

表3 身体特性、骨密度及び骨横断面積

	男性		女性	
	大学生	高齢者	大学生	高齢者
被験者数	6	6	12	12
年齢(年)	20.1±0.6	71.3±1.7*	21.0±0.5	68.8±1.5*
身長(cm)	175±1	169±2*	158±1	150±1*
体重(kg)	70±2	69±4	49±1	50±2
<b>橈骨</b>				
近位部				
全骨密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.236±0.095	1.106±0.144	1.380±0.119	1.010±0.142*
皮質骨密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.968±0.015	1.804±0.043*	1.997±0.023	1.689±0.045*
遠位部				
海綿骨密度(g/cm <sup>3</sup> )	0.345±0.039	0.245±0.084*	0.260±0.079	0.160±0.066*
全骨密度(g/cm <sup>3</sup> )	0.656±0.078	0.569±0.093*	0.662±0.107	0.476±0.103*
近位部				
全骨全面積(cm <sup>2</sup> )	1.58±0.11	1.50±0.35	0.99±0.07	0.98±0.27
皮質骨厚(cm)	0.33±0.03	0.29±0.04*	0.30±0.03	0.21±0.01*
遠位部				
海綿骨面積(cm <sup>2</sup> )	2.28±0.63	2.44±0.74*	1.32±0.28	1.51±0.46
全骨面積(cm <sup>2</sup> )	3.75±0.84	3.61±0.73	2.26±0.25	2.24±0.49
<b>脛骨</b>				
近位部				
全骨密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.104±0.085	1.012±0.107	1.075±0.121	0.906±0.206*
皮質骨密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.903±0.030	1.799±0.053	1.595±0.025	1.451±0.033*
遠位部				
海綿骨密度(g/cm <sup>3</sup> )	0.355±0.030	0.196±0.054*	0.255±0.061	0.138±0.076*
全骨密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.104±0.085	1.012±0.107	0.663±0.082	0.480±0.009*
近位部				
全骨全面積(cm <sup>2</sup> )	4.80±0.68	4.87±0.47	3.20±0.61	3.30±0.74
皮質骨厚(cm)	0.34±0.01	0.31±0.02	0.19±0.01	0.17±0.01
遠位部				
海綿骨面積(cm <sup>2</sup> )	4.41±0.74	4.68±0.57	3.10±0.59	3.54±0.91
全骨面積(cm <sup>2</sup> )	7.33±0.36	7.09±0.72	5.00±0.56	4.77±0.82

橈骨、頸骨ともに全ての部分の骨密度において、大学生に比べて高齢者は有意に低かった。皮質骨密度の加齢による減少が-8% (男子の橈骨)、-5% (男子の頸骨)、-15% (女子の橈骨)、-9% (女子の頸骨) であるのに対し、海綿骨の減少は-29% (男子の頸骨)、-45% (男子の橈骨)、-38% (女子の橈骨)、-46% (女子の頸骨) とより顕著であっ

た。また、男女を比較すると腕（橈骨）の皮質骨に大きな性差が認められないのに対して（学生 0.5%、高齢者 6%）、脚（頸骨）の皮質骨には大きな性差が認められた（学生 1.6%、高齢者 1.9%）。一方、海綿骨密度については、腕（学生 2.5%、高齢者 3.5%）、脚（学生 2.8%、高齢者 3.0%）いずれにおいても同等の性差が認められた。

#### D 考察

多数の中高年テニス愛好家の橈骨の形態について pQCT を用いて解析した結果、加齢にともなって骨髓腔（骨内膜面積）および骨の外周（骨外膜面積）が拡大することが示された。これは大腿骨レントゲン写真からの骨外周の推測や剖検時の実測により示されていた結果と一致した（10-14）。一方、骨密度や骨形態については大きな個人差が存在し、運動や加齢の影響を調べる際に考慮すべき点であることも示された。そこで、本研究では食事条件や体質による個人差を除去して、運動が骨構造に及ぼす効果を調べるためにテニス愛好家の橈骨左右差を検討した。その結果、意外にも、骨内幕面積や骨外膜面積は利き腕が非利き腕に比べて小さく、加齢による変化（骨内/外膜面積の拡大および骨密度の減少）を運動が抑制しているという新しい解釈の可能性が示唆された。

続いて中高齢者と成人の骨の比較を横断的研究により行なった。この研究では測定を橈骨に限定せず、最も大きな負荷がかかる足の骨構造の測定も行なった。男女共に加齢に伴う骨密度の低下がみとめられ、皮質骨に比べて海綿骨の密度の低下が大きかった。また、皮質骨では腕の骨密度減少が大きく海綿骨では脚の骨密度減少が大きという傾向が認められた。この脚と腕の骨密度の減少の違いは加齢に伴う生活習慣の変化も反映していると考えられるがその詳細については不明のまま残されている。一方、骨の径の拡大はこの横断的研究においては認められなかった。テニス愛好家の研究においては対象を 35-55 才という範囲に限定して検討したが、成人(20 才)と高齢者(70 才)の比較を行なった横断的研究においては年齢の幅が大きく、加齢の影響のみならず最近の 30 年間の生活習慣の欧米化による体格の変化などの影響も重なってしまったことが原因の一つとして考えられた。

#### E 結論

「成長期が過ぎた中高年においても、長期間の運動習慣が骨強度を増大させ、骨粗鬆症の予防として効果があるか否か」という問題について、テニス愛好家の橈骨の左右比較および成人と高齢者間の横断的比較を行なって検討した。長期間におよぶ運動習慣は骨密度を増大させるが、成長期の骨において観察された外側への成長（cortical drift）の促進は見られず、運動刺激にたい

する骨応答が異なる可能性が示唆された。

引用文献

1) Colletti, L. A., J. Edwards, L. Gordon, J. Shary, and N. H. Bell. The effects of muscle-building exercise on bone mineral density of the radius, spine, and hip in young men. *Calcif. Tissue Int.* 4: 12-14, 1989.

2) Pocock, N. A., J. A. Eisman, M. G. Yeates, P. N. Sambrook, and S. Eberit. Physical fitness is a major determinant of femoral neck and lumbar spine bone mineral density. *J. Clin. Invest.* 78: 618-621, 1986

3) Karlsson, M. K., O. Johnell, and K. J. Obrant. Bone mineral density in weight lifters. *Calcif. Tissue Int.* 52: 212-215, 1993

4) Haapasalo, H., P. Kannus, H. Sievanen, A. Heinonen, P. Oja, and I. Vuori. Long-term unilateral loading and bone mineral density and content in female squash players. *Calcif. Tissue Int.* 54: 249-255, 1994

5) Fujimura, R., N. Ashizawa, M. Watanabe, N. Mukai, H. Amagai, T. Fukubayashi, K. Hayashi, K. Tokuyama and M. Suzuki. Effect of resistance exercise training on bone formation and resorption in young male subjects assessed by biomarkers of bone metabolism. *J. Bone Miner. Res.* 12:656-662, 1997

6) Tajima, O., N. Ashizawa, T. Ishii, H. Amagai, T. Mashimo, L. J. Liu, S. Saitoh, K. Tokuyama, M. Suzuki. Interaction of the effects between vitamin D receptor polymorphism and exercise training on bone metabolism. *J. Appl. Physiol.* 88:1271-1276, 2000.

7) Ashizawa, N., K. Nonaka, S. Michikami, T. Mizuki, H. Amagai, K. Tokuyama and M. Suzuki. Tomographical description of tennis loaded radius : reciprocal relation between bone size and volumetric density. *J. Appl. Physiol.* 86:1347-1351, 1999

8) Haapasalo, H., S. Kontulainen, H. Sievänen, P. Kannus, M. Järvinen and I. Vuori. Exercise-induced bone gain is due to enlargement in bone size without a change in volumetric bone density : A peripheral quantitative computed tomography study of the upper arms of male tennis players. *Bone* 27: 351-357, 2000

- 9) Lehmann,R., M.Wapniarz, H.M.Kvasnicka, S.Baedeker, K.Klein and B.Allolio. Reproducibility of measurements of bone mineral density of the distal radius with a special-purpose computed tomography. *Radiology* 32:177-181, 1992
- 10) Parfitt, A.M. The two faces of growth : benefits and risks to bone integrity. *Osteoporosis Int.* 4: 382-398, 1994
- 11) Smith,R.W. and R.R.Walker. Femoral expansion in aging women : Implications for osteoporosis and fracture. *Science* 145:156-157, 1964
- 12) Martin,R.B. and P.J.Atkinson. Age and sex-related changes in the structure and strength of the human femoral shaft. *J.Biomechanics* 10: 223-231, 1977
- 13) van der Meulen,M.C.H., G.S.Beaupré and D.R.Carter. Mechanobiologic influences in long bone cross-sectional growth. *Bone* 635-642, 1993
- 14) Carter,d.R., M.C.H. van der Meulen and G.S.Beaupré. Skeletal development: Mechanical consequences of growth, aging and disease. In “Osteoporosis” edited by Marcus,R., D.Feldman and J.Kelsey. 1996, Academic Press, San Diego.

#### F 研究発表

本研究結果の一部を、第55回体力医学会（平成12年、富山）において発表した。

Paradoxical adaptation of mature radius to unilateral use in tennis play. Noriko Nara-Ashizawa, Li Jing Liu, Tai Higuchi, Kumpei Tokuyama, Kazuhiko Hayashi, Yoshio Shirasaki, Hitoshi Amagai, Shinichi Saitoh (2001.投稿中)

加齢に伴う骨密度と骨形態の変化：pQCTによる解析 真下智子ら（投稿準備中）

#### G.知的所有権の所有状況

なし

高齢者の健康寿命を延長するための手法の開発に関する研究  
- 加齢及び運動習慣が身体組成に及ぼす影響 -

分担研究者 田中宏暁<sup>1</sup>

研究協力者 樋口博之<sup>1</sup>，岩下公之<sup>1</sup>，進藤宗洋<sup>1</sup>，大島晶子<sup>2</sup>，大藤直子<sup>2</sup>

小笠原正志<sup>2</sup>，西岡和男<sup>2</sup>，伊東裕幸<sup>2</sup>，水原博而<sup>3</sup>，山下貴教<sup>3</sup>

1 福岡大学スポーツ科学部，2 福岡市健康づくり財団，3 全日空ホテルヘルスクラブ

本研究では二重エネルギーX線吸収法によって身体組成を測定し、運動習慣と加齢に伴う骨密度と筋量の関係について検討した。多人数の健康診断データ（男子1014名，女子2265名）を基に運動習慣の有無と骨密度，筋量の関係を調べた結果，骨密度は男性の高齢者で運動習慣のある群がない群に比べて高いが女性では差異が認められなかった。筋量は男性では差異がなく，女性の20-40歳代で運動習慣のある群がない群に比べて多かった。これらの結果から加齢に伴う骨密度と筋量の低下を抑制する運動効果を得るには性差をふまえ運動の質と量に留意する必要性が示唆された。さらに50%Vo2max強度のトレーニングを長期継続効果を断面的，縦断的研究方法で調べた結果，男女ともに週あたり運動時間が長くすることにより加齢に伴う筋量と骨量の低下を抑制できる可能性が示唆された。

#### A. 目的

高齢者が介護されることなく健康的に日常生活を行うためには，有酸素能とともに骨密度，筋力また筋量の維持が重要である。高齢者を対象とした加齢に伴う骨密度や筋量の減少に対する運動の抑制効果を示唆する報告はいくつかある（Kano, 1998, Ulrichら, 1996）。しかしながら，どの程度の運動をどれだけ行えばよいのかといった具体的な運動指針を示すための基礎的データが不足している。

本年度の研究目的は，多量データを基に加齢にともなう身体組成の変化を全身および部位別に分析し，運動習慣による影響について検討すること，また長期間50%VO2max強度の運動を行っている中高年齢者は加齢に伴う

骨密度や筋量の減少をどれくらい抑制することができるのかについて検討することとした。

#### B. 研究方法

対象は，福岡市健康づくり推進センターにおいて健康診断を行った年齢が20歳から79歳の男性1014名，女性2265名と長期間50%VO2max強度の運動を行っている可能性のある某ヘルスクラブ会員有志で年齢が47歳から89歳の男性27名，女性20名を対象とした。

#### 身体組成の測定

全身と部位別（上肢，下肢，腰椎，体幹）の骨量，骨密度，除脂肪体重，筋量は二重エネルギーX線吸収法（DXA, dual-energy X-ray

absorptiometry法) (QCR-2000, Hologic社製, MA) を用いて測定を行った。上肢と下肢の身体組成は左右でそれぞれ評価されるため、骨密度は左右の平均値を用いた。また、上肢と下肢の筋量は左右を加算した値とした。

### 運動習慣の調査

運動種目、1週間あたりの運動頻度、1回あたりの運動時間について質問用紙を用いて調査を行った。得られた調査結果から、各種目ごとの運動頻度の合計が週3回以上の対象者を運動群とし、非運動群との比較を行った。

ヘルスクラブ会員については、毎回行う運動種目と時間の記録から、1週間あたりの運動時間を評価した。その結果から週30分未満は非運動群と判定し本分析の対象にしなかった。週30分以上100分までを短時間運動群(男性8名, 女性8名), 100分以上を長時間運動群(男性14名, 女性7名)とした。運動群の継続期間は13.8±8.4年であった。また対照群として健康診断受診者の非運動群のうち45歳以上の男女とした。

### データ分析

加齢と運動習慣の影響について検討するために健康診断データについて20才から70才まで10才ごとの年齢区分し、各測定項目を比較した。年齢区分間の比較は一元配置分散分析を用いて検討した。運動習慣によって分類した2群間の比較は、運動習慣と年齢を要因とした二元配置分散分析を用いた。

長期間50%VO<sub>2</sub>max強度の運動の継続効果を調べるために健康診断データから45歳以上で非運動群を抽出し、各測定項目について短時間運動群と長時間運動群の差異を年齢と体格補正して比較するために共分散分析を用いた。有意水準はp<0.05とした。

### C.結果

#### 身体組成に対する年齢と運動習慣の影響

性別の年齢との骨密度と関係を表1に示した。男性の全身と腰椎の骨密度は50才代より有意な減少が認められ、上肢と下肢の骨密度は、40才代より有意な減少が認められた。女性の骨密度は、全身および全ての部位において50才代より有意な減少が認められた。

表1 骨密度と年齢との関係

年齢	人数	身長 (cm)	体重 (kg)	BMD全身	BMD上肢	BMD腰椎	BMD下肢
(g/cm <sup>2</sup> )							
男性							
20-	220	172.2 ± 5.8	66.8 ± 11.2	1.12 ± 0.09 (100)	0.80 ± 0.07 (100)	1.00 ± 0.12 (100)	1.25 ± 0.11 (100)
30-	319	171.0 ± 5.4	70.1 ± 10.9	1.11 ± 0.10 (99)	0.80 ± 0.07 (100)	0.98 ± 0.13 (98)	1.23 ± 0.11 (98)
40-	130	169.5 ± 5.6	69.6 ± 9.2	1.10 ± 0.09 (98)	0.80 ± 0.06 (100)	0.99 ± 0.21 (99)	1.20 ± 0.09 (96)
50-	134	166.1 ± 5.9	64.3 ± 8.0	1.09 ± 0.07 (97)	0.78 ± 0.05 (97)	0.98 ± 0.15 (98)	1.19 ± 0.09 (95)
60-	132	164.7 ± 5.6	63.7 ± 8.2	1.08 ± 0.09 (96)	0.77 ± 0.06 (96)	0.99 ± 0.19 (99)	1.17 ± 0.10 (93)
70-	79	162.4 ± 5.4	58.7 ± 7.7	1.04 ± 0.11 (92)	0.74 ± 0.07 (92)	0.98 ± 0.24 (98)	1.13 ± 0.12 (90)
女性							
20-	386	158.5 ± 5.6	51.8 ± 9.2	1.05 ± 0.07 (100)	0.67 ± 0.04 (100)	0.99 ± 0.11 (100)	1.06 ± 0.08 (100)
30-	471	158.3 ± 5.2	52.6 ± 8.2	1.05 ± 0.07 (100)	0.67 ± 0.04 (100)	1.01 ± 0.13 (101)	1.06 ± 0.08 (100)
40-	506	155.9 ± 4.8	54.7 ± 7.9	1.05 ± 0.08 (100)	0.67 ± 0.04 (100)	1.00 ± 0.14 (100)	1.05 ± 0.08 (99)
50-	493	154.2 ± 5.0	54.5 ± 7.9	0.99 ± 0.09 (94)	0.64 ± 0.05 (100)	0.89 ± 0.16 (89)	1.01 ± 0.08 (95)
60-	338	152.3 ± 5.0	53.2 ± 8.2	0.90 ± 0.08 (85)	0.59 ± 0.05 (88)	0.77 ± 0.14 (77)	0.94 ± 0.09 (88)
70-	71	149.1 ± 4.7	51.9 ± 7.8	0.86 ± 0.09 (81)	0.57 ± 0.05 (85)	0.74 ± 0.15 (74)	0.89 ± 0.08 (83)

( ) 内の数値は20才代を100とした際の相対値 平均±標準偏差

表2 筋量と年齢との関係

年齢	人数	全身 <sup>#1</sup>	上肢	体幹 <sup>#1</sup>	下肢 (kg)
男性					
20-	220	50.3 ± 6.2 (100)	5.05 ± 0.46 (100)	24.9 ± 3.0 (100)	16.8 ± 1.2 (100)
30-	319	50.2 ± 5.8 (100)	5.05 ± 0.43 (100)	24.8 ± 2.8 (100)	16.7 ± 1.2 (100)
40-	130	49.6 ± 5.2 (99)	5.06 ± 0.38 (100)	24.7 ± 2.5 (99)	16.2 ± 1.1 (96)
50-	134	46.4 ± 4.7 (92)	4.68 ± 0.34 (93)	23.4 ± 2.2 (94)	14.8 ± 1.0 (88)
60-	132	45.9 ± 4.7 (91)	4.55 ± 0.32 (90)	23.2 ± 2.5 (93)	14.6 ± 0.9 (86)
70-	79	42.6 ± 4.7 (85)	4.02 ± 0.33 (80)	21.5 ± 2.4 (86)	13.7 ± 0.9 (82)
女性					
20-	386	34.1 ± 3.8 (100)	2.68 ± 0.22 (100)	18.0 ± 1.9 (100)	10.4 ± 0.8 (100)
30-	471	34.5 ± 3.8 (101)	2.72 ± 0.23 (101)	18.1 ± 1.9 (100)	10.5 ± 0.8 (100)
40-	506	34.4 ± 3.6 (101)	2.74 ± 0.23 (102)	18.0 ± 1.8 (100)	10.6 ± 0.8 (101)
50-	493	33.1 ± 3.7 (97)	2.64 ± 0.24 (99)	17.2 ± 2.0 (96)	10.2 ± 0.7 (98)
60-	338	32.1 ± 3.4 (94)	2.63 ± 0.23 (98)	16.5 ± 1.8 (92)	9.9 ± 0.7 (95)
70-	71	31.0 ± 3.3 (91)	2.56 ± 0.19 (95)	15.7 ± 1.8 (87)	9.7 ± 0.7 (93)

#1: 除脂肪体重骨量を筋量として示しているの、骨格筋以外の軟部組織も含まれる  
 ( ) 内の数値は20才代を100とした際の相対値

表3 運動群と非運動群の身体的特徴

年齢	運動群			非運動群		
	n	身長 (cm)	体重 (kg)	n	身長 (cm)	体重 (kg)
男性						
20-	103	171.4 ± 5.7	65.5 ± 8.2	110	172.6 ± 5.8	67.1 ± 3.3
30-	176	171.3 ± 5.6	69.6 ± 10.7	127	170.7 ± 5.1	70.4 ± 0.4
40-	74	169.4 ± 6.0	69.9 ± 9.4	49	169.8 ± 5.2	69.6 ± 9.2
50-	202	166.3 ± 5.8	64.2 ± 8.3	28	166.1 ± 5.7	65.3 ± 7.8
60-	109	164.6 ± 5.7	63.3 ± 7.8	15	164.8 ± 5.8	63.4 ± 8.5
70-	63	162.5 ± 5.2	58.6 ± 7.7	5	159.9 ± 2.1	58.8 ± 9.1
女性						
20-	210	158.4 ± 5.6	52.6 ± 9.3	182	158.5 ± 5.5	51.1 ± 9.2
30-	276	158.4 ± 5.0	53.0 ± 8.1	184	158.1 ± 5.5	52.4 ± 8.4
40-	311	156.3 ± 4.6	54.2 ± 7.4	183	155.9 ± 5.0	55.5 ± 8.7
50-	337	154.1 ± 5.1	54.0 ± 7.7	143	154.3 ± 4.7	55.6 ± 8.4
60-	246	152.4 ± 5.2	53.1 ± 8.2	76	151.8 ± 4.4	53.2 ± 7.4
70-	39	149.3 ± 4.4	51.4 ± 7.9	17	150.8 ± 4.7	53.7 ± 6.2

表4 各群の身体特性と運動継続期間

性別	n	年齢 (才)	身長 (cm)	体重 (kg)	運動継続期間 (年)	運動時間 (分/週)
男性						
短時間運動群	8	71.0 ± 9.7	163.4 ± 6.1	66.9 ± 10.1	12.3 ± 8.0	68.5 ± 16.8
長時間運動群	14	67.9 ± 10.1	165.8 ± 6.2	67.2 ± 9.2	19.9 ± 4.8	252.9 ± 101.2
非運動群	64	54.2 ± 8.3	166.9 ± 6.0	65.8 ± 8.8		
女性						
短時間運動群	8	63.4 ± 7.3	153.7 ± 5.2	53.5 ± 9.3	10.2 ± 9.4	63.8 ± 13.0
長時間運動群	7	58.7 ± 5.2	158.5 ± 4.5	47.7 ± 2.8	9.7 ± 6.6	226.6 ± 163.8
非運動群	318	54.8 ± 7.3	153.8 ± 4.9	55.1 ± 8.4		

運動群A: 運動時間30~100分/週, 運動群B: 運動時間100分以上/週  
 対照群: 運動習慣なし

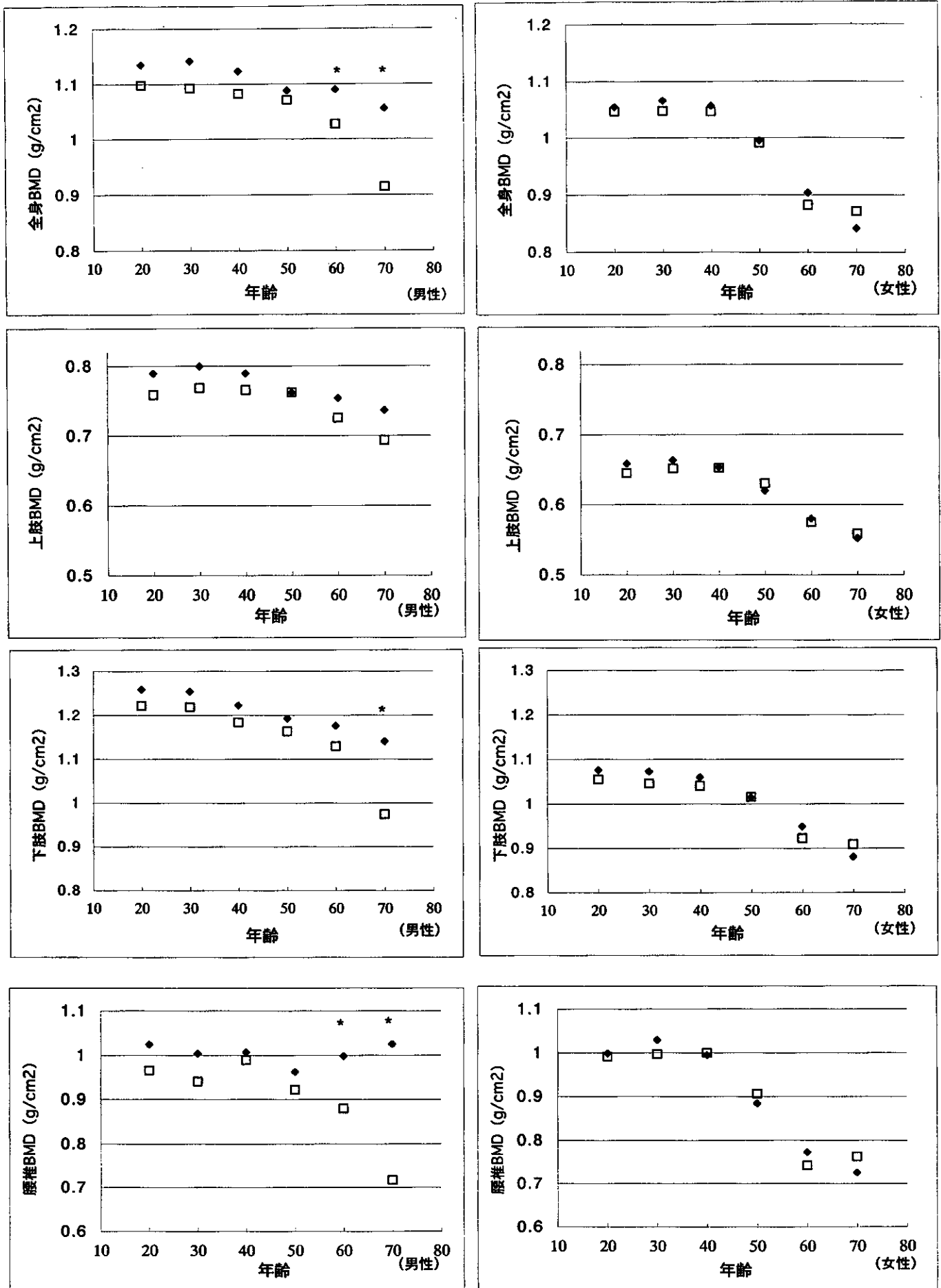


図1 骨密度と年齢の関係に対する運動習慣の影響

◆：週3回以上の運動習慣をもつ対象者 ， □：運動習慣のない対象者



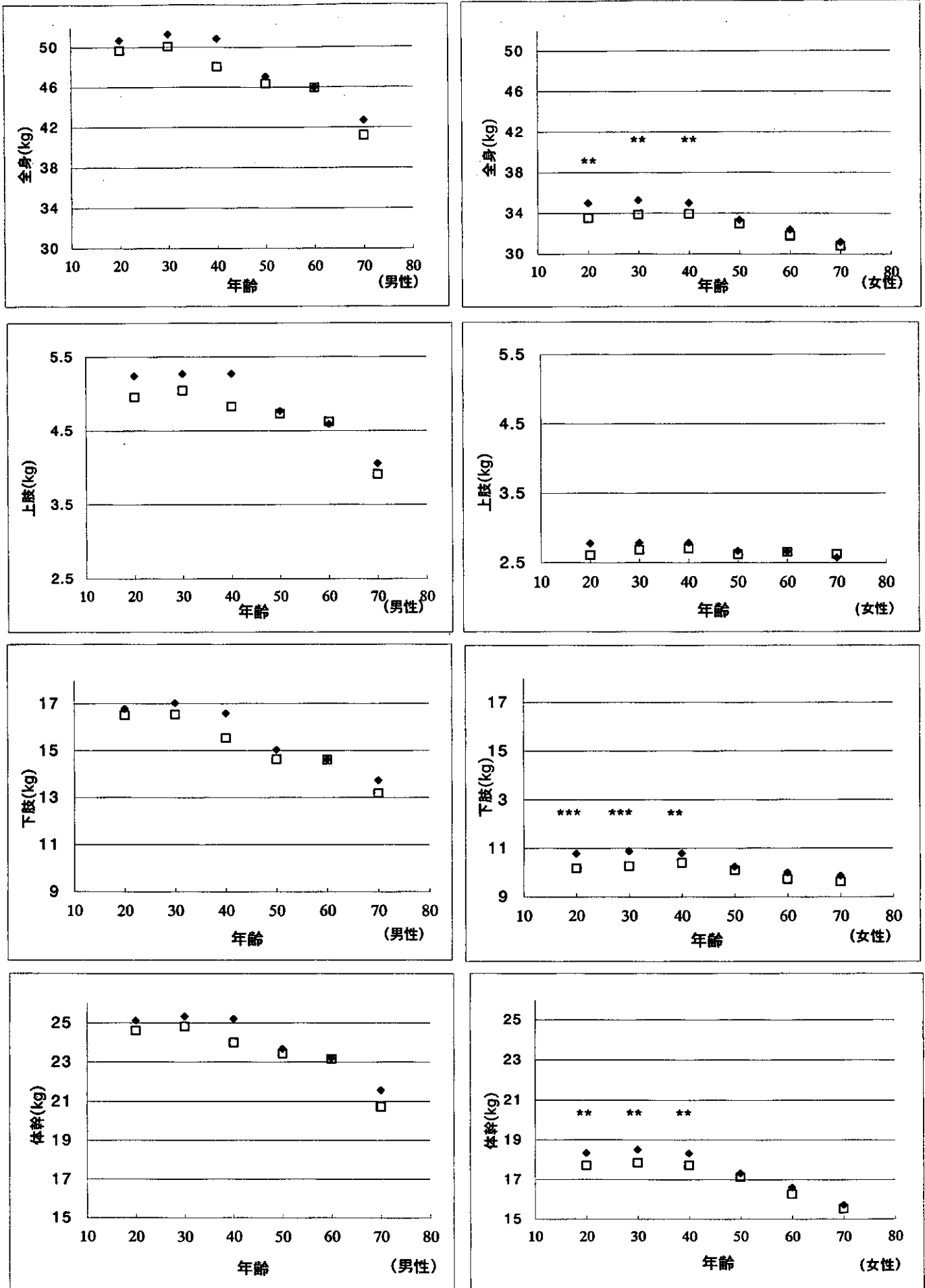


図2 筋量と年齢の関係に対する運動習慣の影響

◆ : 週3回以上の運動習慣をもつ対象者 , □ : 運動習慣のない対象者

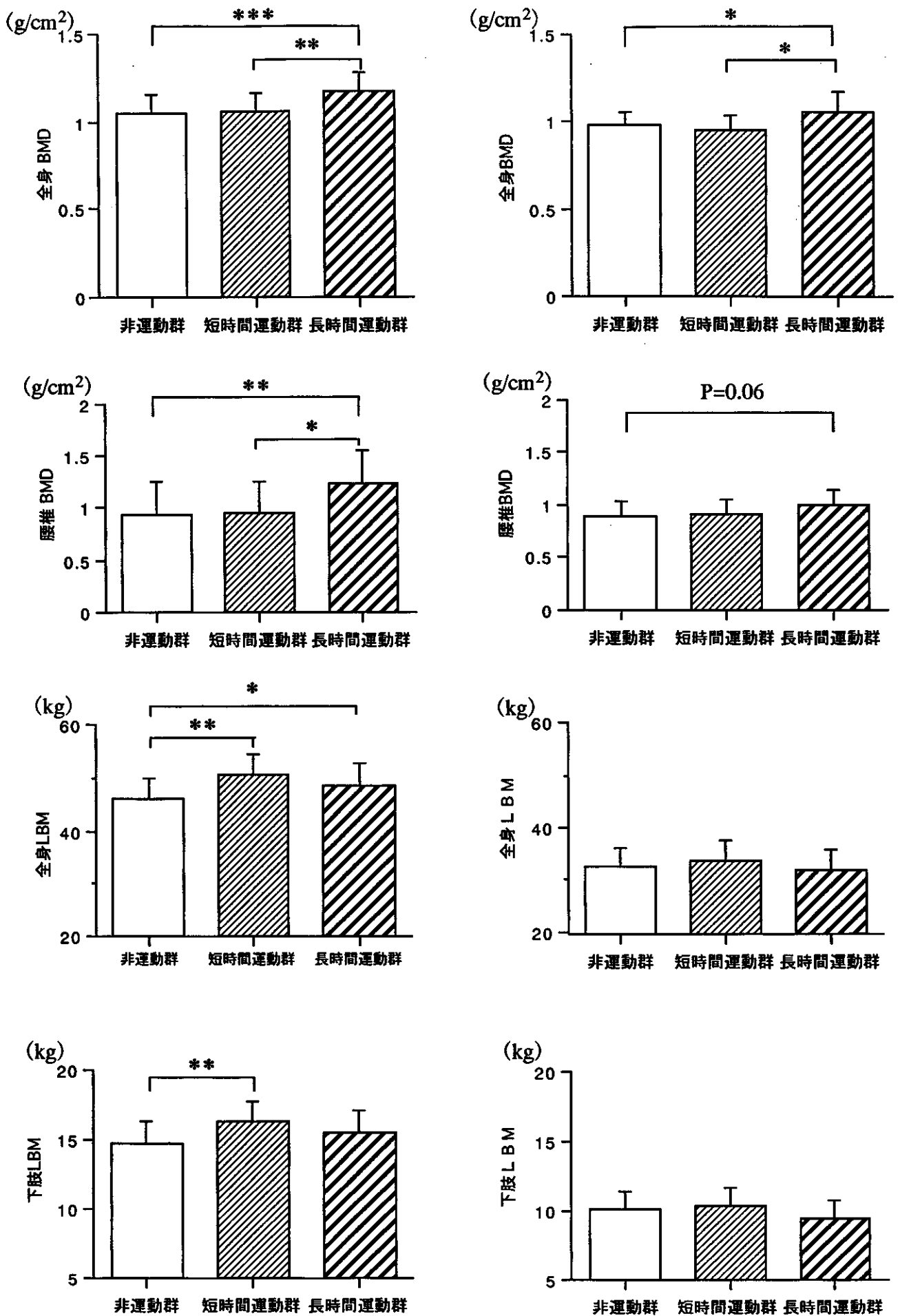


図3 年齢・体格補正後の各群の長期運動継続群と非運動群の骨密度と筋量の比較  
 短時間運動群〔週30~100分未満〕 長時間運動群〔週100分以上〕 BMDは年齢と体重、  
 LBMは年齢と身長<sup>2</sup>で補正した

性別の年齢と筋量との関係を表2に示した。男性の全身と下肢の筋量は40歳代より有意な減少が認められた。上肢と体幹の筋量については、50歳代より有意な減少が認められた。女性の全身と下肢の筋量は、40歳代より有意な減少が認められた。体幹と上肢の筋量は50歳代より、有意な減少が認められた。

運動群と非運動群の身体的特徴を表3に示した。男女とも身長と体重に2群間の差はみられなかった。運動群と比較した場合、男性の全身と腰椎のBMDは60と70才代の非運動群でそれぞれ有意に低値であった(図1)。70才代の下肢BMDにも2群間の差が認められた。一方、女性においては全身と各部位のBMDに2群間の差はみられなかった。

男性の筋量に関しては、運動群と非運動群で全身と部位別で有意差は認められなかった。女性の筋量について運動群と比較した場合、20~40歳代の全身、上肢、下肢および体幹において非運動群で有意に低値であった(図2)。

#### 長期継続群と非運動群の比較

50%Vo<sub>2</sub>max強度で長期間運動を継続している運動群と非運動群の身体特性を表4に示した。運動群はいずれも少人数であり、年齢体格差が顕著であったのでこれらの影響を補正(骨密度については年齢と体重を、筋量では年齢と身長<sup>2</sup>を補正)して3群間の比較を行った(図3)。

男性では長時間運動群が非運動群、短時間運動群に比して全身と腰椎のBMDが有意に高かった。女性も全身のBMDで同じ結果が得られ、腰椎BMDは長時間運動群が非運動群より高い傾向を示した。

男子では筋量の指標である全身の骨量を除いた除脂肪体重が男子で非運動群に比較して短時間運動群、長時間運動群ともに有意に高値であった。しかし女性には有意な差異は認められなかった。

長時間運動群のうち1年間または2年間の追跡が出来た対象者が男性4名、女性2名であった。男性では全身と腰椎BMDは2名が増加、1名が軽微減少、1名は全身BMDは軽微減少、腰椎

BMDは軽微増加した。女性は週平均595時間の運動継続者が全身、腰椎BMDともに増加、1名は全身BMDを維持、腰椎BMDは増加した。全身の骨量を除いた除脂肪体重、および各部位の筋量は89歳の最高齢者1名が維持、他の5名は軽微増加した。

#### D.考察

本研究でも先行研究と同様、女性は50歳以後顕著にBMDが低下することを再確認できた。骨粗鬆症の予防の視点からは閉経前の骨塩量のピーク値を高めることと閉経後の加齢に伴う低下を抑制する運動効果が期待されている。健康診断データの解析結果では男性の60歳以上の高齢者で運動習慣の有無で骨密度に差異が認められたのに対して女性ではいずれの年齢群も運動習慣の有無で差異が認められなかった。運動習慣は質問紙法でしかも運動頻度のみに着目して分類したので質、量に関しては不明である点が難点である。しかしこの結果は男性よりも女性で骨粗鬆症予防のための運動効果が得にくい可能性が示され、女性の閉経後の骨粗鬆症を予防するためには運動内容を吟味する必要があることを示唆している。

一方筋量は男性では運動習慣の有無による差異は認められず、予想に反して運動習慣のある20-40歳代の女性が非運動群の女性に比べ多いという結果であった。両群の体重は変わらないので、非運動群は筋量が少ない分脂肪が多いことになる。男性に比して女性は非活動に伴う筋萎縮が顕著であるのかもしれない。しかしもともと筋肉の発達している女性が好んで運動するとも考えられる。加齢による筋量の低下は男女とも運動群、非運動群とも差異がなく、低下を抑制するための運動の質、量を勘案する必要性が示唆された。

長期間継続者群と非運動群の比較によって得られた結果は加齢に伴う骨密度、筋量の低下抑制効果を得るための運動条件を示唆する興味深い結果である。長期間継続者群はヘルス

クラブの会員であり毎回の運動の質と量が正確に記録されているので、運動履歴の信憑性が極めて高い。平均して10年ほど同じ運動を継続しているのでトレーニング効果が飽和状態に達しているものと推察される。50%Vo<sub>2</sub>max強度の運動を週あたり100分以上の運動時間があれば男女とも骨密度の加齢に伴う低下を抑制できる可能性を示している。さらに男性では筋量の低下も抑制できる可能性もあることが示された。昨年 of 断面的研究で50%Vo<sub>2</sub>max強度の軽トレーニングでも運動時間が長ければ筋量と骨密度の低下を防げる可能性を示唆する結果を得たが、本研究結果は昨年同様断面的研究であるが、異なる手法で再確認したことになる。

これらの結果は断面的研究であり、縦断的研究で確認する必要がある。本年度はそのことも試みたが、追跡可能者がわずかであり、十分な検証に至らなかった。しかし得られた個々のデータは極めて興味深い。週100分以上の運動継続者で1-2年間の変化を観察できた6名中、4名にBMDの軽微増加、全員に筋量の軽微増加(5名)または維持(1名)が認められた。

男性でBMDが軽微減少した72歳と89歳の2名は最も継続期間の長い被検者であった。しかし最終年度の測定結果はそれぞれ全身BMDが1.12, 1.14g/cm<sup>2</sup>で両者とも20歳代の水準であり、腰椎BMDが1.26, 1.25g/cm<sup>2</sup>で20歳代の平均を凌駕する水準を維持できていた。体重は腰椎椎骨に対する物理的な加圧ストレスとして骨密度に関与する主要因子であり、体重と腰椎BMDには正相関関係が認められている。しかしこの高齢者の体重はそれぞれ53.5、57.5kgで、今回調査した20歳代の若者の体重(66.8±11.2kg)に比べ軽量である。それにもかかわらず腰椎BMDが高値を示したことは長期トレーニングで生じる筋収縮によるメカニカルストレス効果を得たものと推察される。この2年間の軽微減少は若いころに比べて運動時間が減少傾向にあることによるのかもしれない。

また女性2名にBMDおよび筋量の増加が観察

されたことは興味深い。このように例数が少ないにしろ、経年変化を観察できた事例からも断面的研究結果を支持する結果を得られた。

厚生省の運動所要量では50%Vo<sub>2</sub>max強度の運動を週140分以上行うことを目標にしているが、本研究結果はこの目標水準を満足すれば加齢に伴う骨密度と筋量低下も抑制できる可能性があることを示唆している。

#### 【参考文献】

- 1) 游逸明, 山暴逸雄, 高田政彦, 浜中恭代, 大田豊承, 松下亮二, 森田陸司. 骨密度測定の方法 - 各種骨塩定量法の比較 -, 臨床スポーツ医学, 15: 703-707, 1998
- 2) 山崎薫. 骨密度測定の方法 - 測定部位による相違, 部位の選択 -, 臨床スポーツ医学, 15:709-712, 1998
- 3) Heyward, VH. Evaluation of body composition: current issues. Sports Med., 22:146-156, 1996
- 4) Kin, L., JH. Lee, K. Kushida, DJ. Sartoris, A. Ohmura, PL. Clopton, T. Inoue. Bone density and body composition on the Pacific rim: a comparison between Japan-born and U.S.-born Japanese-American women. J Bone Miner Res. 8:861-, 1993
- 5) Segal, KR., A. Dunaif, B. Gutin, J. Albu, A. Nyman, and FX. Pi-Sunyer. Body composition, not body weight, is related to cardiovascular disease risk factors and sex hormone levels in men. J Clin Invest. 80:1050-1055, 1987
- 6) Wilmore, JH. Increasing physical activity: alterations in body mass and composition. Am J Clin Nutr. 63: 456S-460S, 1996
- 7) Gallagher, D., M. Visser, RE. De Meersman, D. Sepulveda, RN. Baumgartner, RN. Pierson, T. Harris, SB. Heymsfield. Appendicular skeletal muscle mass: effects of age, gender, and ethnicity. J Appl Physiol. 83: 229-239, 1997
- 8) Kano K. Relationship between exercise and bone mineral density among over 5,000 women

aged 40 years and above. J Epidemiol. 8: 28-32, 1998

- 9) Ulrich CM., CC. Georgiou, CM. Snow Harter, DE. Gillis. Bone mineral density in mother-daughter pairs: relations to lifetime exercise, lifetime milk consumption, and calcium supplements. Am J Clin Nutr. 63: 72-79, 1996
- 10) Janssen I., SB. Heymsfield, Z. Wang, R. Ross Skeletal muscle mass and distribution 468 men and women aged 18-88 yr. J Appl Physiol. 89:81-88, 2000
- 11) Fielding RA., The role of progressive resistance training and nutrition in the preservation of lean body mass in the elderly. J Am Coll Nutr., 14:587-594, 1995
- 12) Ito, H., A. Ohshima, N. Ohto, M. Ogasawara, M. Tsuzuki, K. Takao, C. Hijii, H. Tanaka, K. Nishioka. Age related changes of body composition in healthy Japanese subjects. Eur. J. Clin. Nutr. In press 2001.

G.研究発表

なし

H.知的所有権の所有状況

なし

書籍  
なし

研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表雑誌名	巻号	ページ	出版年
木村康夫、吉武裕、 島田美恵子、西牟田 守、花田信弘、米満 正美、竹原直道、中 垣晴男、宮崎秀夫	80歳高齢者の身体的自立に必要な体力水準について.	運動疫学研究	2(Suppl.)	23-31	2000
新開省二、渡辺修一 郎、熊谷修、吉田祐 子、青柳幸利、鈴木 隆雄、柴田博	高齢者の活動的余命の予測因子としての5m歩行速度	運動疫学研究	2(Suppl.)	32-38	2000
Shoji Shinkai, Shuichi Watanabe, Shu Kumagai, Yoshinori Fujiwara, Hidenori Amano, Hideyo Yoshida, Tatsuro Ishizaki, Takano Suzuki, Hiroshi Shibata	Waking Speed as a good predictor for the onset of functional dependence in a Japanese rural community population	Age and Aging	29	441- 446	2000
新開省二、青柳幸利 鈴木隆雄	高齢者の歩行能力	日本ウオーキング学会雑誌	印刷中		
浅井秀典、新開省二、 井戸絵里子	虚弱高齢者のQOLに対する短期間の定期的な運動指導の有効性	体育学研究	印刷中		

20000868

これ以降は雑誌/図書等に掲載された論文となりますのでP.52 の「研究成果の刊行に関する一覧表」をご参照ください。