

第52回 総会学術大会シンポジウム

骨塩定量の現状

日時：平成8年4月3日

会場：パシフィコ横浜会議センター

座長集約

1. 定量的コンピュータ断層撮影法(QCT)・末梢骨QCT(pQCT)
2. DEXA法による骨塩量測定の問題
3. photodensitometryについて
4. 骨塩定量の臨床とその問題点
5. 踵骨骨測定の有用性

座長

友光達志
川崎医科大学附属病院
伊東昌子
長崎大学医学部放射線医学教室
川勝 充
愛仁会高槻病院
真田泰三
川崎医科大学附属病院中央放射線部
福永仁夫
川崎医科大学
増田一孝・野間和夫・木田哲生・松尾 悟・大西英雄・濱津尚就
滋賀医科大学附属病院

座長集約

Symposium

友光達志
川崎医科大学附属病院

骨塩定量検査の主たる対象疾患である骨粗鬆症は学際的な疾患であり、整形外科、内科、婦人科、放射線科等、その診療科は多岐にわたる。そのため、骨塩定量検査は、放射線科以外の医師が自ら施行している施設が少なくない。また、放射線技師が検査を施行する場合においても、検査依頼科の医師や雑誌・文献などから得られる情報が、他の検査法に比して極めて少ないのが現状である。これらにより、放射線技術分野における骨塩定量は、装置が全国に広く普及しているにもかかわらず、その技術的諸問題に対する関心は低い。今回、日本放射線技術学会においてシンポジウムのテーマとして骨塩定量が取り上げられたことは、広く会員に情報を提供する意味からも誠に意義深いと考える。

本シンポジウムでは、骨塩定量の臨床的な意義および臨床への応用については、川崎医科大学の福永氏にお願いした。また、種々の骨塩定量法のうち、photodensitometry, dual-energy X-ray absorptiometry (DXA), quantitative CT (QCT), peripheral QCT (pQCT), quantitative ultrasound (QUS) および single-energy X-ray absorptiometry (SXA) について、その測定原理、技術的な問題点および臨床応用について4人のシンポジストに講演を頂いた。このうち、QCTについては、骨塩定量を専門にしている本会会員は極めて少ないため、この分野の専門家である長崎大学の伊東氏にお願いした。

福永氏は、骨粗鬆症の診断基準を中心に、日本人女性の腰椎骨密度との関係を詳しくご講演頂いた。骨塩定量装置のうち、躯幹骨用のDXA装置およびQCT以外は比較的小規模の施設に設置されており、骨塩量の判定、つまり異常か正常かの判定がわれわれ技師に問

いかけられる場合が少なくない。このような施設の技師にとっては、骨密度判定の閾値、骨粗鬆症と他の骨量減少疾患および腰背部痛を伴う疾患との鑑別など、福永氏のお話は大変有意義なものであったと思われる。

真田氏(川崎医科大学)は、photodensitometryの簡便性や有用性を原理に基づいた概説を行った。また、問題点については、photodensitometryの一つであるcomputed X-ray densitometry (CXD) を用いた自験例を引用して、撮影条件と現像の影響について報告された。一般X線撮影は骨塩定量とは遠い存在と考えられがちであるが、photodensitometryには両手のX線写真が必須であり、撮影手技の画一化の重要性が再認識された。

川勝氏(高槻病院)には、骨塩定量法のうち、基準定量法と認識されているDXAについて報告頂いた。豊富なデータに基づいた川勝氏の報告によると、測定の結果として単に骨密度値が得られれば十分であるとの安易な考えを払拭するものであった。つまり、測定方法や解析方法の違いによって得られる骨密度値に大きな差異が生じ、結果として誤診につながる危険性を示したものであった。

伊東氏は、QCTについて詳述されるとともに、氏がこの分野に初めて取り入れられたrun-length法による腰椎海綿骨の骨梁解析を示された。また、最近開発された高分解能のpQCTについて装置の概要と臨床例を示された。QCT(pQCTを含む)は氏が示されたように、骨量測定のみならず、骨強度の一部を担う骨梁解析を非侵襲的に施行できる唯一の方法と考えられている。骨梁解析については、世界的にフーリエ変換による一次モーメントの算出やフラクタル次元による評価などが行われており、この分野への画像工学を専門と

されている会員諸氏の参入が期待される。

増田氏(滋賀医科大学)には、踵骨の骨塩定量法として、SXA、QUSおよび末梢骨用DXAをまとめて報告頂いた。それぞれ測定原理の異なる三つの骨塩定量法について、原理およびその特徴と問題点を豊富な自験例を元に解説された。スクリーニング用装置としての踵骨骨塩定量装置の位置付けと、他の方法にはみられないQUSの骨質評価の可能性が注目された。

骨塩定量装置は、その殆んどがX線発生装置を有しており、間違いなくX線装置の範疇に属するものである。また、その普及度には目覚ましいものがあり、全機種の合計台数は約5,000台に及んでいる。しかし、本会においては、あまり注目されていないのが現状である。本シンポジウムを契機として、一人でも多くの会員の方が骨塩定量に興味を持たれ、この分野の研究の発展に寄与されることを期待して集約とする。

1. 定量的コンピュータ断層撮影法(QCT)・末梢骨QCT(pQCT)の紹介

伊東昌子
長崎大学医学部放射線医学教室

1. はじめに

定量的コンピュータ断層撮影(quantitative computed tomography: QCT)は、X線CT装置を用いた骨密度測定法であり、標準物質を含むリファレンスファントムと腰椎を同時にスキャンすることで、椎体骨密度を標準物質の相当量として算出する方法である。CT装置を用いるので、骨密度測定専用の装置を必要とすることなく測定が可能であり、単位体積当たりの真の骨密度(mg/cm^3)として求めることができる唯一の測定法である¹⁾。また他の骨密度測定法にない優れた点は、海綿骨を選択的に測定できるので、年齢に伴う変化や骨粗鬆症をはじめとする種々の病的状態を早期に鋭敏に捉えることが可能である。

一方QCTの問題点としては被曝線量が他の検査法に比べて大きいことと、再現性が低いことにある。再現性に関与する因子には、X線管の経年変化、検出器のdrift, software, 被検者のpositioning, 関心領域の設定などがあるが、使用するX線CT装置の機能をよく知り、熟練した医師や放射線技師が検査を行うと、誤差を最小限にとどめることができることである。

2. QCTの手順

標準物質を含むリファレンスファントムと腰椎を同時にスキャンすることで、椎体骨密度を標準物質の相当量として算出する。

リファレンスファントムは被験者の腰椎部の背部に置き、被験者は背臥位で、脊柱の弯曲を小さくするよう膝を曲げる。被験者とファントムとの間の大きな空気の層はアーチファクトの原因になるため、軟部組織相当の物質を介在させる。この状態でポジショニング用画像の腰椎側面像を撮影し、各椎体中央を8-10mmのスライス厚でスキャンできるように天板の位置とガントリーの角度を決める。Fig.1(a)は腰椎側面像に各椎体のスキャンレベルを記したものである。通常は第1-4腰椎で3-4椎体をスキャンするが、もし椎体に骨折や変形があれば、その椎体は避けて上下の椎体を追加する。椎体とファントムのCT像を得て、椎体海綿骨部とファントムの各標準物質のロッドに関心領域を設定し、それぞれのCT値を求める(Fig.1(b))。リファレン

スファントムの各標準物質のCT値とその含有量との相関直線(検量線と呼ぶ)を求め、検量線より椎体のCT値に相当する骨量を算出する²⁾(Fig.1(c))。

3. reference phantom(骨量ファントム)

QCTは1970年代後半にカリフォルニア大学サンフランシスコ校(UCSF)放射線科Genant教授により考案され確立されてきた。当時はリン酸水素2カリウム(K_2HPO_4)水溶液を標準物質としたファントムを開発し使用していたが、水溶液であるため安定性に問題があり、その後ハイドロキシアパタイトを標準物質とした固体ファントムへと改良された。現在国際的に使用されているファントムにはImage analysis(IA), Siemens, General Electric(GE)などがあり、いずれもハイドロキシアパタイトを標準物質としており、その形状・濃度にはそれぞれ特徴がある。

国産のリファレンスファントムとしては、以前より炭酸カルシウム(CaCO_3)を標準物質としたB-MASが用いられてきたが、X線吸収が骨と異なるという最大の問題のほか、検量線の直線性が不良なこと、被験者との密着性が得にくい形状であることなど、いくつかの問題があった。そこでQCTの見直しを目的としてQCT Working Groupが結成され、ファントムの改良、QCTのマニュアルや基準値の作成など行い問題を解決してきた。改良されたファントムはハイドロキシアパタイトを標準物質としたB-MAS200というファントムで、被験者との密着性のよい形状になっている。このファントムを用いることで機種間の測定値の差が小さくなり、日本人の基準値を得ることも可能となってきた。

B-MASで測定する場合には検量線が直線にならないことも多く、この場合は直線性が保たれている4点あるいは3点で検量線を求め骨密度を算出する。B-MASとB-MAS200との換算式は、測定装置ごとに求められている。

4. QCTの精度に関する因子とquality assurance(QA)

QCTの精度に関する因子には機器、被験者のポジショニング、スキャン部位や関心領域の設定などがある。