

# 男女大学生の骨密度と運動に関する研究

## A Study on Bone density and Physical Exercise in University Students

國友 宏 涉  
Hirohada KUNITOMO

江 上 いすず\*  
Isuzu EGAMI

CXD (Computed X-ray absorptiometry) 法および超音波法を用いて、健康な男女大学生の第二中手骨と踵骨骨密度を測定し、過去の運動経験や現在の運動習慣が骨密度に与える影響について分析を試みた。なお、本分析では著者らの先行研究の結果<sup>1)</sup>を踏まえ、運動刺激の影響をよく受けると考えられる踵骨骨密度 (Stiffness) との関係を中心に分析を行った。

その結果、児童期における屋外での遊びと踵骨骨密度との間に有意な関係が認められた。また、中学校での運動部活動の内容と踵骨骨密度との関係をみた結果、活動頻度、継続年数、チーム内での役割 (レギュラー選手か否か) において有意な関係が認められた。高校時代の運動部活動と骨密度との関係においては、運動部活動が骨形成に一定の影響を及ぼしていることは窺えるものの、中学校における運動部経験ほど骨密度との間に顕著な関連は見られなかった。一方、現在の運動習慣との関係では、運動実施群の踵骨骨密度は、非実施群に比べて有意に高い値であった。

キーワード：骨密度、踵骨、運動歴、運動習慣  
bone mineral density, calcaneus  
history of exercise, current exercise

### I. はじめに

ヒトの骨量は30歳頃までに最大骨量 (peak bone mass) に達し、その後は加齢とともに減少するが<sup>2)</sup>、その骨量の大半が思春期を中心として発育発達期につくられる<sup>3)</sup>。したがって、この時期に骨量をできるだけ増やすことが、将来の骨粗鬆症や骨折の予防に大きく役立つことになる。ところが、近ごろ子どもの骨折が増えている。第74回日本整形外科学会における報告<sup>4)</sup>によると、30年前には小学生、中学生の骨折者数がそれぞれ年間5万人であったのに対して、現在では10万人に倍増していることを報告している。そして、その主な原因として、栄養の過不足や運動不足が指摘されており、カルシウムの摂取量や1日の歩行量の減少などが問題視される。

著者らは骨量および骨粗鬆症に関するこれまでの研

究報告に関して、測定対象が高齢者や中高年女性に偏りがちであることを指摘し、測定データの少ない若年層の骨量データを得る目的で、1999年に男女大学生の骨密度測定を行った。また、異なる2つの測定方法 (CXD法: Computed X-ray absorptiometry 及びUS法: Ultrasound method) によって骨密度測定を行い、評価値の比較検討を試みた。そして、測定部位が異なる2つの測定方法では、それぞれの測定部位の特性が評価値に反映されること、また、過去や現在の運動経験と骨密度との関連においては、US法によって測定された踵骨においてのみ両者の間に相関がみられたことを報告した<sup>5)</sup>。

2000年1月に、我々は同様の方法で二度目の骨密度測定を実施する機会を得ることができ、測定データの追加をすることができた。そこで本研究では、過去、

\*名古屋文理短期大学

現在の運動経験の内容と踵骨骨密度との関係を中心に分析することにする。

## II. 研究方法

### 1. 対象者

1998年12月と2000年1月に、名古屋文理大学情報文化学部の健康な男女大学生、それぞれ123名、91名に対して骨密度測定を実施した。対象の学生は1年次開講科目の健康教育論を履修した学生で、本研究の趣旨を理解の上、協力の同意が得られた学生である。

### 2. 測定方法

骨密度の測定法としては、わが国でよく用いられるMD(Microdensitometry)法<sup>6)</sup>の用手操作部分をコンピュータ化することによって、測定精度と測定時間の改善がはかられたCXD法<sup>7)</sup>を活用し、骨塩定量検査装置(ボナライザー: 帝人製)によって測定された数値、 $\Sigma$ GS/D及び骨皮質幅(metacarpal index:MCI)を骨密度指標として求めた。一方、US法<sup>8) 9)</sup>においては超音波骨密度測定装置(Achilles,Lunar社製)によって踵骨を測定部位とし、超音波伝播速度(speed of sound:SOS)と広帯域超音波権減衰係数(broadband ultrasound attenuation:BUA)から算出されるStiffness indexを骨密度(骨強度)の指標として用いた。なお、Stiffness indexはSOS値およびBUA値から以下の計算式で算出され、骨塩量(bone volume)のみでなく骨質(bone quality)も評価できる指標として注目されている。

$$\text{Stiffness index}=(0.67 \times \text{BUA})+(0.28 \times \text{SOS})-420$$

### 3. 質問紙調査

対象者の身体的属性、生活習慣、運動習慣、食習慣そして過去の運動歴等を把握するために、自記式質問紙調査を行った。調査票は骨密度測定時に配布し、その場で回収した。身体的特性については、身長、体重の他に、BMI (body mass index) を算出した。

運動習慣、運動経験については、現在の運動実施の有無およびその頻度、実施種目、実施時間等について尋ねた。過去の運動歴としては、小学校時の運動や遊びの経験について、また、中学校時の運動部経験、高校時の運動部経験について、その活動レベル、活動頻度、活動種目等についても質問項目を設けた。

### 4. 統計解析

統計解析は主にSAS社製統計ソフトを用い、一元配置分散分析を行い、平均値の差についてはt検定を行った。また、骨密度との相関には、pearsonの方法で解析し、危険率5%以下を有意とした。

## III. 結果と考察

### 1. 身体的特性と骨密度

対象者の身長、体重、BMI、そして骨密度指標としての、 $\Sigma$ GS/D、Stiffness index並びに%Young Adult、%Age Matchedの平均値、標準偏差、rangeを男女別に示したものがTable.1である。

Table.1 Physical Statistics of the Subject and Bone Density

	Male (n= 162)			Female (n= 52)		
	Mean $\pm$ SD	Range		Mean $\pm$ SD	Range	
Age	19.0 $\pm$ 0.75	18	— 22	18.8 $\pm$ 0.5	18	— 21
Height(cm)	170.9 $\pm$ 5.4	157	— 183	157.0 $\pm$ 4.9	143	— 166
Weight(kg)	60.8 $\pm$ 10.0	45	— 105	50.0 $\pm$ 9.0	37	— 97
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	21.1 $\pm$ 4.1	16.5	— 45.5	20.3 $\pm$ 3.4	15.6	— 38.0
$\Sigma$ GS/D(mmAl)	2.62 $\pm$ 0.22	2.07	— 3.38	2.61 $\pm$ 0.20	2.31	— 3.20
MCI	0.50 $\pm$ 0.07	0.35	— 0.67	0.54 $\pm$ 0.06	0.43	— 0.71
Stiffness(%)	106.1 $\pm$ 15.2	68	— 151	102 $\pm$ 17.8	72	— 136
%Young Adult(%)	101.8 $\pm$ 14.6	65	— 145	111.9 $\pm$ 19.4	78	— 148
%Age Matched(%)	100.9 $\pm$ 16.4	65	— 143	111.4 $\pm$ 19.4	78	— 138

BMI: body mass index

MCI:metacarpal index

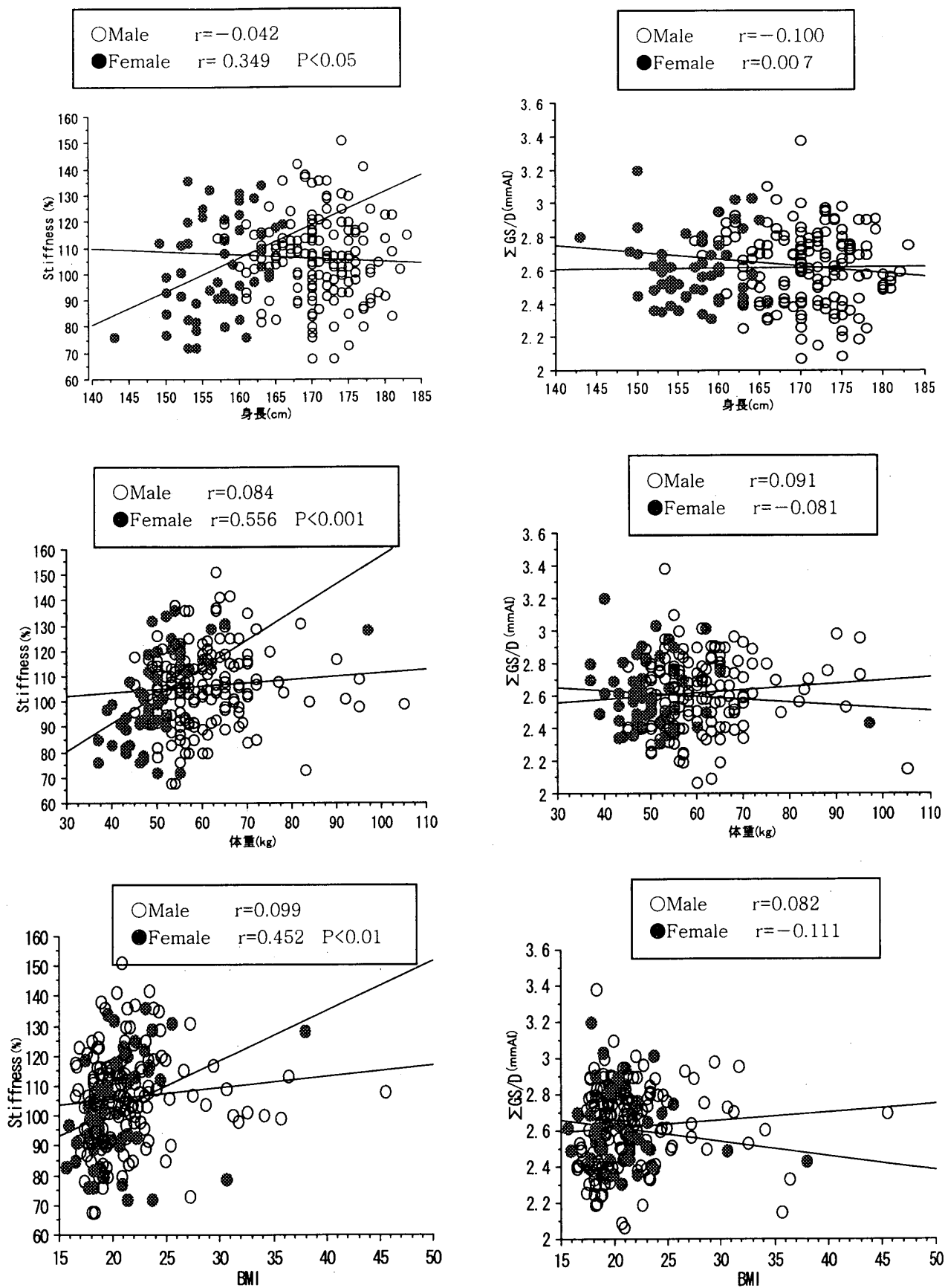


Fig1. Correlation between Bone Density and Physique

Table.2 Bone Density and Physical Exercise

Items			Stiffness	T-test
Childhood activities	playing in the home	(n=49)	98.6 ± 14.9	}*
	playing outside frequently	(n=165)	107.2 ± 15.8	
Sports club activities after school (in junior high school)	high level	(n=57)	105.3 ± 20.1	N. S.
	intermediate	(n=102)	107.1 ± 15.2	
	beginner	(n=26)	102.9 ± 13.5	
A starter or a bench warmer (in junior high school)	starter	(n=124)	107.9 ± 15.6	}*
	bench warmer	(n=61)	101.0 ± 14.5	
Frequency of exercise (in junior high school)	1-2 days per week	(n=9)	99.3 ± 16.2	N. S.
	3-4 days per week	(n=30)	102.1 ± 14.8	
	more than 5 days per week	(n=146)	106.7 ± 15.5	
Duration of continuing activities (in junior high school)	1 year	(n=11)	93.0 ± 13.6	}**
	2 years	(n=15)	106.1 ± 9.9	
	3 years	(n=158)	106.5 ± 15.7	
Sports club activities after school (in high school)	exercise group	(n=109)	109.1 ± 15.0	}*
	non-exercise group	(n=105)	101.2 ± 16.0	
Level of the team (in high school)	high level	(n=35)	112.7 ± 15.8	N. S.
	intermediate	(n=55)	109.5 ± 15.1	
	beginner	(n=20)	105.9 ± 14.3	
A starter or bench warmer (in high school)	starter	(n=78)	109.9 ± 16.1	N. S.
	bench warmer	(n=28)	107.2 ± 12.5	
Frequency of exercise (in high school)	1-2 days per week	(n=10)	105.7 ± 9.6	}*
	3-4 days per week	(n=21)	99.8 ± 15.9	
	more than 5 days per week	(n=75)	112.9 ± 13.9	
Duration of continuing Activities (in high school)	1 year	(n=24)	111.0 ± 13.7	}**
	2 years	(n=19)	101.7 ± 15.0	
	3 years	(n=65)	110.7 ± 15.0	
Current exercise	exercisers	(n=102)	109.6 ± 16.6	}*
	nonexercisers	(n=112)	101.2 ± 14.3	
Frequency of current exercise	more than 3 days per week	(n=28)	113.9 ± 15.4	N. S.
	more than 1 day and less than 2 days per week	(n=57)	107.4 ± 15.7	
	less than 1 day per month	(n=15)	110.3 ± 21.5	

\*: p&lt;0.05

CXD 法による第2中手骨の骨密度指標  $\Sigma GS/D$  は、男性の平均値が  $2.62 \pm 0.22$ 、女性では  $2.61 \pm 0.20$  と男女ともに近い値であった。また、MCI はそれぞれ、 $0.50 \pm 0.07$ 、 $0.54 \pm 0.06$  であった。日本骨代謝学会が示す、CXD 法による第二中手骨の骨密度基準値<sup>10)</sup> (1996)によると、20-24歳の基準値が男性で  $2.720 \pm 0.443$ 、女性が  $2.692 \pm 0.274$  である。本研究の測定対象の平均年齢が男性19.1歳、女性18.8歳と僅かに若年ではあるが、男女ともに基準値を下回っており、特に男性の数値が低かった。

一方、US 法による踵骨の Stiffness index は、男性の平均値が  $106.1 \pm 15.2\%$ 、女性が  $102.0 \pm 17.8\%$  であった。また、若成比%Young Adult は男性が  $101.8 \pm 14.6\%$ 、女性が  $111.9 \pm 19.4\%$  であった。同年比%Age Matched については、男女それぞれ  $100.9 \pm 16.4\%$ 、 $111.4 \pm 19.4\%$  となっている。つまり踵骨骨密度に関しては、男女ともに基準値を満たしていた。

また、 $\Sigma GS/D$  において、骨粗鬆症の疑いありと判定される基準値<sup>11)</sup>  $2.3\text{mmAl}$  を下回った学生は、全体の4.2%で、 $2.5\text{mmAl}$  未満の要注意領域の者を入れると、全体の33.5%に昇る。また、Stiffness について、骨量減少の疑いがあるとされる Stiffness 80%未満の学生は、5.1%であった。

## 2. 体格と $\Sigma GS/D$ , Stiffness

Fig.1は  $\Sigma GS/D$  及び Stiffness と身長、体重、BMI との関係を男女別に表したものである。 $\Sigma GS/D$  との関係では、身長、体重、BMI のいずれにおいても有意な関係が見られなかった。体格と骨密度との関係においては、これまでの先行研究<sup>12) 13)</sup> でも指摘されているとおり、体重等による加重負荷が骨への機械的刺激となって骨代謝回転の亢進を促すものと考えられるが、中手骨、つまり指の骨に及ぼす影響は少ないと思われる。

一方、Stiffness においては、女性において身長、体重、BMI のすべてについて有意な正の相関関係 (Height :  $r=0.349, P<0.05$ )、(Weight= $0.556, P<0.0001$ ) (BMI:  $r=0.452, P<0.001$ ) が認められた。しかし、男性においては、いずれも顕著な相関関係が見られなかった。これまでの先行研究の中にも相関関係が認められたものと認められなかった報告があり<sup>14)</sup>、今後の検証が必要であろう。

## 3. 運動と Stiffness

Table.2は、過去の運動歴および現在の運動習慣と骨密度との関係を見たものである。冒頭でも述べたように、これまでに著者らが行った分析結果<sup>15)</sup> でも、運動歴や運動習慣と第二中手骨骨密度との間に有意な関連が認められなかったため、運動による影響を受けやすいと考えられる踵骨骨密度(Stiffness)と運動歴および運動習慣等との関係を見ていくことにする。

まず、小学校期における遊びでは「屋外でよく遊んだ」とする者が  $107.2 \pm 15.8\%$  で、「屋内でよく遊んだ」とする者の評価値 ( $98.6 \pm 14.9$ ) よりも有意に高かった ( $P<0.05$ )。

中学校期における運動部活動に関しては、ほとんどの対象者が経験者であるため、未経験者との比較はできなかった。そこで経験者における活動レベル(戦績の優劣)と骨密度との関係について見てみると、「中レベル」(県大会に出るまたは地方大会に出る程度)の経験者に高い骨密度の値が見られたが、「低レベル」(クラブ内で試合を楽しむ、または地区大会に出る程度)や「高レベル」(全国大会に出る、または国際大会に出る程度)との間に有意な差は見られなかった。しかし、チーム内で「レギュラー選手であった」者と「控え選手であった」者との間には有意な関係が認められ ( $p<0.05$ )、それぞれ  $107.9 \pm 15.6$ 、 $101.0 \pm 14.5$  と、レギュラー選手であった者の骨密度が高かった。また、運動部活動の頻度と骨密度との関係をみると、「週に5日以上」の練習をする者の骨密度が最も高く ( $106.7 \pm 15.5$ )、活動頻度が少ない者ほど低い値であったが、統計的には有意差が認められなかった。そして、部活動の経験年数との関係では、「3年間活動した」者の骨密度が最も高く ( $106.5 \pm 15.7$ )、「2年間」、「1年間」の活動経験者よりも有意に高かった ( $P<0.05$ )。

次に、高校時代の運動経験と骨密度との関係についてみていくと、まず運動部活動の経験者 ( $109.1 \pm 15.0$ ) と未経験者 ( $101.2 \pm 16.0$ ) との間に有意な差が認められた ( $p<0.05$ )。また経験者の中で、その活動レベルにおいて比較すると、統計的には有意差が認められなかったが、活動レベル(戦績の優劣)が高い者ほど骨密度も高い傾向にあり、「高レベル」すなわち、全国大会や国際大会に出るレベルの経験者において最も高い値 ( $112.7 \pm 15.8$ ) が見られた。次いで「中レベル」( $109.5 \pm 15.1$ )、「初級レベル」( $105.9 \pm 14.3$ ) となっている。

チーム内で「レギュラー選手」であった者と「控え選手」であった者の比較では、僅かにレギュラー選手であった者の骨密度が高い傾向にあるが、有意な差は見られなかった。活動頻度における比較では、「週に5日間以上」活動していた者の値が最も高く(112.9±13.9)、「週に3日—4日」とする者との間に有意差が見られた。活動年数と骨密度との間には、統計的に有意な関係が認められたが、経験年数の長さ按比例した傾向は見られなかった。

最後に、現在の運動習慣と骨密度との関係をみると、「運動実施群」と「非実施群」との間に有意な差が認められ( $p < 0.05$ )、運動実施者の踵骨骨密度が109.6±16.6%で、非実施者のそれが101.2±14.3となつている。また、実施者の活動頻度による比較では「週に3日以上」実施している者が最も高く、113.9±15.4であったが、その他のアイテムとの有意な差は見られなかった。

#### IV. まとめ

本分析では、男女大学生の骨密度評価および体格、過去の運動歴、現在の運動習慣と骨密度との関連を中心に見てきたが、以下のように要約することができる。

- (1) 本調査対象である男女大学生(男性:19.0±0.75歳, 女性:18.8±0.5歳)の骨密度 $\Sigma GS/D$ は、日本骨代謝学会が示す年齢別の基準値を男女とも下回っていた。
- (2) 骨粗鬆症の疑いがあるとされる、2.3mmAlを下回る者と要注意領域2.5mmAl以下の者を合わせると、全体の33.5%に上る。また、骨量減少の判定となるStiffness 80%未満の者は、全体の5.1%に留まった。
- (3) 体格(身長, 体重, BMI)と骨密度との関係は、Stiffnessにおいて女性にのみ相関関係が見られた。
- (4) 児童期に屋外でよく遊んだ者は、屋内でよく遊んだ者よりも骨密度が有意に高かった。
- (5) 中学校における運動部活動経験者の中で、レギュラー選手であった者は控え選手であった者よりも骨密度が有意に高かった。
- (6) 中学校における運動部の活動期間が3年間の者は2年間, 1年間の者よりも骨密度が有意に高かった。

(7) 高校時代における運動部活動の経験者は、未経験者よりも骨密度が有意に高かった。

(8) 高校時における運動部の活動頻度が週5日以上のは、それ以下のものより骨密度が有意に高かった。

(9) 現在の運動実施において、実施群は非実施群に比べて骨密度が有意に高かった。

#### 文献

- 1) 国友宏渉,他: CXD 法および超音波法による男女大学生の骨密度評価,名古屋文理大学紀要,創刊号,139~145(2001)
- 2) 伊木雅之,骨減少のリスクファクター,公衆衛生,58(6),387~390(1994)
- 3) 宮元章次,発育期の運動と骨密度,保険の科学,36(4),216~220(1994)
- 4) 高橋栄一,他: 学童生徒の骨折増加 —新潟市における調査から—Medical Tribune,34(20) (2001)
- 5) 国友宏渉,他: 前掲
- 6) 松本千鶴夫,Microdensitometry 法による第2中手骨骨密度(改良型MD法),整形外科,43(8),1140~1146(1992)
- 7) 山本逸雄,画像診断法と骨塩定量法—フォトデンシトメトリー—CXD,日本臨牀,52(9),89~94(1994)
- 8) 福永仁夫,骨粗鬆症と超音波診断,医学のあゆみ,165(9),625~628(1993)
- 9) 坂田悟,他: 踵骨超音波法,日本臨牀,56(6),116~120(1998)
- 10) 日本骨代謝学会,原発性骨粗鬆症の診断基準,Osteoporosis Japan,4(4),65~74(1996)
- 11) 浦野純子,骨粗鬆症の検診方法 CXD 法(改良型MD法),公衆衛生,58(6),394~397(1994)
- 12) 細井孝之,骨粗鬆症の定義と診断基準,公衆衛生,58(6),379~382(1994)
- 13) 加納克己,骨密度に運動が及ぼす影響に関する疫学調査研究—40歳以上の女性を対象にして—,医学と生物学,133(5),163~168(1996)
- 14) 池田順子,他: 青年女子の骨密度に影響を及ぼす要因の検討,日本公衛誌,43(7),570~577(1996)
- 15) 国友宏渉,他: 前掲