

## 5. 腹部

## 3) 泌尿器領域のルーチンプロトコールのどこに dual energy CT が使えるか？

高橋 哲 愛仁会高槻病院イメージングリサーチセンター

世界で最多のCT機器を有する本邦において、CT検査は泌尿器領域も含め日常診療に不可欠の画像診断である。CTが診断に有用な情報を提供することには異論はないと思われるが、過度の普及による適応の緩さに起因する過剰検査は大きな問題であり、CTから得られる情報が治療方針に影響するものか、検討する必要がある。

従来CTのコントラストは、一定エネルギーのX線に対する物質のX線吸収の違いに基づく。dual energy CTでは、エネルギーの違いによるX線吸収の変化を加味した新たなコントラストを提供でき、近年、開発と応用が進んでいる。対応できる機器メーカー、機種が増えてきたとはいえ、いまだに限られた施設でしか施行できないが、dual energy CTにおけるtwo-material, three-material decomposition法による解析、仮想単色X線画像などが、どのような泌尿器疾患の治療方針にかかわる情報を提供できるか、考えられる応用法を紹介したい。なお、本稿で紹介する画像は、筆者が神戸大学医学部附属病院在職中に経験したものであり、すべてシーメンス社製「SOMATOM Force」で撮像したものである。

## Two-material decomposition 法

## 1. 応用その1：結石の鑑別 (図1)

尿路結石は、単純X線写真で検出できるか否かで大きく分類される。単純X線写真で写らないX線透過性結石として、尿酸結石やシスチン結石が有名であるが、HIV治療薬のHIVプロテアーゼ阻害剤であるインジナビル結石のような特殊な例を除き<sup>1)</sup>、尿酸結石やシスチン結石もCTでは高吸収の構造として認識できるため、(低線量)単純CTが尿路結石検出の第一選択検査となっている<sup>2)</sup>。

尿酸結石は薬物溶解療法で治療可能なため、体外衝撃波療法などを必要とするカルシウム結石との鑑別は重要である。化学式 $C_5H_4N_4O_3$ を見てもわかるように、原子番号の小さな原子からなる尿酸結石は、カルシウム結石と比較してCT値が低い傾向にある。しかし、CT値のみではオーバーラップも多く、鑑別は困難であった<sup>3)</sup>。dual energy CTでは、構成原子の原子番号が小さな尿酸では高エネルギーと低エネルギー撮像におけるCT値の違いが小さいが、原子番号の高いカルシウムからなる石灰化結石は、低エネルギー撮像でよりX線吸収が大きくなり、CT値が大きくなる。低エネルギーと高エネルギー撮像でのCT値の変化、比率に大きな違いがあるため、閾値を決めて尿酸結石と石灰化結石を弁別でき、dual energy CT機器が臨床導

入された際に最も早く臨床応用が広がった<sup>4)</sup>。最新の機器では、two-material decomposition法の精度向上により、シュウ酸カルシウム結石とリン酸カルシウム結石の鑑別も可能と報告されている<sup>5)</sup>。

一般的に、画像ノイズが少ない高線量撮像であるほど物質弁別の精度は高まる。しかし、線量を抑えた比較的ノイズの多いデータでも、尿酸結石と石灰化結石の弁別は十分可能であり、低線量 dual energy CTは、最小限の被ばくで尿路結石の検出から治療法の選択に有用な化学成分の鑑別まで、一期的に行うことも可能である。

## 2. 応用その2：石灰化と造影剤の弁別

造影剤に用いられるヨードの原子番号は53で、原子番号20のカルシウムと比較してさらに低エネルギーにおけるX線吸収が大きく、低エネルギー撮像でCT値が高くなる。尿路は投与された造影剤が排泄される経路であり、これを応用したものが後述するCT urographyであるが、通常の造影CTを撮影する際、尿路に排泄された造影剤のために、腎・尿路結石が見えなくなることをしばしば経験する。

単純CTの追加は造影後には不可能であるが、尿路結石の否定のためにルーチンで常に単純CTを追加することは、検査・被ばく管理の観点からも望ましくない。造影後の撮像をdual energy CTで行えば、造影剤の排泄された尿路からでも結石を検出することができる<sup>6)</sup>。