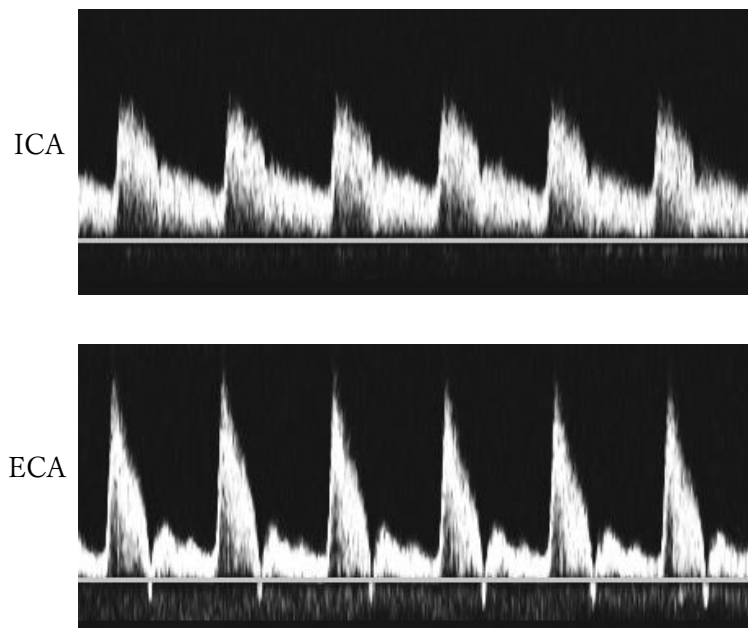
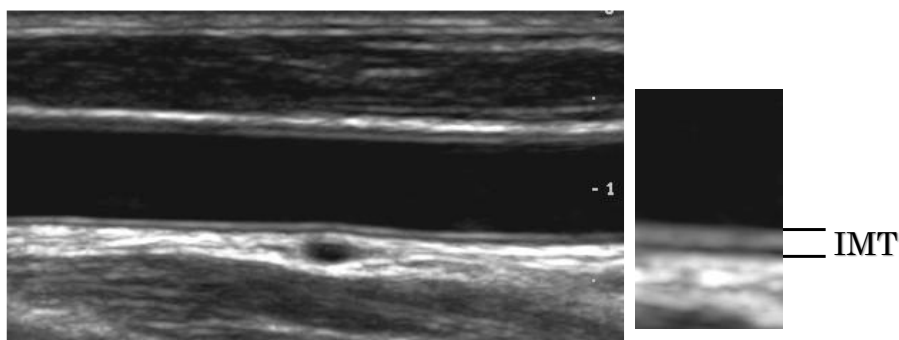


図 内頸動脈と外頸動脈の血流波形

- ・ 外頸動脈（ECA）波形が内頸動脈（ICA）化することがある。この場合、ICA 遠位部の高度狭窄あるいは、浅側頭動脈-中大脳動脈（STA-MCA）吻合部を想定する。この中で同結果が想定できるのは、もやもや病、内頸動脈近位部高度狭窄、中大脳動脈狭窄である。

内中膜複合体 (IMT)

- ・頸動脈の外膜と周囲組織との分離は、超音波検査では困難であるが、内膜と中膜を合わせた厚みは病理組織像と一致すると報告されている。
- ・内膜と中膜の複合体は IMC と称され、内中膜複合体の厚さを IMT と称し、内膜の肥厚を評価している。
内中膜複合体 (IMC : intima-media complex)
内中膜複合体厚 (IMT : intima-media thickness)
- ・IMT は血管内腔側の高エコー層と低エコー層の 2 層からなる厚み。1mm 以下が正常。

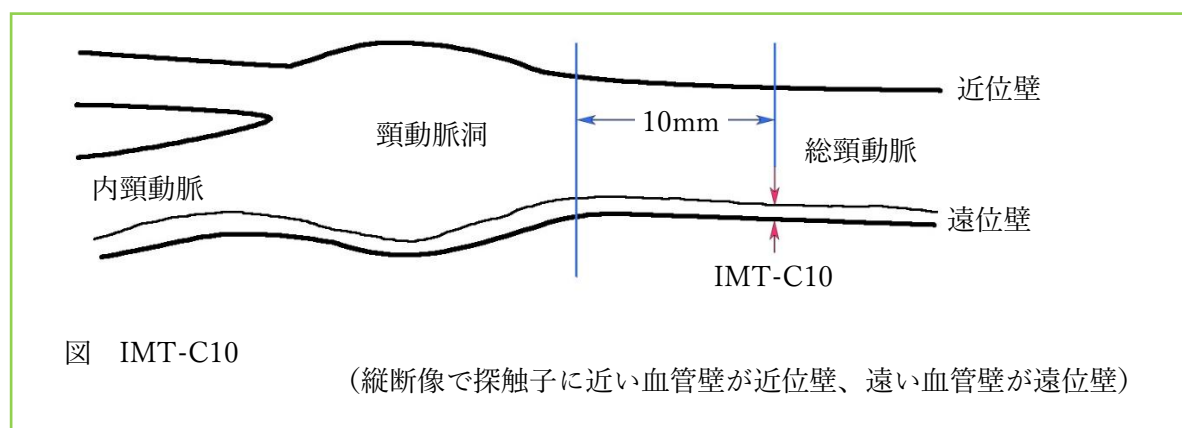


max IMT (最大内中膜厚) の計測

- ・max IMT はプラークも含めた最大肥厚部位で計測する。
- ・計測範囲は、総頸動脈 (max IMT-C)、頸動脈洞 (max IMT-B)、内頸動脈 (max IMT-I)。
- ・左右それぞれの観察可能な領域で最大の値を測定する。
- ・外頸動脈は計測範囲から除外する。
- ・計測値は小数点第 1 位まで記載する。
- ・石灰化や閉塞の場合は評価不能とする。

IMT-C10 の計測

- ・総頸動脈と頸動脈洞の移行部より中枢側の 10mm の遠位壁における IMT を計測する。
- ・決められた計測部位の IMT 変化として、経年的な観察に有用である。



パルスドプラ法

- ・スクリーニング検査における頸動脈のパルスドプラ波形の記録は、総頸動脈（または内頸動脈）および椎骨動脈で行うことが推奨されている。
- ・どの頸部の動脈においても、狭窄病変では、最大狭窄部のパルスドプラ波形の計測を必須としている。
- ・パルスドプラ波形からは、収縮期最大血流速度（PSV）、拡張末期血流速度（EDV）、平均血流速度（V mean）、拍動係数（PI）、抵抗係数（RI）などを得ることができる。

$PI = (\text{収縮期最大血流速度} - \text{拡張末期血流速度}) / \text{時間平均最大血流速度}$

時間平均最大血流速度（TAMV）：各時相の最大流速を時間平均して求めたもの。

$RI = (\text{収縮期最大血流速度} - \text{拡張末期血流速度}) / \text{収縮期最大血流速度}$

- ・スクリーニング検査における必須の計測項目は、PSV と EDV である。

表 頸部動脈の血流速度基準値

	収縮期最大血流速度（PSV）	拡張末期血流速度（EDV）
総頸動脈	40～100cm/sec	5～30cm/sec
内頸動脈	40～80cm/sec	20～40cm/sec
椎骨動脈	40～70cm/sec	6～40cm/sec

プラーク

- ・プラークとは、1.1mm 以上の限局した隆起性病変（血管長軸または短軸断面で隆起と認知できる血管腔への IMC 突出像）を総称する。
- ・全体が、びまん性に肥厚した状態は「びまん性肥厚」として、プラークとは区別する。
- ・プラークは前壁（近位側）のものより後壁（遠位側）のものの方が観察しやすい。

プラークの分類

高輝度プラーク：high echo または hyperechoic plaque

対象構造物と比し高輝度かつ音響陰影を伴うもの。

石灰化病変であることから石灰化プラークとも称される。

プラークの組織性状は石灰化病変。

硬くなった病変で、脳梗塞を起こす危険性は少なく、安定したプラーク。

等輝度プラーク：isoechoic または echogenic plaque

対象構造物の IMC と比べて等輝度からやや高輝度なもの。

プラークの組織性状は線維性病変。

線維化病変が主体のプラークは、脳梗塞を起こす危険性は少なく、安定したプラークである。

低輝度プラーク：low echo, hypoechoic または echolucent plaque

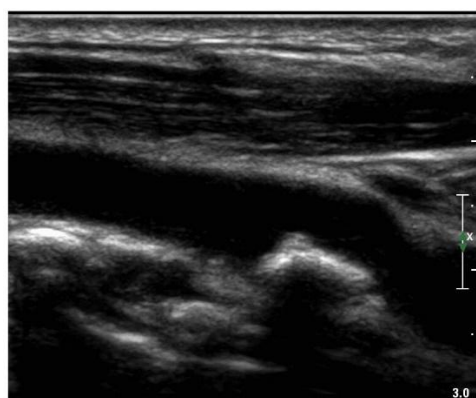
対象構造物の IMC と比べ低輝度領域を含むもの。

プラークの組織性状は出血、脂質。

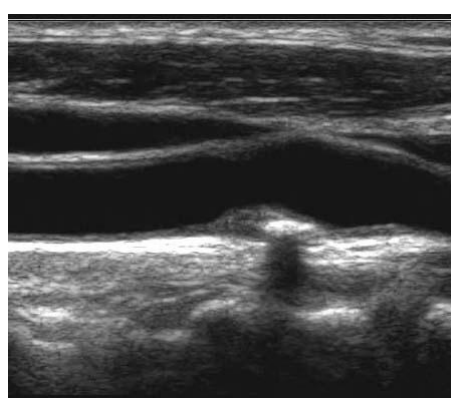
低輝度プラークは脳梗塞のリスクが高い

均 質 型：輝度レベルが均質なもの

不均質型：輝度レベルが不均質なもの

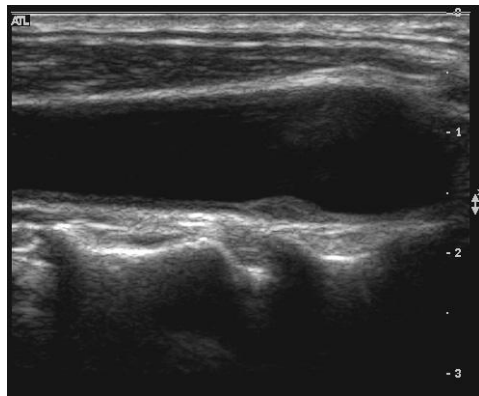


石灰化均質型

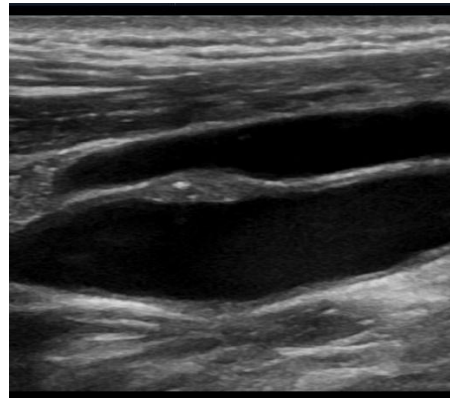


石灰化不均質型

図 高輝度プラーク

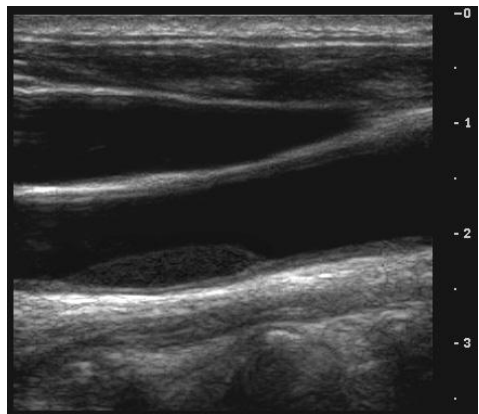


等輝度均質型

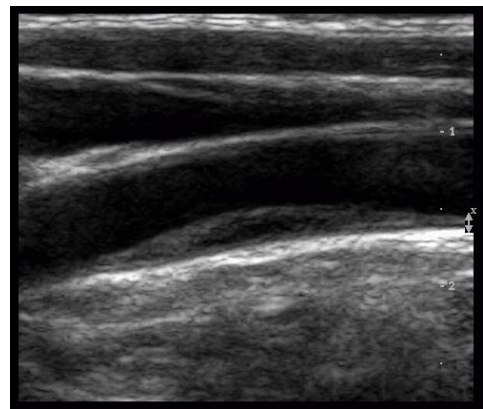


等輝度不均質型

図 等輝度プラーク



低輝度均質型



低輝度不均質型

図 低輝度プラーク

可動性プラーク

可動性プラークは、脳梗塞を引き起こす危険性が高く、注意すべきプラークである。

可動性プラークの分類

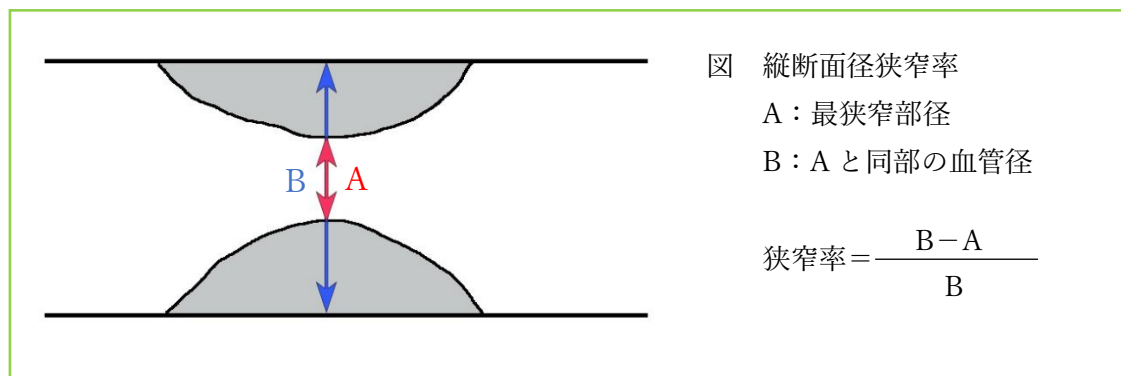
- ・ jellyfish plaque：プラークの表面が動脈拍動とともに変形するもの。
このプラークの状態を jellyfish sign という。
- ・ fluctuating ulcer plaque：プラーク内に可動性の構造物を認めるもの、および潰瘍底が一部液状化したような動きを認め動脈拍動とともに変形するもの。
- ・ floating plaque：プラークの表面に付着した構造物が血流により可動（振動）するもの。

狭窄

- ・プラークの増殖は血流を妨げる要因となる。血管腔におけるプラークの占める割合を狭窄率として評価する。
- ・頸部動脈における狭窄率の算出は、血管横断面にてプラーク占有率（面積狭窄率）が 50% 以上の場合に行う。
- ・診断領域としては、総頸動脈、内頸動脈、椎骨動脈を必須とし、その他の領域は必要に応じて評価する。
- ・狭窄率の評価方法には、断層法から直接狭窄率を算出する方法と、狭窄部のドプラ血流波形を記録し PSV を求め狭窄率を推定する方法がある。

狭窄率の評価法

- ・断層法による狭窄率の評価方法は、狭窄部長軸断面（縦断面）による径狭窄率、短軸断面（横断面）による径狭窄率、短軸断面（横断面）による面積狭窄率がある。
- ・狭窄部位における面積狭窄率は、収縮期最大血流速度の次に計測することが推奨されている。
- ・面積狭窄率は、狭窄部が内頸動脈起始部である場合や、狭窄部血管が外方に膨隆し楕円形態を示す場合は、狭窄部の程度を過大評価する可能性がある。
- ・断層法における狭窄率は、計測法によって異なる。一般には、面積狭窄率＞径狭窄率となることが多い。
- ・血管造影法では、頸動脈洞を含む内頸動脈の狭窄の評価法として、NASCET 法と ECST 法がある。
- ・NASCET 法、ECST 法は、エコーでも同様に評価可能であるが、血管造影法で求められた方法であり、日常ルーチン検査では行わないでよく、指示ある場合にのみ計測を試みることができる（音波による頸動脈病変の標準的評価 2017 年）。
- ・現行では、狭窄部の収縮期最大血流速度から定性的に NASCET 狭窄率を推定する方法が一般に行われている。



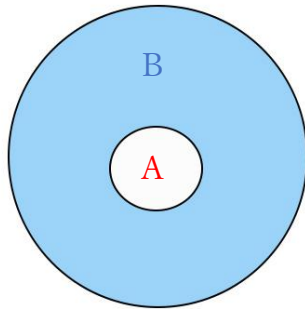


図 横断面面積狭窄率

A：最狭窄部位の面積

B：A と同部位の血管断面積

$$\text{狭窄率} = \frac{B - A}{B}$$

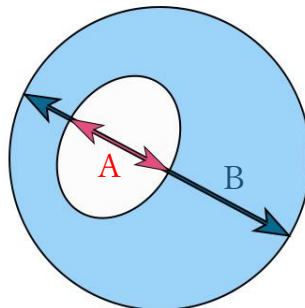


図 横断面径狭窄率

A：最狭窄部位の最大短径

B：最狭窄部の血管径

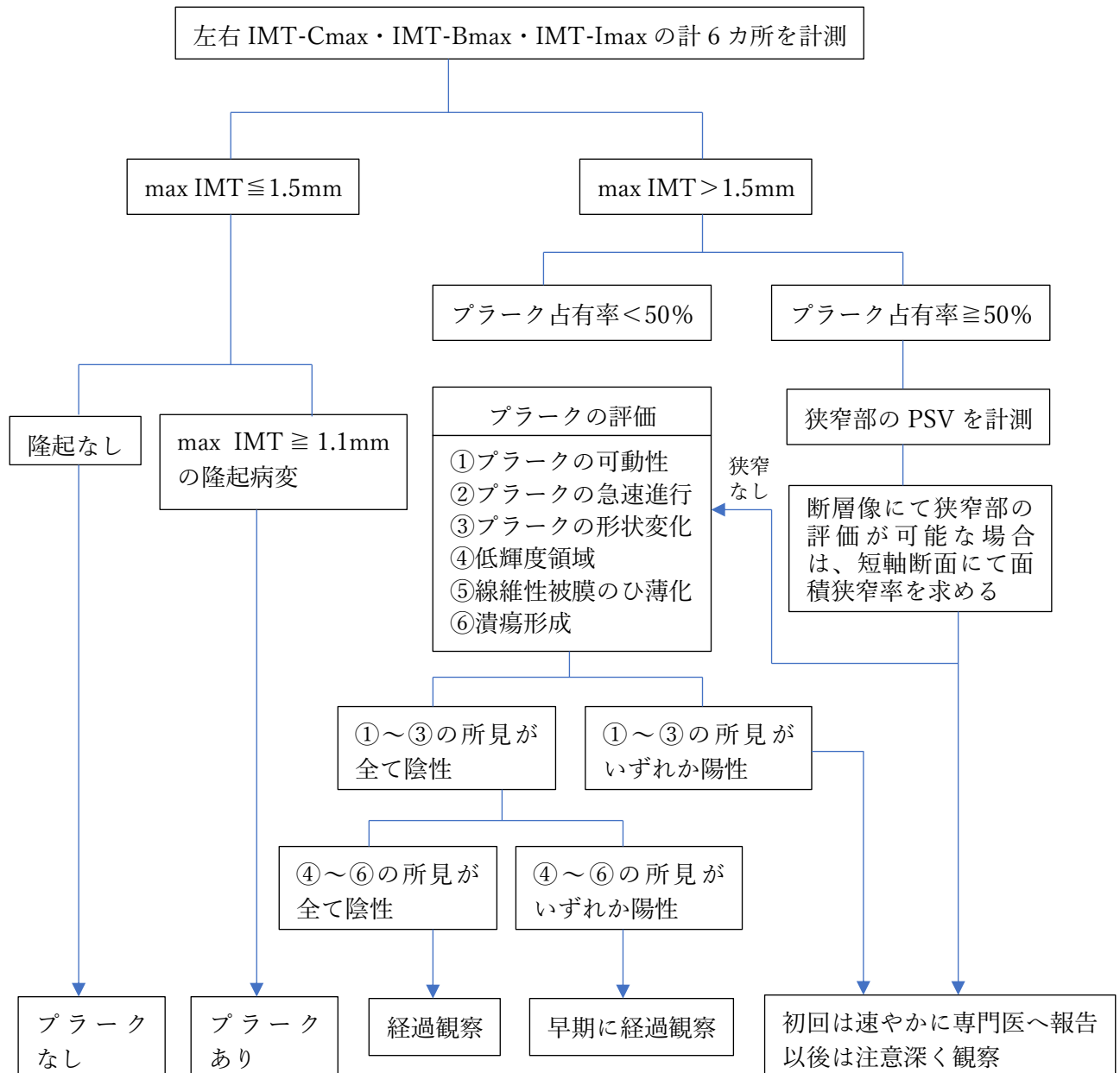
$$\text{狭窄率} = \frac{B - A}{B}$$

収縮期最大血流速度による狭窄率の評価方法

- ・狭窄部における収縮期最大血流速度（PSV）の計測は、パルスドプラ法で行うことが基本である。
- ・サンプルボリュームは、狭窄部の最大血流速度を確実にとらえられるように狭窄部腔径より大きく設定する。
- ・狭窄部は狭窄の形状によって血流方向が偏位するため、ドプラ入射角度補正は血管走行ではなく血流方法に設定する。
- ・経過を観察する場合には前回と同程度のドプラ入射角補正值とする。
- ・PSV から内頸動脈狭窄率の重症度判定が可能とされている。
- ・内頸動脈狭窄部の PSV が 125 または 130cm/sec 以上、あるいは内頸動脈狭窄部 PSV/総頸動脈 PSV の比が 2 以上の場合は、NASCET 狭窄率 50%以上が疑われる。
- ・内頸動脈狭窄部の PSV が 200 または 230cm/sec 以上、あるいは内頸動脈狭窄部 PSV/総頸動脈 PSV の比が 4 以上の場合は NASCET 狭窄率 70%以上が疑われる。

内頸動脈狭窄が高度（NASCET 法で 70%以上）の場合や、以前に脳梗塞あるいは一過性脳虚血発作を引き起こしたことのある症候性内頸動脈狭窄の場合は、外科的治療を検討する。外科的治療には頸動脈内膜剥離（CEA）と頸動脈ステント留置術（CAS）がある。

プラーク・狭窄評価のフローチャート（プラーク占有率は目視での評価）



頸動脈内膜剥離（CEA）

- ・術後1～2週間程度は血腫の増大を認めることがあるため、血管外の血腫の有無を観察する。
- ・内膜剥離後は、近位壁側に縫合糸を観察できるため、残存プラークと鑑別を要する。
- ・剥離術断端に可動性プラークが残存すると、プラークが遊離して脳梗塞を起こす可能性があるため、可動性プラークの有無を観察する。
- ・剥離術後に内膜が増殖する可能性があるため、6～12 カ月おきに定期的にフォローする。

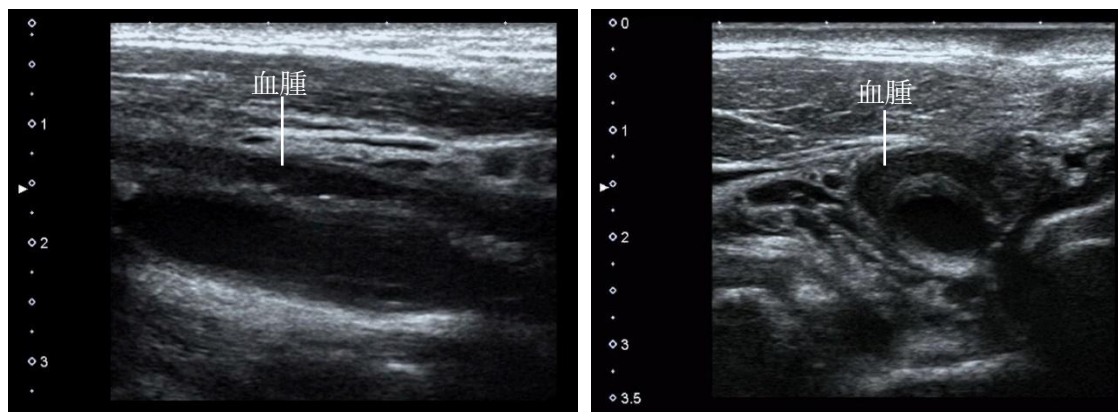


図 内膜剥離術後 血腫

頸動脈近位壁の前面に低エコー域（血腫）を認める。

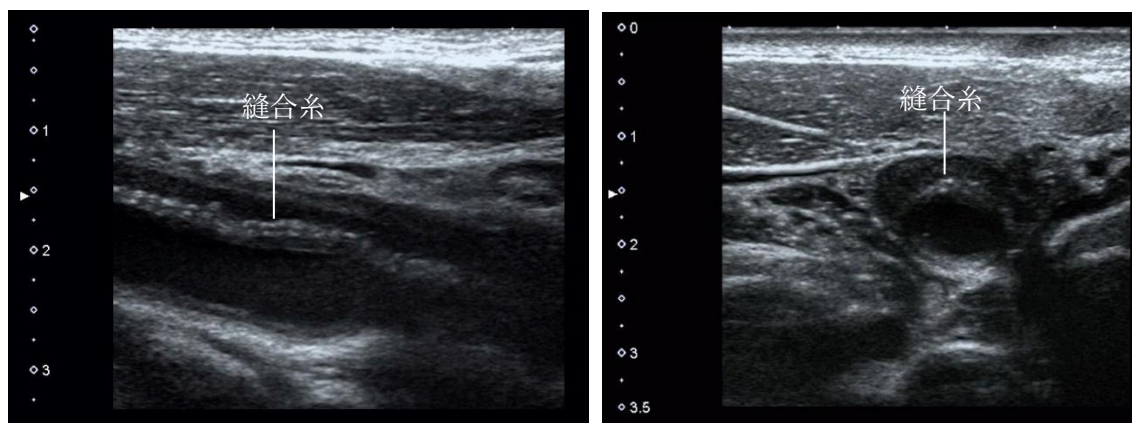


図 内膜剥離術後

頸動脈近位壁に点状の高エコー（縫合糸）を認める。

頸動脈ステント留置術（CAS）

- ・ステント留置後の観察は、ステント内の情報、ステント端の情報、ステント外の情報を評価する。
- ・ステント内の情報は、再狭窄、閉塞、ステント内プラーク突出などを観察する。
- ・ステント端の情報は、プラークの残存、プラークの伸展、圧着の程度などを観察する。
- ・ステント端のプラークが残存すると、同部位からプラークが増殖して再狭窄を起こす可能性があるため、6～12 カ月おきに定期的にフォローする。
- ・ステント外の情報は、圧着したプラークの情報、プラーク破綻後の潰瘍形成などを観察する。
- ・ステント内狭窄を判断する場合は、血流速度が重要になる。適切な角度補正において 300cm/sec 以上で 70%以上狭窄と判断する。（通常は、200cm/sec 以上で 70%以上狭窄と判断するが、ステントの場合は 100cm/sec 前後加えた値が用いられている）

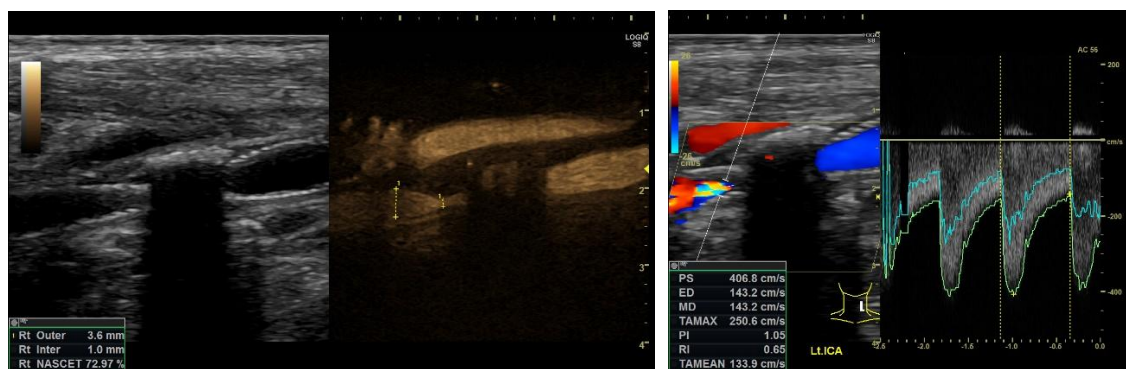


図 ステント再狭窄

ステント外の石灰化プラークの音響陰影で、ステントの一部が描出できないが、ステント内に狭窄を認め、狭窄率は NASCET 法で 73%である。
狭窄部の PSV は 407cm/sec と上昇している。

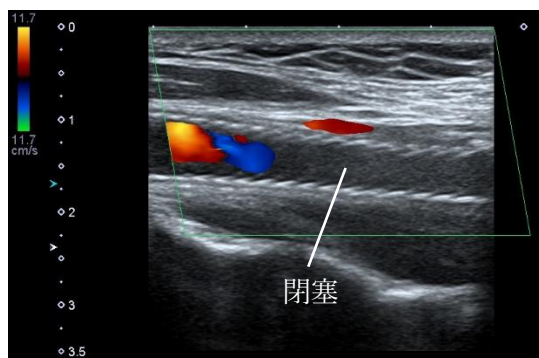
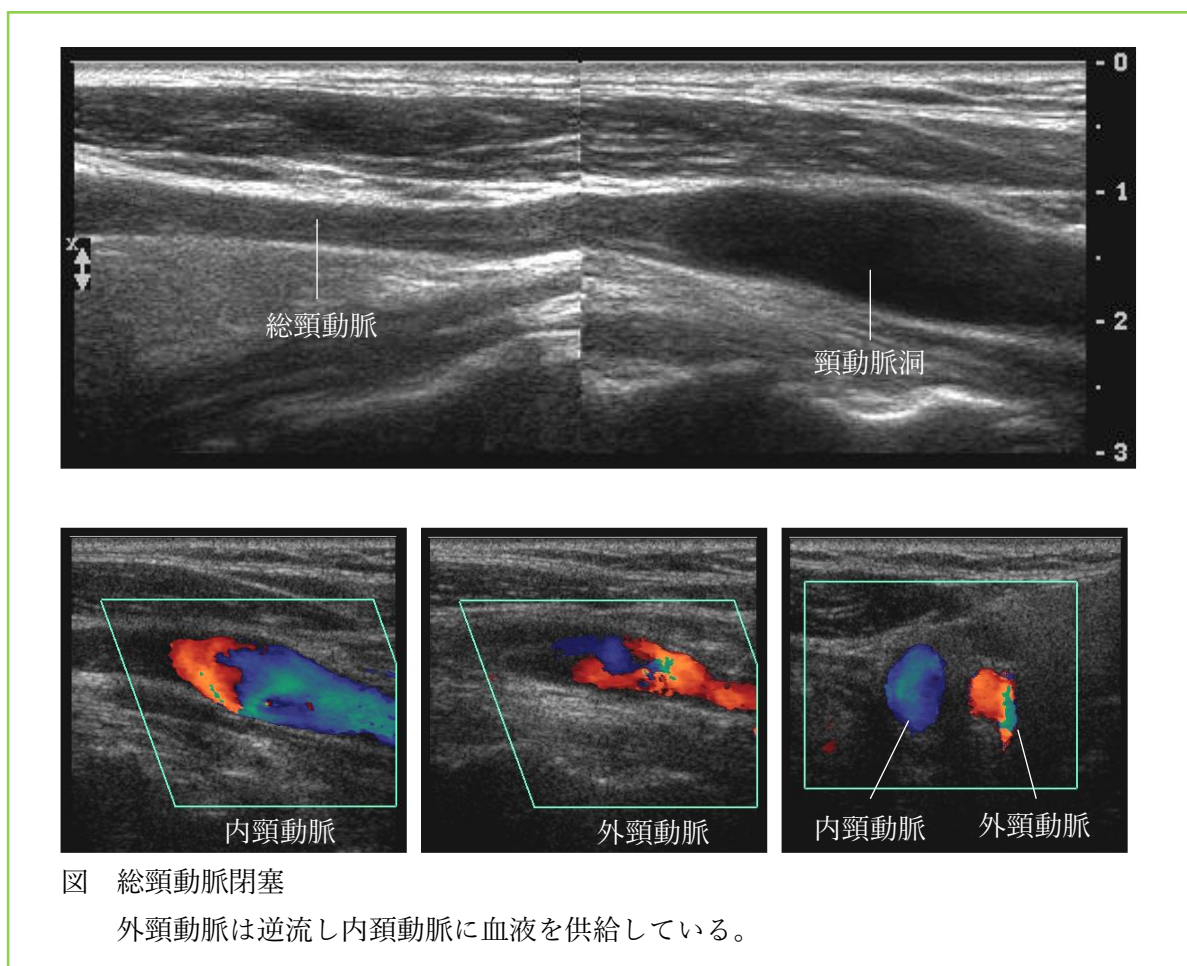


図 ステント内閉塞

ステント内は途中から血流シグナルが描出されない。

閉塞の評価

- ・内頸動脈の内中膜複合体が過剰に肥厚しプラークとなり血流腔が閉塞する場合や、他から遊離した血栓などの塞栓子によって閉塞する場合がある。
- ・総頸動脈が閉塞し、外頸動脈が逆流し分岐部を介して内頸動脈に流入することがある。
- ・慢性的な経過をたどると、外頸動脈が頭蓋内への側副血行路となり、外頸動脈の内頸動脈化が起こることがある。
- ・頸部動脈内に充実エコーを認め、同部位の動脈拍動の低下および消失を認めた場合は閉塞を疑う。
- ・ドプラ法で血流シグナルの有無を観察する。
- ・血流シグナルが表示できない場合は、動脈閉塞と診断し、観察できる可能な範囲の閉塞部よりも末梢側の血流状態を評価する。



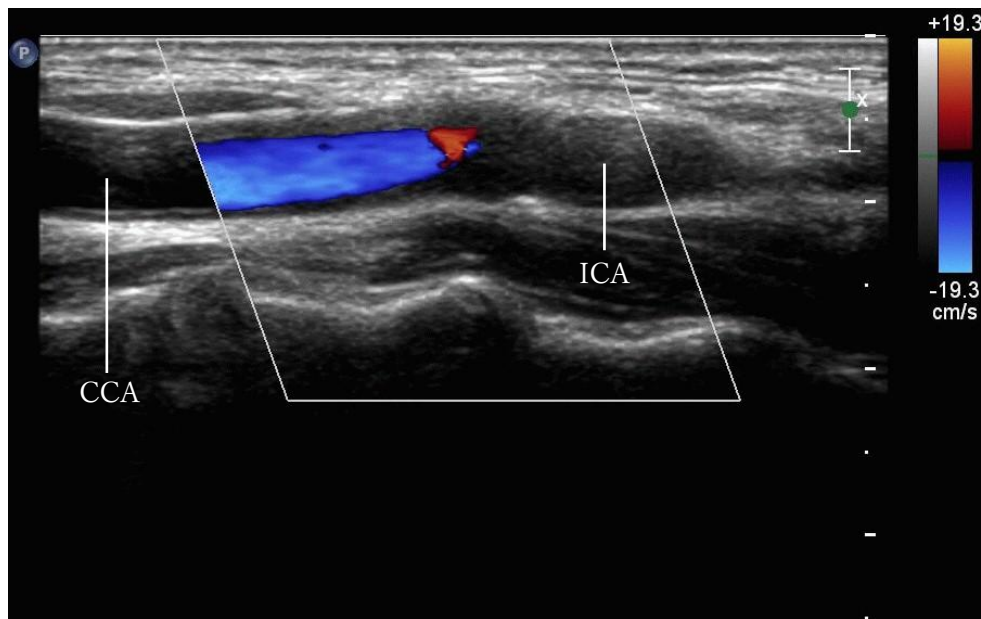


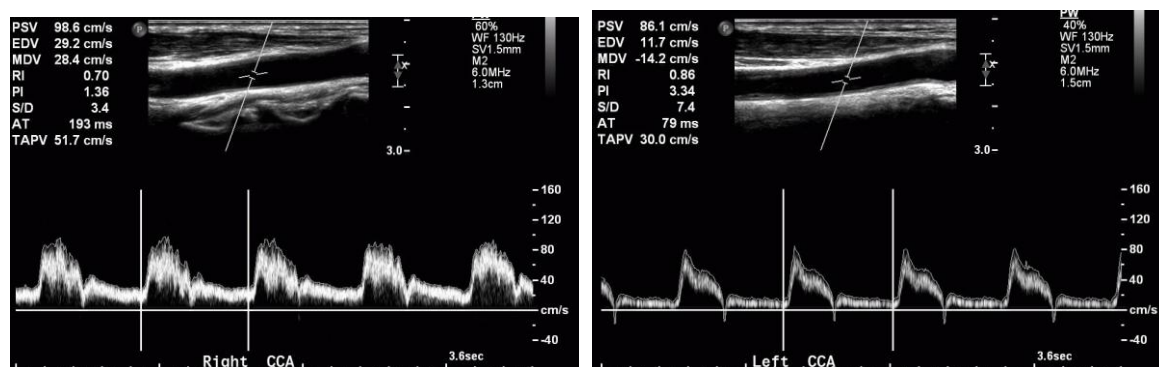
図 右内頸動脈閉塞

内頸動脈に血流シグナルは描出されない。

- ・内頸動脈に虚血や閉塞を生じると、内頸動脈の分枝である眼動脈に虚血が起こり、一過性黒内障をきたすことがある。

CCA ED ratio

- ED ratio は、脳梗塞急性期の内頸動脈遠位部の閉塞病変の推定に用いられる。
- 左右の CCA の拡張末期血流速度（EDV）を計測し、流速の速い側の値を流速の遅い側の値で除して求める。
- ED ratio が 1.4 以上の場合、EDV の低い方の遠位側に閉塞病変の存在が疑われる。
- ED ratio が 4.0 以上で、EDV の低い方の内頸動脈の拡張期の血流成分が記録された場合は後交通動脈分岐後の閉塞を疑い、拡張期の血流成分がまったく記録されなかった場合は後交通動脈分岐前の閉塞を疑う。
- いずれも、心原性塞栓による閉塞を疑う。
- 左右のドプラ入射角補正をなるべく近位角度として計測し評価する。
- 急性期脳梗塞患者を対象とした方法で、慢性化し代償された場合や、スクリーニング検査などにおいては適用とらない。



右総頸動脈 EDV=29.2cm/s

左総頸動脈 EDV=11.7cm/s

ED ratio=2.5

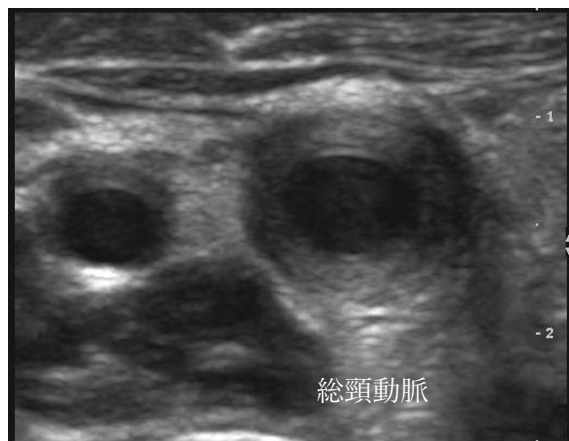
図 左内頸動脈閉塞の ED ratio

高安動脈炎

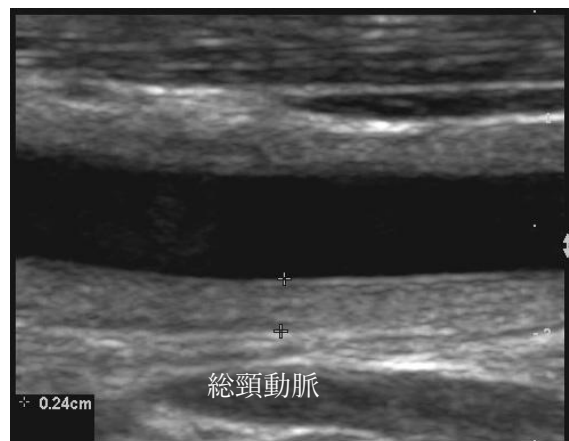
- ・高安動脈炎は、おもに大動脈およびそこから枝分かれする太い血管（冠動脈、肺動脈など）に狭窄や閉塞、拡張を来す原因不明の非特異的大型血管炎である。
- ・わが国では若年女性に好発する（男女比 1 対 9）。
- ・病態としては狭窄病変、拡張病変の両方が起こる。
- ・上肢乏血症状を訴える症例が多く、鎖骨下動脈に狭窄や閉塞を生じると血圧の左右差や橈骨動脈触知不良となり、「脈なし病」とよばれることもある。
- ・高安動脈炎は、弾性動脈に障害を及ぼすため、総頸動脈球部までの壁肥厚となり、内頸動脈にまで肥厚が進展しないことが特徴的な所見といえる（総頸動脈は弾性動脈、内頸動脈は筋性動脈）。
- ・一部の症例では、弾性動脈と筋性動脈の境界が内頸動脈起始部に及んでいる場合もあるので、全例で総頸動脈球部が境界となるわけではない。
- ・高安動脈炎は、頸動脈エコーで異常を認めた時点で、他の血管（鎖骨下動脈、大動脈、腎動脈など）にも炎症像を認めている可能性がある。

超音波所見

- ・マカロニサイン（全周性の IMC 肥厚）を認める
- ・狭窄、閉塞を認めることがある
- ・血管拡張を認めることがある



短軸像



長軸像

症例 1 高安動脈炎

総頸動脈はびまん性に肥厚（IMT＝2.4mm）し、マカロニサインを呈している。



症例 2 高安動脈炎

総頸動脈に紡錘状の拡張を認める。IMT は肥厚している。

巨細胞性動脈炎

- ・ 巨細胞性動脈炎は、高安動脈炎と同様、大血管炎の代表例である。
- ・ 頭頸部血管エコー領域では、浅側頭動脈や椎骨動脈、鎖骨下動脈などにおいて血管周囲の低輝度病変を認める。
- ・ 特に浅側頭動脈では動脈の周囲に全周性の低エコーを認め、hypoechoic halo サインとよばれる（ハローサインともよばれる）。

線維筋性異形成

- ・線維筋性異形成は、中・小動脈を侵す過形成性疾患（非動脈硬化性、非炎症性）で、原因がはっきりしていない。
- ・中年女性に多くみられる。
- ・多くは頸動脈と腎動脈とに変化が見られる。
- ・血管造影上、動脈壁が薄くあまり侵されていない部分に隣接して肥厚した線維筋性隆起が存在するビーズ紐様所見が特徴的である。
- ・長い管状の狭窄、動脈の壁の憩室様拡張などの所見を認めることもある。



図 線維筋性異形成
内頸動脈に長い管状の狭窄を認める。

これ以降を閲覧するには
お申し込みください