

定量的超音波法による脛骨皮質骨の骨量測定の基礎的検討

野上 利香

現在、種々の非侵襲的な骨密度 (BMD) 測定法が開発され、骨粗鬆症の臨床に供されているが、定量的超音波法 (QUS) は被曝を伴わず BMD を評価できる方法として期待されている。今回、QUS のうち、皮質骨の BMD を測定できる脛骨超音波 BMD 測定装置 (Sound Scan 2000) を使用し、基礎的検討を行ったので報告する。

対象は健常者および骨粗鬆症患者265例 (女性261例と男性4例) である。脛骨の超音波伝播速度 (SOS) の測定精度は、日内変動が $CV = 0.60\%$ 、日差変動については $CV = 0.99\%$ であり、良好であった。6例 (全例右側が利き手) の SOS の左右差に関しては、左側が右側よりも有意の高値を示した ($p < 0.01$)。また、測定位置による SOS の変化は、5 cm 遠位部が中央部に比して $+3.6 \pm 2.4\%$ の高値、5 cm 近位部が $-1.0 \pm 2.2\%$ の低値を示し、前者が後者に比して有意に高値を示した ($p < 0.02$)。女性例の SOS の年齢分布は40歳代以降で加齢に伴い減少することが認められた。体格指標と若年女性の SOS の相関については、身長との間に軽度の相関が認められたが、体重や BMI とは相関が認められなかった。他部位の BMD 値との相関については、皮質骨が主体の橈骨 BMD ($r = 0.557$, $p < 0.001$) との相関が、腰椎 BMD ($r = 0.383$, $p < 0.01$) および大腿骨頸部 BMD ($r = 0.354$, $p < 0.05$) より良好であった。

このように、基礎的検討から QUS による頸骨皮質骨 SOS の測定は、皮質骨の BMD の評価が可能で、測定精度が良好であるが、測定側および測定位置を一定に保つことに留意して行うことが必要であるということが示された。 (平成11年9月10日受理)

Fundamental Study for Bone Mass Measurement in the Cortical Bone of the Tibia with Quantitative Ultrasound

Rika NOGAMI

Recently, various non-invasive bone mineral density (BMD) measurements have been developed, and applied to the diagnosis of osteoporosis. Quantitative ultrasound (QUS) is expected to be as a useful method evaluating BMD without radiation. In present paper, among from QUS methods, the Sound Scan 2000 of a QUS device which can measure cortical BMD in the tibia was used in a fundamental study. The subjects were total 265 (261 women and 4 men) of normal controls and osteoporotic patients. The precisions of measurements of speed of sound (SOS) in the tibia were good; 0.60% of CV for an intra-assay, and 0.99% for an inter-assay, respectively. Regarding difference in the SOS between the left and right sides of six subjects whom were all right

脛骨の測定位置に依存し、また左右差がみられるため、測定側の統一と厳密な位置決めが必要であった。脛骨 SOS の加齢による減少率は比較的小さかったが、荷重骨で皮質骨主体の大腿骨頸部のそれと類似し、また皮質骨主体の橈骨骨幹部の BMD との相関も比較的良好であった。このように、Sound Scan 2000 による SOS の測定は皮質骨の状態を知ることのできる方法であることが示された。

結 語

脛骨皮質骨を測定部位とする Sound Scan 2000 による SOS 測定の基礎的検討を行った。本装置は測定精度が良好であったが、測定脛骨側の選択や正確な位置決めが重要であることが示された。また、脛骨 SOS は DXA により測定された皮質骨主体の橈骨 BMD と最も良好な相関を

認め、皮質骨 BMD を反映することが示された。女性例における脛骨 SOS 値の年齢別変動は、他の BMD 定量法と同様に 20~40 歳ではほぼ一定であり、40 歳代以降に低下した。今回の基礎的検討の結果、QUS による脛骨皮質骨の SOS 測定は、測定精度に優れ、皮質骨の BMD を評価するユニークな方法として、その使用が期待される。

謝 辞

稿を終えるにあたり、終始懇切な御指導と御校閲を賜った川崎医科大学放射線核医学教室 福永仁夫教授、曾根照喜講師に深く感謝致します。本研究の要旨は、第16回日本骨代謝学会（1998年、東京）で発表した。なお本研究の一部は平成9年度川崎医科大学プロジェクト研究費（9-403）の補助で行われた。

文 献

- 1) Consensus development conference : Diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Am J Med* 94 : 646 - 650, 1993
- 2) Genant HK, Engelke K, Fuerst T, Glüer C-C, Grampp S, Haaris ST, Jergas M, Lang T, Lu Y, Majumdar S, Mathur A, Takada M : Noninvasive assessment of bone mineral and structure : State of the art. *J Bone Miner Res* 11 : 707 - 730, 1996
- 3) Fukunage M, Sone T, Otsuka N, Tomomitsu T, Imai Y, Nogami R, Kitayama A, Itaya M : Bone mineral measurement in Japan. *Ann Nucl Med* 11 : 275 - 280, 1997
- 4) Morita R, Yamamoto I, Yuu I, Hamanaka Y, Ohta T, Takada M, Matsushita R, Masuda K : Quantitative ultrasound for the assessment of bone status. *Osteoporosis Int* 7 (Suppl.3) : S128 - S134, 1997
- 5) Glüer C-C : Quantitative ultrasound technique for the assessment of osteoporosis : Expert agreement on current status. *J Bone Miner Res* 12 : 1280 - 1288, 1997
- 6) 武田直人, 三宅真理子, 北 昭一, 友光達志, 福永仁夫 : 低周波超音波骨量測定装置による踵骨の骨強度に関するパラメータの測定 - 特に DXA による骨密度との比較について -. *Osteoporosis Jpn* 1 : 62 - 66, 1993
- 7) 福永仁夫, 武田直人 : 超音波による骨塩定量法. *ホルモンと臨床* 43 : 797 - 802, 1995
- 8) Foldes AJ, Rimon A, Keinan DD, Popovtzer MM : Quantitative ultrasound of the tibia : A novel approach for assessment of bone status. *Bone* 17 : 363 - 367, 1995
- 9) Fukunaga M, Tomomitsu T, Ono S, Otsuka N, Nagai K, Morita K, Imai H, Miyake M, Katagiri M : Quantification of bone mineral in the vertebral body and whole body skeleton with a newly developed dual energy X-ray absorptiometric system using a multi-detector array. *Kawasaki Med J* 19 : 65 - 76, 1993
- 10) 友光達志, 福永仁夫, 大塚信昭, 小野志磨人, 永井清久, 森田浩一, 古川高子, 村中 明, 柳元真一, 田部井俊明, 川村幸一, 森田陸司 : X 線を用いた末梢骨を測定対象とする二重光子吸収測定装置による骨塩測定の臨床的有用性 - 単一光子吸収装置との比較 -. *Radioisotopes* 37 : 521 - 524, 1988

- 11) Genant HK, Engelke K, Glüer C-C, Lang TF, Majumdar S : Recent advances in the noninvasive assessment of bone density, quality and structure. *J Jpn Soc Bone Morphom* 5 : 93-108, 1995
- 12) Riis BJ, Hansen MA, Jensen AM, Overgaard K, Christiansen C : Low bone mass and fast rate of bone loss at menopause : Equal risk factors for future fracture : A 15-year follow-up study. *Bone* 19 : 9-12, 1996
- 13) Inoue T, Kushida K, Miyamoto S, Sumi Y, Orimo H, Yamashita G : Quantitative assessment of bone density on X-ray picture. *J Jpn Orthop Ass* 57 : 1923-1936, 1983
- 14) 福永仁夫, 大塚信昭, 曾根照喜, 永井清久, 森田陸司 : 脊椎骨 Phantom を併用した CT Scan による第3腰椎海綿骨の骨塩測定法. *日本医放会誌* 46 : 659-664, 1986
- 15) 友光達志, 曾根照喜, 福永仁夫, 伊東昌子, 石田 裕, 林 邦昭 : pQCT 装置 (Densiscan-1000) の使用経験. *日骨形態誌* 5 : 147-153, 1995
- 16) 游 逸明, 山本逸雄, 大中恭夫, 高田政彦, 中島言子, 増田一孝, 森田陸司 : SXA (Single Energy X-ray Absorptiometry) 法による踵骨骨密度測定の臨床的有用性についての検討. *日骨形態誌* 3 : 127-131, 1993
- 17) 福永仁夫, 友光達志, 森田陸司 : DEXA. *臨放* 35 : 41-48, 1990
- 18) Heaney RP, Avioli LV, Chesnut III CH, Lappe JRR, Brandenburger GH : Osteoporotic bone fragility-Detection by ultrasound transmission velocity. *JAMA* 261 : 2986-2990, 1989
- 19) 武田直人, 三宅真理子, 北 昭一, 今井弘子, 友光達志, 福永仁夫 : Aloka 社製超音波骨密度測定装置 (UXA-3000) の基礎的および臨床的検討. *日骨形態誌* 5 : 53-59, 1995
- 20) Roux C, Fournier B, Laugier P, Chappard C, Kolta S, Dugados M, Berger G : Broadband ultrasound attenuation imaging : A new imaging method in osteoporosis. *J Bone Miner Res* 11 : 1112-1118, 1996
- 21) Barkmann R, Kantorovich E, Heller M, Glüer C-C : A new reflection quantitative ultrasound device for measuring a large variety of bone : First in-vivo investigations (abstr). 12th International Bone Densitometry Workshop, Crieff, Scotland, 18-22 May, 1997
- 22) Sone T, Imai Y, Tomomitsu T, Nogami R, Fukunaga M : Bilateral asymmetry in bone measurements of the tibia : Implication for footedness (abstr). *J Bone Miner Res* 23 (Suppl) : S599, 1998
- 23) Takeda N, Miyake M, Kita S, Tomomitsu T, Fukunaga M : Sex and age patterns of quantitative ultrasound densitometry of the calcaneus in normal Japanese subjects. *Calcif Tissue Int* 59 : 84-88, 1996
- 24) 折茂 肇, 杉岡洋一, 福永仁夫, 武藤芳照, 佛淵孝夫, 五来逸雄, 中村哲郎, 串田一博, 田中弘之, 猪飼哲夫 : 原発性骨粗鬆症の診断基準 (1996年度改訂版). *Osteoporosis Jpn* 4 : 643-652, 1996
- 25) Wu CY, Hans DB, He YQ, Fan B, Njeh CF, Richards J, Fuerst T, Genant HK : Ultrasound velocity reflects combination of thickness, mineral density and surface feature in cortical bone. 2nd International Conference on Osteoporosis (abstr), Osaka, Japan, 13-15 Nov, 1997