

図1 CTAプロトコルとCTP rest撮影プロトコルにおけるSD値

梗塞の既往がなく、CCS 0の患者10人に対して、通常の造影剤注入開始後平均25秒後に撮影するCTAの撮影プロトコル（CTAプロトコル）で撮影した場合の各セグメントごとの画像の染みのばらつき（SD値 [■]）とCTAの撮影後、3分以内のタイミングで撮影するCTP rest撮影プロトコルのSD値（■）を示す。すべてのセグメントにおいて、有意にCTP rest撮影プロトコルのSDは低値ではば一定となっており、CTP rest撮影プロトコルによる心筋染色は、CTAプロトコルの心筋染色と比較してより均一（homogeneous）であることがわかる。
CCS: Canadian Cardiovascular Society

のためCTA撮影直後3分以内に2度目のrest撮影を行った場合の心筋の染まりを示す。明らかに、CTAのタイミングではSDが有意に高く、heterogeneousな所見となっていることがわかる。造影剤の心筋内の動態から、注入から3分以内であれば、梗塞領域と正常領域のCT値に有意差、つまり梗塞領域の有意なslow in現象は認めない²³⁾。このため、CTA撮影後、2～3分の間にrest画像を撮影すると、正常領域の毛細血管は造影剤で十分に置換されると考えられる。一方、梗塞領域の毛細血管は造影されず、間質への有意な漏れもないため、本来の固定欠損として認識される。以上の内容を踏まえ、現時点の具体的なシーケンスを図2に示す。

撮影条件

撮影条件のポイントは、被ばく低減と確実な画像収集であり、具体的には、被ばく低減技術を用いた低電圧撮影による確実な拡張中期画像の収集である。これにより、1回の撮影が3 mSv以下となる。例外として、プラーク評価

を同時に行う場合、低電圧撮影ではプラークのCT値が変わるため、CTA撮影時にこれまで同様に120 kVを用いる。また、撮影法は、後で述べるアーチファクト除外のためセーフティマージンを取って、単一フェーズでなく複数フェーズの再構成ができるようにdose rightなどを用いて、拡張中期を中心に70～95%をカバーするように設定する。図3に撮影モードを示す。以上のようにしてCTA画像、rest画像、stress画像の3セットの撮影画像を収集する。現時点の具体的な撮影条件を表3に示す。

後処理(解析と読影のポイント)

後処理として、CTA画像は、通常の解析を行いcoronary treeを作成しておく。stress画像とrest画像については、以下の要領で後処理を行う。

フェイズデータの作成

ノイズ除去フィルター（iDose⁴やPC filter）を使用して、心位相はstress画像とrest画像ともにmid-diastole（70

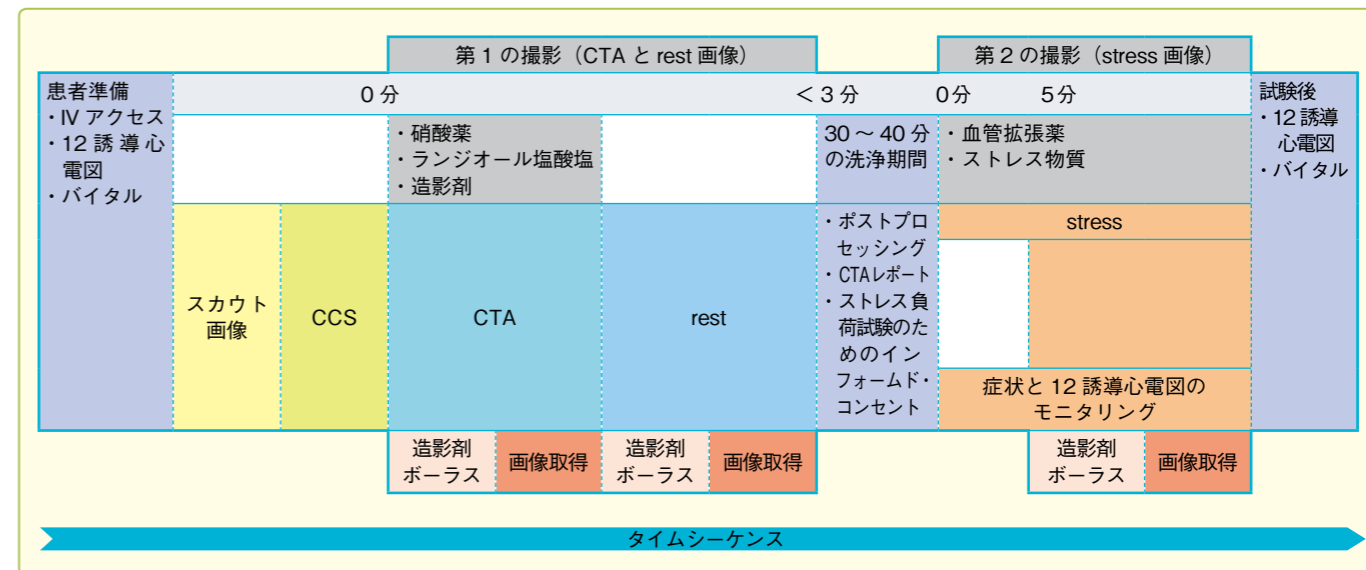


図2 日常臨床でCTPを行うための現時点でのワークフローを考慮した負荷CTPのプロトコル

CTAとCTP rest撮影を第1の撮影、CTP stress撮影を第2の撮影とし、両者の間に30～40分インターバルを設けることで、CTAで使用した亜硝酸薬やβ遮断薬、造影剤のwashoutが可能である。また、この間にCTAの解析（約15分程度）や結果を患者に説明する。負荷が必要である患者は、負荷のための同意書を得る。負荷の必要のない患者は、CTAの解析結果が出た時点で終了となる。また、このインターバルの間、患者はルート確保した状態でCT室の外に出るため、CT室は占有されず、他の患者の検査は進行できる。このため、従来のワークフロー（従来のCTA検査15分/患者）への影響は、第2の撮影を必要とする患者の発生率が約2割と予想されるため、問題はないと考えられる。

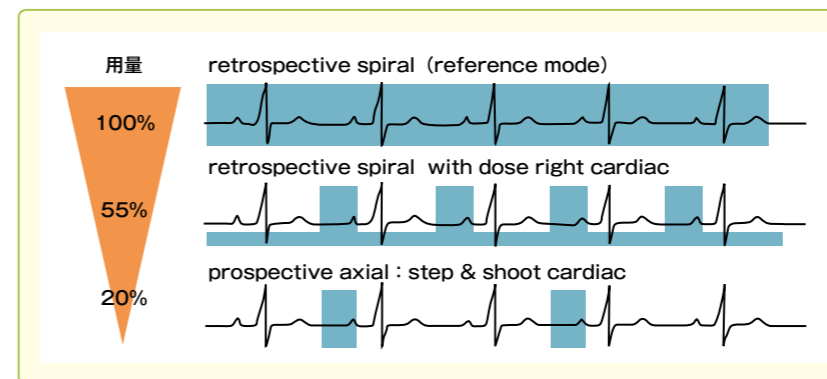


図3 撮影モード

通常のretrospective spiralモード（上段）は、すべての心位相でチューブ電流は100%を維持するが、CTPで主に使うretrospective spiral with dose right cardiacモードでは、設定した拡張期を除く心位相では、チューブ電流は20%に下げられる。結果として、45%の被ばく低減が可能である。また、CTAで用いるprospective axial step & shootでは、単一の心位相のみの照射となるため80%の被ばく低減が可能であるが、心拍数の安定が重要で、撮影でアーチファクトが生じた場合、他の心位相での観察は不可能である。CTPでは、安全マージンを考慮してretrospective spiral with dose right cardiacモードを基本に行っている。

表3 現時点の撮影条件

	電圧 (kV)	チューブ電流 (eff mAs)	回転速度 (秒)	撮影モード	放射線量 (mSv)	反復逐次近似法	造影剤投与量 (mL)
CTA	80*	800～1000	0.27	prospective axial step & shoot または retrospective spiral with dose right cardiac (75～95%)	2～3	iDose ⁴	40～50
rest CTP	80	800～1000	0.27	retrospective spiral with dose right cardiac (75～95%)	2～3	iDose ⁴	10～15
stress CTP	80	800～1000	0.27	prospective gating with dose right cardiac (75～95%)	2～3	iDose ⁴	20～30

*プラーク性状評価の必要な患者のみ120 kVを使用する。基本的には反復逐次近似法（iDose⁴）を用いた低電圧撮影である。また、CTAとrest CTPはCTAの造影剤注入開始から3分以内にrest CTPの撮影が開始されるため、rest CTPの造影剤投与量を抑えることができる。基本的な設定を示すが、患者の体格、心拍数に応じて変更が必要な場合もある。