

## 大学学園祭における骨粗鬆症予防に向けた骨密度測定と骨の健康教育の実践

秋坂 真史\*・具志堅美智子\*\*・高橋のぞみ\*\*\*

高橋 直子\*\*\*・篠原 理恵\*\*\*・遠藤小彩花\*\*\*

(2003年4月30日受理)

### Practice of Health Education on Bones for the Prevention of Osteoporosis after the Measurement of Bone density in Participants of a University Festival

Masafumi AKISAKA, Michiko GUSHIKEN, Nozomi TAKAHASHI,

Naoko TAKAHASHI, Rie SHINOHARA and Sayaka ENDO

キーワード： 骨密度, 骨粗鬆症, 予防医学, 若年者, 健康教育

茨城大学における学園祭（茨苑祭）で教育保健講座の学生有志が毎年恒例行事として行なっている「青空健康教室」の一環として、骨密度測定を希望した若年者から一般の中高年全員に対して、右側踵骨の骨密度測定を施行した。測定は、乾式超音波骨密度測定装置によって行い、併せて個別の健康教育も事後指導として行なった。その「骨の健康教室」実践経験を通して得た知見等は多く有益であったが、全国のリファレンスの値と比較すると、被測定者の骨密度値が高くないことが示唆された。しかし、中高年女性の同年代女性に対する偏差値はやや高い一方で、すべての年代および性別で骨密度の個体差が大きいことが明らかとなった。今後は、低骨密度の若年者における個別の骨に関する健康教育が不可欠であることが示唆された。

#### はじめに

21世紀は超高齢化時代である。そこで、求められるのは中高年者における骨粗鬆症に対する保健意識の向上と共に、若年者も自分の現在の骨量（骨密度）を知っておくことは予防医学の立場からもきわめて大切なことである。

このことが、理解されてか、近年は一般の地域検診の場でも骨密度測定が盛んに行われるようになってきた。しかし、従来のようにDXAやSXAのX線を用いる方法のみでは測定対象や測定場所等が限定され、公衆衛生学上は十分な活用が図れないことが多い。そこで近年は、X線被曝がない超

\*茨城大学教育学部教育保健講座

\*\*琉球大学医学部保健学科

\*\*\*茨城大学教育学部養護教諭養成課程

音波法による骨密度測定の精度や信頼性が調べられ<sup>1,4)</sup>、骨粗鬆症検診のスクリーニング法<sup>5)</sup>として本邦でも広く利用されるようになってきている。超音波法には湿式と乾式の二つの方法があり、前者については既に報告が多く検討もよく為されているが、後者についての調査報告は少ない。

そこで筆者らは、いろいろな機会を利用して、このような骨検診を実施しているが、このたびは茨城大学における学園祭(茨苑祭)で当科(教育保健講座)の学生有志が毎年恒例行事として行なっている「青空健康教室」の一環として、測定を希望した一般の中高年から若年者全員に対して、本年のみ試行してみた。

その結果、比較的評判もよく、予想以上の来訪者が検査を希望したので、すべての希望者に対し、足の骨密度を乾式超音波骨密度測定装置によって測定し、併せて健康指導もサービスとして行なった。我々は、このような広義の教育実践あるいは健康教育も、個々人の健康に関わる重要な「生涯教育」の一つとして考えている。本論では、その「骨の健康教室」実践経験を通して得た知見等につき報告する。

## 対象と方法

測定対象は、平成14年11月行われた茨城大学学園祭の1日目に教育保健講座(養護教諭養成課程)の1年次から4年次までの有志学生主催の「青空健康教室」で血圧や身体測定等を行ない、さらに自らの骨の健康にも関心をもち、「骨密度測定と骨の健康指導」を希望した123名である。このうち、現在の健康状況等の問診票を提出し、その結果と症状等の有無から骨の健康にとくに異常ないと考えられ、測定値が適正にとれた121名を分析対象とした。方法は、McCue社製の乾式超音波骨密度測定装置CUBAを用い、測定後の指導に必要な簡単な生活習慣のアンケートを行なった後、踵骨骨密度、身長、体重を測定した。測定した骨密度項目は、超音波減衰係数(Broadband Ultrasound Attenuation: BUA (dB/MHz))・超音波伝播速度(Velocity of Sound: VOS (m/sec))である。このたびは性別や年齢にこだわらず、測定を希望した者すべてに対して、乾式超音波骨密度測定装置によって測定した。片足の測定に要した時間は、一人当たり数分であり、原則として利き足であることの多い右足踵骨の骨密度を測定した。さらに、即時的に測定結果を本人に伝え、その場で医師による骨の健康診断および生活習慣改善に向けた現在の問題点に関わる健康教育等を行なった。

## 結 果

### 1. 骨密度測定者の対象特性 (表1, 表2)

測定を希望し、かつ測定値がとれて分析できた対象者(以下、対象者)121名の年齢分布は18歳から69歳までで、平均年齢は $26.4 \pm 12.3$ 歳(平均値 $\pm$ 標準偏差)、身長・体重の平均値はそれぞれ $163.3 \pm 8.7$ cm、 $56.4 \pm 8.0$ kgであった。男女別には、対象者は男性39名、女性82名で、それらの年齢分布は、男性が18歳から69歳まで、女性が18歳から65歳までで、平均年齢は全体としては、各々 $24.4 \pm 11.3$ 歳、 $27.3 \pm 12.8$ 歳であった。なお、今回の検診では、30歳代は男女ともいなかった。した

がって分析のため、グループ化したところ、10歳代男女それぞれ男性 (n=12) が $18.8 \pm 0.4$ 、20歳代 (n=23) が $21.8 \pm 1.8$  (これらを、さらに20歳代以下としてまとめると、10歳代以上20歳代未満 (n=35) が $20.8 \pm 1.8$ )、40歳代以上 (n=4) が $56.0 \pm 8.7$ で、女性 (n=16) が $18.6 \pm 0.5$ 、20歳代 (n=23) (同様に、20歳代以下としてまとめると、10歳代以上20歳代未満 (n=63) が $20.5 \pm 1.9$ ) が $21.1 \pm 1.8$ 、40歳代以上 (n=19) が $49.9 \pm 4.2$ であった。また、女性で18歳から19歳までの10歳代 (n=40) が $88.0 \pm 15.4$ 、20歳代 (n=40) が $88.0 \pm 15.4$ 、40歳代以上 (n=19) が $75.8 \pm 18.2$ であった。対象者の性別は男性39名、女性82名であった。なお、今回の検診では、30歳代は男女ともいなかった。

身長・体重の平均値は、男女それぞれ $172.3 \pm 4.7$ cm、 $63.0 \pm 6.6$ kgと $159.1 \pm 6.7$ cm、 $53.2 \pm 6.7$ kgであった。

表 1. 骨密度測定者の対象特性(1)

年 代	男 性			女 性		
	10歳代	20歳代	40歳代以上	10歳代	20歳代	40歳代以上
平均値(歳)	18.8	21.8	56.0	18.6	21.1	49.9
標準偏差	0.4	1.8	8.7	0.5	1.8	4.2
人 数(人)	12	23	4	16	47	19
最大値(歳)	19.0	27.0	69.0	19.0	28.0	65.0
最小値(歳)	18.0	20.0	51.0	18.0	20.0	45.0
HT±SD(cm)	$173.2 \pm 4.1$	$172.3 \pm 5.3$	$169.8 \pm 1.7$	$158.2 \pm 5.2$	$161.0 \pm 6.8$	$155.1 \pm 5.8$
WT±SD(kg)	$62.0 \pm 5.9$	$63.0 \pm 7.3$	$66.0 \pm 2.7$	$50.4 \pm 6.0$	$53.5 \pm 6.8$	$54.8 \pm 6.5$

表 2. 骨密度測定者の対象特性(2)

年 代	男 性		女 性	
	10歳代以上20歳代	40歳代以上	10歳代以上20歳代	40歳代以上
平均値(歳)	20.8	56.0	20.5	49.9
標準偏差	2.0	8.7	1.9	4.2
人 数(人)	35	4	63	19
最大値(歳)	27.0	69.0	28.0	65.0
最小値(歳)	18.0	51.0	18.0	45.0
HT±SD(cm)	$172.6 \pm 4.9$	$169.8 \pm 1.7$	$160.3 \pm 6.5$	$155.1 \pm 5.8$
WT±SD(kg)	$62.7 \pm 6.8$	$66.0 \pm 2.7$	$52.7 \pm 6.7$	$54.8 \pm 6.5$

## 2. 年代別男女別にみた骨密度関連値 (表 3, 表 4)

年齢別のBUAは、男性で18歳から19歳までの10歳代 (n=12) が $91.7 \pm 15.7$ 、20歳代 (n=23) が $93.4 \pm 16.9$  (これらを、さらに20歳代以下としてまとめると、10歳代以上20歳代未満 (n=35) が $92.8 \pm 16.2$ )、40歳代以上 (n=4) が $72.4 \pm 12.9$ であった。また、女性で18歳から19歳までの10歳代 (n=40) が $88.0 \pm 15.4$ 、20歳代 (n=40) が $88.0 \pm 15.4$  (同様に、20歳代以下としてまとめると、10歳代以上20歳代未満 (n=63) が $84.6 \pm 18.3$ )、40歳代以上 (n=19) が $75.8 \pm 18.2$ であった。以上

BUAの年代別の差においては、各年代および男女の双方の間では、女性のBUAの年代差 ( $p=0.07$ ) と40歳代以上の男女差 ( $p=0.7$ ) を除いて、各々の間に有意差を認めた ( $p < 0.05$ )。

VOSについても、表3および表4のとおりである。すなわち骨密度関連値でのパラメーター (BUA およびVOS等) において、年代差および男女差の双方で、同様にほとんどの間に有意差を認めた。

さらにZ値でみると、男女では、全体としては、表3および表4に示すように各々、マイナス値になっており、 $27.3 \pm 12.8$ 歳であった。なお、今回の検診では、30歳代は男女ともいなかった。したがって分析のため、グループ化したところ、10歳代男女それぞれ男性 ( $n=12$ ) が  $18.8 \pm 0.4$ 、20歳代 ( $n=23$ ) が  $21.8 \pm 1.8$  (これらを、さらに20歳代以下としてまとめると、10歳代以上20歳代未満 ( $n=35$ ) が  $20.8 \pm 1.8$ )、40歳代以上 ( $n=4$ ) が  $56.0 \pm 8.7$ で、女性 ( $n=16$ ) が  $18.6 \pm 0.5$ 、20歳代 ( $n=23$ ) (同様に、20歳代以下としてまとめると、10歳代以上20歳代未満 ( $n=63$ ) が  $20.5 \pm 1.9$ ) が  $21.1 \pm 1.8$ 、40歳代以上 ( $n=19$ ) が  $49.9 \pm 4.2$ であった。また、女性で18歳から19歳までの10歳代 ( $n=40$ ) が  $88.0 \pm 15.4$ 、20歳代 ( $n=40$ ) が  $88.0 \pm 15.4$ 、40歳代以上 ( $n=19$ ) が  $75.8 \pm 18.2$ 、であった。

表3. 年代別男女別にみた骨密度関連値(1)

	男 性			女 性		
	10歳代 n=12	20歳代 n=23	40歳代以上 n=4	10歳代 n=16	20歳代 n=47	40歳代以上 n=19
BUA $\pm$ SD (dB/MHz)	$91.7 \pm 15.7$	$93.4 \pm 16.9$	$72.4 \pm 12.9$	$81.7 \pm 22.2$	$85.6 \pm 17.0$	$75.8 \pm 18.2$
BUA-max (dB/MHz)	118.2	123.5	86.0	123.5	126.4	112.8
BUA-min (dB/MHz)	69.3	65.5	56.9	48.7	51.5	50.2
VOS $\pm$ SD (m/sec)	$1745.6 \pm 49.0$	$1717.6 \pm 42.6$	$1658.8 \pm 44.2$	$1731.7 \pm 52.0$	$1729.2 \pm 44.4$	$1688.2 \pm 50.3$
BUAZ $\pm$ SD	$-0.301 \pm 0.9$	$-0.738 \pm 1.14$	$-0.492 \pm 0.60$	$-1.229 \pm 1.52$	$-1.002 \pm 0.99$	$0.235 \pm 1.24$
VOSZ $\pm$ SD	$1.433 \pm 0.49$	$2.249 \pm 1.91$	$1.75 \pm 1.03$	$4.368 \pm 0.49$	$3.856 \pm 1.73$	$4.324 \pm 1.42$

表4. 年代別男女別にみた骨密度関連値(2)

	男 性		女 性	
	10歳代以上20歳代 n=35	40歳代以上 n=4	10歳代以上20歳代 n=63	40歳代以上 n=19
BUA $\pm$ SD (dB/MHz)	$92.8 \pm 16.2$	$72.4 \pm 12.9$	$84.6 \pm 18.4$	$75.8 \pm 18.2$
BUA-max (dB/MHz)	123.5	86.0	126.4	112.8
BUA-min (dB/MHz)	65.5	56.9	48.7	50.2
VOS $\pm$ SD (m/sec)	$1727.2 \pm 46.2$	$1658.8 \pm 44.2$	$1729.9 \pm 46.1$	$1688.2 \pm 50.3$
BUAZ $\pm$ SD	$-0.588 \pm 1.07$	$-0.492 \pm 0.6$	$-1.229 \pm 1.52$	$0.235 \pm 1.24$
VOSZ $\pm$ SD	$1.969 \pm 1.61$	$1.750 \pm 1.03$	$3.986 \pm 1.66$	$4.324 \pm 1.42$

## 考 察

対象者で、今回の検診では30歳代は男女ともいなかったこと、ならびに10歳代以上20歳代未満が98名、40歳代以上が23名と差があったのは、一般の地域での自由検診では逆の比率になるが、学園祭という特殊な場での参加者構成比率と相同している。

また、男性39名、女性82名と、女性が男性の2倍以上を占めたのは、やはり新聞やニュースあるいは学術書や雑誌等で伝えられるように、高齢女性に骨粗鬆症による骨折とそれに引き続く寝たきりが多く、それに対する保健意識が中年者あるいは10歳代や20歳代の若年者にも多く芽生えていたことによるものであろう。じっさい若年者も自分の現在の骨密度を知っておくことは、とりわけ女性にとってきわめて大切で、筆者も測定後に行われた骨の健康教育で、専門資料を用いて強調しておいたことである。というのも、人生における骨量の最大値（peak bone mass）は、10歳代後半から20歳代前半にあるとされており、以後は基本的には、下降し続けることは確実な事実であるからである。とりわけ、女性の閉経後における骨量低下は著しいとされ、これを防ぐのはその時に至ってのみでは困難である。つまり、若い時に、いかにpeak bone massを高めておくかが重要な課題になっている。一方で、中高年以降での食生活や運動等のライフスタイル改善に向けた努力が、骨量低下をある程度まで食い止める可能性も報告されており<sup>6)</sup>、その意味では、若年者はもちろん近隣の一般の中高年者も集まる、このような学園祭という機会に、骨粗鬆症予防に向けた骨密度測定と現在の骨量の認識、そして必要ならば骨の健康指導の実践という重要なステップを含んだ啓発活動が、我が大学で行えたということ自体が意義深いと考える。

測定を希望した者の年齢分布は、男性が18歳から69歳まで、女性が18歳から65歳までで、平均年齢は全体としては、各々 $24.4 \pm 11.3$ 歳、 $27.3 \pm 12.8$ 歳であった。なお、今回の検診では、30歳代は男女ともいなかった。したがって分析のため、グループ化したところ、10歳代男女それぞれ男性（ $n=12$ ）が $18.8 \pm 0.4$ 、20歳代（ $n=23$ ）が $21.8 \pm 1.8$ （これらを、さらに20歳代以下としてまとめると、10歳代以上20歳代未満（ $n=35$ ）が $20.8 \pm 1.8$ ）、40歳代以上（ $n=4$ ）が $56.0 \pm 8.7$ で、女性（ $n=16$ ）が $18.6 \pm 0.5$ 、20歳代（ $n=23$ ）（同様に、20歳代以下としてまとめると、10歳代以上20歳代未満（ $n=63$ ）が $20.5 \pm 1.9$ ）が $21.1 \pm 1.8$ 、40歳代以上（ $n=19$ ）が $49.9 \pm 4.2$ であった。また、女性で18歳から19歳までの10歳代（ $n=40$ ）が $88.0 \pm 15.4$ 、20歳代（ $n=40$ ）が $88.0 \pm 15.4$ 、40歳代以上（ $n=19$ ）が $75.8 \pm 18.2$ 、であった。対象者の性別は男性39名、女性82名であったが、これはマスコミ等の健康情報から既に女性の骨密度が重要な問題であることを理解している者が多かったであろう。

なお、平均値はともかく標準偏差が高かったことと、40歳代以上女性に代表されるBUAの最大値が112.8もあり、最小値が50.2と個人的にきわめて大きな較差があったことは特筆しないわけにはいかない。これは、同年代男性の86.0および56.9の差と比べても格段の違いがあり、中高年でも男性に比べて女性の骨密度に大きな個体差があるということを示している。ただ、BUAの平均値で見ると、他地域の同年代の女性と比べて、この地域の女性は偏差上、正のレベルを呈し、健闘していることがわかる。むしろ、この意味では他の若い年代あるいは男性の方が、他にやや劣っていると云わざるを得ない結果となった。

ここで、超音波による骨密度測定法について説明すると、現在のところ湿式と乾式の二つの方法

に大別される。前者は被検体と超音波発信源の間の媒体として水(湯)を利用するAchillesに代表されるものであり、後者は媒体としてゲルを利用し、被検体と発信源を密着させて測定するものでCUBAに代表される。このうち後者については、厚生省認可を最近受けた事情もあり、未だ報告がほとんど為されていない。しかし後者は、前者よりも小型で軽量、しかも測定時間が2-3分と前者の三分の一ほどであり、検診者多数、移動が頻回、在宅訪問等のケース、さらには測定に時間をあまり費やせない高齢者や小児などの対象にはきわめて便利である。したがって、今回のような大学学園祭での「青空健康教室」のように、必要に応じ内外で行い、また様々な年代や性別の測定対象が集い、身体には無害で待つ時間を最小限に抑え、しかも装置の移動を要する場合には適していると思われる。

BUAおよびSOSはいずれも骨密度のパラメーターであり、一般には単一物質を通過する音波の伝導速度は通過物質の密度が高いほど速いためSOSは骨密度を反映する指標と考えられ<sup>9,10)</sup>、BUAとともに骨の物理的密度<sup>9)</sup>あるいはDXA法による踵骨や腰椎の二次元骨密度<sup>10)</sup>と高い相関があることが示されている。さらにBUAは、DXA法による二次元骨密度とは異なり骨梁の方向性など構造に関連した質的情報をもっているとも言われている<sup>11)</sup>。

VOSは年齢との相関性の低さや骨量測定値相互の間の関連性についても有意水準が小さいこと等で問題が残る<sup>6,7)</sup>が、一方でDXA法による第2-4腰椎骨密度との相関が良いとされるBUAも、足部の形態が少なからぬ影響を与えることも示唆されており<sup>6,7)</sup>、双方とも単独で使うには一長一短があると考えられる。他方で、この時期は骨端軟骨の成長著しい期間でもあり、成長期の骨密度評価に当たっては骨端軟骨基質の石灰化に始まる結合組織の侵入、骨芽細胞の骨置換など一連の骨化機転(軟骨内骨化)の影響も考慮しなければならないと思われる。ここで食事によるカルシウム摂取は骨端軟骨基質の石灰化に不可欠な材料補給に関与し、他方で特に若年期における定期的スポーツは軟骨内骨化を含めた骨化機転を助長し垂直方向の重力刺激によって骨密度を高めるのに貢献しているものと推察される。本法による測定部位は踵骨下端より4cm、踵骨後端より3cmを中心とする直径約2.5cm領域の踵骨両側部位<sup>12)</sup>であるため、長管骨骨端部ほどには超音波法による骨密度値に対する軟骨内骨化による影響は比較的少ない可能性もある。

BUAと体格指数との関係では、身長で有意な相関はみられず、体重とは有意な正相関を示したという報告がみられる。本例でも、詳しい分析は残しているものの、その傾向は認めている。

またZ値とは、他地域の同年代における日本人のリファレンスの値<sup>12)</sup>との誤差を意味し、これが大きいほど被測定者の骨密度値が比較的高いことが示唆される。0が標準となっているため、正(+)または負(-)で示される。しかし、その差、すなわち絶対値としては比較的僅少であり、まだまだ改善の余地があるように思われる。さらに、このような小さなボランティアとしての検診の場集った者の多くは、最初から骨量そのものに自信がなく低骨密度を予想したり、自分の骨密度に何らかの不安感を抱いていたことが受検の理由であり、それが若干平均値を下回った一つの理由とも考えられる。

今回とった生活習慣のアンケートの分析はまだ今後の課題として残っているが、実際の現場では測定後の生活習慣改善に向けた保健指導に十分役に立ったことは言うまでもない。このたびの論文は、本アンケートは分析結果を呈示し骨密度との相関性などを論ずることを目的としたものではなく、あくまで独自のライフスタイルをもった測定者個人の性別・年齢に即した骨密度の現状と今後

の骨の健康維持あるいは健康獲得という生活習慣改善に向けた医学的指導であったので、分析からははずした。今後は、さらに様々な機会を利用し、年代等もっと多様な測定者を加え、生活習慣との関連性も含めた分析を考慮したい。

## 謝 辞

本研究は、本論中にも断ったように、もともと茨城大学における学園祭で当科（教育保健講座）の学生有志が毎年恒例行事として行なっている「青空健康教室」の一環としてボランティア的に実施したものである。そのなかで、多くの学生有志が骨検診に協力してくれ、測定者たちにも親切また親身で好評であった。そこで、一人ひとりのお名前を挙げることは不可能だが、被検者の誘導や測定等で手伝ってくれた養護教諭養成課程の学生すべてに感謝したい。また、実際の測定実施に当たって、本大学にはまだ無い超音波骨密度測定装置を借与してくれた琉球大学の教官諸氏に深謝する。

## 注

- 1) Yamazaki, K., Kushida, K., Ohmura, A., Sano, M. and Inoue, T. Ultrasound Bone Densitometry of the Os Calcis in Japanese Women, *Osteoporosis International*, 4, (1994), 220-225.
- 2) Hirota, T., Nara, M., Ohguri, M., Manago, E., and Hirota, K. Effect of diet and lifestyle on bone mass in Asian young women, *Am. J. Clin. Nutr.*, 55, (1992), 1168-1173.
- 3) 水口久美代, 宮地佐栄, 小金丸泰子, 吉村典子, 橋本 勉. 若年者の骨密度に影響を及ぼす要因の分析－運動時間, 朝食摂取状況との関連－, *学校保健研究*, 37, (1995), 15-19.
- 4) 遊逸明, 山本逸雄, 大中恭夫. 超音波法による踵骨測定の臨床的有用性についての検討, *日本骨代謝*, 10, (1992), 301.
- 5) 厚生省. 老人保健法による骨粗鬆症検診マニュアル. 東京：日本医事新報社, 1995：20-25.
- 6) 辻 秀一, 中井澄子, 阿部 均, 柴田 仁, 勝川史憲, 大西祥平, 山崎 元. 閉経後女性の運動療法－骨塩量への影響－, 第4回日本骨粗鬆症研究会抄録集, (1995), 133.
- 7) 鈴木隆雄, 楠本彩乃, 永井晴美, 吉田英世, 渡辺修一郎, 熊谷修, 天野秀紀, 柴田 博. 閉経期女性の骨密度測定法の差異による骨量評価についての研究－DXA法と超音波法の比較－, *日本公衛誌*, 43, (1996), 16-27.
- 8) 武田直人, 三宅真理子, 北 昭一. 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 Japan*, 1, (1993), 62-66.
- 9) Tavakoli, M.B., Evans, J.A. Dependence of velocity and attenuation of ultrasound in bone on the mineral content, *Phys Med Biol*, 36, (1991), 1529-1537.
- 10) Waud, C.E., Lew, R., Baran, D.T. The relationship between ultrasound and densitometric

measurements of bone mass at the calcaneus in women, *Calif Tissue Int*, 51, (1992) , 415-418.

- 11) Gluer, C.C., Wu, C.Y., Genant, H.K. Broadband ultrasound attenuation signals depend on trabecular orientation: An in vitro study, *Osteoporosis Int*, 3, 1993, 185-191.
- 12) Lunar Corporation. Lunar Corporation, editors. Manual of Achilles ultrasound bone densitometer, Lunar Corporation, New York, (1991), B1-B7.