

## 《短 報》

## 健常者における Dual Photon Absorptiometry による 第 3 腰椎の Bone Mineral Density の定量

福永 仁夫\* 大塚 信昭\* 小野志磨人\* 永井 清久\*  
光森 通英\* 村中 明\* 古川 高子\* 友光 達志\*  
柳元 真一\* 森田 陸司\*

### I. 緒 言

腰椎などの軀幹骨の骨塩量を非侵襲的にかつ正確に定量することは、代謝性骨疾患の診断や経過観察に重要である。現在、本邦では腰椎の Computed Tomography (CT) 時にスタンダードとして種々の濃度の骨塩等価物質 (Bone Mineral Equivalent Material, BMEM) を含むファントムを同時にスキャンし、CT 番号から、腰椎海綿骨に相当する BMEM 濃度を求める方法 (Quantitative CT, QCT) が一般的に行われている<sup>1)</sup>。しかし、この海綿骨のみを対象とした QCT 法は、時にアーチファクトを生じたり、被曝線量が比較的大きいことなどの欠点が挙げられている。一方、2つの異なったエネルギーの光子を用いる Dual Photon Absorptiometry (DPA) 法による測定は、これらの欠点を補い、しかも海綿骨のみならず皮質骨をも測定対象としているので、DPA による測定は臨床上大いに期待された。従来より、われわれはガンマ・カメラ方式による DPA 装置の開発を試みており、基礎的検討の結果から、腰椎骨塩量の測定法として十分使用に耐え得ることを認めている<sup>2,3)</sup>。そこで、今回、本 DPA 装置を用いて、健常者における第 3 腰椎の Bone Mineral Density (BMD)、つまり骨の横断面における骨塩該当量を骨幅にて

除した値を求め、その意義を検討したので報告する。

### II. 対象と方法

対象は、健常男性 37 例 (年齢, 24-77 歳) および健常女性 49 例 (27-83 歳) である。

DPA による第 3 腰椎の BMD の測定は、第 3 腰椎椎体の上部に種々の突起と重ならないようにスライス面を設定し、この面における BMD 値を求めた<sup>3)</sup>。さらに、10 症例については、第 3 腰椎に連続的にスライスを 2.3 mm ごとに得て、それぞれのスライス面における BMD 値を加算し、これをスライス数にて除した平均 BMD 値を算出し、前述の 1 スライス面における BMD 値と比較した (Fig. 1)。

橈骨 1/3 遠位端における BMD 値の測定には、Single Photon Absorptiometry (SPA) 装置 (Bone Densitometer Model 2780, Norland) を、第 3 腰椎海綿骨の QCT による BMEM 濃度の測定には、Delta 2020 G と脊椎骨用 CT ファントム (中外製薬) を、それぞれ用いて行い<sup>1)</sup>、DPA による第 3 腰椎の 1 スライス面における BMD 値と、その相関性を検討した。

### III. 結 果

DPA による第 3 腰椎の 1 スライス面における BMD 値と 1 腰椎の平均 BMD 値との相関関係を Fig. 2 に示す。両者の間には有意の正相関性 ( $r=0.892$ ,  $p<0.001$ ,  $N=10$ ,  $y=1.005x+0.075$ ) が観察された。しかし、1 腰椎の平均 BMD 値 ( $y$ ) の方

\* 川崎医科大学核医学科

受付: 61 年 11 月 28 日

最終稿受付: 62 年 1 月 16 日

別刷請求先: 倉敷市松島 577 (☎ 701-01)

川崎医科大学核医学科

福 永 仁 夫

が、1スライス面より算出されたBMD値(x)より高値を示した。

DPAによる第3腰椎の1スライス面におけるBMD値と、SPAによる橈骨のBMD値またはQCTによる第3腰椎海綿骨のBMEM濃度との関係をFigs. 3, 4に示す。DPAによる第3腰椎の1スライス面におけるBMD値は、SPAによる橈骨のBMD値との間( $r=0.830$ ,  $p<0.005$ ,  $N=11$ ,  $y=0.887x+0.076$ )よりも、QCTによる第3腰椎海綿骨のBMEM濃度との間( $r=0.900$ ,  $p<0.001$ ,  $N=11$ ,  $y=0.00274x+0.327$ )により良好な正相関性が得られた。

健常者における第3腰椎のBMD値の分布をFig. 5に示す。男性、女性例ともに加齢に伴い、BMD値は低下することが認められた。さらに男性例に比して、女性例ではより著明にBMD値の低下する傾向が示された。

#### IV. 考 案

DPAにより腰椎のBMD値を求める際には、腰椎のどの部位を測定対象に用いるかが臨床問題となる。つまり、腰椎には棘突起、横突起、上・下関節突起などが存在する。そのため、これら突起部を測定対象に含むと、BMD値は見かけ上、高値をとることが考えられる。われわれは、DPA施行時、腰椎イメージ上から、突起部を避けて椎体上部に、スライス面を決定している。これら突起部を避け得れば、腰椎のBMD値をより感度良く、正確に求め得ることが予想される。そこで、このスライス面の決定方法が妥当か否かを検討したところ、第3腰椎全体の平均BMD値と、ほぼ良好な相関関係が得られた。この第3腰椎全体の平均BMD値は、突起部をも含むものであるため、突起部を含まない、1スライス面から算出されたBMD値より高値を示している。したがって、われわれの採用している突起部を避けたスライス面の設定は、より腰椎のBMD値を反映しているものと思われた。今後、椎体側面像を測定対象として使用可能となれば、種々の突起との重なりを避けることができるので、より再現性良く、しか

も容易にBMD値を得ることができるであろう。周知のごとく、全身の骨の海綿骨と皮質骨の比率は一樣でない。たとえば、腰椎などの軀幹骨では海綿骨が優位であるのに対し、遠位橈骨などの末梢骨では皮質骨が優位であることが知られている。したがって、軀幹骨のBMDと末梢骨のBMDとの関係を知ることは興味深い。今回の検討では、DPAによる第3腰椎のBMD値は、SPAによる橈骨のそれよりも、QCTによる第3腰椎海綿骨のBMEM濃度との間に良好な正相関性が得られた。このことは、DPAによる第3腰椎のBMDは海綿骨の変化を主として捉えているものであり、しかも海綿骨の骨塩量と皮質骨の骨塩量とは必ずしも平行して変動しないという報告を裏づけるものである<sup>4)</sup>。骨塩量の低下は、橈骨、大腿骨頸部や胸・腰椎の骨折の頻度を増加させる。そのため、これらの骨折のリスクの予知は、臨床上重要であるが、軀幹骨と末梢骨での骨塩量の低下の必ずしも比例しない症例が存在するため、おのおのの骨についての骨塩量の測定が必要であると思われた。加齢に伴い、男性、女性例ともに第3腰椎のBMD値が低下することが観察された。特に女性例では男性例に比して著明に第3腰椎のBMDが低下することが認められ、閉経後の骨塩低下も加味していることが示唆された<sup>5)</sup>。このようにDPAによる第3腰椎のBMD値の測定は、すでに報告しているように、正常者における再現性も良く(C.V. 5%程度)<sup>3)</sup>、しかも非侵襲であるため、軀幹骨の骨塩定量法として有用であり、今後代謝性骨疾患の診断や経過観察の一助として利用し得るものとして期待された。

#### V. 結 論

健常者について、DPAによる第3腰椎のBMD測定を行った。第3腰椎椎体上部における1スライス面のBMD値は、腰椎の平均BMD値と良好な正相関性を示し、また、末梢骨である橈骨のBMD値よりも、QCTによる第3腰椎海綿骨部のBMEM濃度とより良好な正相関性が得られた。本法による第3腰椎のBMD値は、両性ともに加齢に伴い減少することが認められた。

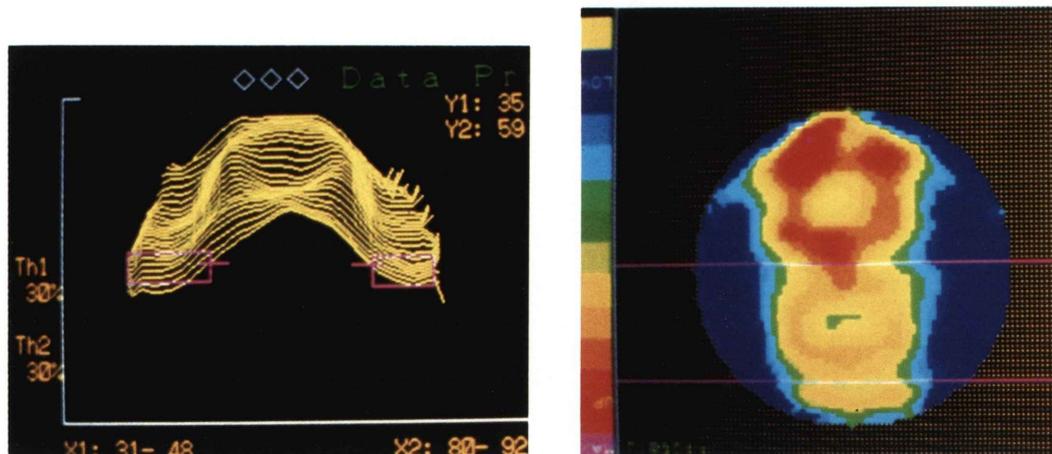


Fig. 1 Method to get the mean BMD value on multiple slices at 3rd lumbar vertebra ( $L_3$ ). Left: Profiles of multiple slices, Right: Image of lumbar vertebrae.

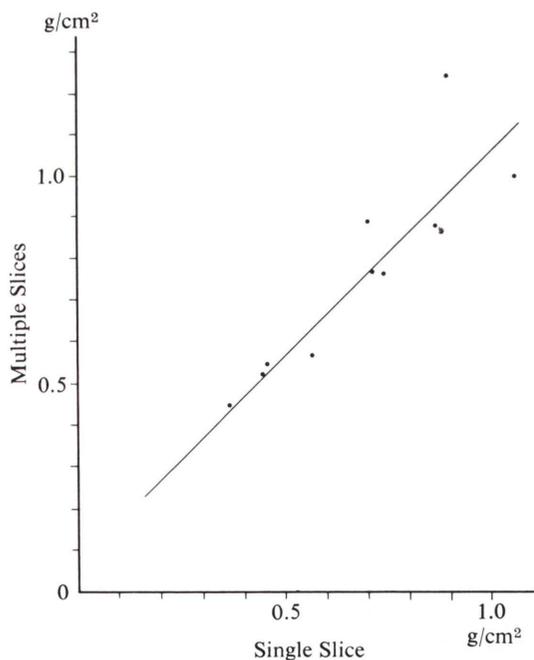


Fig. 2 Correlation between BMD values on 1 slice, employed as a routine, and the mean BMD values, calculated from multiple slices, at  $L_3$  ( $r=0.892$ ,  $p<0.001$ ).

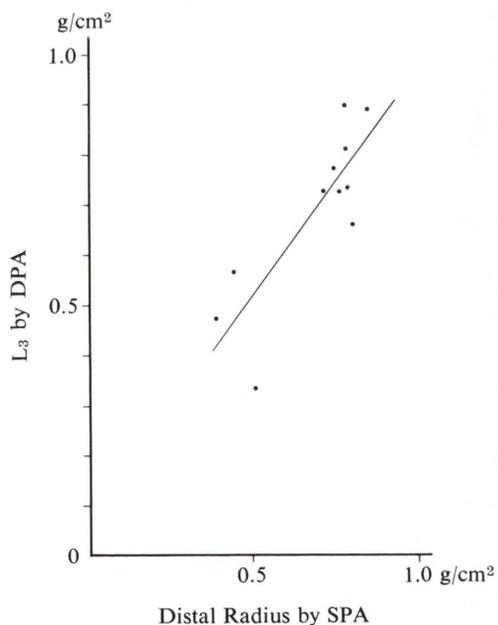


Fig. 3 Correlation between BMD values, measured by DPA, at  $L_3$  and BMD values, measured by SPA, at distal radius ( $r=0.830$ ,  $p<0.005$ ).

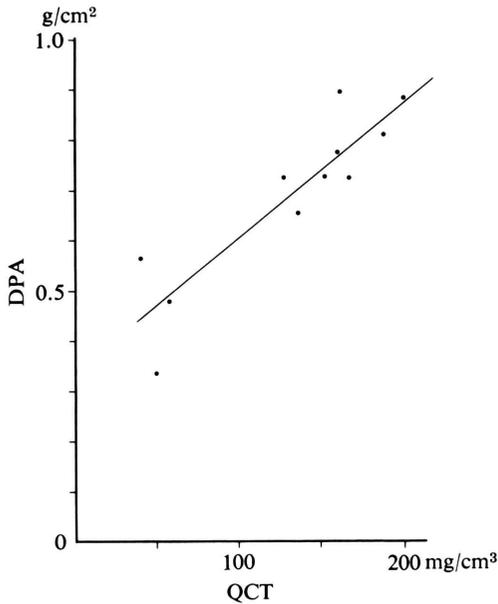


Fig. 4 Correlation between BMD values, measured by DPA, at  $L_3$  and concentrations of bone mineral equivalent material, measured by QCT, at the trabecular bone in  $L_3$  ( $r=0.900$ ,  $p<0.001$ ).

本 DPA 装置の開発に当たり、絶大なるご支援、ご教示を賜りました中外製薬株式会社西井易穂博士に深謝致します。

#### 文 献

- 1) 福永仁夫, 大塚信昭, 曾根照喜, 他: 脊椎骨 Phantom を併用した CT Scan による第 3 腰椎海綿骨の骨塩量測定法. 日医放会誌 **46**: 659-664, 1986
- 2) 友光達志, 福永仁夫, 大塚信昭, 他: ガンマ・カメラによる Dual Photon Absorptiometry 装置の開発. 核医学 **23**: 499-503, 1986
- 3) 友光達志, 福永仁夫, 大塚信昭, 他: シンチカメラを使用した Dual Photon Absorptiometry 装置の基礎的検討. 核医学 **24**: 171-175, 1987
- 4) Riggs BL, Wahner HW, Dunn WL, et al: Differential changes in bone mineral density of the appendicular and axial skeleton with aging: Relationship to spinal osteoporosis. J Clin Invest **67**: 328-335, 1981
- 5) Mazess RB: On aging bone loss. Clin Orth Rel Res **165**: 239-252, 1982

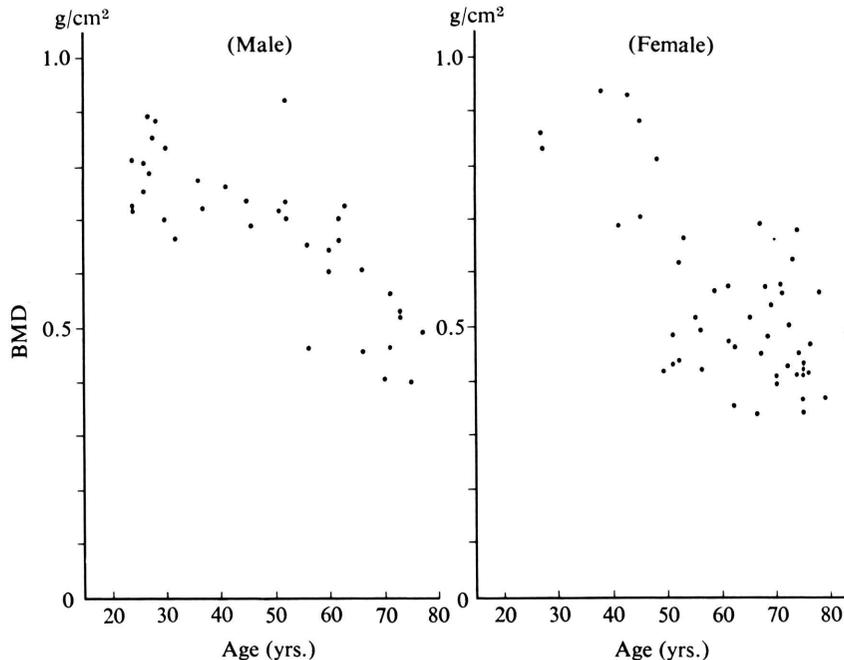


Fig. 5 Distribution, as a function of age, of BMD values, measured by DPA, at  $L_3$  in healthy subjects.

## Summary

### Quantification of Bone Mineral Density at 3rd Lumbar Vertebra by Dual Photon Absorptiometry in Healthy Subjects

Masao FUKUNAGA, Nobuaki OTSUKA, Shimato ONO,  
Kiyohisa NAGAI, Michihide MITSUMORI, Akira MURANAKA,  
Takako FURUKAWA, Tatsushi TOMOMITSU, Shinichi YANAGIMOTO  
and Rikushi MORITA

*Department of Nuclear Medicine, Kawasaki Medical School*

Bone mineral density (BMD), by dual photon absorptiometry (DPA), at the 3rd lumbar vertebra (L<sub>3</sub>) was measured in healthy subjects (37 males and 49 females). BMD values on 1 slice of vertebral body (L<sub>3</sub>), employed as a routine, showed good correlation to the mean BMD values, calculated from multiple slices of whole L<sub>3</sub>.

BMD values, by DPA, at L<sub>3</sub> were better correlation to concentrations of bone mineral equivalent material, by quantitative computed

tomography, at the trabecular bone of L<sub>3</sub> than to BMD values, by single photon absorptiometry, at distal radius (predominantly cortical bone).

Furthermore, by this DPA technique, bone diminution at L<sub>3</sub> with aging was shown in both sexes. These data suggest that measurements of BMD by DPA is greatly useful for evaluating the spinal bone mineral content.

**Key words:** Dual photon absorptiometry, Bone mineral density, Lumbar vertebra.