

【第81回生涯教育講座】

骨密度測定の意義

—体力ならびに身体の発達と骨密度の関係—

の 野 はら 原 たか 隆 ひこ 彦

キーワード：腰椎骨密度，踵骨骨量面積率，運動習慣，歩速，身体の発達

はじめに

2008年4月から、40歳～74歳の中老年保険加入者を対象に、健康保険者に対して特定健診の実施が義務化された。これは、メタボリックシンドローム該当者、または予備軍と判定された者に対して特定保健指導を行うことを義務づけるものである。新たな健診・保健指導ではメタボリックシンドロームの概念を導入したことによって、保健指導で生活習慣病の発症予防が可能となるとされる¹⁾。つまり、この新たな取り組みは、心・血管病の予防が最終目標となる。しかし、ここで注意すべき点は、対象が勤労世代（したがって概ね60歳まで）に絞らざるを得ないという点である。勿論、家族についても事業主の責任と言うことにはなるが、現実的には、保険者（事業主）の経済的な負担など、未だ解決していない問題が残っており、保険加入者本人以外の全ての対象者への実施までには至っていない。

しかし、疾病論的な観点や医療経済論的な観点からではなく、社会活動力的な観点から見ると、

近年の高齢化社会では、認知症のような精神活動力の低下とともに、高齢者の肉体活動力の低下が憂慮すべき問題となっている。つまり、生活習慣病の予防だけが、必ずしも高齢者の活動力を高めることになるわけではない。精神的にも肉体的にも十分な活動力が維持できること、すなわち、高齢者の Quality of life を維持できることが重要なのである。ところが、高齢者では加齢にともなう骨の退行性変化によって、普通に骨粗鬆症が生じ、脊椎椎体の圧迫骨折や大腿骨の頸部骨折などを引き起こしやすいことが良く知られている。骨粗鬆症に起因する骨折の中では、胸腰椎の圧迫骨折が最も高頻度に見られる代表的なものであり、急性・亜急性の腰・背部痛を引き起こし、また骨折後の変形は慢性の腰・背部痛を残すことになる。したがって、高齢者の QOL を維持するためには、骨密度の評価を含めることが極めて重要となる。

骨粗鬆症の予防という観点からは、早期に骨量減少者を抽出することが重要であり、臨床の場では DXA (dual energy X-ray absorptiometry) 法による骨密度測定が数多く使用されている。DXA による骨密度測定では、主として全身と腰椎のどちらかの骨密度測定がおこなわれるが、全

Takahiko NOHARA

島根大学保健管理センター出雲

連絡先：〒693-8501 出雲市塩冶町89-1

身骨はおよそ80%が皮質骨で占められるので皮質骨の状態を良く反映し、また全身骨密度は測定の対象が大きく局所的な変形による変化の影響を受けにくいので、測定再現性が良いのが特徴とされる。一方、腰椎は骨粗鬆症での(圧迫)骨折が多い場所であり、骨折好発部位を直接測定するのが望ましいと言う考えから、測定対象部として選ばれることも多い。そして、全身骨密度・骨量は、その値で評価されるが、腰椎の場合は、第2～4腰椎の平均骨密度の値を腰椎骨密度として表すことが多く、骨量低下の判断の基準としては、全身若しくは腰椎の“最大骨量(ピークボーンマス)マイナス2SD”以下、または“最大骨量マイナス2.5SD”以下とされている。一方、骨量あるいは骨密度は、年齢との関係は勿論のこと、食事や運動とも非常に深い関係があると言われており、特に閉経前後の女性の場合には、女性ホルモンなどの内分泌動態の影響を受けることが良く知られている²⁾。

最も一般的で、信頼の置ける骨密度の評価方法は、上にも述べたごとく、X線を用いたDXAによる骨密度の測定であるが、最近では、超音波法による踵骨・骨密度測定が手軽な方法として多く用いられるようになった。また、腰痛に対して、腰椎のX線写真を撮る際に、X線写真から変形や骨粗鬆症の程度を推測することも、一般的におこなわれている。

そこで、高齢者の運動習慣および体力(ここでは運動能力)と、腰椎圧迫骨折および骨密度の関係を明らかにするために、出雲市在住の高齢者(61歳以上)を対象に、運動習慣のアンケート調査、腰椎のX線写真撮影、10m歩速の測定、腰椎と踵骨の骨密度の測定をおこない、骨粗鬆症の予防と、運動習慣の定着を試みた。

方 法

出雲市在住の高齢者(男性448名、女性660名の計1,108名)を対象に、(財)島根難病研究所・成人病検診センターで、InBody(エムピージャパン)による身長・体重・体脂肪の測定のほか、腰椎の前後面と側面のX線写真撮影、DXA:QDR 2000(ホロジック社)による腰椎骨密度の測定、QUS:Benus II(石川製作所)による踵骨・骨梁面積率を調べた。また、運動能力を見るために、10mの距離を出来るだけ速く歩いて貰い、その時間(秒)を測定した。そして、3回の測定の中で最速の時間を歩速(m/sec)とした。

さらに、日常生活の中で、運動を、「良くする」、「時々する」、「殆どしない」、の三段階のどれに当てはまるか、アンケート調査を実施した。

X線写真による腰椎圧迫骨折の判定は、第1腰椎から第5腰椎の高さをそれぞれ測定し、原発性骨粗鬆症の診断基準にのっとり³⁾、C/A or C/P<

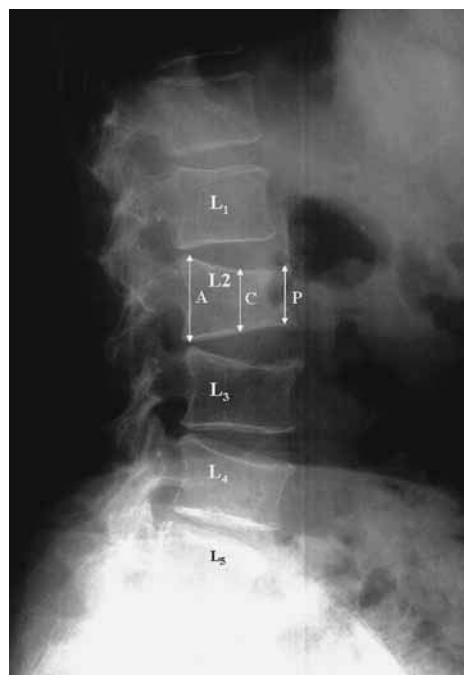


写真1 椎体骨の圧迫骨折

0.8, あるいは, $A/P < 0.75$ (C : 腰椎中央部, A : 椎体前部, P : 椎体後部, のそれぞれの高さ), あるいは, $1 \text{ 椎体高} \div \text{平均椎体高} < 0.8$ を圧迫骨折と判断した (写真1)。なお, 腰椎のX線写真による圧迫骨折の判定の際に, 第5腰椎の高さが判読できないものが含まれていたために, それらは調査対象から除外した。その結果, 最終的には1,073名 (男性429名, 女性644名) について評価した。

結 果

1. X線写真の透過度または黒化度 (radiodensity) で見た骨粗鬆症の程度⁴⁾と, DXAによる骨密度との間には有意な相関が見られた (表1)。
2. 腰椎の圧迫骨折所見が有る者と, 無い者を比較したところ, DXAによる腰椎骨密度と, Benusによる踵骨・骨梁面積率のいずれでも, 圧迫骨折の所見がある者は低かった。胸椎の圧

迫骨折を含めた結果でも, 同じような結果が見られた。

2. 運動習慣の有無を確認するために, アンケート調査により, 運動を(A)良くする, (B)時々する, (C)殆どしない, のグループに分けて, それぞれのグループと骨密度の関係を調査したところ, DXAによる腰椎骨密度との相関は見られなかったが, 超音波法による踵骨の骨梁面積率との間には僅かな相関が見られた。一方, 運動習慣と10mの歩速とは相関が見られた (表2)。
3. 腰椎以外 (肋骨や鎖骨, 上下肢の骨折など) の, 骨折の既往がある者と, ない者の比較では, 骨折の既往のない者が, 歩速も速く, 腰椎・踵骨ともに, 骨密度も高かった (表3)。
4. 運動能力 (歩速) と腰椎骨密度, ならびに踵骨・骨密度 (骨量面積率) の関係を見ると, 歩速 (m/sec) と腰椎骨密度とは相関が認められ

表1 X線写真と, 歩速ならびに骨密度の関係

	歩速 (m/sec)	DXA (g/cm ²)	Benus (%)
骨粗鬆症(0)	mean 1.67	mean 1.031	mean 28.6
骨粗鬆症(0.5)	" 1.61	" 0.938	" 27.4
骨粗鬆症(1)	" 1.54	" 0.827	" 26.4
骨粗鬆症(2)	" 1.51	" 0.788	" 25.0
骨粗鬆症(3)	" 1.41	" 0.806	" 25.0
変形(-)	" 1.49	" 0.921	" 26.9
変形(±)	" 1.64	" 0.832	" 27.0
変形(+)	" 1.60	" 0.924	" 27.4
変形(++)	" 1.55	" 0.967	" 27.0
変形(+++)	" 1.48	" 1.039	" 26.5

表2 運動習慣と, 歩速ならびに骨密度の関係

	歩速 (m/sec)	DXA (g/cm ²)	Benus (%)
運動(◎)	mean 1.66	mean 0.890	mean 27.5
運動(○)	" 1.61	" 0.920	" 27.0
運動(×)	" 1.49	" 0.832	" 26.9

表3 骨折の既往と、歩速ならびに骨密度の関係

	歩速 (m/sec)	DXA (g/cm ²)	Benus (%)
骨折(-)	mean 1.60	mean 0.919	mean 27.3
骨折(+)	" 1.54	" 0.865	" 26.2

なかったが、歩速 (m/sec) と踵骨・骨梁面積率との間には、僅かながら相関が認められた。

考 察

中高年者の体力評価は、エルゴメーターによる最大酸素摂取量の測定による心肺能力の評価が一般的であるが、61歳以上の高齢者となると、最大酸素摂取量の測定は難しい。また、最大酸素摂取量の測定に用いるエルゴメーターなどの機器も必要となる。そこで、身長・体重・体脂肪計を用いた体脂肪の測定や、超音波法を用いた骨密度の測定とともに、歩速による脚力の測定が、機器の持ち運びも可能で、簡便な方法と思われる。また、体力評価には心肺能力のほかに、当然のことながら、筋力も含まれるが、走力や投力、瞬発力などは慣れや技能の影響を受けるので、正確に評価できるとは言い難い。歩速についても、同じことが考えられるので、3回の測定の中で最速の時間を歩速としたが、回数と速度は必ずしも比例しなかった。このことは、歩速は慣れによる影響が比較的少ないことを示唆しているのではないだろうか。

X線写真の透過度 (radiodensity) で見た骨粗鬆症の程度と、DXAの測定値 (g/cm²) による骨粗鬆症の程度の間には一定の相関が見られたが、より骨粗鬆症が進んだ骨粗鬆症(3)の方が、やや程度の軽い骨粗鬆症(2)よりも、DXAの値は高かった。これは、圧迫骨折などによって椎体骨が圧縮されるために生じたと思われる。DXAによ

る骨密度の値は、椎体が下部になる程高くなり、第5腰椎で最も高くなることと関係している。事実、変形の最も強い変形(+++)のグループで、DXAによる骨密度が最も高い(表1)。これは、DXAが面積あたりの骨量で骨密度を表現している (g/cm²) からである。ちなみに、DXAはX線を二次元の平面に投射して、その黒化度を骨量(骨密度)として測定しているのであり、当然の結果である。また、X線写真で見られる骨粗鬆症の程度と、DXAの測定による骨粗鬆症の程度の間には一定の相関が見られるのも当然と言え当然であるが、X線写真(視覚)による骨粗鬆症の判定が比較的客観的であることを示唆している。ただし、X線写真を判定する者の主観に頼らざるを得ないことも確かであり、判定する者がどこまで客観性を示せるかが問題であろう。さらに、アンケートによる調査は当人の主観である以上、客観性に乏しいと思われたが、歩速と比較的に相関したのは驚きであった。

ところで、成人の場合とは異なり、小児の骨密度を測定する場合には、X線被ばくがなく、しかも学校などの測定場所で測定可能な測定法が好ましい。たまたま、小児期から青年期までの身体の発達を見る目的で、小・中・高校生と高等専門学校生徒の身長・体重・体脂肪率の計測と、骨密度の測定をおこなった調査があるので、併せて提示する(図1, 2)。

協力の得られた島根県出雲市内および近隣の小・中・高等学校、高等専門学校の児童生徒

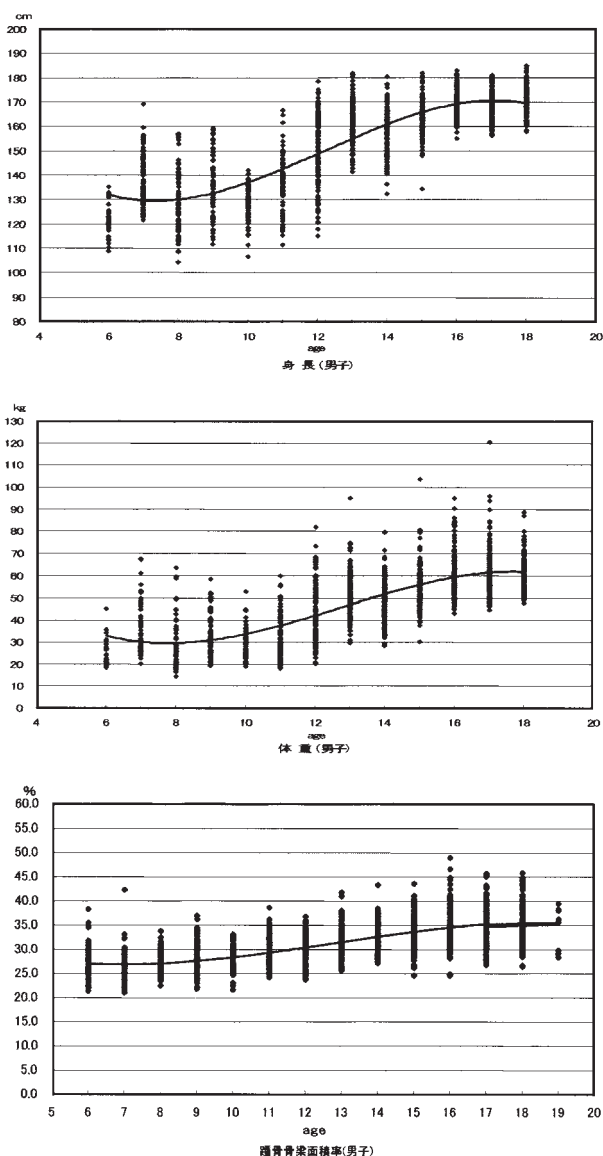


図1 少年男子の身長・体重・骨密度の発達

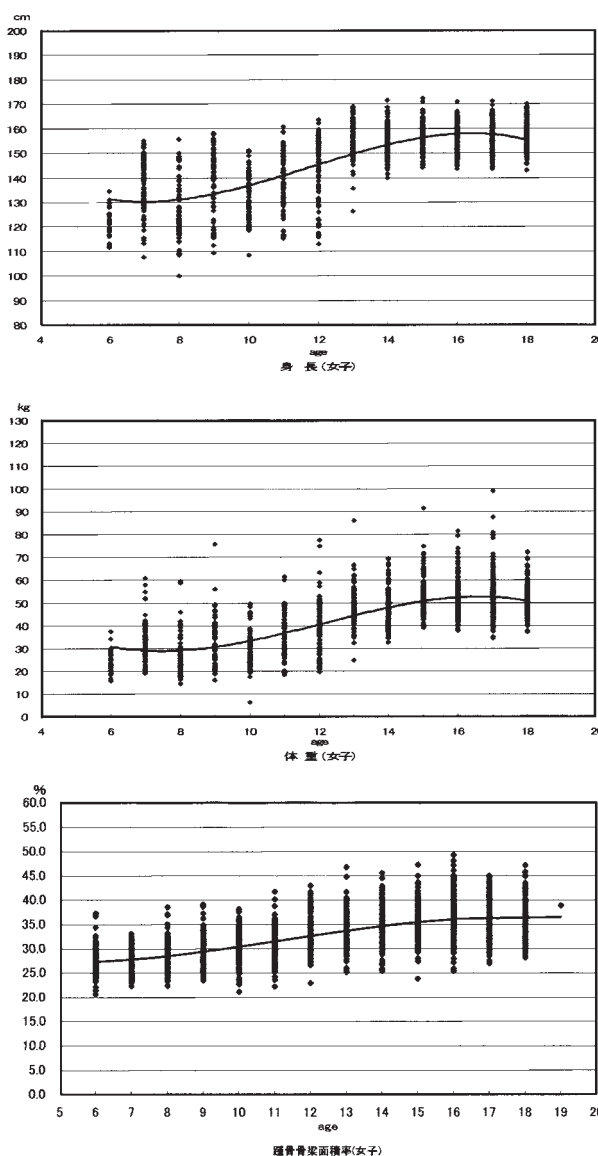


図2 少年女子の身長・体重・骨密度の発達

3,621人を対象に、体内脂肪計（TBF-202：タニタ）と超音波骨密度測定装置（Benus II：石川製作所）を持参して各学校に出向き、保護者（小・中学生の場合）あるいは本人（高校生の場合）からインフォームド・コンセントの得られた児童生徒に対して、クラスごとに、体内脂肪計を用いて身長、体重、体脂肪率を測定し、引き続いて、超音波骨密度測定装置で踵骨の骨密度（骨梁面積率）を測定した。この調査では、身長と体重の変化は、男女ともに、6歳から8-9歳までほぼ横

這いに推移し、その後は直線的に成長して、15-16歳でピークに達すると言った傾向が見て取れた。さらに、踵骨・骨梁面積率の推移でも8-9歳から増加して15-16歳でピークに達すると言った同様の傾向が見られたので、総じて、小児の身体発達は8-9歳から15-16歳にかけて成長が進むことが明らかになった⁵⁾。

以上、これらの調査を見てわかるように、体力や成長を見る上で骨密度、特に超音波法による踵骨・骨密度の測定は有用であると思われる。

ま と め

高齢者を対象に、身長・体重・体脂肪の測定のほか、レントゲンによる腰椎の(X線)写真、DXAによる腰椎の骨密度、QUSによる踵骨の骨梁面積率を調べた。また、運動能力を見る為に10 mの歩速を調べた。その結果、歩速で見た脚力と踵骨の骨密度とは僅かながら相関が見られ、アンケートによる運動習慣と踵骨の骨密度にも相関が見られた。さらに、アンケートによる運動習

慣と10 mの歩速との間には相関が見られた。以上のことから、踵骨の骨密度は体力(運動能力)と密接な関係があり、踵骨の骨密度測定は、体力の評価に有用と思われた。

また併せて、小児の身体発育と骨密度とは密接に関係することを示す調査を提示し、これらの調査結果から、体力の評価や身体の発達を見るために、骨密度、特に踵骨の骨密度の測定が有用であることを示した。

文 献

- 1) 門脇 孝, 島本和明, 寺本民生, 松澤佑次編集; メタボリックシンドローム up to date; 日本医師会雑誌, 第136巻・特別号(1), 2007.
- 2) Takahiko Nohara, Tsutomu Kamei and Akira Ohta; Accelerated Decrease in Bone Mineral Density in Women Aged 52-57 Years; Tohoku J. Exp. Med. 210, 341-347, 2006.
- 3) 折茂 肇 他; 原発性骨粗鬆症の診断基準(2000年度改訂版), 日本骨代謝学会雑誌 18, 76-82, 2001.
- 4) 林 泰史; 骨粗鬆症, ライフサイエンス, 東京, 1986.
- 5) 野原隆彦, 加藤 譲; 青少年期における身体の発達と超音波踵骨骨梁測定装置による踵骨骨密度との関係; Osteoporosis Japan, 12, 77-81, 2004.