



Title	Trabecular microfractures in the femoral head with osteoporosis: Analysis of microcallus formations by synchrotron radiation micro CT
Author(s)	岡崎, 成弘
Citation	(2016-03-09)
Issue Date	2016-03-09
URL	http://hdl.handle.net/10069/36503
Right	

This document is downloaded at: 2019-10-22T19:12:07Z

岡崎成弘 論文内容の要旨

主 論 文

Trabecular microfractures in the femoral head with osteoporosis: Analysis of microcallus formations by synchrotron radiation micro CT

骨粗鬆症患者の大腿骨頭における微小骨折の存在
- 放射光 CT による微小仮骨の解析 -

岡崎成弘, 千葉 恒, 田口憲士, 南郷脩史, 久保田省吾, 伊東昌子, 尾崎誠

(Bone・64 巻 pp. 82-87 2014)

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 医療科学専攻
(主任指導教員: 尾崎 誠 教授)

緒 言

骨粗鬆症や代謝性骨疾患など強度の低下した骨は、日常生活の通常の外力が加わるだけで骨折を起こすことがあり、これを脆弱性骨折と呼んでいる。脆弱性骨折は椎体、骨盤、大腿骨頸部の他に大腿骨頭の軟骨下骨にも発生する。大腿骨頭軟骨下脆弱性骨折は急速に骨頭の圧壊変形を来すことがあり近年注目されている。

微小骨折とは通常の臨床用画像機器では検出することができないミクロレベルで発生する骨梁の骨折のことであり、微小仮骨とは微小骨折に治癒機転が働き形成された仮骨のことである。微小骨折に骨折治癒機転が働かなければ骨折した骨梁の連続性は失われ骨梁構造は脆弱化するが、微小骨折の発生やその修復過程は未だ不明な点が多い。

放射光 CT は放射光 X 線を用いたマイクロ CT のことであり、その高い解像度と定量性により、骨梁の微細構造に加え石灰化度の三次元解析が可能である。本研究では、放射光 CT を用いて骨粗鬆症患者の大腿骨頭の軟骨下骨梁に生じている微小仮骨を解析し、(1) 微小仮骨の発生数、(2) 微小仮骨と骨梁微細構造との関係、(3) 微小仮骨の石灰化度の特徴を調査した。

対象と方法

対象は大腿骨頸部骨折に対して人工骨頭置換術を施行した骨粗鬆症患者 11 例である (平均年 76.2 ± 7.7 歳, 65~92 歳, 全例女性)。手術の際に採取された大腿骨頭の荷重部から、直径 10mm, 高さ 10mm の円柱形の軟骨下骨を摘出した。理化学研究所が運営する大型放射光施設 SPring-8 (Super Photon ring-8GeV)において、放射光

CTの撮影をボクセルサイズ $5.9 \times 5.9 \times 5.9 \mu\text{m}^3$ で行った。骨形態計測ソフトウェア TRI/3D-BON を用いて、軟骨下骨梁の $5 \times 5 \times 5 \text{mm}^3$ の領域において微小仮骨の発生数を調査した。次に、周囲の骨梁の骨梁密度、骨表面積、骨梁幅、骨梁数、骨梁間距離、構造モデル指標、骨梁の異方性、連結性といった微細構造を計測し、微小仮骨の発生数との関連を解析した。最後に、微小仮骨およびその中心の修復された骨梁部分を抽出し、この部分を微小仮骨領域と定義し、微小仮骨領域とそれ以外の周囲骨梁の石灰化度を計測し比較した。

結 果

11例中全例(100%)に微小仮骨を検出した。微小仮骨の発生数は $5 \times 5 \times 5 \text{mm}^3$ に平均4.9個(2~11個)で、骨梁密度、骨梁幅に負の相関関係、骨表面積と正の相関関係を認めた。また、微小仮骨の発生数と骨梁石灰化度には負の相関関係を認めた。年齢、骨梁数、骨梁間距離、構造モデル指標、異方性、連結性との相関を認めなかった。

微小仮骨領域の石灰化度は平均 $966.5 \pm 66.3 \text{mg/cm}^3$ 、周囲骨梁は平均 $1033.1 \pm 33.1 \text{mg/cm}^3$ であり、微小仮骨領域の石灰化度は周囲骨梁に比べ、有意に低かった。また、微小仮骨領域の石灰化度は低いものから高いものまで幅広く混在した。

考 察

本研究は放射光 CTにより大腿骨頭軟骨下骨梁の微小仮骨の発生状況を三次元的、定量的に調査し、微小仮骨の石灰化度を定量的に解析した初めての論文である。

女性の骨粗鬆症患者全例において、大腿骨頭軟骨下骨梁に微小仮骨を検出したが、患者は股関節痛を自覚しておらず、骨梁レベルの骨折が無症状に生じていた。

微小仮骨の発生数が多い症例ほど有意に骨梁密度が低く、骨梁幅が狭く、骨の脆弱性との関連が示唆された。微小仮骨発生数と骨表面積とは相関していたが、これは骨量が減少すると骨梁に陥凹や空洞が形成され、結果として骨梁の表面積が広がるためと考えた。また、微小仮骨の発生数が多い症例は骨梁の石灰化度が有意に低かったが、骨梁の表面の石灰化度は骨梁の中心と比べると低いため、骨梁の表面積が大きい場合、骨梁の石灰化度が低く算出されるためと考えた。さらに、石灰化度が低い骨梁、つまり強度の低い骨梁は微小骨折を起こしやすいことも示唆していると考えた。

微小仮骨の石灰化度は周囲の骨梁と比較して有意に低かったことから、微小仮骨が石灰化の進んでいない幼若な新生骨から形成されていることが示唆された。また、微小仮骨の石灰化度は同一症例においても低いものから高いものまで幅広く混在しており、微小骨折の発生した時期や微小骨折の治癒速度が異なる可能性が考えられた。微小骨折は日常生活において、少しずつ発生し、逐次、修復されていることが予測されるが、同時期に広範囲に生じた場合や、修復反応が十分に行われない場合、大腿骨頭軟骨下脆弱性骨折を発症するものと考えた。