第2中手骨の太さと体格の関係

髙　井　省　三

Relation between second metacarpal thickness and physique

Shozo TAKAI

This report describes the relationship of the bone width to the physique analyzed by correlation and multivariate statistical methods. Subjects consisted of 114 boys and 339 girls with mean age of 17.4 and 17.0 years. The total width, the cortical thickness and the cortical area were measured on X-ray photographs at the midpoint of the length of the right 2nd metacarpal bone. Twenty-three anthropometric measurements, the body mass index and the lean body mass were the variables for the physique.

The bone width and the cortical area correlated significantly with the anthropometric items and the lean boby mass ($r=0.134$ to 0.527) exclusive of head and soft tissue dimensions. No anthropometric measurements correlated significantly with the cortical thickness. Hand breadth for the sexes showed the highest correlation with the bone width.

An integrated score representing the frame size was calculated as the first principal component of biacromial-, biiliocristal-, transverse chest diameters, wrist breadth and bicondylar femur breadth, that accounted over 50% of the total variance. The cortical thickness again showed no significant correlation with the score. The bone width correlated significantly with the integrated score of the frame size items: $r=0.293$ for boys and $r=0.201$ for girls. The cortical area correlated significantly with the score for boys ($r=0.240$), but not for girls. The multiple correlation analysis did not show the frame size items as highly effective combination to predict the bone width and the cortical area. The analysis suggested a soft-tissue contribution to the bone mass for boys but not for girls.

Key words：Bone width, Metacarpal bone mass, Frame size, Somatometry, Body composition

はじめに

骨格が関与する機能に体のかたちの保持がある。例えば骨格要素だけで身長の97～98%を規定する。骨格に重点をおいた体格の概念に frame size がある。これは体脂肪とは関係せず，身長とその構成部分を除いた骨格のサイズをあらわす[13]。具体的には肩幅，腰幅，胸郭幅，肘幅，膝幅，手根幅などの骨格の幅を指標としている[8,11,15,16,21,22]。frame size を日常的に言い表したものが「骨太」(big boned)であり，それは頑丈な骨格をイメージさせる[13]。

骨格要素の大きさ—骨量—を推定するために，骨のX線像が生体で計測されてきた。測定の簡便さから第2中手骨が研究対象となり，緻密質の断面積などが計測されてきている[3,10,12,14]。骨量はX線での骨形態計測法のほかに，骨塩量測定法によっても推定できる。骨格が関与する機能として，無機塩類の貯蔵という切り口を見ようと言うわけである。前腕末端部や股関節部，腰椎部が測定部位に選ばれている。この骨形態計測と骨塩量測定の関係が骨粗鬆症患者[28]，腎疾患患者[1,2]，正常人[1]について検討されている。両計測項目は患者群では有意の相関があるが，健常者では相関がない。

体格と骨量の関係についての研究は，成人女性

では frame size だけが骨塩量と関係しているわけではないことを示した。骨塩量は除脂肪体重，筋量とも関係し[5]，皮脂厚とも関連している[24]。「骨太」の女性は実際に骨が太いだけではないらしいが，男性についてこの問題は検討されてない。

本研究の目的はこの骨のサイズと体格—実際の骨の太さ・骨量と「骨太」—の関係を検討することである。このため，X線形態計測による第2中手骨幅・緻密質厚・緻密質面積と生体計測項目の単相関の観察，骨形態計測値と frame size の総合特性値の相関分析を試みた。そして，全ての生体計測項目の中から frame size に関連した測度が骨の太さを効率よく予測する項目として抽出されるかどうかを検討した。

被験者と方法

被験者は1981-1989年の『小城成長研究』に参加した453名（男子114名，女子339名）の中学生，高校生から成っている。彼らは，右手のX線像で橈骨，尺骨，中手骨，指節骨が骨化を完了—骨端・骨幹が完全に癒合—しているという基準を満たしている。暦年齢の平均と標準偏差は，男子で17.4±0.54歳，女子で17.0±0.96歳であった。

X線撮影は被験者を余分な被爆から出来るだけ保護するための装置[25]と増感紙を使っておこなった。撮影距離は80cm で，焦点を右手の第3中手骨頭にあわせて手背—手掌方向に撮影した。

骨形態は骨幅，緻密質厚，緻密質面積で表わした。それらは透明型ディジタイザ（グラフテック KC3300）上でX線フィルムから骨幅（TW）と骨髄腔幅（MW）を計測して求めた（図1）。ディジタイザの読取精度は0.1mm とした。第2中手骨の頭と底の最も外側の突出点を通る接線をひき，その垂直2等分線上で計測をした。緻密質厚は骨幅から骨髄腔幅を引算して求めた。したがって，本来の緻密質厚さの2倍の値となっている。緻密質面積（CA）は $\pi/4$（TW^2-MW^2）の計算式[7]によって求めた。この計測を私と研究補助者で別々におこない，骨形態計測の信頼性を調べた。骨幅と骨髄腔幅の計測者間の相関はそれぞれ0.95と0.94であった。ついで，散布図を描き，直線から大きく離れた個体をチェックして，必要な場合は再計測をして最終的な骨形態計測データを作成した。

生体計測は国際生物学事業計画（IBP）の基本リスト[27]にいくつかの項目を追加した23項目から成る。

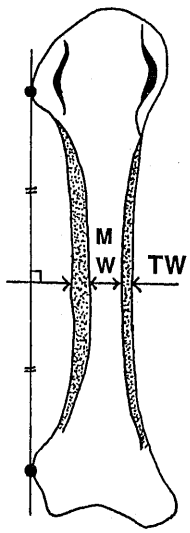


Fig.1 Radiogrammetry of the 2nd metacarpal bone ; TW : total bone width, MW : medullary width

すなわち身長，前腸骨棘高，座高，上肢長，肩峰幅，腸骨稜幅，胸郭横径，胸部矢状径，大腿上顆幅，前腕末端幅，手長，手幅，足長，足幅，胸囲，下腿囲，上腕囲，頭最大長，頭最大幅，頬骨弓幅，三頭筋皮脂厚，肩甲下皮脂厚，体重である。十分な経験を積んだ同一の計測者が全調査期間を通じてこれらの測度をそれぞれ計測した。身長，体重から body mass index（BMI＝［体重/身長^2×10,000）を求めた，さらに身長，体重から体表面積を求め[9]，これと皮脂厚から体密度を求め[20]，体脂肪量[4]を求めることで除脂肪体重（LBM）を算出した。

データの解析は筑波大学学術情報処理センターの FACOM M-780/20 OS IV/F4 MSP 上の統計解析システム SAS[23]によった。

結　果

骨形態計測値と生体計測値の基本統計量を表1に示した。緻密質厚（CT）は1960-70年代の資料の平均（東京在住の男子：4.4mm，同女子：4.1mm）と比べてやや大きい値を示している[17]。身長，体重は1985年度の高校生の全国平均[19]と大差ない。

骨形態計測量の相互関係を表2に示す。第2中手骨の骨幅と緻密質厚は統計的に有意な相関を示したが，それほど高くはない。骨幅と骨髄腔幅に

Table 1. Basic statistics of the osteometry and the somatometry

	Boys (n =114)		Girls (n =339)	
	Mean	SD	Mean	SD
Total width of the bone*	8.6	0.69	7.4	0.55
Cortical thickness of the bone*	4.7	0.53	3.1	0.54
Cortical bone area**	46.0	6.69	35.7	5.00
Weight***	61.7	7.51	52.4	6.99
Height	169.3	5.05	156.9	5.20
Sitting ht.	90.9	2.79	85.4	2.78
Iliospinale ht.	91.8	3.89	85.3	3.81
Upper limb length	73.0	3.03	67.1	3.01
Biacromial diameter	39.3	1.48	35.4	1.31
Biiliocristal diameter	27.6	1.45	27.3	1.55
Transverse chest diameter	26.8	1.60	24.3	1.55
Antero-post. chest diamet.	18.0	1.39	16.3	1.47
Wrist breadth	5.6	0.28	5.0	0.24
Bicondylar femur breadth	9.5	0.48	8.8	0.55
Hand length	18.2	0.89	16.8	0.89
Hand breadth	8.1	0.40	7.3	0.33
Foot length	24.3	1.04	22.1	0.91
Foot breadth	9.5	0.50	8.5	0.43
Upper arm circumf.	26.4	2.16	24.7	2.14
Galf circumference	36.6	2.52	35.0	2.37
Chest circumference	85.1	5.42	81.5	5.31
Head length	18.3	0.74	17.6	0.71
Head breadth	15.5	0.62	14.9	0.63
Bizygomatic diameter	14.0	0.55	13.4	0.61
Triceps skinfold thick.*	8.8	2.92	17.8	5.28
Subscap. skinfold thick.*	9.7	3.55	16.7	5.95
BMI	21.5	2.24	21.3	2.48
LBM***	52.9	5.93	39.6	4.58

n: sample size, SD: standard deviatdon, *: in mm, **: in mm^2, ***: in kg

Table 2. Correlations among the osteometry (Boys: upper triangle, Girls: lower triangle in italic)

	Total bone width	Medullary width	Cortical thickness	Cortical area
Total bone width		0.732**	0.265**	0.880**
Medullary width	*0.650***		−0.470**	0.325**
Cortical thickness	*0.166***	*−0.641***		0.677**
Cortical area	*0.855***	*0.170***	*0.642***	

**: significant at 1% level

は高い正の相関があるが，緻密質厚と骨髄腔幅は負の相関を示した。最も高い相関を示した対は骨幅と緻密質面積であった。

骨形態計測値と生体計測値の関係は無相関であるか，有意の相関があっても係数はそれほど高くはなかった(表3)。男子では緻密質厚と生体計測値はまったく無相関であった。女子についても，上肢長，頭長を例外として，同様に無相関であった。男女で同一の結果ではなかったが，一般に骨幅・緻密質面積と骨格系の生体計測項目は有意の相関を示し，軟部組織系の項目とは相関関係を示さなかった。男女ともに骨幅・緻密質面積と皮脂厚（三頭筋皮脂厚，肩甲下皮脂厚）は無相関であった。男子では，緻密質面積と下腿囲の関係を除き，周径項目（胸囲，下腿囲，上腕囲）と頭部項目（頭長，頭幅，頬骨弓幅）も同様に骨幅・緻密質面積に対して無相関であった。女子では胸部項目（胸部横径，胸郭矢状形）は骨幅・緻密質面積と相関関係がなかった。女子の周径項目では上腕囲と胸囲が骨幅・緻密質面積と無相関であった。

骨格系の長径項目(座高，前腸骨棘高，上肢長)は，男子の前腸骨棘高を除いて，骨幅・緻密質面積と中等度の相関を示した。これらの項目には身長よりも高い相関を示したものもある。frame sizeの尺度である幅径項目（肩峰幅，腸骨稜幅，胸郭横径，前腕末端幅，大腿上顆幅）は，女子の胸郭横径を除いて，骨幅・緻密質面積と有意の相関を示した。最大の相関は男女とも骨幅と手幅に現れた。体組成の指標である body mass index は男女ともに骨幅・緻密質面積と無相関であるが，除脂肪体重は骨幅・緻密質面積と有意の相関がある。

frame sizeの総合特性値と骨幅・緻密質面積の

Table 3. Correlations of the osteometry and the somatometry

	Boys			Girls		
	TW	CT	CA	TW	CT	CA
Weight	0.240*	0.082 ns	0.218*	0.185**	0.096 ns	0.186**
Height	0.244**	0.042 ns	0.197*	0.287**	0.049 ns	0.247**
Sitting ht.	0.226*	0.038 ns	0.185*	0.213**	0.018 ns	0.174**
Iliospinale ht.	0.167 ns	0.021 ns	0.131 ns	0.290**	0.027 ns	0.236**
Upper limb length	0.307**	0.064 ns	0.261**	0.322**	0.109*	0.299**
Biacromial diameter	0.278**	0.110 ns	0.270**	0.135**	0.054 ns	0.134*
Biiliocristal diameter	0.224*	0.143 ns	0.237*	0.193**	−0.020 ns	0.134*
Transverse chest diameter	0.208*	0.002 ns	0.151 ns	0.087 ns	0.064 ns	0.096 ns
Antero-post. chest diamet.	0.154 ns	0.020 ns	0.123 ns	0.075 ns	0.013 ns	0.058 ns
Wrist breadth	0.450**	0.166 ns	0.422**	0.200**	0.095 ns	0.207**
Bicondylar femur breadth	0.302**	−0.006 ns	0.219*	0.172**	0.035 ns	0.144**
Hand length	0.473**	0.129 ns	0.417**	0.247**	0.094 ns	0.236**
Hand breadth	0.527**	0.071 ns	0.439**	0.341**	0.090 ns	0.308**
Foot length	0.407**	0.180 ns	0.395**	0.245**	0.099 ns	0.233**
Foot breadth	0.417**	0.143 ns	0.383**	0.213**	−0.006 ns	0.164**
Upper arm circumf.	0.172 ns	0.168 ns	0.206*	0.046 ns	0.063 ns	0.063 ns
Calf circumference	0.178 ns	0.046 ns	0.156 ns	0.150**	0.084 ns	0.151**
Chest circumference	0.108 ns	0.013 ns	0.089 ns	0.090 ns	0.015 ns	0.071 ns
Head length	0.107 ns	−0.022 ns	0.067 ns	0.160**	0.111*	0.177**
Head breadth	0.113 ns	0.163 ns	0.175 ns	0.073 ns	0.098 ns	0.099 ns
Bizygomatic diameter	0.106 ns	−0.023 ns	0.070 ns	0.149**	0.105 ns	0.158**
Triceps skinfold thick.	−0.003 ns	−0.118 ns	−0.065 ns	−0.021 ns	−0.004 ns	−0.024 ns
Subscap. skinfold thick.	−0.050 ns	−0.005 ns	−0.041 ns	−0.038 ns	−0.016 ns	−0.044 ns
BMI	0.153 ns	0.076 ns	0.153 ns	0.052 ns	0.083 ns	0.082 ns
LBM	0.290**	0.122 ns	0.264**	0.258**	0.124 ns	0.266**

TW: total bone width, CT: cortical thickness, CA: cortical area

* : significant at 5% level, ** : significant at 1% level, ns : not significant at 5% level

Table 4. First principal component of the frame size variables

Eigenvalues	Boys	Girls
Biacromial diameter	0.456	0.474
Biiliocristal diameter	0.459	0.432
Transverse chest diameter	0.483	0.468
Bicondylar femur breadth	0.479	0.473
Wrist breadth	0.345	0.381
Eigenvalue	2.941	2.747
Proportion	58.8%	54.9%

関係をみた。総合特性値は肩峰幅，腸骨稜幅，胸郭横径，前腕末端幅，大腿上顆幅の相関行列に主成分分析を施して求めた(表4)。第1主成分は全分散の半分以上（男子：50%，女子：55%）を説明し，各変量の係数は正符号を示した。従って，frame size の大きさの指標はこの係数を重みとして，標準化した各変量の総合得点として求めることができる。第2主成分以下は正負の符号が混在しているので，frame size の大きさの指標にはならない。この frame size の総合特性値は緻密質厚とは無相関であった(男子：0.049，女子：0.072)が，骨幅とは有意の相関を示した（男子：0.293，女子：0.210)。緻密質面積と frame size の総合特性値は男子では有意の相関を示した（$r=0.293$)，女子での相関は有意ではなかった（$r=0.196$)。

骨幅を予測する際に frame size に関した測度は有効であるかどうかを重相関分析[23]で検討した。全ての生体計測項目の可能な組み合せについて検討した結果，最良のコストパフォーマンスを示した（最小の Mallows の C(P)で表す）生体計測項目の組み合せは，男子では手幅，手長，身長($R^2=0.377$)，女子では手幅，上肢長，胸郭横径，除脂肪体重，頭長（$R^2=0.181$）であった。frame size を代表する項目は女子の胸郭横径だけであった。男女ともに共通して手幅がとりあげられている。緻密質面積と全ての生体計測項目の可能な組み合せについての重相関分析では，男子では足幅，手長，胸囲，上腕囲，下腿囲，三頭筋皮脂厚，肩甲下皮脂厚，体重，除脂肪体重が最小の Mallows の C(p)をしめす組み合わせであった（$R^2=0.442$)。女子では手幅，上肢長，頭長，胸郭横径，除脂肪体重が最良の組み合わせであった（$R^2=0.154$)。

考　察

第2中手骨の骨形態計測値が骨塩量を代表するかどうかについては一致した見解がない。Garn[9]は第2中手骨の緻密質厚は全体の骨格の量の指標となると述べた。骨粗鬆症の患者では，中手骨示数（緻密質厚/骨幅）は橈骨で測定した骨塩量と有意の正相関（$r=0.665$）を示した[28]。腎臓病患者では，相対緻密質面積（$[TW^2-MW^2]/TW^2$）と前腕末端部で測定した骨塩量との間には有意の相関（$r=0.40\sim0.63$）があった[1,2]。しかし，正常人には有意の相関はなかった[1]。解剖体で測定した骨幅とマイクロデンシトメトリによる骨塩量(ΣGS)の間には有解剖体で測定した骨幅とマイクロデンシトメトリによる骨塩量（ΣGS）の間には有意の相関（男：$r=0.71$，女：$r=0.58$）があった[18]。これらの報告は成人あるいは中・高齢者に関するものであり，20歳未満の成人についてのものはない。

成人女子の身体各部の骨格での骨塩量は frame size 項目，皮脂厚と正の相関関係を示している[24]。その研究は frame size 項目の中では肩峰幅が（$r=0.32\sim0.42$)，皮脂厚項目の中では肩甲下皮脂厚が（$r=0.25\sim0.41$)，周径項目の中では下腿囲が（$r=0.27\sim0.41$）が各部の骨塩量と相関が高いと報告した。とりわけ，大転子部での骨塩量が高い相関を示した。本研究は骨形態計測値は皮脂厚，周径の軟部組織系の項目と単独ではまったく相関関係を示さなかった。frame size 項目とは有意の相関を見ているので，この点では Slemenda ら[24]の骨塩量での結果と一致している。しかし，男子では最良の重相関モデルを示した項目として軟部組織の測度（胸囲，上腕囲，下腿囲，三頭筋皮脂厚，肩甲下皮脂厚）が抽出された。このモデルは frame size の測度は含んでいない。骨形態計測による骨量と骨塩量の関係は一致した見解がないが，本研究の結果は成人女子に見られた骨塩量と皮脂厚の関係が男子にも存在することを示唆している。女子では最良の重相関モデルを示した項目として軟部組織の測度は含まれていないので，この点では Slemenda ら[24]の骨塩量の結果と一致しない。

frame size の概念にあてはまるいわゆる「骨太」と実際の骨の太さ・頑丈さ（骨幅・緻密質面積）の関係を frame size 項目の総合特性値と単独の項目との相関で比べると，男女で違いがある。男

子では前腕末端幅と大腿上顆幅の単相関の方が総合特性値との相関よりも高い。女子では総合特性値の相関の方が frame size 項目の各々の単相関よりもやや高い。すなわち，男子では骨同士の太さ・頑丈さの関係のほうが「骨太」との関係よりも強いが，女子では骨の太さ・頑丈さと「骨太」との関係のほうが強いといえよう。

骨幅と除脂肪体重の相関係数は男子では骨幅と総合特性値のそれと同じである。女子では除脂肪体重との相関は総合特性値との相関よりもやや高い。白人女性での骨塩量と除脂肪体重のあいだには有意の相関（r＝0.15）がある[5]。第3腰椎の灰と大腰筋の重量の間には高い相関（r＝0.722）がある[6]。X線計測による脛骨上端の骨幅と下腿最大囲の間に有意の相関（男子：r＝0.491，女子：r＝0.391）の報告がされている[26]。これらは本研究の骨幅と除脂肪体重に関する結果を支持している。緻密質面積で見ると男女ともに frame size の測度よりは除脂肪体重との関係の方が密接のようである。とくにこれは女子で顕著であった。

あらかじめ frame size という項目を設定せずに，骨幅・緻密質面積と関係をもつ生体計測項目を重相関分析によって探してみた。男子では単相関で高い値を示した手幅，手長と身長が抽出された。第2中手骨は手の一部と考えるとこのような結果は当然といえよう。女子の抽出された項目で手幅は単相関が最大の値をしめす項目であった。しかし，他の項目をふくめて統一的にとらえる説明はできない。緻密質面積に関しては手のサイズの項目が男女とも一つずつはいっている他は frame size に関係した測度は抽出できなかった。

謝　辞

X線フィルムの使用を快諾いただいた佐賀医科大学解剖学講座の穐吉敏男教授に深甚なる感謝を捧げます。生体計測を担当された佐賀医科大学解剖学講座の教室員のご協力に感謝いたします。また，調査にご協力くださった，佐賀県小城郡小城町立小城中学校，佐賀県立小城高等学校の校長先生をはじめ関係されたかたがたに感謝いたします。

参 考 文 献

1) Andersen J and Nielsen HE (1982) : Interrelationship between metacarpal bone mass and bone mineral content in nondialyzed and dialyzed patients with chronic renal failure. Clinical Orthopaedics and Related Research 166 : 104-111.
2) Andresen J and Nielsen E (1982) : Interrelationship between metacarpal bone mass and bone mineral content in renal transplant recipients. Acta Radiologica Diagnosis 23 : 513-516.
3) Barnett E and Nordin BEC (1960) : The radiological diagnosis of osteoporosis. Clinical Radiology 11 : 166-174.
4) Brozek J. Grande F, Anderson JT and Keys A (1963) : Densitometric analysis of body composition : revision of some quantitative assumptions. Annals of New York Academy of Sciences 110 : 113-140.
5) Christensen MS, Christiansen C, Naestoft J, McNair P and Transbol I (1981) : Normalization of bone mineral content to height, weight, and lean body mass : implications for clinical use. Calcified Tissue International 33 : 5-8.
6) Doyle F, Brown J and Lachance C (1970) : Relation between bone mass and muscle weight. Lancet Feb. 21 : 391-393.
7) Forbes GB (1989) : Human Body Composition. Springer-Verlag, New York, pp. 90-94.
8) Frisancho AR and Flegel PN (1983) : Elbow breadth as a measure of frame size for US males and females. American Journal of Clinical Nutrition 37 : 311-314.
9) 藤本薫喜，渡辺　孟，坂本　淳，湯川幸一，森本和枝(1968)：日本人の体表面積に関する研究　第18編　三期にまとめた算出式．日本衛生学雑誌 22：443-450.
10) Garn SM (1970) : The Earlier Gain and the Later Loss of Cortical Bone in Nutritional Perspective. Charles C Thomas, Springfield.
11) Garn SM, Pesick SD and Hawthorne VM (1983) : The bony chest breadth as a frame size standard in nutritional assessment. American Journal of Clinical Nutrition 37 : 315-318.
12) Gryfe, C.I., A.N. Exton-Smith, P.R. Payne and E.F. Wheeler (1971) : pattern of development of bone in childhood an adolescence. Lancet i : 523-526.
13) Himes JH and Frisancho RA (1988) : Estimating frame size. (Ed) Lohman TG, Roche AF and Martorell R (In) Anthropometric Standardization Reference Manual. Human Kinetics Books, Champaign, pp. 121-124.

14) 井上哲郎，山下源太郎(1981)：X 線像による骨萎縮度判定の試み．(編) 高橋栄明「骨形態計測」，医歯薬出版，東京，pp. 105-118.
15) Katch VL and Freedson PS (1982) : Body size and shape : derivation of the 'HAT' frame size model. American Journal of Clinical Nutrition 36 : 669-675.
16) Katch VL, Freedson PS, Katch FI and Smith L (1982) : Body frame size : validity of self-appraisal. American Journal of Clinical Nutrition 36 : 676-679.
17) Kimura K (1978) : Growth of cortical thickness of the second metacarpal based on chronological age and skeletal maturity. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie 69 : 183-196.
18) Kimura K, Konishi M and Kimura K (1989) : Side, age sex-related differences in microdenstiometric measurements of the second metacarpal. 姿勢研究 9：67-80.
19) 文部省(1986)：昭和60年度学校保健統計調査報告書．大蔵省印刷局，東京．
20) Nagamine S (1975) : Evaluation of body fatness by skinfold measurements. (Ed) Asahina K and Shigiya R (In) Physiological Adaptability and Nutritional Status of the Japanese. B : Growth, Work Capacity and Nutrition of Japanese. Univ. Tokyo Press, Tokyo, pp. 16-20.
21) Novascone MA and Smith EP (1989) : Frame size estimation : a comparative analysis of methods based on height, wrist circumference, and elbow breadth. Journal of the American Dietetic Association 89 : 964-966.
22) Nowak RK and Schultz LO (1987) : A comparison of two methods for the determination of body frame size. Journal of the American Dietetic Association 87 : 339-341.
23) SAS Institute Inc (1985) : SAS User's Guide : Statistics, Version 5 Edition. SAS Institute Inc, Cary.
24) Slemenda CW, Hui SL, Williams CJ, Christian JC, Meaney FJ and Johnston CC Jr (1990) : Bone mass and anthropometric measurements in adult females. Bone and Mineral 11 : 101-109.
25) Takai S (1981) : Sexual dimorphism in somatic growth viewed from the skeletal maturation. 医学研究 51：225-237.
26) 田村 端(1977)：下腿の太さと下腿の骨の太さの相関について —下腿形態に関する研究一．順天堂大学保健体育紀要 20：12-21.
27) Tanner JM, Hiernaux J and Jarman S (1969) : Anthropometry. (Ed) Weiner JS and Lourie JA (In) Human Biology. A Guide to Field Methods. Blackwell, Oxford, pp. 2-42.
28) 富水浩司，楊 鴻生，趙 南日，上田敏之，辻 寿，中野謙吾 (1986)：Metacarpal Index 法 (M. C.I.) における各パラメーターと骨塩量との関係．(編) 乗松尋道「骨形態計測 Volume 6 骨の定量的分析」，西村書店，新潟，pp. 87-92.