

## 上腕骨小頭離断性骨軟骨炎におけるマルチスライス CT を用いた骨量および骨梁構造の評価

清水 雅樹 古島 弘三 岩部 昌平 山本 譲  
古賀 龍二 光井 康博 伊藤 恵康  
慶友整形外科病院スポーツ医学センター

### Evaluation of Bone Density and Trabecular Structure in the Capitellar Osteochondritis Dissecans Using Multi Detector-row CT

Masaki Shimizu Kozo Furushima Shohei Iwabu Yuzuru Yamamoto  
Ryuji Koga Yasuhiro Mitsui Yoshiyasu Itoh  
Sports Medical Center, Keiyu Orthopaedic Hospital

上腕骨小頭離断性骨軟骨炎 (OCD) の治療では、軟骨下骨および病巣母床海綿骨の状態を把握することが重要である。我々はマルチスライス CT (MDCT) を用いて OCD 病巣部および深層部における海綿骨量および骨梁構造の評価を行った。対象は単純 X 線検査で三浪分類の分離期を示す OCD を有する野球少年 10 名 10 肘であり、MDCT を用いた撮像データを基に OCD 病巣部、OCD 深層部、健常部の海綿骨密度および骨梁構造の評価を行った。その結果、病巣部は健常部と比較して、骨密度、骨梁数、骨梁幅の増加を認めるとともに、骨梁間距離の減少を認めた。この結果より OCD 病巣部では活発な骨増生反応が起きている可能性が示唆されたが、その反応によって増生した骨質の評価までには至らなかった。今後、異なる病期における比較検討および、経時的なデータ比較による各種治療成績との関連を調査する予定である。

#### 【緒 言】

上腕骨小頭離断性骨軟骨炎 (OCD) は繰り返される外反ストレスを契機とした軟骨下骨髄の壊死が発生し、小頭関節軟骨に二次的な損傷および変性をきたす進行性の疾患である。治療方針の決定のためには、病期に加えて病巣部のサイズ、病巣部関節軟骨および軟骨下骨の状態を評価することが必要であり、その評価方法として各種画像検査が用いられている。単純 X 線検査による病期評価が基本となるが、病巣部軟骨下骨や病巣外遊離体の評価は CT 検査が、軟骨表面および病巣周囲骨髄の評価は MRI 検査が、早期のスクリーニングには超音波検査がそれぞれ適しているとされ、目的により検査方法を選択することが望ましい<sup>1)</sup>。

当院では OCD の患者に対し、ほぼ全例に CT 検査を施行している。その理由として、OCD の治療では病巣部のサイズ評価に加えて軟骨下骨および病巣母床部の評価が重要であること、また、その経過観察において重要となる軟骨下骨の微小変化の観察などに関して CT 検査が優れた描出能力を持つことがあげられる。

近年、マルチスライス CT (MDCT) で撮像した 3D データから作成した再構成画像を利用して骨梁構造特性を推測することが可能となり、骨粗鬆症や変形性関節症患者における骨質および強度を

評価した報告がある<sup>2,3)</sup>。しかし、この方法を用いて上腕骨小頭 OCD 患者における病巣部およびその周囲の骨梁構造の評価を行ったという報告は渉猟し得なかった。本研究の目的は MDCT を用いて上腕骨小頭 OCD の病巣部および母床部、上腕骨小頭健常部における海綿骨密度および骨梁構造を調査し、比較検討することである。

#### 【対象と方法】

対象は投球時の肘関節痛を主訴に来院し、単純 X 線検査で三浪分類の分離期を示す OCD を認めた野球少年 10 名 10 肘であり、10 肘中 2 肘は骨端線が開存していた。平均年齢は 14.0 (11 ~ 16) 歳であった。

全例に対して SOMATOM Emotion 16-Slice configuration (SIEMENS 社) を用いて CT 検査を施行した。撮像方法は通常の CT 検査と同様であるが、患者間比較を可能とするために骨量ファントムを肘下面に設置し、撮像データを得た (図 1)。得られたデータは TRI/3D-BON ソフトシステム (RATOC System engineering 社) を用いて解析を行った。再構築モデル上で病巣部およびその深層、病巣内側健常部小頭の 3 か所において、各辺 3.8mm の立方体を設定し、単位体積における骨密度、骨梁数、骨梁幅、骨梁間距離を測定した (図 2)。各群間の

**Key words** : osteochondritis dissecans of the humeral capitellum (上腕骨小頭離断性骨軟骨炎), multi detector-row CT (マルチスライス CT), trabecular structure (骨梁構造)

**Address for reprints** : Masaki Shimizu, Sports Medical Center, Keiyu Orthopaedic Hospital, 1741 Hanetsuku-cho, Tatebayashi, Gunma 374-0011 Japan

比較については統計解析ソフト (SPSS ver. 14.0 for WINDOWS) を用いた多重比較検定による統計学的検討を行い, 統計学的有意水準は危険率 5%未満とした。

その一方, 健常部と深層部の比較では, すべての評価項目において群間の有意差を認めなかった。

**【結 果】**

各項目測定結果の詳細を示す (図 3a ~ d)。病巣部は健常部および深層部と比較して, 骨密度, 骨梁数, 骨梁幅が有意に増大していた。すなわち, 病巣部においては骨梁組織の肥厚に伴う骨密度の増加が観察された (図 4)。また, 病巣部では健常部と比較し, 骨梁間距離の減少も確認されている。

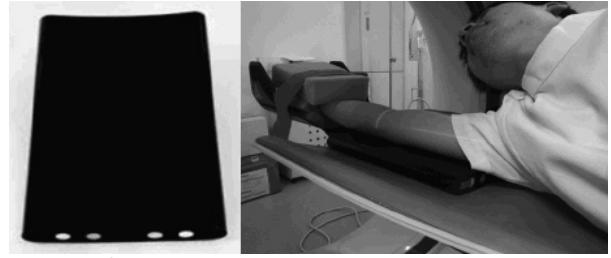


図 1 CT 撮像方法  
左: 骨梁ファントム 右: CT 撮像肢位

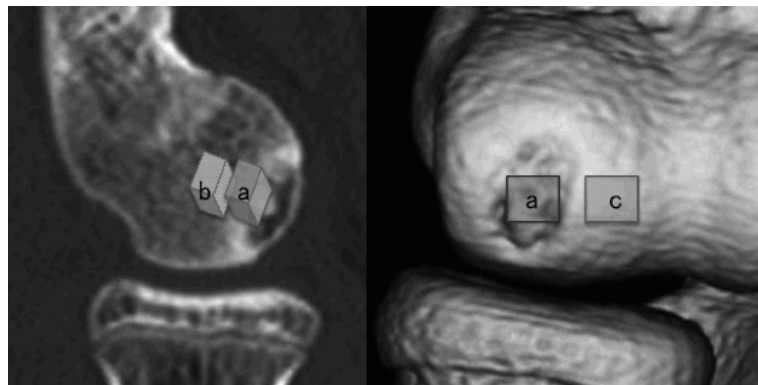


図 2 測定部位  
a: 病巣部母床海綿骨 (病巣部)  
b: 病巣部深層海綿骨 (深層部)  
c: 健常部小頭海綿骨 (健常部)  
各辺 3.8mm の立方体を設定し, a と c の深さは同一とした

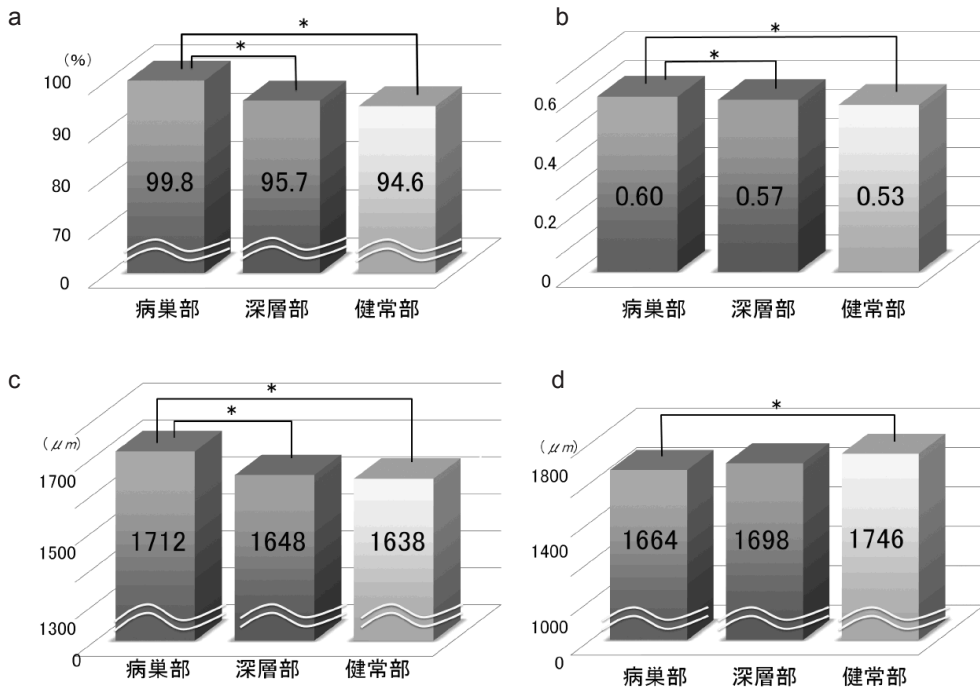


図 3 a 骨密度 b 骨梁数 c 骨梁幅 d 骨梁間距離

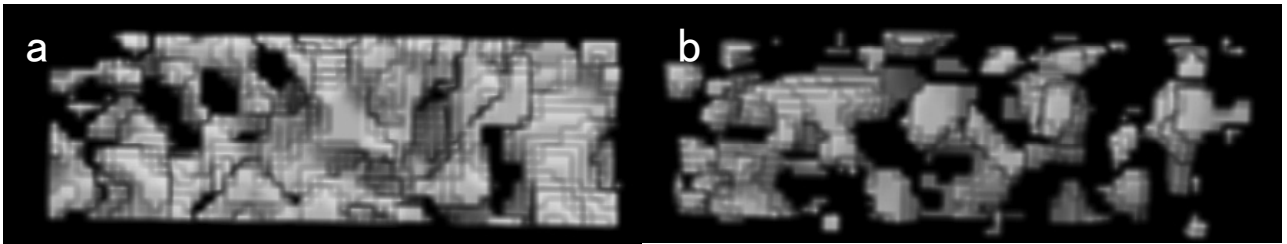


図4 骨梁構造 CT 画像

a: 病巣部 b: 健全部

病巣部は骨梁が密に配列しており、骨梁組織の肥厚を認める

### 【考 察】

OCD の発症におけるメカニズムはいまだ不明な点が多いが、微小血流の途絶による小範囲の病変が繰り返すメカニカルストレスにより修復不全をきたし、病巣を形成するという微小外傷説が有力とされる<sup>4)</sup>。その治療においては軟骨や軟骨下骨の状態に加えて、修復機転の礎となる病巣部海綿骨の状況を正確に評価するとともに、修復機転の活動性を評価することが重要となるため、臨床症状、骨端線開存度、画像所見などを経時的に観察し、治療方針を決定する必要がある。

近年、MDCT によって撮像された 3D データを再構成することにより、骨内の任意の断面における海綿骨構造の詳細な評価が可能となり、骨粗鬆症の領域において骨破断強度の測定を介した骨折リスクの推測や、治療効果判定における有用性が報告されている<sup>2)</sup>。MDCT を用いて OCD 母床における海綿骨微細構造を評価し、病期および修復機転の状況を正確に評価することが可能であれば、臨床における有用性は非常に大きい。

結果で示したとおり、病巣部では骨密度が高く、骨梁数が増加し、その配列も密になっていたことから、同部では過剰な力学的ストレスを契機に活発な骨増生反応があったことが推定された。しかし、この状況が現在まさに骨増生が起きている状況であるか、それとも、ある程度骨増生があったものの治癒が停止し、リモデリングが停滞している状況であるのかの判断までには至らなかった。

また、病巣部より 3～5mm 深い部位である深層部においては、力学的ストレスおよび血流障害などの内的因子に由来した骨梁構造の改変は観察されず、正常海綿骨とほぼ同様の構造を持つことが確認された。各種外科的処置を行う際には参考となる結果であろう。

OCD 病巣部を病理所見によって評価した報告によると、分離部には線維性組織や線維軟骨が充満しており、偽関節の状態であるということが示されている<sup>5,6)</sup>。また、安定型の OCD においても病巣底部の病理組織は同様の所見を示し、遷延治癒または偽関節に近い状態であるという報告がある<sup>7)</sup>。OCD

の病態が偽関節に類似するものであるならば病巣部海綿骨の状態は治療成績に大きな影響を与える可能性があり、さらには治療方針および手術方法の決定においても重要な因子になりうる。過去に、MDCT を用いた OCD 病巣部海綿骨の微細構造に着目した報告はなく、われわれの調査は世界で最初の試みである。

本研究の限界として、骨梁構造評価はし得たが、その配列方向、骨梁形態（棒状か桿状か）の状態、骨梁間の連結性といった Quality を十分に評価できなかったことがあげられ、その理由として OCD 患者では病巣部が小さく、3次元モデルを十分な大きさで作成できなかったという技術的な問題がある。また、病巣部表層の母床から離断した部位については骨軟骨や繊維組織の混在する組織であるために、骨梁構造の正確な評価を行うことができなかった。

今後、症例数を増やし異なる病期における比較検討および、経時的なデータ比較による各種治療成績との関連を調査する予定である。

### 【結 語】

分離期 OCD における病巣および周囲の海綿骨密度、骨梁構造を評価した。病巣部海綿骨は骨密度の増加および骨梁配列の緻密化を認めたが、病巣部深層では正常の骨微細構造を持つことが示された。

【文 献】

- 1) 松浦哲也, 鈴江直人: 肘関節: スポーツ外傷・障害の画像評価. 臨床スポーツ医学. 2014 ; 31: 334-9.
- 2) Ito M, Ikeda K, Nishiguchi M, et al: Multi-detector row CT imaging of vertebral microstructure for evaluation of fracture risk. J Bone Miner Res. 2005; 10: 1828-36.
- 3) Chiba K, Ito M, Osaki M, et al: In vivo structural analysis of subchondral trabecular bone in osteoarthritis of the hip using multi-detector row CT. Osteoarthritis Cartilage. 2011; 19: 180-5.
- 4) 戸松泰介: 離断性骨軟骨炎 — 病態と治療. 日整会誌. 1992 ; 66 : 1266-75.
- 5) Uozumi H, Sugita T, Aizawa T, et al: Histologic findings and possible causes of osteochondritis dissecans of the knee. Am J Sports Med. 2009; 37: 2003-8.
- 6) Kusumi T, Ishibashi Y, Tsuda E, et al: Osteochondritis dissecans of the elbow: histopathological assessment of the articular cartilage and subchondral bone with emphasis on their damage and repair. Pathol Int. 2006; 56: 604-12.
- 7) Yonetani Y, Nakamura N, Natsuume T, et al: Histological evaluation of juvenile osteochondritis dissecans of the knee: a case series. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2010; 18: 723-30.