

『骨折を“見る”から“診る”へ』 —Dual-energy CTがもたらす新たな整形外科診断—

富田みなみ 長岡赤十字病院放射線科部

骨粗鬆症を背景とした椎体圧迫骨折 (vertebral compression fracture : VCF) は、高齢者に多く見られる頻度の高い疾患である¹⁾。VCFは、疼痛だけでなく生活の質に長期的な影響を及ぼすことが報告されており²⁾、早期診断と適切な治療介入は患者の身体機能を維持し、続発性骨折を予防する上で重要である³⁾。VCFの画像診断では、「骨折が存在するか」に加えて、「急性期骨折なのか、陳旧性骨折なのか」を鑑別することが治療方針の決定に直結する。現在、その評価には、骨髄浮腫を描出できるMRIがゴールドスタンダードとして広く用いられている⁴⁾。しかしMRIは、救急診療や時間外診療では実施が難しい場合もあり、患者の体動や疼痛、MRI禁忌などによって撮像できない症例も存在する。

このような背景から、CTを用いて骨髄浮腫を評価できる virtual non-calcium (VNCa) 画像への期待が高まっている。VNCa 画像はMRIを補完する新たな画像情報として期待される一方、その解釈や画像表示条件は施設ごとに異なり、定量評価法や標準化については十分に確立されていない。

本稿では、VNCa 画像の基本的特徴を概説した上で、多施設共同研究で得られた定量評価、画像表示条件の最適化、標準化への取り組みを通じて、VNCa 画像を、「骨折を見る画像」から「診るための診断支援ツール」へ発展させる可能性について述べる。

VNCa 画像はどのように作られるのか

dual-energy CT (DECT) は、異なる

2種類のX線エネルギーを用いて撮影し、物質ごとのエネルギー依存性の違いを利用して組織成分を分離・解析する技術である⁵⁾。VNCa 画像はこの技術を応用し、骨内のカルシウム成分を仮想的に抑制することで、従来のCTでは描出が困難であった骨髄内の水分変化を可視化する画像である⁶⁾。急性期VCFでは、骨折に伴う出血や浮腫によって骨髄内の水分が増加するため、VNCa 画像では病変部が高値領域として描出される (図1➡)。VNCa 画像を従来CTに追加することで、急性期VCFの診断能が向上することが報告されており⁷⁾、MRIが施行できない症例における骨髄浮腫評価を補完する画像として期待されている。

GEヘルスケア社製DECT装置では、VNCa 画像として Water-Calcium と Water-HAP の2種類のマテリアルペアが一般的に用いられる。両者共に急性期VCFに伴う骨髄内の水分変化を反映するが、その画像特性には違いがある (図2)。Water-Calcium は骨髄内の水分増加に対して鋭敏である一方、皮質骨や骨棘、骨硬化の影響も受けやすい。

これに対し、Water-HAP は Hydroxyapatite を基準物質として物質分解を行うため、骨成分の影響が相対的に抑えられ、骨髄内の水分変化をより選択的に反映すると考えられている。さらに、両者の特徴の違いを利用することで、骨折の新旧の鑑別や治療過程の評価に応用できる可能性がある (図3)。急性期の骨折では両者とも密度値の上昇を示すのに対し、骨折の治療過程では異なる変化を示す。Water-Calcium は骨形成や骨硬化の影響を受けるため、修復期にも密度値の上昇を維持する一方、Water-HAP は骨髄浮腫の軽減に伴って低下する傾向を示した。このような挙動の違いは、骨折の時間経過や活動性を推定する上で補助的情報となり、診断や治療方針決定に役立つ可能性がある。

これまでの知見と課題

VNCa 画像による骨髄浮腫の評価については、急性期VCFの評価を目的とした研究が行われ、MRIとの比較においてもその有用性が報告されている^{4), 6)}。

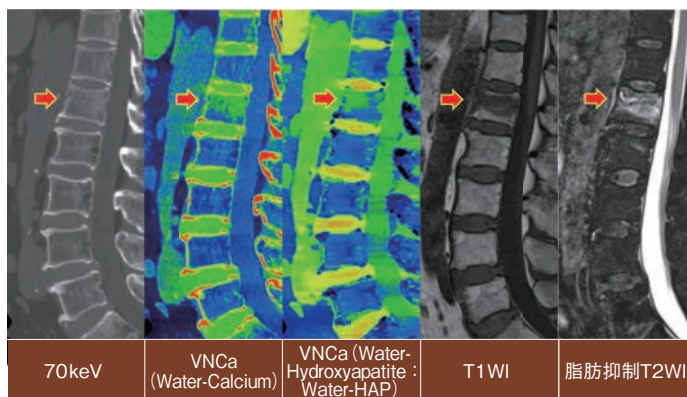


図1 VNCa 画像による骨髄浮腫の描出とMRIとの比較