

腹部造影CT検査の基礎と最近の動向

岐阜大学医学部附属病院 放射線部
三好 利治 先生

今回、造影CT検査の基礎と最近の動向を紹介するために、腹部領域を例に挙げて造影に関する話をさせていただきました。

前半は「造影理論」の簡単な紹介と「造影剤の注入条件」について基礎的な部分を抜粋して説明を行い、後半は最近の造影に関する研究を紹介し「今後の造影法の変化」の説明を行った。

① 造影理論

「造影理論」はFig.1にご紹介させていただいたような著書も有り、多くの方が御存じかとは思いますが、実際の現場ではこの「造影理論」を完全に理解し使用することは不可能に近く、間違った使用方法や考え方が多く見受けられるのが現状である。これらの問題が生じてしまう原因として、この領域の教育不足が大きな要因となっている、この「造影理論」が造影CT検査を行う上では大変重要な項目であることは検査を行っている我々が一番理解しているところではあるが、診療放射線技師を育てる学校の教育の中でこの内容はほとんどなく、働き始めてから個々の努力で学習する必要があるため理解にムラが生じ、造影CT検査を行う際に診療放射線技師が造影剤の使用方法を理論的に考慮出来ないことを指摘させていただいた。造影CT検査を施行する際には、臨床情報から必要とされるであろう画像を想定し、その上で造影剤の注入条件と体内での造影剤の分布を考慮しながら、造影剤の注入条件と撮像タイミングを決定するという過程を得て、検査依頼医が必要としている画像を作り上げるのが理想的な検査方法であることは周知の事実であるが、実際どのように検査を行えば必要とする画像を得ることができるのか理論的に考慮することが難しいため、経験則やその施設で定められた方法で検査を行ってしまう。これである程度安定した造影



Fig.1

CT検査は成立し、問題がない検査が施行できるが、より検査精度が高く、その患者さんの体格・病状に合った造影CT検査を行うためにはやはり「造影理論」を理解し使用する必要があると考える。

この「造影理論」を理解するためには、体内での造影剤の動向を把握する必要がある。その動向を把握するツールに「TDC (Time Density Curve : 時間濃度曲線)」というものがある。「TDC」はCT画像のある一断面における造影剤濃度もしくはCT値の経時的変化を表したもので、造影剤の注入条件、観測する部位、患者さんの循環動態で形状が変化する。この形状の変化を的確に予測・判断することで、体内での造影剤の動向を予測(把握)することができる。Fig.2は、一定量の造影剤を一定速度で注入した胸部大動脈の「TDC」であるが、形状が台形ではなく2段階の傾きで濃度が上昇しピークに達した後に濃度が低下していく形状であるのが分かる。これは台形の上部に早い段階で心臓に戻ってくる頭部からの再循環が上乘せされる事によりこのような形状になったもので、これを見ても

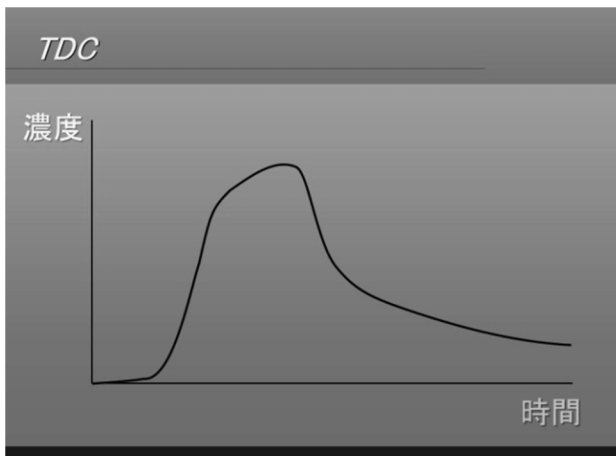


Fig.2

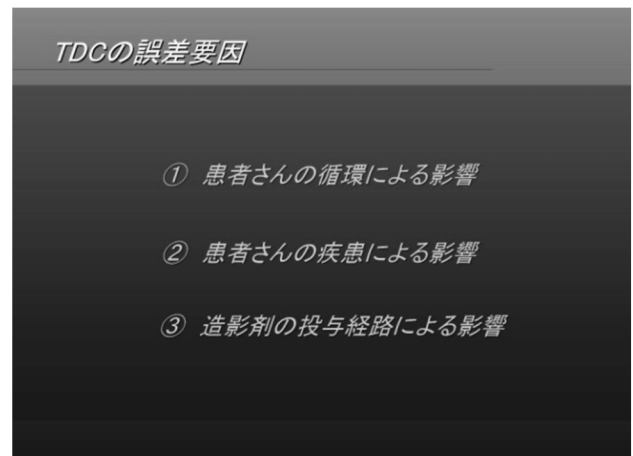


Fig.3

分かるように「TDC」を的確に予測・判断しなければ、体内での造影剤の動向を予測(把握)することが困難となる。

もちろん予測した「TDC」も完全ではなく「誤差要因」があり、予測に反した造影剤の動向を示すこともある。「誤差要因」としてはだまかにFig.3に示すような項目があり、詳細に理論が成り立っているものもあれば、予測が困難・不可能なものもあるため、それらを理解し誤差となる要因を最小限にする必要がある。

誤差要因に関しては多くの項目があるため、詳細に関しては記述を控えさせていただくが、紹介させていただいた「造影理論」の著書には詳しく記載されているのでより理解を深めるため一読いただくことをお勧めする。

② 造影剤の注入条件

造影剤を用意する際、私たちが考えるのは、「造影剤の濃度」「造影剤の投与量」「造影剤の注入速度」であるが、これらの設定を行うと画像のどのような影響(造影能)が表れるのかを理解しなくてはならない。実際には「造影剤の濃度」と「造影剤の投与量」から求められる「投与総ヨード量」、「造影剤の投与量」と「造影剤の注入速度」から求められる「注入時間」、そして「造影剤の濃度」と「造影剤の注入速度」から求められる「単位時間当たりのヨード量」の3つが造影能に影響することとなるため、これらを基に話を進めた。血管描出を行うための造影CTと実質濃染を求める造影CTでは造影方法の考え方が多少違い、血管描出を行うための造影CTは「単位時間当たりのヨード量」が必要となってくるため高濃度の造影剤を急速注入することにより血管の高い造影能を得られるが、実質濃染を求める造影CTでは「投与総ヨード量」が実質濃染度に影響し、「注入時間」が撮像タイミングに影響するため、この2つの要素をしっかりと定める必要がある(Fig.4)。論文のデータを用いて説明したが「単位時間当たりのヨード量」を増やしても実質濃染度は大きくは変化せず、「投与総ヨード量」を増やすことにより実質濃染度は増強する。ではどのくらいの「投与総ヨード量」を設定すれば診断に問題のない造影CT画像になるのか、腹部ダイナミックCT(3相)を例

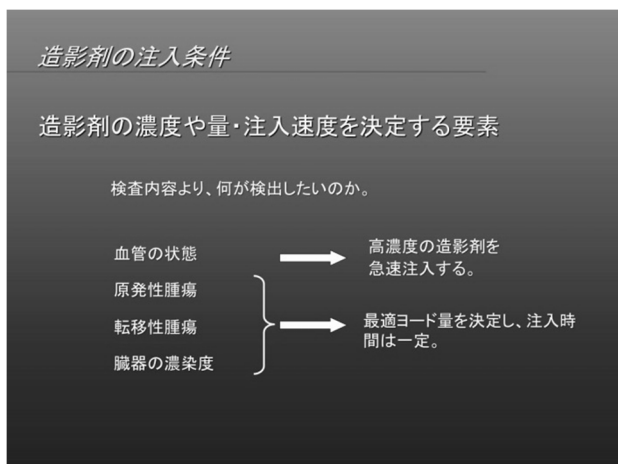


Fig.4

に挙げて説明すると、10~15年ほど前の検査方法では100mlのシリンジー一本を注入速度3ml/secで注入するという「固定法」をもちいてきた、しかしながらこの方法では患者さんの体格の違いにより実質濃染が大きく変化し診断に影響を与えることが過去の研究で分かった。その体格差による影響を解消するため「体重換算法」という方法が考案された、患者さんの体重により投与する造影剤量を変化させるもので体重当たり520~600mg/kg投与するのが良いという論文を紹介させていただいた、現在はこの方法が一般的な方法となっている。しかしながらこの方法にも欠点があり低体重や高体重の領域で造影剤量と実質濃染に矛盾が生じてしまうためそれらの誤差を修正するために「除脂肪体重換算法」や「体表面積換算法」が考案された、これらも論文データを提示しご説明したが、「除脂肪体重換算法」は脂肪量の計測に煩雑な手間を要するという欠点があり、身長・体重・性別から求められる「体表面積換算法」が「除脂肪体重換算法」と同等であるため使用し易いと考えるが、「体表面積」が私たち診療放射線技師にあまり馴染みのない換算方法であるため、一般的な普及には時間を要することが予測される(Fig.5)。

③ 今後の造影法の変化

近年のCT装置には「逐次近似応用画像再構成」が搭載された機器が多く、この再構成法により飛躍的に画質が改善された。この画質改善により造影方法も変化しつつあり、当院においても「低電圧撮像」「高分解能再構成関数」と「逐次近似応用画像再構成」を組み合わせることにより、造影剤の減量、被ばく軽減の研究を行っており、それらの内容を紹介させていただいた。

造影CT検査に関する研究は、現在まで造影CT検査方法の最適化が進んできたが、今後はこのような機器の発達により、造影剤の減量・被ばく軽減により患者さんの負担の少ない検査へと変化していく研究が多く行われ一般的になっていくものと考えられる。

体幹部において実質濃染が重要な造影CT検査では	
体重換算 (TBW)	521~600 mg/kg
除脂肪体重換算 (LBW)	720~750 mg/kg
除脂肪体重: LBW (kg) = 体重 (kg) - 体脂肪量 (kg)	
体表面積換算 (BSA)	18~20 g/m ²
体表面積: BSA(cm ²) = 88.83 × HT(cm) ^{0.663} × BW(kg) ^{0.444} (藤本式)	

Fig.5