

平成11年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告

No.XII 一般人の骨量と運動に関する研究

— 第4報 —

財団法人 日本体育協会
スポーツ医・科学専門委員会

平成11年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告

No.XII 一般人の骨量と運動に関する研究

— 第4報 —

報告者 財団法人日本体育協会・スポーツ科学研究所

原 孝子 雨宮 輝也 伊藤 静夫
森丘 保典 内丸 仁 加藤 守

1. はじめに

高齢化社会が急速に進み「人生80年」時代を迎えた今日、健やかに老いること、活動的な人生をより長く送ることは誰もの願いではないだろうか。平均寿命が飛躍的に延びていくなか高齢者の人口の増加に伴い「寝たきり」の原因となる骨粗鬆症の増加が懸念されている。骨粗鬆症による骨折が寝たきりの状態を招き、高齢者の活動をより低下させることになるのである。また、従来骨粗鬆症は男性より女性に、特に閉経後の女性に多く発症するのが特徴であったが、若い女性の瘦身願望によるダイエットや運動不足により10代20代での骨粗鬆症の危険性が指摘されている。骨粗鬆症を予防することは、今や高齢者のみならず青年期においても重要な課題として注目されている。

骨量には遺伝、ホルモンや運動、栄養といった個人のライフスタイルなどさまざまな因子が相互に関与していると考えられている。なかでも、骨量と運動の関係については、長期臥床や宇宙飛行士の無重力状態での骨量減少^{1)~3)}が報告されおり、機械的刺激が骨量に影響を与えることから、運動実施と骨量の維持、向上について多くの研究が報告されている^{4)~6)}。

日本体育協会スポーツ科学研究所は1993年第48回東四国国体から国体秋季大会期間中に一般成人やスポーツ選手の骨量の測定並びに運動習慣、食習慣の問診調査及び測定を実施し運動・栄養に関する個人別アドバイスをを行うとともに、この調査・測定結果から骨量の維持・向上に影響を及ぼす因子について検討し、青年期及び中高年期での

運動や栄養の重要性を報告している^{7)~9)}。

本稿では、1999年熊本国体の測定結果を中心に骨量と体格、身体組成、筋力との関係について、以下に報告する。

2. 測定方法及び測定実施要領

1) 被検者

1993年から調査・測定を実施しているが、1993-1995年はルナー社製アキレス、1996年からはアロカ社製超音波骨評価装置 AOS-100と骨量測定機器が異なっている。表1は1996年から同一機種で骨量測定した各国体会場における被検者数である。秋季国体の主会場で実施するため、対象者は各回ともそれぞれの地域における中高年齢層が中心であった。4年間で男性712名、女性1,874名、合計2,586名の調査・測定結果が得られた。

2) アンケート調査

「骨粗鬆症予防のための効果的な保健指導マニュアル」^{10)~12)}に基づき、運動習慣、食習慣などに関するアンケート調査を、問診者による聞き取り調査で行った。質問内容は1日の歩行時間、青年期の運動習慣(運動の種類、継続年数)、現在の運動習慣(運動の種類、週当たりの実施頻度、1回の運動時間、継続年数)食習慣は各食品摂取頻度、月経の状態(女性のみ)などである。詳細は各報告を参照願いたい^{7)~9)}。

アンケートの結果から運動習慣、食習慣について、運動評価点、栄養評価点、カルシウム評価点を求めた。栄養評価点、カルシウム評価点は江澤のプロトコール¹⁰⁾¹¹⁾を使用した。

表1 各国体会場における被検者数 (1996~1999年)

年齢区分 (歳)	広島'96		大阪'97		神奈川'98		熊本'99		合計	
	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性
-19	13	39	5	19	33	34	12	36	63	128
20-29	41	75	13	40	17	70	21	55	92	240
30-39	30	75	15	32	16	34	11	42	72	183
40-49	36	115	24	56	24	50	22	82	106	303
50-59	35	144	25	95	30	110	24	145	114	494
60-69	31	87	58	129	58	86	31	106	178	408
70-79	12	17	36	40	18	20	11	30	77	107
80-	3	0	6	5	1	3	0	3	10	11
小計	201	552	182	416	197	407	132	499	712	1,874
合計	753		598		604		631		2,586	

表2 年齢区分別 OSI (1996~1999年)

男性				
年齢区分	n	mean	± lsd	各年齢区分間の比較 (P<0,05)
-19	63	3.331	± 0.43	10代,20代>30代,40代,50代,60代,70代,80代
20-29	92	3.275	± 0.44	30代>40代, 50代,60代,70代,80代
30-39	72	3.165	± 0.38	40代>50代,60代,70代,80代
40-49	106	3.049	± 0.40	50代>60代,70代,80代
50-59	114	2.870	± 0.29	60代>70代,80代
60-69	178	2.722	± 0.28	
70-79	77	2.567	± 0.30	
80-	10	2.335	± 0.27	

女性				
年齢区分	n	mean	± lsd	各年齢区分間の比較 (P<0,05)
-19	128	2.999	± 0.32	10代>20代,30代,40代,50代,60代,70代,80代
20-29	240	2.861	± 0.35	20代>30代, 40代, 50代,60代,70代,80代
30-39	183	2.763	± 0.32	30代,40代>50代,60代,70代,80代
40-49	303	2.728	± 0.29	50代>60代,70代,80代
50-59	494	2.486	± 0.26	60代>70代,80代
60-69	408	2.331	± 0.21	
70-79	107	2.206	± 0.19	
80-	11	2.066	± 0.28	

3) 形態測定

形態測定は身長、体重、栄研式皮脂厚計で上腕背部、肩胛骨下角部を測定し、体脂肪率を長嶺の式¹²⁾より算出した。

4) 筋力測定

握力はスメドレー式握力計を使用し、左右をそれぞれ各1回ずつ計測し、左右の平均値を握力とした。

5) 骨量測定

骨量はX線被爆がなく、簡便で単位時間当たり多くの人数の測定を行えるという点で、超音波法を採用した。測定部位は右踵骨とし、アロカ社製超音波骨評価装置 AOS-100を用いた。

この測定装置は踵に超音波を放射し、透過した超音波の音速 (Speed of Sound : SOS) と踵骨部分を透過した超音波の透過指標 (Transmission

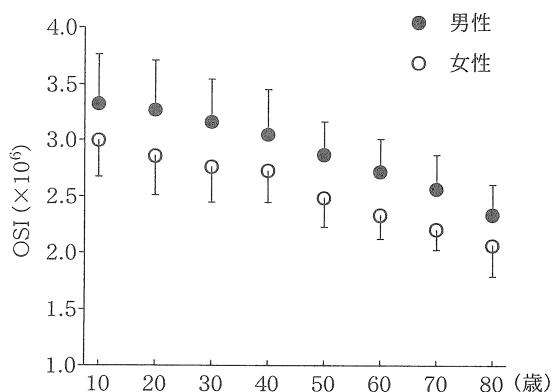


図1 加齢に伴う OSI の変化 (1996~1999年)

Index : TI) を計測し、この SOS と TI の演算から音響的骨評価値 OSI (Osteo Sono-Assessment Index) を算出した。

表3 OSIと調査項目間の相関

男性 (n=132)	相関係数			偏相関係数 (年齢)
	OSI	年齢	握力	OSI
年齢(歳)	-0.511 **			
体重(kg)	0.349 **	-0.195	0.5340 **	
BMI	0.224 *	0.102	0.2470 *	0.032
FAT(%)	0.020	0.203 *	-0.0220	-0.069
FAT(kg)	0.176	0.033	0.2270 *	0.053
LBM(kg)	0.379 **	-0.278 **	0.6020 **	-0.004
握力	0.435 **	-0.567 **		0.262

女性 (n=497)	相関係数			偏相関係数 (年齢)
	OSI	年齢	握力	OSI
年齢(歳)	-0.630 **			
体重(kg)	0.226 *	0.030	0.409 **	
BMI	0.026	0.297 **	0.131	-0.156 *
FAT(%)	0.017	0.149	0.087	-0.079
FAT(kg)	0.109	0.102	0.222 *	0.078
LBM(kg)	0.278 **	-0.057	0.477 **	0.033
握力	0.485 **	-0.395 **		0.335 **

* : <.05 ** : <.01

3. 結果と考察

3-1 加齢による骨量の変化

図1及び表2は'96年～'99年の4ケ年の男女別、10歳刻みの年齢区分ごとにOSIの平均値を比較した結果である。前回の報告⁹⁾と同様の傾向がみられ、女性は男性より低く男女とも加齢に伴う低下傾向がみられる。また、女性は閉経を迎える50歳代で著しい低下がみられた。

各年齢区分間の平均値の有意差を検定した結果、男性の10代20代と30代～80代、30代と40代～80代、と40代と50代～80代、50代と60代～80代、60代と70代～80代。女性は10代と20代～80代、20代と30代～80代、30代、40代と50代～80代、50代と60代～80代、60代と70代～80代で有意な差が認められた。(P<0.05)

3-2 骨量と体格、身体組成、握力との関係 ('99調査結果から)

OSIと体格、身体組成及び握力について'99調査結果をもとに相関関係を検討した。(表3及び図2-5)なお、分析に際して調査項目の欠落値があるものは除外した。(女性2名)

男女ともOSIと年齢、体重、LBM、握力との間

には有意な相関関係がみられた。男性はさらにOSIとBMIの間にも有意な相関がみられた。OSIと年齢の間には男性 $r = -0.511$ 、女性 $r = -0.630$ の有意な負の相関がみられ、加齢に伴いOSIが減少する傾向を示した。

男女とも年齢や握力と他の項目間に表3に示す有意な相関がみられることから、年齢の影響を除去したOSIと各項目の偏相関を検討した。偏相関処理するには体重とLBMの間に正確な直線関係がみられるため、体重を検討項目から除外した。偏相関処理をした結果、女性のOSIと握力、BMIで表3に示す有意な相関がみられた。

骨量と身体組成、筋力の関係については体重や体脂肪量など単なる重力的な負荷量より全身の筋肉量や筋組織厚との関わりが大きく筋パワーとも関連があること、また骨量はFFMと脂肪量の両方と関連するがFFMでより強く関連する傾向がみられる、あるいは骨量と筋力の関係について報告されている^{14)~16)}。

今回の結果では必ずしも明瞭ではないが骨量と筋量を反映するLBMや握力との関係が観察され、筋量、筋力の獲得の重要性が示唆された。

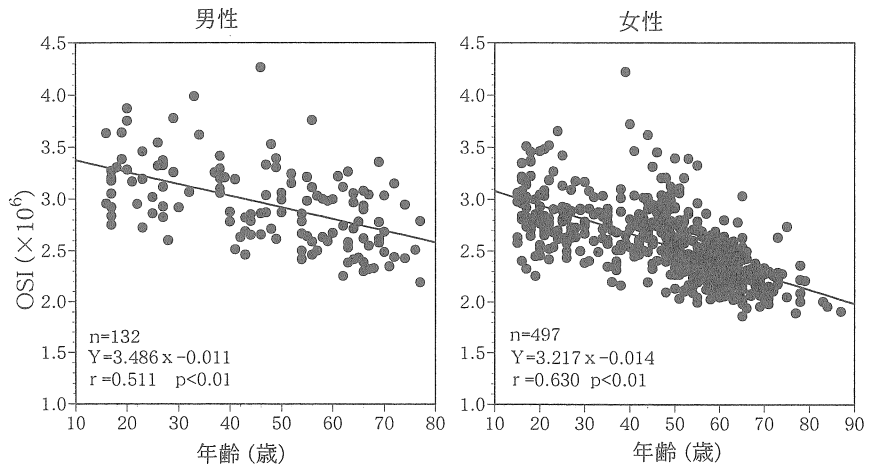


図2 OSIと年齢の関係 ('99)

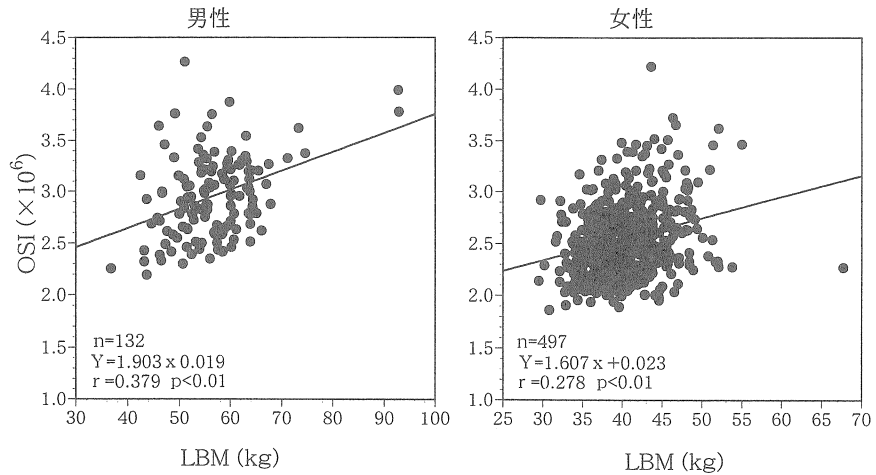


図3 OSIとLBMの関係 ('99)

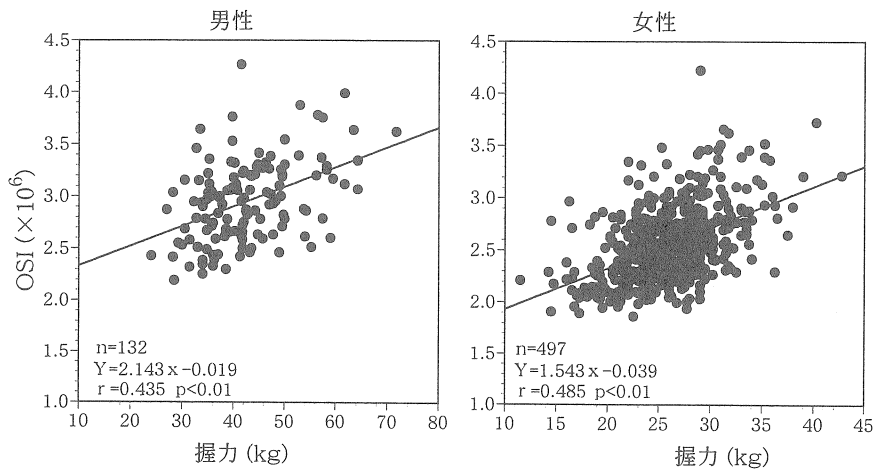


図4 OSIと握力の関係 ('99)

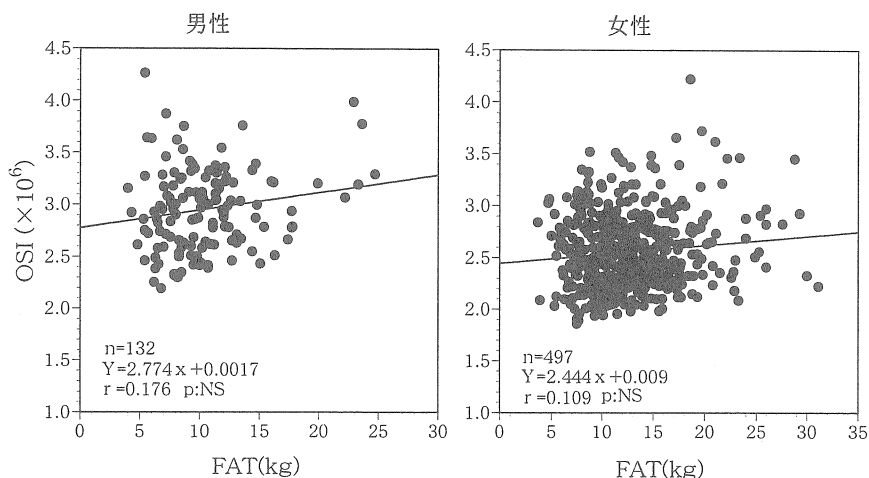


図5 OSIとFAT (kg) の関係 ('99)

表4 被検者の身体特性

男性	～29歳		30～49歳		50歳～	
	実施群	非実施群	実施群	非実施群	実施群	非実施群
n	29	4	24	9	51	15
年齢(歳)	21.9 ± 4.7	23.5 ± 1.0	41.9 ± 5.8	41.9 ± 3.6	62.4 ± 7.1	62.7 ± 7.2
身長(cm)	172.6 ± 5.1	168.2 ± 5.3	171.1 ± 6.0	168.2 ± 8.2	163.8 ± 5.9	163.6 ± 5.7
体重(kg)	68.0 ± 12.6	67.4 ± 14.5	72.2 ± 13.5	69.6 ± 8.3	63.6 ± 8.5	67.4 ± 6.6
BMI	22.8 ± 3.6	23.7 ± 4.1	24.7 ± 4.3	24.6 ± 2.0	23.7 ± 2.7	25.2 ± 1.8 *
FAT(%)	12.8 ± 3.3	15.9 ± 7.5	16.2 ± 5.3	16.5 ± 3.4	15.3 ± 3.2	17.8 ± 4.2 *
FAT(kg)	8.9 ± 4.1	11.5 ± 8.1	12.1 ± 5.5	11.5 ± 2.8	9.8 ± 2.9	12.0 ± 3.1 *
LBM(kg)	59.0 ± 9.2	55.9 ± 7.3	60.2 ± 9.5	58.1 ± 7.1	53.7 ± 6.4	55.4 ± 6.1

女性	～29歳		30～49歳		50歳～	
	実施群	非実施群	実施群	非実施群	実施群	非実施群
n	57	34	71	53	167	115
年齢(歳)	20.5 ± 4.1	22.1 ± 3.7	42.2 ± 5.8	40.9 ± 6.0	60.0 ± 7.2	60.3 ± 7.9
身長(cm)	159.0 ± 5.7	157.2 ± 4.9	156.8 ± 4.3	156.0 ± 4.5	152.7 ± 5.0	153.0 ± 5.1
体重(kg)	52.9 ± 8.7	51.2 ± 7.8	53.8 ± 6.3	52.6 ± 6.6	53.0 ± 6.8	53.8 ± 8.1
BMI	20.9 ± 2.7	20.7 ± 2.6	21.9 ± 2.5	21.7 ± 3.2	22.7 ± 2.7	22.9 ± 3.0
FAT(%)	20.2 ± 5.4	22.9 ± 5.1 *	22.3 ± 4.5	23.8 ± 6.9	24.0 ± 5.2	24.3 ± 5.6
FAT(kg)	11.0 ± 4.6	12.0 ± 4.5	12.2 ± 3.6	12.8 ± 5.2	12.9 ± 4.2	13.3 ± 4.6
LBM(kg)	41.9 ± 4.8	39.2 ± 4.0 **	41.6 ± 3.8	39.7 ± 3.3 **	40.0 ± 3.9	40.5 ± 4.8

* : p<.05 ** : p<.01

3-3 運動習慣と骨量、握力との関係 ('99調査結果から)

前回の報告⁹⁾で運動習慣が青年期の最大骨量の獲得、あるいは中高年期での骨量に影響を与えることが示唆されている。そこで今回は運動習慣と骨量、握力との関連性を検討するため、骨量が高値となる20歳代以下、骨量のあまり変化のみられな

い30～49歳、骨量の減少傾向がみられる50歳以上の3群に分けて、現在の運動実施状況から、運動評価点2点以上の運動実施群と運動評価点1点の非実施群の2群についてOSI及び握力の平均値を比較した。

被検者の身体特性を表4に示した。男性の50歳以上群でBMI、FAT(%)、FAT(kg)、女性の

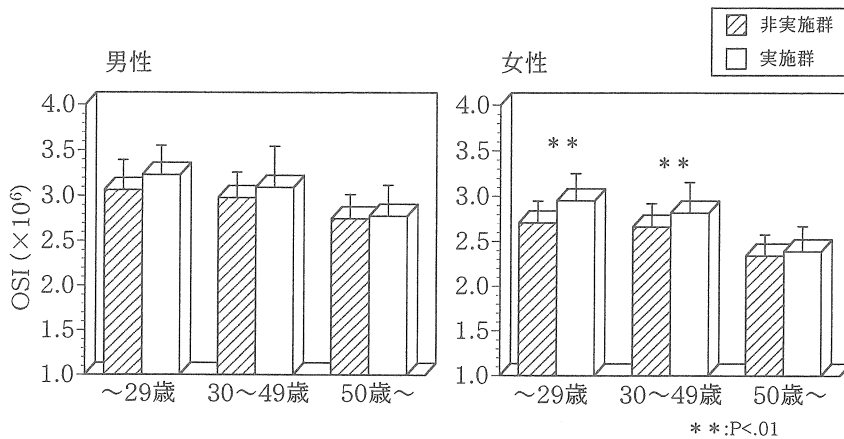


図6 運動習慣とOSIの関係 ('99)

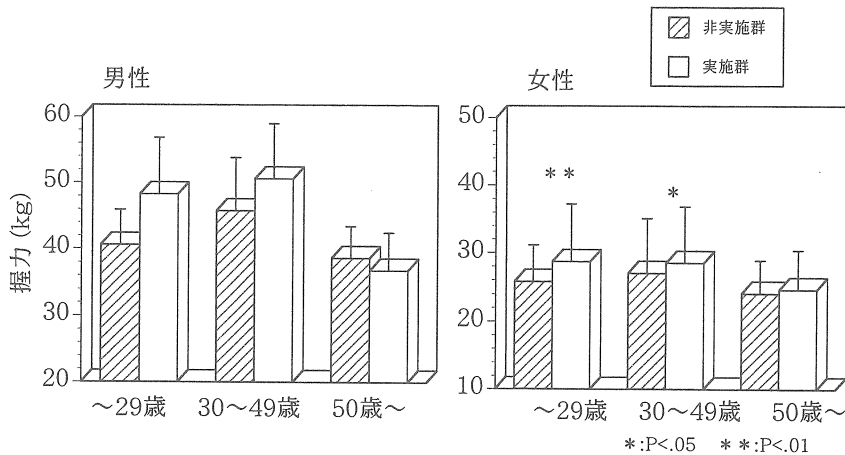


図7 運動習慣と握力の関係 ('99)

29歳以下群のFAT(%), LBM(kg), 30～49歳群のLBM(kg)について運動実施群, 非実施群の2群間で有意な差がみられた。(p<0.05～0.01)

OSIは男女各年齢群とも運動実施群が非実施群に比べ高い傾向にあり, 女性の29歳以下群, 30～49歳群で運動実施群が非実施群に比べ有意に高い値を示した(図6)。

握力は男性の29歳以下群, 30～49歳群及び女性の各年齢群で運動実施群が非実施群より高い傾向にあり, 女性の29歳以下群, 30～49歳群では運動実施群が非実施群に比べ有意に高い値を示した(図7)。

定期的な運動が骨量や筋力に影響を与えること

が示唆され, 加重骨に対する重量負荷だけでなく運動を実施し筋力を増大させることが骨への刺激を増やし, 骨量を増加させ得るのではないかということが推察された。

3-4 青年期の骨量低値者の特性 ('96-'99調査結果から)

測定機器の判定基準から20歳代以下の青年期で骨粗鬆症危険域, つまり骨量が最大となる時期にすでに骨粗鬆症予備群とされるOSI低値者について1996年～1999年の結果を検討した。測定機器による骨粗鬆症危険域の判定基準は20歳の平均値-2SD以下である。男性1名, 女性10名合計11名がこの骨粗鬆症危険域と判定された。表5に対

表5 青年期におけるOSI低値者の特性 ('96-'99)

	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	OSI	FAT% (%)	LBM (kg)	BMI	評価点			インスタント 食品	月経状況
								運動	Ca	栄養		
男性(n=1)	22	170.0	61.6	2.359	16.9	51.2	21.3	1	1	2	4	
女性(n=10)	26	157.0	37.4	2.191	20.0	29.9	15.2	1	4	4	2	1
	29	164.0	52.0	2.274	18.7	42.5	19.3	1	4	4	2	1
	24	172.0	57.0	2.298	23.3	43.5	19.3	1	4	4	1	2
	26	170.0	52.0	2.312	23.3	39.6	18.0	3	1	3	2	1
	23	167.0	48.0	2.340	16.5	39.7	17.2	1	4	3	2	1
	26	159.0	56.0	2.342	22.8	43.0	22.2	1	4	3	3	1
	28	160.5	54.8	2.342	23.3	42.0	21.3	3	2	3	1	1
	21	165.0	48.0	2.347	19.5	38.9	17.6	1	4	3	2	1
	24	162.0	43.0	2.351	10.6	38.7	16.4	1	4	3	2	2
	23	159.0	46.0	2.351	18.9	37.3	18.2	2	4	4	2	1
女性平均	25	163.6	49.4	2.315	19.7	39.5	18.5	1.5	3.5	3.4	1.9	1

Ca:カルシウム評価点

月経状況：1=順調、2=やや不順

象者の身体特性、運動評価点、カルシウム評価点、栄養評価点、インスタント食品の摂取頻度、女性は月経の状況を併せ示した。

男性は運動評価点、カルシウム評価点が1点、栄養評価点2点、インスタント食品というこの食品に含まれるリンの過剰摂取がカルシウムの吸収を妨げるということで骨量にとってはマイナスの食品を4点と毎日摂取しているという状況であり、運動は実施せず、食習慣の点数が低い者であった。女性はFAT(%)の平均値が19.7%(10.6-23.3%)、LBM39.5kg(29.9-43.5kg)、BMI18.5(15.2-22.2)と痩身傾向である。食習慣はカルシウム評価点の平均値が3.5点、栄養評価点は3.4点であったが、運動評価点が1.5点と運動を実施していない者が多く、月経の状況は順調と回答した者がほとんどであった。

最大骨量を獲得すべき青年期において女性の痩身願望からくるダイエットや運動不足が最大骨量を低下させる可能性があるという報告¹⁷⁾もあり、前回の報告⁹⁾と併せ青年期での運動習慣や食習慣の重要性が示唆された。将来を考えると中高年期のみならず青年期にも「骨の健康」について関心を促すことが必要であろう。

4. ま と め

骨量と体格、身体組成、握力の関係について検討した結果、年齢の影響を除去すると女性のOSIと握力、BMIで有意な正の相関がみられた。今回の結果では必ずしも明瞭ではないが骨量と筋量を反映するLBMや握力との関係が観察され、筋量、筋力の獲得の重要性が示唆された。また定期的な運動が骨量や筋力に影響を与えることが示唆され、加重骨に対する重量負荷だけでなく運動を実施し筋力を多くすることが骨への刺激を増やし、骨量を増加させ得るのではないかとということが推察された。

最大骨量を高めなければならない青年期での運動習慣や食習慣の重要性が示唆され、青年期にも積極的に「骨の健康」について関心を促していくことの必要性がうかがえた。

骨量には個人の長期にわたるライフスタイルの積み重ねが背景にあることから、骨量と身体組成、運動や栄養そして体力との関係について、さらに詳細な検討を継続して行う必要があると思われる。

参 考 文 献

- 1) 関口千春：無重力状態と骨, Jap J Sports Sci, 16: 91-95.
- 2) 町田晃, 井上哲郎：骨の老化と運動. Jap J Sports Sci, 13: 429-433 1994.

- 3) 林泰史：平成4年度老人保健健康増進事業，中高年齢者の骨量と日常生活習慣（運動・栄養）との関連事業報告，健康保険組合連合，1993.
- 4) 沢井史穂：運動習慣と骨密度，体育の科学，. 42：851-856 1992.
- 5) 町田晃，井上哲郎：高齢者の骨組織に対する運動の影響，Jap J Sports Sci,10：734-739. 1991.
- 6) 田畑泉：運動実践の骨密度に及ぼす影響。Jap J Sports Sci, 14：67-71 1995.
- 7) 岡田純一ほか：一般人の骨量と運動に関する研究，平成6年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告；No.X 1995.
- 8) 原孝子ほか：一般人の骨量と運動に関する研究—第2報—，平成7年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告；No.X 1996.
- 9) 原孝子ほか：一般人の骨量と運動に関する研究—第3報—，平成10年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告；No.XII 1998.
- 10) 林泰史：平成5年度老人保健健康増進事業，骨粗鬆症予防のための効果的な保健指導マニュアル，健康保険組合連合，1994.
- 11) 林泰史：平成5年度老人保健健康増進事業，骨粗鬆症予防のための効果的な保健指導マニュアル及び個人別指導票の作成事業報告，健康保険組合連合，1994.
- 12) 林泰史：健康保険組合連合平成6年度老人保健健康増進事業，保健指導のマニュアルの活用による骨粗鬆症予防に関する事後指導の評価報告，1995.
- 13) 長嶺晋吉：皮下脂肪からの肥満の判定，日本医師会雑誌，68：919-924. 1972.
- 14) 金憲経ほか：骨密度の加齢に伴う変化及び身体組成との関連—成人女性について—。体力科学，48：81-90 1999.
- 15) 東野十三雄他：中高年女性における骨塩量と筋力の関係，臨床スポーツ医学，臨床スポーツ医学，8：875-881. 1991.
- 16) 真田樹義ほか：閉経後女性における筋肉量及び筋パワーと骨密度との関係，体力科学. 46：69-76. 1997.
- 17) 広田孝子：若い女性の骨の健康と栄養管理，母子保健情報. 32：54-59 1995.

平成11年度 財団法人 日本体育協会
スポーツ医・科学専門委員会

- 委員長 蓮見 圭一 (全日本空手道連盟)
委員 阿江 通良 (筑波大学)
〳 青木純一郎 (順天堂大学)
〳 浅見 俊雄 (日本体育大学)
〳 猪俣 公宏 (中京大学)
〳 大山 喬史 (東京医科歯科大学)
〳 加賀谷淳子 (日本女子体育大学)
〳 勝田 茂 (筑波大学)
〳 川原 貴 (国立スポーツ科学
センター)
〳 菊 幸一 (奈良女子大学)
〳 河野 一郎 (筑波大学)
〳 小林 修平 (国立健康・栄養研究所)
〳 佐伯 聰夫 (筑波大学)
〳 白川 博 (近江屋)
〳 鈴木 正成 (筑波大学)
〳 竹中 晃二 (早稲田大学)
〳 中嶋 寛之 (日本体育大学)
〳 並木 孝 (富山県体育協会)
〳 林 敏弘 (早稲田大学)

平成11年度 財団法人 日本オリンピック委員会
選手強化本部 医科学・情報専門委員会

- 委員長 川原 貴 (国立スポーツ科学
センター)
委員 青木純一郎 (順天堂大学)
〳 青木 剛 (東京スイミングセンター)
〳 浅見 俊雄 (日本体育大学)
〳 雨宮 輝也 (日本体育協会)
〳 猪俣 公宏 (中京大学)
〳 亀岡 寛治 (帝産地所)
〳 河野 一郎 (筑波大学)
〳 坂本 静男 (順天堂大学浦安病院)
〳 高尾 良英 (藤沢湘南台病院)
〳 樋口 満 (国立健康・栄養研究所)
〳 福永 哲夫 (東京大学)
〳 船渡 和男 (国立スポーツ科学
センター)

財団法人 日本体育協会 スポーツ科学研究所

雨宮 輝也 伊藤 静夫
加藤 守 森丘 保典
内丸 仁 原 孝子

財団法人 日本オリンピック委員会 強化事業部

木下 孝二 平野 祐司
井手 均 山本佳代子
今井 泰徳 萩原 直樹

平成11年度 財団法人 日本体育協会スポーツ医・科学報告集

編集代表者 蓮見 圭一 川原 貴
発行者 岡崎 助一 小粥 義朗
平成12年 3月31日発行

発行所 財団法人 日本体育協会
東京都渋谷区神南1-1-1
TEL (03) 3481-2240

日本体育協会の
スポーツの医・科学を応援します。

Otsuka
people creating
new products
for better health
worldwide





ボディリクエスト
パワーアシスト
携帯タンパク食
バランス栄養食
16種類のビタミン・ミネラル
カルシウムウエハース

ポカリスエット
エネルゲン
ジョグメイトプロテイン
カロリーメイト
ネイチャーメイド
ザ・カルシウム

(財)日本体育協会のスポーツ医・科学の振興を応援しています。

大塚製薬

