

変形性関節症における軟骨-軟骨下骨接合部の
微細構造とミネラル化の解析
**Analysis of microstructure and mineralization
of subchondral endplate in patients with osteoarthritis**

千葉 恒¹, 南郷 脩史², 久保田 省吾², 池辺 洋平¹

Ko Chiba¹, Nobuhito Nango², Syogo Kubota², Yohei Ikebe¹

1 長崎大学 整形外科 2 ラトックシステムエンジニアリング (株)

1 Orthopedic Surgery, Nagasaki University 2 Ratoc System Engineering

アブストラクト

Spring-8 BL20B2の高解像度CTを用いて、変形性関節症患者の軟骨-軟骨下骨接合部の微細構造とミネラル化の解析を行った。軟骨と軟骨下骨の接合部である、軟骨下骨終板は、多くの部位で骨嚢胞によって破壊され、残存した終板は著しく肥厚していた。骨嚢胞周囲のミネラル化は著しく低下していた。

Abstract

We analyzed the microstructure and mineralization of the subchondral endplate in patients with osteoarthritis. Cyst formation and thickening of the subchondral endplate were observed, and the mineralization around the bone cyst decreased remarkably.

【背景】

変形性関節症は、関節軟骨が摩耗し関節痛を引き起こす疾患であり、患者数が多くその病態解明や治療法開発は非常に重要である。以前より軟骨摩耗の原因の一つとして、軟骨下骨（軟骨の下の骨）の異常が指摘されてきた。

2009Aのメディカルバイオトライアルユースでは、変形性関節症患者より摘出した軟骨下骨について、BL20B2の高解像度CTを用いて、微細構造およびミネラル化の解析を行い、軟骨下骨梁の不均一な肥厚、骨嚢胞（空洞）の形成、骨梁のミネラル化の低下などが観察された。（講演・学会発表：計5回）

今回の調査の目的は、前回の調査で同業研究者からの注目が特に高かった、軟骨と軟骨下骨の接合部である「軟骨下骨終板」（以下、終板）の微細構造およびミネラル化の解析を

行うことである。

【方法】

手術の際に摘出された変形性股関節症および大腿骨頸部骨折（コントロール）患者の大腿骨頭より、直径10mm高さ10mmの円柱形の軟骨下骨を計11個作成した。

Spring-8ビームラインBL20B2にて、エネルギー30eV、ピクセルサイズ5.9 μ mで高解像度CT撮影を行った。

画像再構成し、骨形態計測ソフトTRI 3D/BON (RATOC) で骨微細構造およびミネラル化を解析した。

【結果】 (Fig. 1, 2)

大腿骨頸部骨折(コントロール)の終板は、約300 μ mの均一な厚みを呈しており、そこに直径約50 μ mの小孔が貫通していた。変形性股

関節症患者の終板は、多くの部位で骨嚢胞による巨大な孔が形成されており、残存する終板は1000 μ m以上に著明に肥厚し、一部で骨髄腔が露出し、通常の小孔はほとんど観察されなかった。

小孔周囲のミネラル化は多部位と比べ低下していた。また、骨嚢胞周囲のミネラル化は著明に低下していた。

【考察】

今回観察された、終板を貫通する小孔は血管孔と考えられた。変形性関節症の終板は、多くの部位で骨嚢胞により破壊されており、残存した終板も通常の小孔はほとんど存在しなかった。軟骨層に存在する細胞と軟骨下骨梁に存在する細胞は、終板を貫通する血管を介して相互に影響を及ぼし合っているとされているが、今回の結果、変形性関節症ではその交通を完全に失った状態であることが推察された。

また、骨小孔周囲のミネラル化低下は、血管に接する部位で骨代謝が主に行われていることが反映していると考えられた。骨嚢胞周囲に見られた著しいミネラル化の低下は、骨嚢胞の病的な骨吸収による骨代謝の亢進を示すものと考えられた。

放射光CTの最大の利点は、その高い定量性であり、今回の調査では、小孔や骨嚢胞周囲のミネラル化の低下といった、通常のCTでは検出できない新情報を得ることができた。放射光CTによるヒト変形性関節症の研究は、日本では私達以外にはなく、世界的にも多くはなされておらず、同業研究者からの注目も非常に高い。放射光CTによる骨疾患の研究は多くの可能性を秘めており、今後、日本から世界に多くの情報を発信できるものとする。

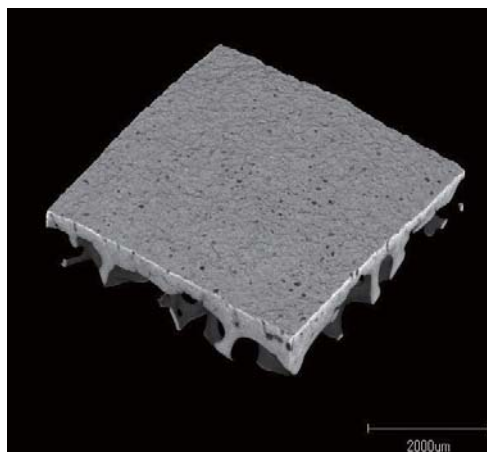


Fig.1 3D CT image of Control

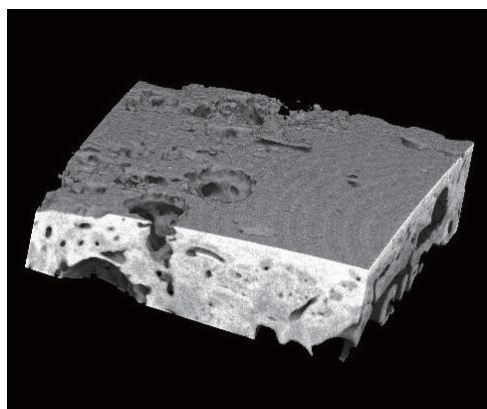


Fig.2 3D CT image of Osteoarthritis

【参考文献】

Chappard C, et al. Subchondral bone micro-architectural alterations in osteoarthritis: a synchrotron micro-computed tomography study. *Osteoarthritis Cartilage*. 14:215-23. 2006

【論文発表状況】 1年以内に投稿予定

【キーワード】

- 変形性関節症：関節軟骨の摩耗を主体とし、周辺の骨変化と、滑膜炎を伴った関節疾患。
- 軟骨下骨：軟骨直下の骨のことであり、終板とそれを支える骨梁から成る。
- 微細構造：骨の幅、数、間隔、形態などのマイクロ構造。
- ミネラル化：骨を構成するミネラル（リン酸カルシウム）の密度。