女子短期大学生の咬合力と体力ならびに踵骨骨密度

岩崎 秀哉^{*1} 井奈波良一^{*1} 藤田 節也^{*1} 吉田 英世^{*2}
山沢 和子^{*3} 大森 正英^{*4} 岩田 弘敏^{*1}

Relationship between Biting Force and Physical Fitness and
Calcaneus Bone Density in Students of
Women's Junior College

Hideya IWASAKI^{*1}, Ryoichi INABA^{*1}, Setsuya FUJITA^{*1},
Hideyo YOSHIDA^{*2}, Kazuko YAMAZAWA^{*3}, Masahide OMORI^{*4}
Hirotoshi IWATA^{*1}

The maximum biting force (MBF) and right calcaneus bone stiffness using Ultrasonic method 91 female students aged 19.6 ± 0.5 years was assessed to evaluate the relations between biting force and bone density, and effect of playing sport for one of preventive measures of osteoporosis.

We took two time measurements both of left and right biting force, and adopted high measurement of those and call it maximum biting force (MBF). And we surveyed questionnaire about sport club member's period and exercise quantity.

The evaluations were made using Ultrasound Bone Densitometer and compared between the subjects who have experience of a sport club member (experienced group) and who have not experience (non-experienced group).

The results obtained were as follows.

1 The average MBF in subjects experienced group and the average stiffness of them was significantly ($p < 0.05$) higher than those of the other subjects non-experienced group.

2 There were significant positive correlations between the MBF, stiffness and grip strength ($p < 0.01$), back strength ($p < 0.01$) and vital capacity ($p < 0.05$) in subjects experienced group. For the subjects non-experienced group no correlations

---

^{*1}岐阜大学医学部衛生学教室

^{*2}東京都老人総合研究所疫学部

^{*3}東海女子短期大学

^{*4}東海女子大学バイオサイエンス研究センター

^{*1}Department of Hygiene, Gifu University School of Medicine, Gifu

^{*2}Department of Epidemiology, Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology

^{*3}Tokai Women's Junior College, Gifu

^{*4}Research Institute of Bioscience, Tokai Women's College, Gifu

between MBF, stiffness and physical fitness measurements were observed.

3 To analyze multiple correlation, for subjects experienced group, there were significant ($p < 0.01$) positive correlations between MBF and stiffness, but no correlations between stiffness and BMI {Body Mass Index, height/weight (kg/m^2)} were observed. For the subjects non-experienced group, there was a significant ($p < 0.05$) positive correlation between stiffness and BMI, but no correlations between stiffness and MBF were observed.

4 The subjects experienced group for long period or who quitted sport club in their high teens were high MBF and stiffness without regard to training days in a week or training hours in a day.

5 The average MBF and stiffness in subjects who are sport club members now were significantly higher than those of the other subjects non-experienced group. The average MBF and stiffness in subjects who quitted sport club in 17~18 years old were significantly higher than those of the other subjects non-experienced group. But the average MBF and stiffness in subjects who quitted sport club in 13~14 years old were lower than those of the other subjects non-experienced group.

6 The result of questionnaire on health showed that the average MBF in subjects who answered that training for the sport in past contributes to health was significantly ($p < 0.05$) higher than those of the other subjects who answered that training for the sport in past is no correlation to health. But stiffness of the first is higher, but it's not significantly than that of second.

The above mentioned, we think that it is necessary that we should play sport which we increase biting force to increase stiffness for the purpose of preventing osteoporosis.

Key words : biting force, bone density, Physical fitness

咬合力, 骨密度, 体力

I 結 言

近年、歯科疾患の原因となりうる叢生（叢生とは数歯が唇側舌側と交互に転位しているような場合、個々の歯の転位の一括した呼称）を生じさせる歯と顎骨の大きさが不調和である者が増加していることが報告されている（井上，1982）。著者らは、咀嚼機能の評価法のひとつとして、上下一対の歯によって噛みしめた時に出される圧力である咬合力に着目し、さきに男性自衛官を対象に調査

を行い、叢生の原因は顎顔面形態が縮小すること、特に顎骨が縮小することであり、それと咬合力との間に関係がある可能性を報告した（岩崎ら，1995）。そこで骨が縮小する要因をさぐるため、身体全体の骨の構成密度を示す指標である、超音波法を用いて測定した踵骨の stiffness 値（山崎ら，1992）と咬合力がいかなる関係にあるか知りたいと考えた。また、スポーツマンを対象にした調査では体力測定値と咬合力の間には有意な正の相関関係があり、スポーツ活動が咬合力を高める可

能性を示唆した(岩崎ら, 1994)。しかし, 女性や現在スポーツ活動を行っていない者については, 咬合力と体力との間にはどのような関係があるのかわかっていない。また, 社会問題化している骨粗鬆症に対する予防対策のひとつとして, スポーツクラブ活動に着目し, 過去のスポーツ活動が現在の咬合力, 及び超音波法を用いて測定した踵骨の stiffness とどのような関係にあるのか, すなわちスポーツ活動により体力測定値が向上するならば咬合力, 及び stiffness も向上するのかどうか知りたいと思った。そこで今回, 著者らは, 女子短期大学生を対象に咬合力と体力ならびに骨密度とがいかなる関係にあるのか知るために, 咬合力, 骨密度測定及びスポーツ活動についてのアンケート調査を行い, 咬合力と骨密度との関係を検討した。

II 対象および方法

1. 被験者

被験者は A 女子短大の学生 (192名) のうち, 下記の基準を満たした者91名 (平均年齢 19.6 ± 0.5 歳) である。

1) 電気歯髄診査の結果, 生活歯髄を有し, 冠処置を施行していない左右上下顎第一大臼歯が健在する。

2) 上下顎第一大臼歯の近遠心的関係がアングル I 級に分類され, かつ頬舌的に上下に嵌合している。

3) 上下顎第二大臼歯から反対側第二大臼歯までに齲歯, 欠損歯, 奇形歯を認めない。

2. 方法

1) 咬合力測定

聴き取り調査により習慣的咀嚼側と非習慣的咀嚼側を確認し, 習慣的咀嚼側から咬合力を測定した。どちらとも判別できない者は左側から測定した。測定法は被験者の上顎第一大臼歯の機能咬頭である近心舌側咬頭に咬合力計 (MPM3000: 日本光電工業) のセンサーの凸部位を接触させるように嵌合させて, その最大咬合力を測定した。咬合力の単位は, kgf である (森谷, 1989)。圧は単

位表面積に作用する力の大きさで表すのが普通であるが, 咬合力ではこれを正確に求めにくいので便宜上, 上下歯で噛んだ場合出された全圧で最大咬合力を表している (河村, 1979)。このように最大咬合力を2回ずつ測定して2回のうち大きい方の値を採用した。この時, 咀嚼筋の疲労によって咬合力が低下しないように平林 (1975) の方法に従い, 測定時間は2秒間とし次の測定間隔は30秒以上とした。ただし最大咬合力に左右差が生じた場合, 左右のうち大きい方の値を採用した。これを maximum biting force (以下 MBF と略す) として解析した。

2) 骨密度測定

骨密度測定は超音波骨密度測定装置アキレス (米国ルナー社製) を使用した。この装置は被験者の右踵骨部位を waterbath 内に置き stiffness とよばれる数値を測定するものである。stiffness とは SOS (speed of sound 超音波伝播速度) と BUA (broadband ultrasound attenuation 超音波減衰係数) から求められる指標であり, 物理学的な骨硬度とは異なった指標である。しかし山崎ら (1992) の報告によると, stiffness は DXA (dual energy X-ray absorptiometry 二重エネルギー X 線吸収) 法の計測値と有意な正の相関関係 ($p < 0.01$) が認められること, また踵骨の SOS 及び BUA と橈骨, 腰椎, 大腿骨塩量との間には有意な正の相関関係 ($p < 0.01$) が認められること, 及び考察で述べるように咬合力と身体の筋力との間には有意な正の相関関係があることから stiffness は有効な指標であると考えられる。

3) 体力測定

握力, 背筋力, 肺活量, 立位体前屈および伏臥上体反らしの測定を行った。なお, 左右握力のうち大きい方の値を maximum grip strength とした。また, 身長, 体重を測定して, これらの値から BMI {Body Mass Index: 体重/身長² (kg/m²)} を求めた。

4) アンケート調査

被験者にはスポーツ活動に関するアンケート調査を行い, 過去のスポーツクラブに所属していた

期間(月数：以下所属期間と略記する)，過去においての1週間の練習日数，1日の練習時間，1週間の練習時間(以下1週間の練習日数，1日の練習時間，1週間の練習時間と略記する)，入部した年齢及び退部した年齢を調査した。現在スポーツクラブに所属している者は過去から現在までの所属期間とする。ここでスポーツクラブとは志望者が自由に入退部できる学校での課外活動とする。

結果は平均値±標準偏差で示し，有意差検定はt検定または一元配置分散分析後，Scheffeの方法で行い， $p<0.05$ を有意差ありとした。

Table 1 Frequency distribution of stiffness in female students

Stiffness	Frequency (%)	Cumulative frequency (%)
65.00—	1(1.1)	1(1.1)
70.00—	1(1.1)	2(2.2)
75.00—	10(11.0)	12(13.2)
80.00—	7(7.7)	19(20.9)
85.00—	18(19.8)	37(40.7)
90.00—	11(12.1)	48(52.7)
95.00—	13(14.3)	61(67.0)
100.00—	11(12.1)	72(79.1)
105.00—	6(6.6)	78(85.7)
110.00—	4(4.4)	82(90.1)
115.00—	5(5.5)	87(95.6)
120.00—	2(2.2)	89(97.8)
125.00—	1(1.1)	90(98.9)
130.00—	1(1.1)	91(100.0)

III 結 果

Table 1に全員のStiffnessの度数分布を示した。平均値は $94.7 \pm 13.3\%$ であった。Table 2にスポーツクラブ所属歴のある者と所属歴のない者のMBF, stiffness及び体力測定値を示した。所属歴のある者のMBFは所属歴のない者のそれより有意に高値を示した($p<0.05$)。また，所属歴のある者のstiffnessは所属歴のない者のそれより有意に高値を示した($p<0.05$)。所属歴のある者の握力は所属歴のない者のそれより有意に高値を示した($p<0.01$)。所属歴のある者の背筋力は所属歴のない者のそれより有意に高値を示した($p<0.01$)。また，所属歴のある者の立位体前屈は所属歴のない者のそれより有意に高値を示した($p<0.05$)。所属歴のある者の伏臥上体反らし及び肺活量は所属歴のない者のそれらより高値ではあったが有意な差を認めなかった。BMIは両者の間に有意な差は認められなかった。Table 3にスポーツクラブの所属歴の有無別にMBFと体力測定値との間の関係を示した。所属歴のある者のMBFと握力($p<0.01$)，背筋力($p<0.01$)，肺活量($p<0.05$)との間には有意な正の相関関係が認められた。しかしMBFと立位体前屈，伏臥上体反らしとの間には有意な相関関係は認められなかった。所属歴のない者のMBFと体力測定値との間には有意な相関関係は認められなかった。

Table 2 Maximum biting force(MBF), stiffness, and physical fitness measurements

		Sport(+)	Sport(-)
N		61	30
MBF	(kgf)	$28.3 \pm 9.7^*$	23.6 ± 9.1
Stiffness		$96.5 \pm 14.5^*$	91.1 ± 9.5
Maximum grip strength	(kg)	$28.3 \pm 4.5^{**}$	25.9 ± 3.3
Back strength	(kg)	$74.3 \pm 16.5^{**}$	61.7 ± 12.5
Vital capacity of lungs	(ml)	$2,610.5 \pm 576.6$	$2,478.7 \pm 605.3$
Forward flexibility	(cm)	$10.9 \pm 5.5^*$	7.0 ± 7.8
Back extension	(cm)	50.7 ± 7.5	47.4 ± 7.5
BMI	(kg/m ²)	21.3 ± 2.6	20.7 ± 3.4

Each value represents the mean±S.D. * $p<0.05$, ** $p<0.01$ compared with Sport(-).

Table 3 Correlations between maximum biting force and physical fitness measurements

	Sport(+)	Sport(-)
Maximum grip strength	0.578**	0.022
Back strength	0.551**	-0.022
Vital capacity of lungs	0.424*	0.192
Forward flexibility	0.226	0.261
Back extension	0.141	-0.077

*p<0.05, **p<0.01.

Table 4 Correlations between stiffness and physical fitness measurements

	Sport(+)	Sport(-)
Maximum grip strength	0.464**	0.335
Back strength	0.308*	0.088
Vital capacity of lungs	0.316*	-0.031
Forward flexibility	-0.064	0.416
Back extension	-0.008	0.757

*p<0.05, **p<0.01.

Table 5 Correlations between stiffness and each of maximum biting force (MBF) and BMI

	Partial correlation coefficient		Multiple correlation coefficient
	MBF	BMI	
Sport(+)	0.504**	0.213	0.546**
Sport(-)	0.125	0.423*	0.449

*p<0.05, **p<0.01.

Table 4 にスポーツクラブの所属歴の有無別に stiffness と体力測定値との間の関係を示した。所属歴のある者の stiffness と握力 ($p<0.01$)、背筋力 ($p<0.01$)、肺活量 ($p<0.05$) との間には有意な正の相関関係が認められた。しかし stiffness と立位体前屈、伏臥上体反らしとの間には有意な相関関係は認められなかった。所属歴のない者の stiffness と体力測定値との間には有意な相関関係は認められなかった。

次に stiffness を目的変数に、MBF, BMI{体重(kg)/身長²(m)}を説明変数にして重回帰分析を行い、その結果を Table 5 に示した。所属歴のある者の stiffness と MBF との間には有意な正の相関関係を認めた ($p<0.01$) が、stiffness と BMI 及び所属歴のない者の stiffness と MBF との間には有意な相関関係は認められなかった。しかし所属歴のない者の stiffness と BMI との間には有意な正の相関関係を認めた ($p<0.05$)。

Table 6 に MBF, stiffness と練習状態との相関関係を示した。所属期間と MBF ($p<0.05$)、1日の練習時間 ($p<0.01$)、1週間の練習時間 ($p<0.01$)、退部した年齢 ($p<0.01$) との間には有意な正の相関関係を認めた。また入部した年齢との間には有意な負の相関関係を認めた ($p<0.05$)。このことは、所属期間が長い者は MBF が大きく1日及び1週間の練習時間が長い者であり、入部した年齢が早く、退部した年齢が遅い傾向にあることを表している。退部した年齢と入部した年齢

Table 6 Correlations between training conditions and each of maximum biting force (MBF) and stiffness

	Period (months)	Days in a week	Hours in a day	Hours in a week	Age of quitting sport club
MBF	0.254*	-0.201	-0.075	-0.140	0.209
Stiffness	0.220	-0.004	-0.005	-0.003	0.227
Period(months)	—	0.201	0.365**	0.357**	0.776**
Days in a week	0.201	—	0.474**	0.771**	0.270*
Hours in a day	0.365**	0.474**	—	0.903**	0.268*
Hours in a week	0.357**	0.771**	0.903**	—	0.297*
Age of joining sport club	-0.285*	0.074	-0.176	-0.133	0.319*

*p<0.05, **p<0.01.

Table 7 Maximum biting force (MBF), stiffness and training conditions classified age of quitting sport club

Age of quitting sport club	N	MBF (kgf)	Stiffness	Period (months)	Days in a week	Hours in a day	Hours in a week
Now training	3	35.7±6.7*	110.7±4.1**	92±9.8	7.0	4.2±1.1*	30.3±5.7
17~18	21	29.7±10.8*	97.4±13.2	53.9±18.9	5.9±0.9	2.8±0.8	16.7±6.8
15~16	31	26.8±9.0	97.2±14.7	33.1±6.3	5.9±1.6	2.8±0.8	17.4±7.5
13~14	6	23.3±9.3	83.2±11.2	26.0±4.5	4.7±2.6	2.6±0.7	12.8±9.0
Sport(-)	30	23.6±9.1	91.1±9.5				

Each value represents the mean±S.D.

*p<0.05, **p<0.01 compared with sport (-).

Table 8 Correlations between training conditions and each of maximum biting force (MBF) and stiffness in subjects classified answer how sport influence to health

		N	MBF	Stiffness
Period(months)	① Wrong to health	8	0.580	0.908**
	② No connection to health	32	-0.218	-0.230
	③ Contribution to health	21	0.626**	0.380
Age of quitting sport club	① Wrong to health	8	0.281	0.666
	② No connection to health	32	-0.240	-0.130
	③ Contribution to health	21	0.686**	0.440*

*p<0.05, **p<0.01.

(p<0.05), 1週間の練習日数(p<0.05), 1日の練習時間(p<0.05), 1週間の練習時間(p<0.05)との間には有意な正の相関関係が認められた。このことは、退部した年齢が遅い者は、入部した年齢が遅く、1週間の練習日数が多く、1日及び1週間の練習時間が長い傾向にあることを表している。1週間の練習日数と1日の練習時間(p<0.01), 1週間の練習時間(p<0.01)の間には有意な正の相関関係が認められた。このことは、1週間の練習日数が多い者は、1日及び1週間の練習時間が長い傾向にあることを表している。しかしMBF及びstiffnessと1週間の練習日数、1日及び1週間の練習時間との間には有意な相関関係は認められなかった。このことが、MBFやstiffnessは1週間の練習日数や練習時間とは関係がなく、所属期間が長い者や退部した年齢が遅い者が大きい傾向にあることを表している。

Table 7に退部した年齢で被験者を分類し、そのMBFとstiffnessを示した。現在所属している者のMBF(p<0.05), stiffness(p<0.01)はい

ずれも所属していない者より有意に高値を示した。次に17~18歳時に退部した者のMBFは所属していない者より有意に高値を示した(p<0.05), stiffnessは有意ではないが、高値を示した。次に15~16歳時に退部した者のMBF, stiffnessは所属していない者より有意ではないが、高値を示した。13~14歳時に退部した者のMBFとstiffnessは所属しなかった者のそれより有意ではないが低値であった。

次にアンケートの質問項目の、「過去にスポーツクラブに所属していたことが現在の健康状態にどのような影響を及ぼしていると思いますか」について、①「健康状態を悪くした」、②「現在の健康状態とは無関係だ」、③「現在の健康増進に貢献している」とアンケートの答えにより被験者を分類して、その所属期間(月)、退部した年齢とMBF, stiffnessとの間の相関関係をTable 8に示した。③「現在の健康増進に貢献している」と答えた者の所属期間とMBFとの間(p<0.01)また退部した年齢とMBF(p<0.01), stiffness(p<0.05)

Table 9 Maximum biting force (MBF), stiffness and training conditions classified answer how sport influence to health

	N	MBF (kgf)	Stiffness	Period (months)	Age of quitting	Hours in a day	Hours in a week
① Wrong to health	8	26.0±5.1	92.3±11.3	53.1±25.5*	16.9±2.0	3.3±0.8	20.9±8.7
② No connection to health	32	26.0±9.8	95.3±13.2	35.9±15.1	15.7±1.5	2.6±0.9	15.0±8.4
③ Contribution to health	21	32.0±10.0*	100.3±16.7	47.8±20.6*	16.7±1.6	3.0±0.9	18.5±6.7

Each value represents the mean±S.D.

*p<0.05 compared with no connection to health.

との間には有意な正の相関関係を認めた。①「健康状態を悪くした」と答えた者の所属期間と stiffness との間には有意な正の相関関係を認めた ($p<0.01$)。

一方、②「現在の健康状態とは無関係だ」と答えた者の所属期間及び退部した年齢と MBF 及び stiffness との間には有意な相関関係は認められなかった。

Table 9 に前述のアンケートの答えにより被験者を分類し、その MBF 及び stiffness を示した。質問に③「現在の健康増進に貢献している」と答えた者の MBF は②「現在の健康状態とは無関係だ」と答えた者より有意に高値を示した ($p<0.05$)。しかし、stiffness は高値であったが、有意な差は認められなかった。

IV 考 察

1. 咬合力と骨密度

著者らは先に現役のスポーツマンの咬合力と体力測定値との間に有意な正の相関関係を認めた(岩崎ら, 1994)ことを報告したが、今回、女子学生についても同様の結果を認めた。しかも stiffness と体力測定値との間にも有意な正の相関関係を認めたことは、スポーツ活動により、体力測定値と stiffness が共に高まる可能性があることを示している。

stiffness を目的変数に、MBF と BMI を説明変数にして重回帰分析をした結果、スポーツクラブ所属歴のある者は MBF と stiffness との間に有意な正の相関関係 ($p<0.01$) を認めた。平野ら(1993)は老人を対象にした調査で、骨密度(第3腰椎を DXA 法にて測定)と咀嚼能力との間に有

意な正の相関関係 ($p<0.01$) が認められたと報告している。今回女子学生についても同様のことが認められた。咬合力とは閉口筋群、特に咬筋の筋力を表すものであり、咬筋の停止部位は下顎角部の咬筋粗面である。φ degaard (1970a, 1970b) は下顎骨の縦断的成長の研究の結果、最も骨の改造現象が生じた部位は下顎角部であることを報告し、北村ら(1975)は、下顎角部は咬筋の影響を強く受けると報告している。また、乗松ら(1990)は背筋力と腰椎骨密度との間、及び大腿四頭筋力と大腿骨中樞端骨密度との間に有意な正の相関関係を認めたことを報告していることから、咬合力と顎骨の骨密度との間には有意な相関関係があるかと推測される。このように骨密度は運動により増加することが認められている。その理由を楊(1991)は、運動すなわち骨へ負荷をかけることで骨に圧電効果が生じ、負荷側にマイナス電位が生じカルシウムイオンを引き寄せること、また運動により骨内の血流が増加することにより酸素分圧の増加とアルカリ化により骨溶解を防ぎ、骨芽細胞を活性化させ骨塩濃度を増加させるためと推測している。このように、咬合力が高い者は身体の筋力が高く stiffness も高いのであろう。一方、スポーツクラブの所属歴のない者でも stiffness と BMI との間に有意な正の相関関係が認められた。同様に中村ら(1994)は BMI と stiffness との間に有意な正の相関関係 ($p<0.01$) を認めたことを報告している。その原因として体重は骨への負荷となり骨密度を増加させること、また骨の形成に促進的に働くことが知られているエストロゲンが肥満者ではより多く生産されるためであろうと推測している。

2. スポーツクラブ所属期間と運動量

以上のように本研究ではMBFとstiffnessが運動により増加する可能性を認めた。そこでスポーツクラブ所属期間と運動量が両者にいかなる影響を及ぼすか調べるためにアンケート調査を行ったわけである。その結果、MBFとstiffnessを高める可能性があるのは、所属期間と退部した年齢であった。すなわち所属期間が長い程、また退部した時から現在までの時間が短い程、MBFとstiffnessは高値を示す可能性がある。しかし、1日及び1週間の練習時間とMBF及びstiffnessとは関係がみられなかった。ただし所属期間が長い者及び退部した年齢が若い者は、1日及び1週間の練習時間が長い傾向にあり、また1週間の練習日数が長い者は1日の練習時間が長い傾向にあることが認められた。これはスポーツ活動に熱中する者の気質のためであろうと思われる。以上のことは、退部した年齢別にわけたMBF, stiffness, 1日及び1週間の練習時間にも表れている (Table 7)。すなわち、現在スポーツクラブに所属している者のMBFやstiffnessは所属しなかった者のそれより有意に高値を示し、また17～18歳時に退部した者は、1日及び1週間の練習時間が、他の年齢時に退部した者のそれと比べて有意差はなかったにもかかわらず、MBFやstiffnessは高値を示した。このように過去のスポーツ活動は現在のMBFやstiffnessを高める可能性があるが、スポーツ活動を停止してからの時間が経過すればするほど現在のMBFやstiffnessは低くなることを認めた。次にアンケートの健康に関する意識調査の結果、過去のスポーツ活動が「現在の健康増進に貢献している」と答えた者は、「現在の健康状態とは無関係だ」と感じている者と比べて、MBFが有意に高値 ($p<0.05$) であったこと、及びstiffnessが有意ではなかったが高値であったことで、過去のスポーツ活動が有意な効果をもたらし、意識にも表れたのであろうと考えられる。一方、健康に関する意識で被験者を分類し、それぞれの者の、1日及び1週間の練習時間を分析したが、有意差は認められなかった。このことは、

MBFやstiffnessに影響を及ぼすのは、1日及び1週間の練習時間ではなく、運動の内容であろうと考えられる。運動の負荷が適切であった者は、健康に関する意識調査で、「現在の健康増進に貢献している」と感じているのであろう。一方、「健康状態を悪くした」と感じている者の所属期間は、「現在の健康状態とは無関係だ」と感じている者の所属期間より有意に長かった。また、1日及び1週間の練習時間も長かったこと (有意ではないが) は運動の負荷が強かったために体を悪くしたと感じている、あるいは何らかのスポーツ障害が実際に生じたことが推察される。ここで注目すべき点は「健康状態を悪くした」と感じている者は、期間や練習時間が長くてもMBFやstiffnessは高くないことである。適切な運動をした場合にのみ、MBFやstiffnessが高くなり、「健康増進に貢献している」と意識できるのであろう。

3. 骨粗鬆症との関連について

近年、骨粗鬆症患者が増加している (折茂ら, 1989)。特に骨粗鬆症の特有な症状である大腿骨頸部骨折はいわゆる寝たきり老人を発生させ、高齢化社会の到来とともに憂慮すべき事態と危惧される。このような社会的背景のなか、各種の骨密度測定装置が開発されている。なかでもDXA法と超音波法の有効性が報告されているが、超音波法は他の骨量測定装置と異なり放射線を用いないため、放身線管理の必要がなく、また被験者に対して非侵襲的であることから集団検診においては有効であると考え、これを今回の調査に採用した。骨粗鬆症は閉経に伴うエストロゲン産生の低下のため高年女性に多い疾患である。従って太田ら (1995) は、エストロゲンの影響が高いと考えられる海綿骨の多い腰椎では、閉経後のホルモン補充療法を受ければ対照群に比べて骨密度が25%高くなるが、荷重負荷の影響を強く受けると考えられる皮質骨の多い大腿骨近位部では、同様のホルモン補充療法ではほとんど差が認められないと報告している。骨密度は加齢の影響を強く受け、30歳前後で最大値を示した後減少し、閉経直後から約10年間、骨密度の減少が加速する (宮村ら, 1994)。

従って骨粗鬆症の予防の為には、最も骨密度が高くなる時期までに、効率よく骨密度を高める必要がある。骨密度と運動に関する報告は数多くある。Wickham (1989) らは65歳以上を対象にした調査で、カルシウム摂取不足より、日常活動性の低下が骨粗鬆症における大腿骨頸部骨折の危険性を増していると報告している。また楊 (1991)、林 (1990)、広田 (1991) らは、運動やレクリエーションスポーツでも骨密度の増加に有効であると報告している。一方、宮村ら (1994) は、過去及び現在の運動習慣と骨密度との関係は認められなかったと、また、Cavanaugh ら (1988) は運動負荷が中等度の歩行運動などでは、閉経後の骨密度低下を予防できないと報告している。これらのことを考慮して著者らは、咬合力を高めるような運動をすることが以下のような理由で骨密度を高める可能性があると考え、前述したように乗松 (1990) らは、骨密度が負荷を受ける筋力と関係があると述べている。そして前原は、咬合力は歯牙、顎関節及び頸椎に直接影響し、頭蓋の保持に欠かせない要素であり咬合力は運動機能や能力に関与すると述べている。また著者らも背筋力、握力が咬合力と有意な正の相関関係があることを認めたように身体の筋力は咬合力と有意な相関関係がある。従って骨密度と咬合力の間には有意な正の相関関係が成立すると考える。よって著者らは、骨粗鬆症を予防する目的で骨密度を高めるためには、若い時に咬合力を高めるような運動を行うことが必要であろうと考える。

V ま と め

咬合力と骨密度との関係を検討する目的で91名の女子学生 (平均年齢 19.6 ± 0.5 歳) について咬合力、及び超音波法で右踵骨の stiffness を測定した。咬合力については、左右2回ずつ測定し左右のうち大きい方を採用しこれを maximum biting force (以下 MBF と略す) として解析して以下の結果を得た。

1. スポーツクラブ所属歴のある者の MBF は 28.3 ± 9.7 kgf, stiffness は 96.5 ± 14.5 であり、所

属歴のない者のそれより有意な高値を示した ($p < 0.05$)。

2. スポーツクラブ所属歴のある者の MBF 及び stiffness と握力 ($p < 0.01$)、背筋力 ($p < 0.01$)、肺活量 ($p < 0.05$) との間には有意な正の相関関係が認められた。しかし所属歴のない者の MBF 及び stiffness と体力測定値との間には有意な相関関係は認められなかった。

3. 重回帰分析を行った結果、スポーツクラブ所属歴のある者の stiffness と MBF との間の偏相関係数は 0.504 ($p < 0.01$) であり有意な正の相関関係を認めたが、stiffness と BMI 及び所属歴のない者の stiffness と MBF との間には有意な相関関係は認められなかった。しかし所属歴のない者の stiffness と BMI との間の偏相関係数は 0.423 ($p < 0.05$) であり有意な正の相関関係が認められた。

4. MBF や stiffness は1週間の練習日数や練習時間とは関係がなく、所属期間が長い者や退部した年齢が遅い者が大きい傾向にあった。

5. 現在スポーツクラブに所属している者の MBF や stiffness は所属しなかった者のそれより有意に高値を示した。また17~18歳時に退部した者の MBF や stiffness は所属しなかった者のそれより有意に高値を示した。しかし、13~14歳時に退部した者の MBF や stiffness は所属しなかった者のそれより低値であった。

6. アンケート調査の結果、過去のスポーツ活動が「現在の健康増進に貢献している」と答えた者の MBF は、「現在の健康状態とは無関係だ」と答えた者のそれより有意に高値を示した。しかし stiffness は高値ではあったが、有意な差は認められなかった。

文 献

- Cavanaugh, D.J., et al. (1988): Brisk walking does not stop bone loss in post menopausal women, Bone, 9, 201
林 泰史 (1990): 骨粗鬆症と運動, 日医会誌, 104, 1175-1176
平林健彦 (1975): 種々な下顎位における咬合力に關

- する研究, 補綴誌, 18, 337-360
- 平野浩彦, 石山直欣, 鈴木隆男, 他 (1993): 地域老年者の咀嚼能力および口腔内状況に関する研究. 第2報. 咀嚼能力と口腔内状況および身体状態との関連について, 老年歯科医学, 7, 150-156
- 広田孝子, 真砂江美, 奈良正子 (1991): 若年時からの骨粗鬆症の積極的予防法, 体力研究, 77, 113-121
- 井上直彦 (1982): 日本人における歯と顎骨の不調和の推移, 民族衛生, 48, 78-79
- 岩崎秀哉, 井奈波良一, 岩田弘敏 (1994): スポーツマンの咬合力と体力, 日本衛生学雑誌, 49, 654-659
- 岩崎秀哉, 藤田節也, 吉田英世, 井奈波良一, 岩田弘敏 (1995): 咬合力と顎顔面形態との関係, 日本衛生学雑誌, 50, 683-692
- 河村洋二郎 (1979): 口腔生理学, 217, 永松書店, (京都)
- 北村惣一郎, 菊地正巳, 北川立夫, 他 (1975): 現代日本人下顎骨の形態についての研究, 新潟医学会誌, 89, 556-561
- 前原 潔 (1991): 咬合と運動神経系 (テンプレート療法から), 日本歯科医誌会雑誌, 43, 1271-1279
- 宮村季浩, 飯島純夫, 浅香昭雄, 他 (1994): 骨粗鬆症危険因子の骨塩量に与える影響についての検討, 日本公衛誌, 41, 1122-1130
- 森谷良彦 (1989): 補綴物と咬合力・咀嚼力, 歯界展望, 74, 1355-1362
- 中村美詠子, 青木伸雄, 那須恵子, 他 (1994): 地域における骨粗鬆症に関する疫学的研究—超音波骨密度測定装置を用いた検討—, 日本公衛誌, 41, 1152-1161
- 乗松尋道, 中野正春 (1990): 運動とカルシウム摂取, 総合臨床, 39, 2632-2638
- 折茂 肇, 細田 裕, 白木正孝, 他 (1989): 大腿骨頸部骨折全国頻度調査報告, 日本医事新報, 3420, 43-45
- 太田壽城, 滝本秀美 (1995): 骨粗鬆症の予防と若い女性の骨密度, 週間保健衛生ニュース, 779, 18-21
- Φdegaard, J. (1970a): Growth of the mandible studied with the aid of metal implant, Am. J. Orthod., 57, 145-157
- Φdegaard, J. (1970b): Mandibular rotation studied with the aid of metal implant, Am. J. Orthod., 58, 448-454
- Wickham, C.A.C., et al. (1989): Dietary calcium, physical activity, and risk of hip fracture: a prospective study, B.M.J., 299, 889-892
- 山崎 薫, 串田一博, 大村亮宏, 他 (1992): 超音波骨量測定装置 (Achilles Ultrasound Bone Densitometer) の使用経験—測定精度と有用性の検討—, Ther. Res., 13, 3647-3655
- 揚 鴻生 (1991): 骨粗鬆症の予防—運動の効果, 公衆衛生, 55, 22-26
- (受稿1994.6.20; 受理1995.11.10)