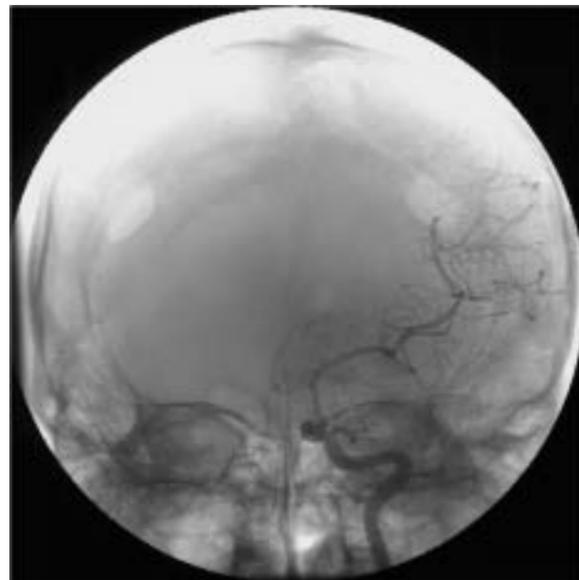


C. 血管造影

1980年代までの血管造影は、フィルムチェンジャーを用いたカットフィルム（スクリーン・フィルム系）による撮影が主流であった。1980年にデジタルフルオログラフィ（digital fluorography: DF）装置が登場以降、血管造影の主流はカットフィルムからデジタルサブトラクション血管造影法（digital subtraction angiography: DSA）に移行した。DF装置は1990年代に入ると回転DSAやステップングDSAなどの機構の追加、IVR支援システムの充実、高精細CCDカメラの開発など高性能多機能化が進んだ。さらに1998年には回転DSAの画像から、CTA（CT angiography）やMRA（magnetic resonance angiography）のように三次元（3D）画像を作成する3D DSAシステムが開発され、脳動脈瘤の診断に有用な方法となっている。また、近年のインターベンショナルラジオロジー（interventional radiology: IVR）の進歩普及にも伴い、即時性に優れたDSAが現在の撮影法の主流となっている。



コントラスト像

図1 左内頸動脈のコントラスト像とDSA像の比較
DSAの特長はコントラスト分解能が優れている点にある。DSAでは腫瘍濃染が明瞭に描出されている（▷）。

1. コンベンショナルDSA

DSAは、造影剤注入前の画像（マスク像）と造影剤注入後の画像（コントラスト像）の減算処理により、骨や臓器の背景を消去して、血管だけを抽出する方法である。DSAの最大の特長はカットフィルム撮影に比較してコントラスト分解能が優れている点である（図1）。欠点としては、撮影中の体動や腸内ガスの動きなどにより、マスク像とコントラスト像間の画像ずれが生じ、モーションアーチファクトが発生することと、撮像系がI.L.-TV系の場合、TVカメラのダイナミックレンジが狭いため高輝度側でハレーションが生じやすいことである。

メモ

ハレーション

ハレーションはX線吸収の差の大きい部位で、X線ディテクタに過剰なX線が入射した部分に起きる。過剰にX線が入射した部位では、X線ディテクタのダイナミックレンジから外れ画像とならない。ハレーションの起きやすい部位は、頭部、頸部、胸部、四肢である。ハレ



DSA像



図2 頭部専用の固定具

ションを防止するには、X線の透過の高い部位に補償フィルタやボラスを挿入しX線吸収差を小さくする。

a. 撮影ポジショニング

被検者の頭は、頭部専用の固定具（図2）またはX線吸収の少ない頭部固定用枕にのせ、マジックテープや紙テープなどを用いて固定する。正中矢状面と頭部基準線であるドイツ水平面やOMライン（orbitomeatal line）を寝台に対して垂直に固定するのが撮影の基本である。DSAでは透視像を見てポジショニングを行うため、頭部基準線にあまりこだわる必要はない。

ピットフォール

救急患者のポジショニング

救急患者の場合は頭部基準線にこだわらず、呼吸状態が楽になるようなポジショニングをとったほうがよい。ただし、あまり顎が上がった状態でタウン（Towne）撮影を行うと、頭尾（cranial: CRA）方向の角度が大きくなることにより頭部の下部が肩と重なってくる。

1) 内頸動脈造影

通常は正面と側面の2方向撮影が基本となる。脳動脈瘤の検索や全体像の把握では斜位撮影や回転DSAを加える。

正面撮影は眼窩上縁と錐体上縁（側頭骨錐体部）が重なるようにし、前頭蓋窩底部や錐体骨と前大脳

動脈と中大脳動脈の重なりを最小限に抑えるような角度でX線を入射する。この角度はOMラインに対してCRA方向に約10°の角度でX線を入射することにより得られる（図3）。側面撮影は前頭・頭頂・後頭部が入るようにポジショニングする。斜位撮影は正面撮影と同様にOMラインに対してCRA方向に10°の角度をつけ、RAOまたはLAOに20~30°の角度をつけて撮影するのが一般的である。左内頸動脈の場合（図4）、LAO方向に角度をつけると前大脳動脈と中大脳動脈が開いて写るようになり、RAO方向に角度をつけると前大脳動脈と中大脳動脈の重なりが強くなる。右内頸動脈の場合（図5）は、RAO方向に角度をつけると前大脳動脈と中大脳動脈が開いて写り、LAO方向に角度をつけると前大脳動脈と中大脳動脈の重なりが強くなる。

2) 外頸動脈造影

内頸動脈造影同様に正面と側面の2方向撮影が基本である。

ピットフォール

外頸動脈造影におけるハレーション対策

外頸動脈は頭蓋表面付近を走行するため、血管が走行する部分でハレーションが生じやすい（図6）。X線紋りに内蔵された補償フィルタや自作の補償フィルタを用い極力ハレーションが起きないように注意する必要がある。

3) 椎骨動脈造影

椎骨動脈造影の撮影も正面と側面の2方向撮影が基本となる。正面撮影はOMラインに対してCRA方向に20~25°の角度をつけるタウン（Towne）法で撮影する。透視像では眼窩上縁が錐体上縁より下方に位置するようになる。この角度でX線を入射すると後大脳動脈・上小脳動脈と脳底動脈のどちらもバランスよく投影できる。ただし、脳底動脈や後下小脳動脈、前下小脳動脈を目的とする場合は、OMラインに対して尾頭（caudal: CAU）方向に10~15°角度をつけるストレートAP（コールドウェル法: Caldwell）がよい場合もある（図7, 8）。照射野は正面で頭頂部、側面像では前頭・頭頂部がやや切れるくらいとする（疾患によってはこのかぎりではない）。

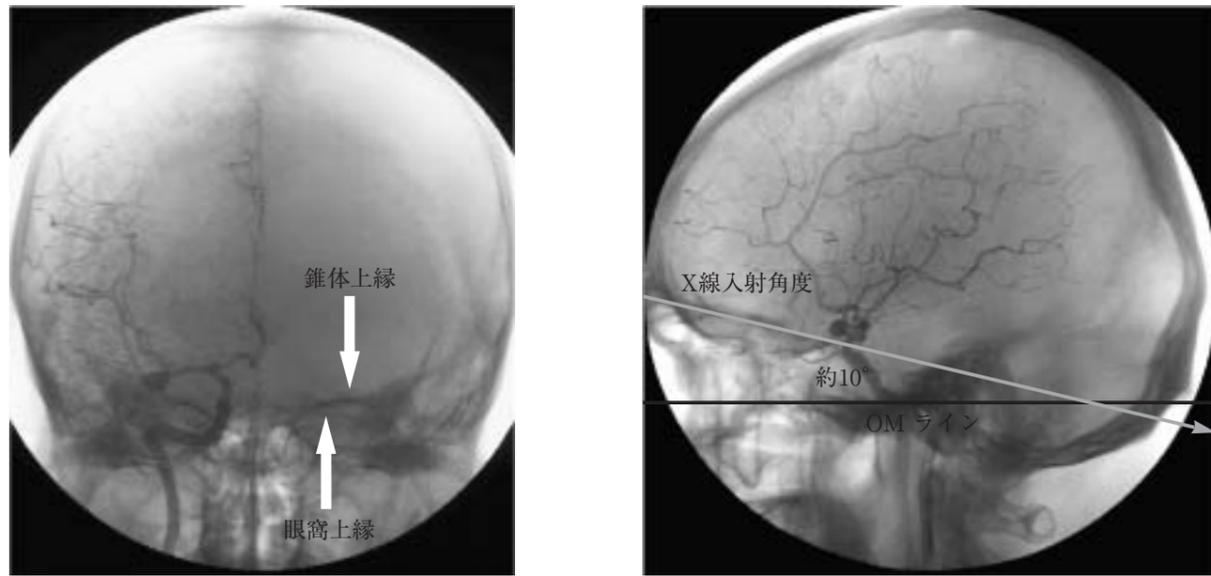


図3 内頸動脈正面の基本的な撮影角度
眼窩上縁と錐体上縁（側頭骨錐体部）が重なるようにし、前頭蓋窩底部や錐体骨と前大脳動脈と中大脳動脈の重なりを最小限に抑えるような角度でX線を入射するのが基本である。

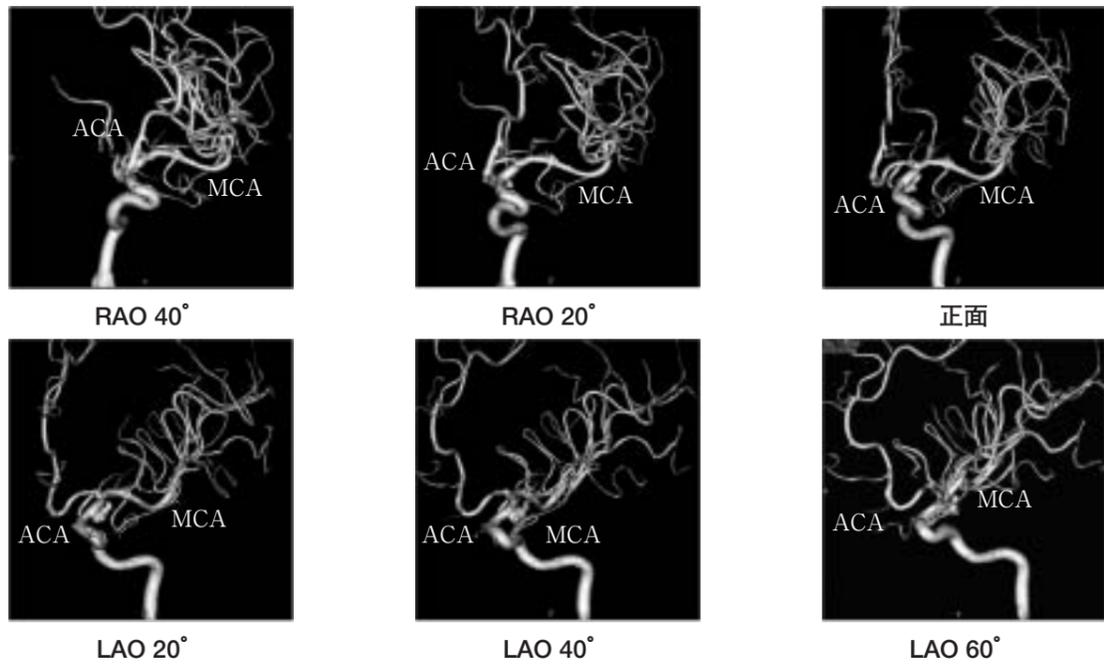


図4 左内頸動脈の三次元画像
CRA10°でRAO40°～LAO60°方向から見た左内頸動脈
ACA: 前大脳動脈, MCA: 中大脳動脈

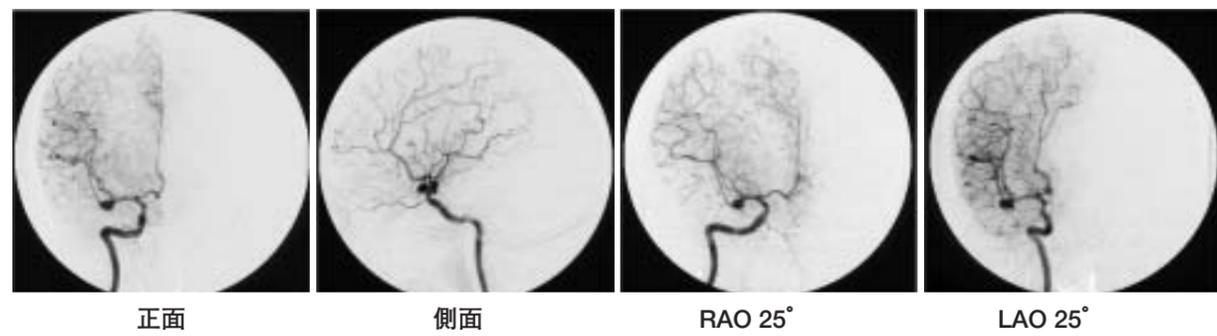


図5 基本的な内頸動脈4方向のDSA像（右内頸動脈）

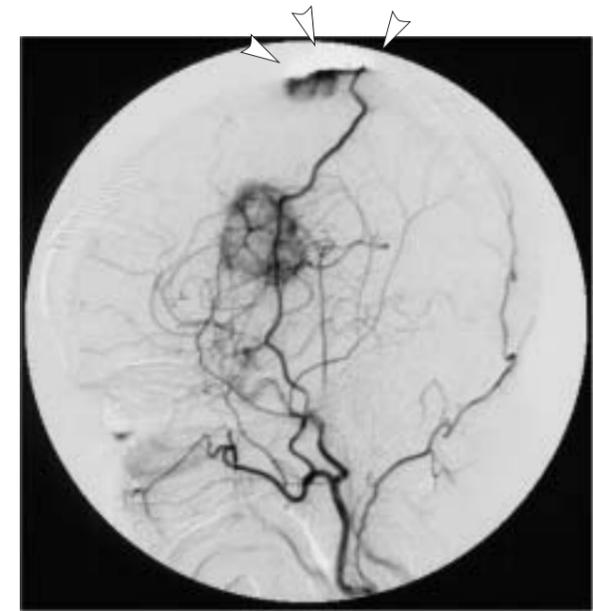


図6 頭頂部にハレーションが生じた外頸動脈の側面像

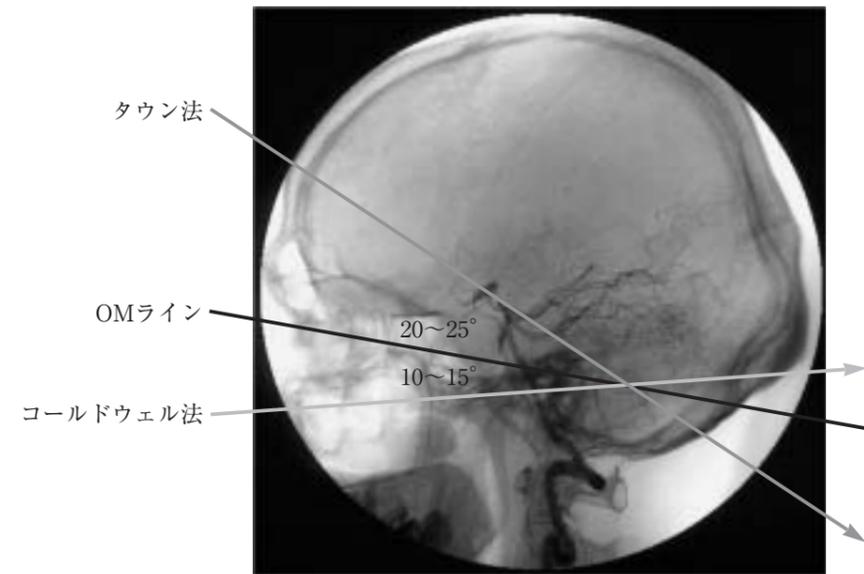


図7 椎骨動脈正面の基本的な撮影角度
通常はOMラインに対してCRA方向に20～25°の角度つけたタウン法で撮影するが、脳底動脈や後下小脳動脈、前下小脳動脈を目的とする場合は、ストレートAP（コールドウェル法）がよい。

4) マタス法とアルコック法

マタス（Matas）法は、検側（造影側）の内頸動脈から対側の内頸動脈へのクロスフロー（cross flow）が十分かどうか判断する場合や前交通動脈を描出する場合に用いられる。対側の頸動脈を手で圧迫することで対側の頸動脈の血流を抑え、前交通動脈を介して対側の前・中大脳動脈や内頸動脈への血流の流れ具合を見る撮影法である（図9）。撮影ポジショニングは内頸動脈正面と同じである。手術で内頸動脈を遮断する予定の場合は、術前にバルーンカ

テーテルで内頸動脈の血流を遮断して、脳波測定や脳血流SPECTの検査を行うバルーンマタステスト法が行われる。

アルコック（Alcock）法は、椎骨動脈撮影の際、検側の頸動脈を手で圧迫することで検側の頸動脈の血流を抑え、脳底動脈から後交通動脈を介する血流が内頸動脈に流入してくる場所を撮影する造影法である（図10）。撮影ポジショニングは椎骨動脈側面と同じである。