

I CTのストラテジー&アウトカム

●臨床施設からの報告—心臓CTの臨床的有用性と技術進歩

3. 冠動脈CTアンギオグラフィ における石灰化サブトラクション

天沼 誠
高瀬クリニック放射線科

20世紀末以降のヘリカルCTの多列化と撮影技術の進歩により、切れ目のない三次元データが容易に取得できるようになった。さらに、2回の撮影のスキャン軌道を同一にする技術の工夫により、三次元CTデータ間の位置ズレのない引き算が可能となり、石灰化などの高濃度構造が存在する血管でも、造影前後の差分抽出により内腔評価を可能とする技術が開発された。この技術はサブトラクションCTAと呼ばれ、体動のほとんどない頭頸部や末梢動脈領域で使用されていた^{1), 2)}が、同法を冠動脈に応用するには技術的な困難を伴った。心臓は絶えまない拍動と呼吸運動にさらされているために、異なる時相で得られた2つの三次元データ間には空間的なズレが生じるためである。Yoshiokaらはこの問題に対処するために、心電図同期の同位相のデータを1回呼吸停止下の位置ズレのないタイミングで撮影することにより、冠動脈のサブトラクションCTA(以下、サブトラクション法)を臨床応用可能なものとした^{3), 4)}。

本稿では、サブトラクション法において最も基本的な撮影法である1回呼吸停止法の実際について述べるとともに、冠動脈石灰化症例に対する臨床応用とその有用性および問題点につき、当施設での経験を基に概説する。

1回呼吸停止法の実際

サブトラクション前後における画像データの位置ズレを防ぐ上で最も単純な方法は、1回の呼吸停止の間に2回の撮影を完了してしまうことである。このためには、呼吸停止時間内に造影剤が左心系に到達していない画像(以下、マスク像)と、左心系および冠動脈内腔が造影剤で満たされた画像(以下、造影像)の両者を取得する必要がある。通常、右心系から左心系への造影剤移行には数秒から10秒程度の時間が必要であり、マスク像取得時にはすでに呼吸停止開始からある程度の時間が経過し、撮影に適した安定した心拍に移行している必要がある。このような条件下で、1回の呼吸停止下に2つの理想的なデータを取得するためには、25秒前後の呼吸停止が必要となる。このため、サブトラクション法施行時には、全例で経鼻チューブより酸素投与下に検査を施行している。

被ばくを最小にするためには、いずれの撮影もprospective ECG gating one beat scanで行うことが理想である。現在、われわれが使用している「Aquilion ONE/VISION Edition」(東芝社製)は、ガントリ1回転の速度は最速で275msであるので、ハーフ再構成に必要な時間分解能は138msである。したがって、2回の撮影の間、心拍における緩速流入期を138ms以上に保つ必要がある。われわれの検討では、房室伝導(PQ)時間を200msと仮定した場合、この条件

を95%以上の確率で満たす心拍数は61bpm以下である。通常的心拍数は必ずしもこの条件を満たさないため、βブロッカーの投与は必須と考えている。予定検査の場合、CTA検査前日に経口のβブロッカー(テノミン25mgまたは50mg)を服用してもらっているが、検査当日に心拍コントロールが不十分であった場合および予定外検査の場合には、積極的にプロプラノロール2~10mLやランジオリール12.5mgを静脈内投与して徐脈化を図っている。

実際の撮影では、造影剤注入1秒後より吸気指示の音声が発せられ、5~25秒後までの呼吸停止を行う。注入開始約9秒後にマスク像が撮影され、17秒後よりpreparation scanが開始され、下行大動脈のCT値が200HUを超えた時点でR波のトリガーがかり、25秒前後で造影像の撮影が行われる。得られた2組の三次元データに対し、サブコンソール上でサブトラクション処理を行っている。造影像(通常のCTA原画像)および処理後のサブトラクション画像両者の三次元データに対して、curved planar reconstruction(CPR)およびangiographic viewを作成している(図1)。

石灰化に対する サブトラクションCTA

実際のサブトラクション処理は、z軸方向の位置合わせ後に、複数の高吸収体の位置関係を指標として三次元的な位置合わせが行われる。このため、石灰