

# 運動對青少年骨質密度的影響

劉昉青

## 摘 要

本研究的目的是爲了釐清運動對尚在成長期骨質密度的影響，調查對象爲一般的正常青少年學生（平均年齡 $16.5 \pm 0.8$ 歲），其中包括29名的運動專長學生爲棒球、游泳、柔道、中長距離等四專長，約有1至6年的專長訓練經歷和8名同年齡無運動訓練經歷的一般學生。骨質密度（BMD）是利用dual photon absorptiometry檢查第二至第四腰椎(L<sub>2-4</sub>)和大腿骨頸部(FN)。同時施行身體形態計測、3天記錄的飲食調查以及身體活動問卷調查。研究結果如下：

1. 運動組的平均L<sub>2-4</sub>之BMD值大於非運動組( $1.08 \pm 0.09$  vs  $0.99 \pm 0.08$  g/cm<sup>2</sup>)，具明顯差異；FN的BMD值則只有較大之傾向( $1.15 \pm 0.13$  vs  $1.09 \pm 0.13$  g/cm<sup>2</sup>)
2. 柔道專長的平均L<sub>2-4</sub>之BMD 值明顯大於棒球、游泳、中長距離和一般學生，棒球專長的平均L<sub>2-4</sub>之BMD值亦明顯大於一般學生。
3. 在FN的BMD值方面，棒球專長有明顯大於游泳、柔道、中長距離和一般學生，其他各組間則無明顯差異存在。
4. 一般學生的BMI(body mass index)和L<sub>2-4</sub>及FN兩部位的BMD具明顯的相關關係( $r=0.67$ 及 $0.92$ )，各運動專長的BMI和BMD間則無相關可言。本研究結果顯示刺激骨質密度的增加和其特異的運動訓練方式有關，因此促進骨質密度考量所施行運動之類型，有其必要。

# The influence of exercise on the bone mineral density in junior athletes

Liu, Faung-Ching

## Abstract

The present investigation was carried out in normal junior student (age=16-19 yr) to determine the effect of exercise on bone mineral density at lumbar spine and femoral neck. Twenty-nine junior male athletes who had regularly engaged of his major sport (baseball, swim, judo and middle or long distance run) for 1 to 6 years and eight age-matched controls were studied. Bone mineral density (BMD) was measured using dual photon absorptiometry at the lumbar spine (L<sub>2-4</sub>) and right femoral neck (FN). Diet was evaluated based on 3-day dietary record, and questionnaire assessed their physical activity. The combined group of junior athletes had significantly greater BMD of L<sub>2-4</sub>(1.08±0.09 g/cm<sup>2</sup>) than control group (0.99±0.08 g/cm<sup>2</sup>) and a tendency for greater BMD of FN (1.15±0.13 g/cm<sup>2</sup>) than control group (1.09±0.13 g/cm<sup>2</sup>). Judo majors had significantly greater lumbar BMD than baseball majors (p<0.05), swim majors (p<0.01), run majors (p<0.05), and controls (p<0.005). Baseball majors had significantly greater lumbar BMD than controls (p<0.05) and BMD of FN greater than swim majors (p<0.05), judo majors (p<0.05), run majors, (p<0.005) and controls (p<0.005). BMI (body mass index) was correlated significantly with BMD at L<sub>2-4</sub> and FN (r=0.67, 0.92) in control, whereas the correlation of BMI and BMD at each site in any group of athletic major were not found. The results suggest that the training type may provide a specific stimulus for increasing bone mineral density at sites experienced in training.

**Key words:** bone mineral density, bone mass index, junior athletes, dual photon absorptiometry

## 一、前言

身體活動已被認為是擔任能否增進健康的一個重要角色，尤其身體活動對骨骼質或量的影響之研究，近年快速發展中，特別是成人骨骼最大含骨量已被提案做為將來減少骨痛症(osteopenia)或骨骼疏鬆症性骨折(Osteoporotic fracture)等危險率的重要因素<sup>(15)</sup>，成人期骨骼質量亦被認為有一部分和兒童時期或成熟前的骨特性有關<sup>(4, 15, 31)</sup>，因此認為成長期若能有效增加骨質量，可促進往後成人骨的健康。

有關生涯中身體活動作用於骨的研究，有運動員和非運動員的比較<sup>(18, 25, 33)</sup>，身體活動者和非活動的個人<sup>(9, 25, 26)</sup>，運動使用肢和非使用肢<sup>(19, 21)</sup>的比較，運動訓練方式不同的運動員<sup>(14, 24, 30)</sup>以及長期運動訓練等的研究<sup>(10)</sup>，總之這些研究結果顯示身體活動是促進骨發達的一個要素。Nilsson & Westlin<sup>(25)</sup>曾報告男子的骨含量和抗力性運動(resistance exercise)間的關係，在女子運動員方面則有抗力和耐力訓練運動之骨密度的研究<sup>(16)</sup>，及一部分提到網球選手、游泳選手骨密度的研究<sup>(18)</sup>。反之，亦有研究指出，由於競技運動年齡的幼年化，加上為了配合記錄的追求主義等問題的存在，高强度運動或過於嚴酷的訓練，可能造成對尚在發育的青少年骨密度的影響，增加骨密度降低的危險率；最近的研究證明，嚴格的高强度訓練對未成熟動物的骨成長有相反的作用<sup>(25)</sup>，且壓抑正常的成熟<sup>(8)</sup>，也發現成人男子的馬拉松運動員有較低或減少骨密度<sup>(2, 17)</sup>及減少成人女子之脊椎骨密度<sup>(29)</sup>之傾向。這些不利因素，在生活中排除確有其必要，因此引起筆者對這些不同運動或訓練類型的研究感到有興趣，但很少有研究報告提到對青少年期骨密度有特異效果之運動，除了Virvidakis et al.<sup>(34)</sup>提到青少年的舉重競技者有高含骨量，和Conroy et al. 的研究指出參賽奧運之優秀青少年舉重競技者比一般同年齡層者有明顯較高的骨密度<sup>(7)</sup>，另有10來歲的女子球類選手比非球類選手及一般健康女子有較高的骨密度之研究<sup>(36)</sup>，此外並未發現關於男子青少年期的運動類型之研究報告，亦無發現國內任何屬於運動對骨密度影響的資料，因此，本研究的目的是調查青少年期男子從事專長運動如棒球、游泳、柔道、中長距離和非運動訓練者之骨密度，以及影響骨密度之因素、體型、肌力、營養、生活活動等加以探討，且和國外的研究報告作比較。

## 二、研究方法

### (一)對象

國立台灣體專五年制一、二年級之男子學生29名，平均年齡(16.5±0.8歲)，其中包括棒球專長8名、游泳5名、柔道7名、中長距離8名、以及同一地區之專科學校台中商專五年制一年級同一班級男子學生8名，無任何選擇作為對照組，總計37名。

### (二)形態計測

測量身高，體重，皮下脂肪厚度包括上臂三角肌下部、肩胛骨下方、腹前部及下腿腓腸肌部等部位，利用皮下脂肪厚度推算其體脂肪比率及計算出FFBM (fat free body mass)。

BMI (body mass index)計算公式為：

$$\text{BMI}(\text{g}/\text{m}^2) = \frac{\text{body weight (kg)}}{\text{body height} \times \text{body height (m}^2)}$$

(三)同時進行生活活動狀況的問卷調查及紀錄三天飲食之調查，包括一般乳品攝取情形和攝取量。

### (四)骨密度(BMD; body mineral density)的測量

利用雙束光子骨鹽吸收儀(DPA; dual photon absorptiometry)之裝置，本次實驗使用M&SE OsteoTech 300 scanner 型<sup>(20)</sup>，以44、100 keV，兩種能量檢測骨和軟組織的分劃來計算骨質量，求骨某面積之含骨量，單位為g/cm<sup>2</sup>。使用的DPA變動係數(coefficient of variance)少於3%，測量部位是第2到第4腰椎(L<sub>2-4</sub>)及右大腿骨頸部(FN)，所有的被測驗者，皆有正常的健康狀態，亦無使用特殊藥物、維生素D、鈣片及骨折等情形。報告上的腰椎BMD值為L<sub>2-4</sub>的平均值。

### (五)統計分析處理

- 1.數據的報告以平均值(means)及標準差(standard deviations)表示。
- 2.使用一元配置變異數分析(one-way ANOVA)各組間(各運動專長和對照組)之平均值有無差異，事後再用t檢定(student's t test)，以上利用Statview II電腦軟體分析，判定兩組間有無差異p<0.05<sup>(37)</sup>。
- 3.另外分析骨密度和身體特徵之變數間的回歸和複相關求其相關關係，以p

<0.05水準作為統計上有意義之相關。

### 三、結果

#### (一)對象全體之身體特徵

男子運動專長組(29名)的平均年齡 $16.9 \pm 1.1$ 歲，身高 $171.2 \pm 6.1$  cm，體重 $64.0 \pm 8.3$  kg，體格指數BMI  $21.9 \pm 2.0$  kg/m<sup>2</sup>，體脂率(BF%)  $13.8 \pm 3.8$  %，FFBM (除脂肪重量)  $55.0 \pm 5.7$  kg；對照組的一般青少年學生則平均年齡 $16.0 \pm 0.3$ 歲，身高 $172.4 \pm 0.7$  cm，體重 $61.5 \pm 8.5$  kg，BMI  $20.7 \pm 2.1$  kg/m<sup>2</sup>，BF%為 $14.7 \pm 3.2$  %，FFBM為 $52.9 \pm 5.2$  kg，以上兩組間的任何平均值，在統計上沒有明顯的差異存在(Table 1)。

**Table 1.** Physical characteristics of subjects (means, standard deviations).

Variables	All subjects		Junior athletes		Controls	
Number	37		29		8	
	Mean	(S.D.)	Mean	(S.D.)	Mean	(S.D.)
Age (years)	15.6	(0.9)	16.7	(1.1)	16.0	(0.3)
Height (cm)	171.1	(6.2)	170.8	(6.2)	172.4	(6.7)
weight (kg)	63.4	(8.2)	64.0	(8.0)	61.5	(8.5)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.6	(2.0)	21.9	(1.9)	20.7	(2.1)
Body fat (%)	14.0	(3.7)	13.8	(3.8)	14.7	(3.2)
FFBM (kg)	54.5	(5.5)	55.0	(5.6)	52.9	(5.2)

Note. BMI=body mass index; FFBM=Fat free body mass

No significant difference between each two groups.

**Table 2.** Physical characteristics of junior athletes and controls. (means, standard deviations)

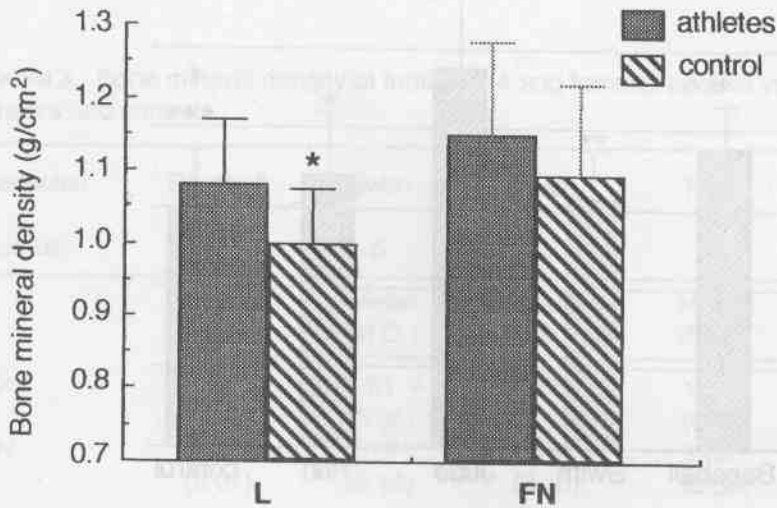
Variables	Baseball	Swim	Judo	Run	Controls
Number	9	5	7	8	8
	Mean (S.D.)	Mean (S.D.)	Mean (S.D.)	Mean (S.D.)	Mean (S.D.)
Age (years)	16.3 <sup>a</sup> (0.5)	16.6	16.3 <sup>b</sup> (0.3)	17.6 <sup>abc</sup> (1.0)	16.0 <sup>c</sup> (0.3)
Height (cm)	175.1 <sup>ab</sup> (2.6)	167.8 <sup>a</sup> (6.3)	169.2 (7.9)	169.1 <sup>b</sup> (5.5)	172.4 (6.7)
weight (kg)	71.9 <sup>abcd</sup> (6.3)	61.8 <sup>a</sup> (4.8)	62.2 <sup>b</sup> (9.2)	58.0 <sup>c</sup> (3.7)	61.5 <sup>d</sup> (8.5)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.5 <sup>ab</sup> (2.1)	21.9 <sup>c</sup> (1.0)	21.6 (1.9)	20.3 <sup>ac</sup> (1.0)	20.7 <sup>b</sup> (2.1)
Body fat (%)	16.7 <sup>a</sup> (4.9)	13.2 (2.5)	13.1 (2.4)	11.4 <sup>a</sup> (2.2)	14.7 (3.2)
FFBM (kg)	59.7 <sup>abc</sup> (4.2)	53.6 <sup>a</sup> (3.7)	54.0 (7.2)	51.8 <sup>b</sup> (4.1)	52.9 <sup>c</sup> (5.2)

Note. BMI=body mass index; FFBM=Fat free body mass

Same superscripts indicate significant ( $p < 0.05$ ) difference between two groups.

## (二)運動專長項目組別的身體特徵

棒球專長的平均體格為身高175.1cm、體重71.9kg、體脂肪率16.9%、FFBM 59.7kg及平均年齡16.3歲，游泳專長則依序為167.8cm、61.8kg、13.2%、53.6kg、16.6歲，兩組間在身高、體重、FFBM上有統計上的差異。柔道專長的平均體格和年齡依序為169.2cm、62.6kg、13.1%、54kg、16.3歲，中長距離專長則依序為169.1cm、58.0kg、11.4%、51.8kg、17.6歲，中長距離和其他各組比較，其年齡大於棒球、柔道、對照組，但其各項變數和棒球專長比較皆有明顯的差異存在( $p < 0.05$ )，(Table 2)。此外棒球專長在體重上大於柔道和對照組，FFBM則在統計上有意義的大於中長距離和對照組。



**Figure 1.** Bone mineral density (BMD) measured by dual photon absorptiometry in junior male athletes and nontrained controls of the same age. L: average of lumbar 2 - 4., FN: the right femoral neck.

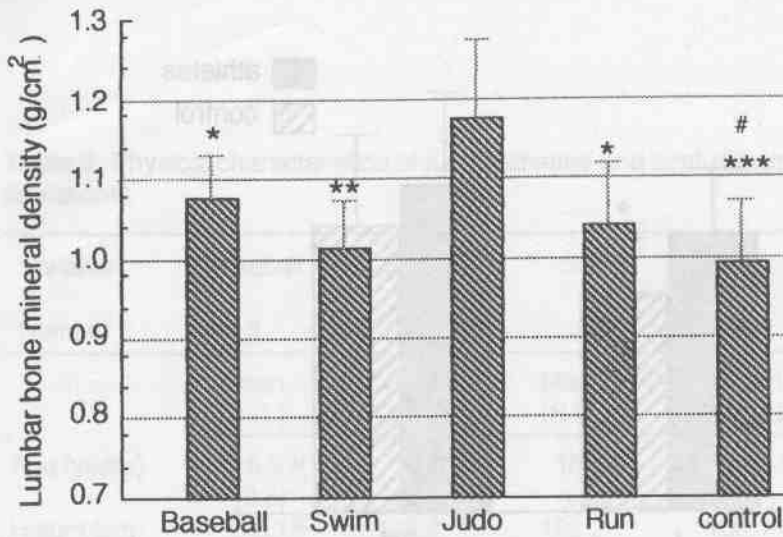
\*  $p < 0.05$  significantly different from athletes.

### (三)對象全體之骨密度

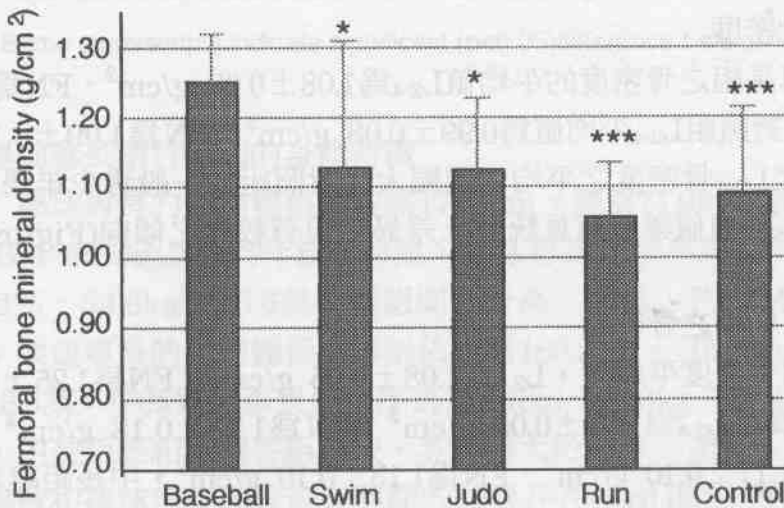
男子運動專長組之骨密度的平均值 $L_{2-4}$ 為 $1.08 \pm 0.09 \text{ g/cm}^2$ 、FN為 $1.09 \pm 0.13 \text{ g/cm}^2$ ，對照組 $L_{2-4}$ 平均值為 $0.99 \pm 0.08 \text{ g/cm}^2$ 、FN為 $1.09 \pm 0.13 \text{ g/cm}^2$ ，運動組之 $L_{2-4}$ 骨密度之平均值明顯大於對照組的一般青少年學生( $p < 0.05$ )，運動組之FN值雖沒有具統計上差異，但有較大之傾向(Figure 1)。

### (四)運動專長項目組別之骨密度

棒球專長的骨密度平均值， $L_{2-4}$ 為 $1.08 \pm 0.05 \text{ g/cm}^2$ 、FN為 $1.25 \pm 0.07 \text{ g/cm}^2$ ，游泳專長的 $L_{2-4}$ 為 $1.01 \pm 0.06 \text{ g/cm}^2$ 、FN為 $1.13 \pm 0.18 \text{ g/cm}^2$ ，柔道專長的 $L_{2-4}$ 為 $1.17 \pm 0.10 \text{ g/cm}^2$ 、FN為 $1.13 \pm 0.10 \text{ g/cm}^2$ ，中長距離專長之 $L_{2-4}$ 為 $1.07 \pm 0.09 \text{ g/cm}^2$ 、FN為 $1.06 \pm 0.12 \text{ g/cm}^2$ ，以上結果在 $L_{2-4}$ 部位上，柔道專長在統計上有意義的大於其他四組，棒球專長亦明顯大於對照組(Figure 2)；在FN部位則棒球專長明顯大於其他四組，其他的四組之間則無差別存在(Figure 3)。



**Figure 2.** Bone mineral density (BMD) of the lumbar spine was determined by dual photon absorptiometry in various junior athletes. BMD of judo major is significantly greater than other four groups (\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.005$ ) and BMD of baseball major is greater than control group (#  $p < 0.05$ ).



**Figure 3.** Bone mineral density of femoral neck was determined by dual photon absorptiometry in various junior athletes. BMD of baseball majors is significantly greater than other any group. (\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.005$ )

**Table 3.** Bone mineral density of lumbar 2-4 and femoral neck in various sport majors and controls.

Variables	Baseball	Swim	Judo	Run	Controls
Number	9	5	7	8	8
	Mean (S.D.)	Mean (S.D.)	Mean (S.D.)	Mean (S.D.)	Mean (S.D.)
L2-4	1.08 <i>ab</i> (0.05)	1.01 <i>c</i> (0.06)	1.17 <i>bcd</i> (0.10)	1.04 (0.08)	0.99 <i>ad</i> (0.08)
FN	1.25 <i>ab</i> (0.07)	1.13 (0.18)	1.13 <i>b</i> (0.10)	1.06 (0.08)	1.09 <i>a</i> (0.13)
L2-4/BMI%	4.63 <i>a</i> (0.54)	4.63 <i>a</i> (0.54)	5.45 <i>abc</i> (0.49)	5.14 (0.32)	4.84 <i>b</i> (0.39)
FN/BMI%	5.37 (0.57)	5.37 (0.57)	5.34 (0.44)	5.21 (0.38)	5.28 (0.24)
Adj. L2-4	1.10 (0.10)	1.01 <i>ab</i> (0.02)	1.17 <i>bcd</i> (0.01)	1.10 <i>ac</i> (0.07)	1.02 <i>d</i> (0.05)
Adj. FN	1.26 <i>abcd</i> (0.11)	1.10 <i>ac</i> (0.02)	1.13 <i>bc</i> (0.01)	1.10 <i>c</i> (0.07)	1.14 <i>d</i> (0.05)

Note. L2-4= average lumbar 2-4., FN= femoral neck., BMI=body mass index., Adj= mean adjusted for covariance of BMI

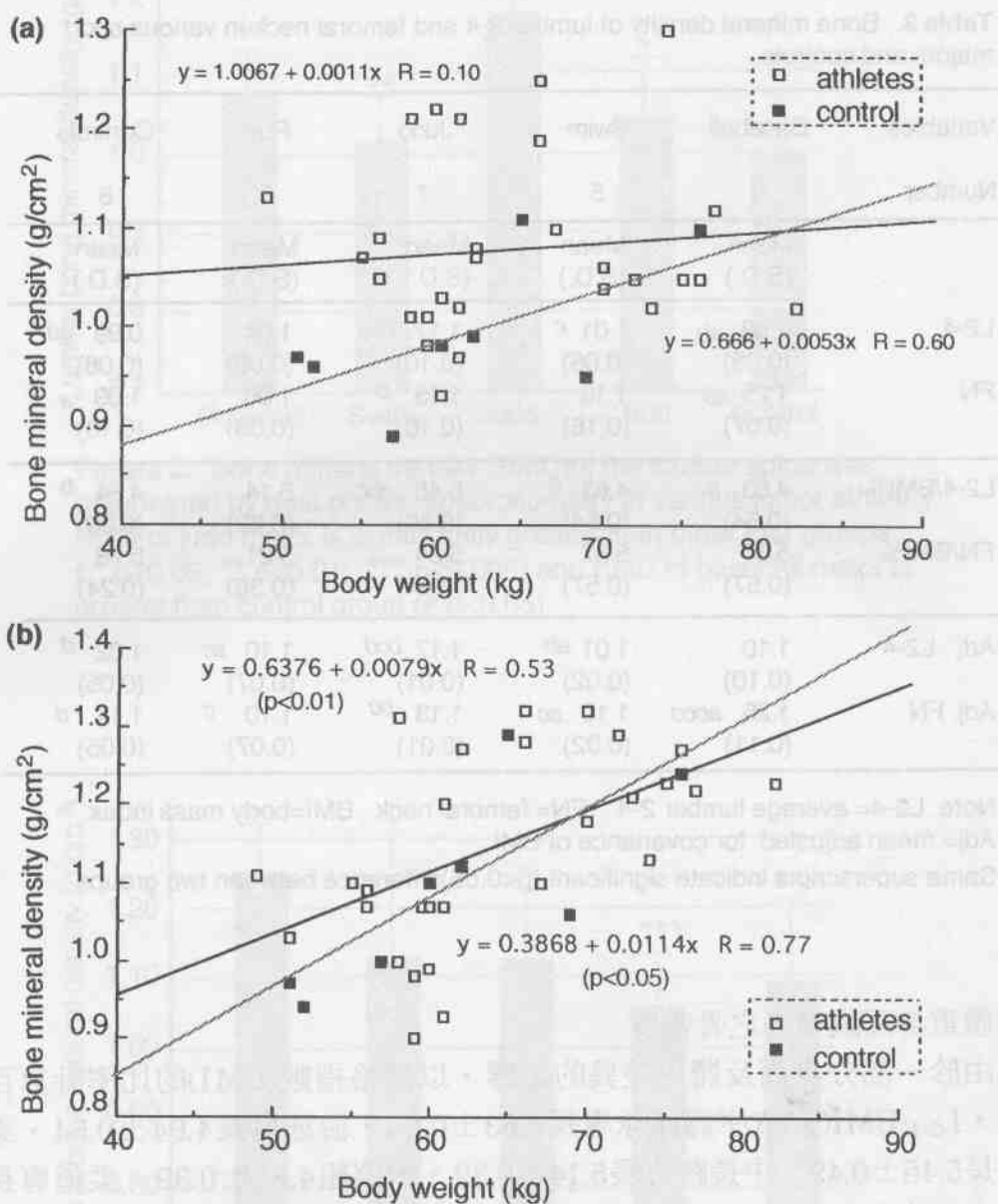
Same superscripts indicate significant ( $p < 0.05$ ) difference between two groups.

#### (五) 在體重身高調整後之骨密度

由於一部分身高及體重差異的影響，以體格指數(BMI)的比率計算百分比，L<sub>2-4</sub>/BMI(%)依序為棒球專長 $4.63 \pm 0.54$ 、游泳專長 $4.64 \pm 0.54$ 、柔道專長 $5.45 \pm 0.49$ 、中長跑專長 $5.14 \pm 0.32$ 、對照組 $4.84 \pm 0.39$ ，柔道專長除了中長跑專長外皆大於其他各組、在FN/BMI%則各組間皆沒有差異存在(見Table 3)。

#### (六) 體重、BMI和骨密度之關係

男子全體運動組的體重和骨密度值的相關係數(r)，L<sub>2-4</sub>部位是0.10、FN是0.53( $p < 0.05$ )，同BMI和骨密度值的相關係數(r)則L<sub>2-4</sub>部位是0.1、FN是0.49 ( $p < 0.05$ )。對照組的體重和骨密度值的相關係數，L<sub>2-4</sub>的部位是0.60 ( $p < 0.06$ )、FN是0.77 ( $p < 0.05$ )，同對照組的BMI和骨密度值之相關係數則L

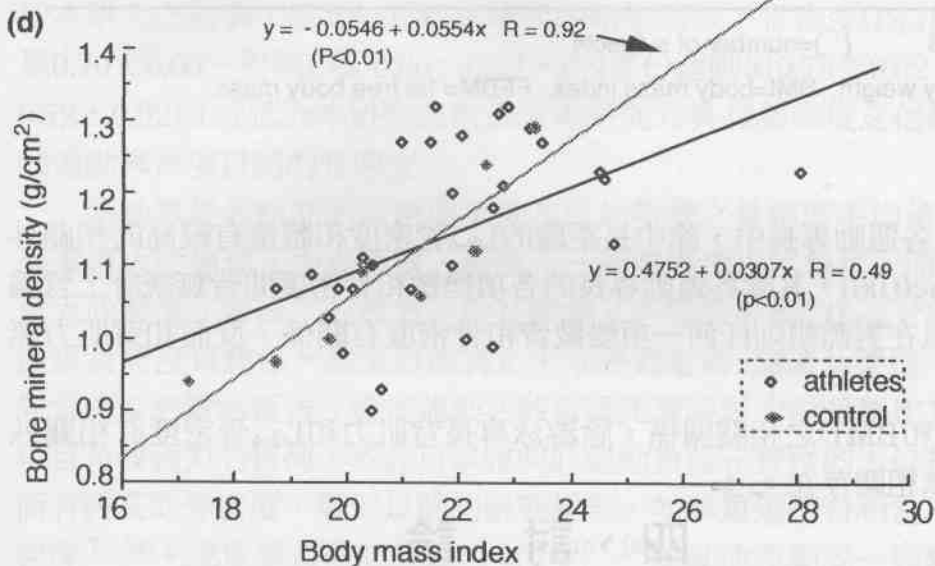
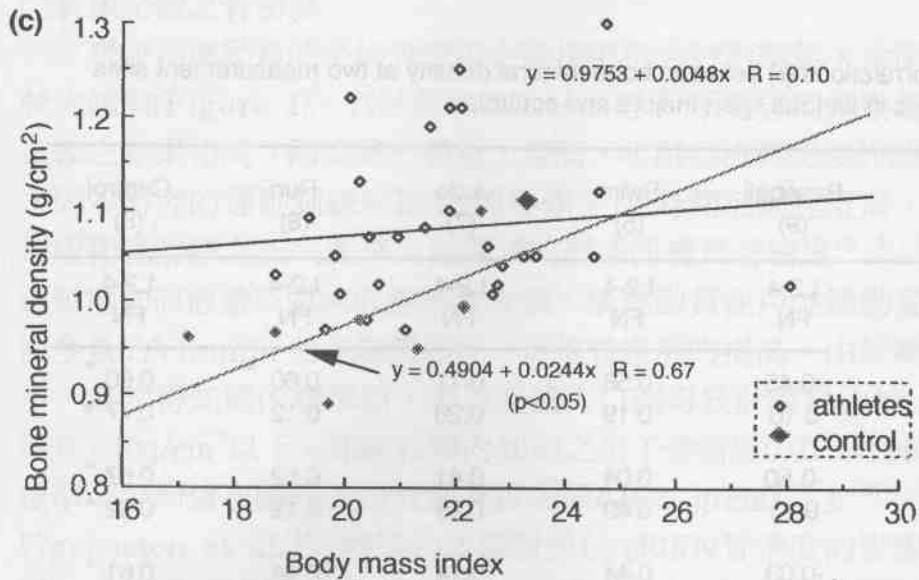


**Figure 4.** Regressions of between (a) BMD of L2-4 and body weight; (b) BMD of FN and body weight in junior athletes and controls.

BMD=bone mineral density, L2-4=lumbar 2-4, FN= femoral neck.

2-4的部位是0.67( $p < 0.05$ )、FN是0.92( $p < 0.005$ )，全體運動組在FN部位有較高的相關關係。對照組則是BMI和L<sub>2,4</sub>及FN皆有相關存在。

體重、BMI和兩部位骨密度之回歸程式及分佈關係圖示於Figure 4。



**Figure 4.** Regressions of between (c) BMD of L2-4 and body mass index; and (d) BMD of FN and body mass index in junior athletes and controls.

BMD=bone mineral density, L2-4=lumbar 2-4, FN= femoral neck.

(七)各運動專長的骨密度值和體重、BMI、FFBM間的相關關係

各運動專長的骨密度值和體重、BMI、FFBM間的相關係數(r)列表於

**Table 4.** Correlations (r) between bone mineral density at two measurement sites and variables in various sport majors and controls.

Group	Baseball (9)	Swim (5)	Judo (7)	Run (8)	Control (8)
Variables	L2-4 FN	L2-4 FN	L2-4 FN	L2-4 FN	L2-4 FN
BW	-0.45 0.10	0.56 0.19	0.17 0.20	0.60* 0.12	0.60* 0.77*
BMI	-0.50 0.13	0.04 0.49	0.41 0.29	0.52 0.12	0.67* 0.92*
FFBM	-0.03 0.17	0.44 -0.12	0.14 0.55	0.44 -0.26	0.61* 0.65*

\*  $p < 0.06$  ( )=number of subjects

BW=body weight, BMI=body mass index, FFBM= fat free body mass.

Table 4，各運動專長中，除中長距離的L<sub>2-4</sub>骨密度和體重有較高的相關外( $r=0.60$ ， $p < 0.06$ )，其餘各運動專長的各項變數和骨密度間皆無統計上意義之相關，但在對照組則任何一項變數皆和骨密度有關係，反而和背肌力無關。

背肌力和BMD之相關關係，除游泳專長背肌力和L<sub>2-4</sub>骨密度有相關外，其餘則無相關存在。

## 四、討 論

男子的骨密度一般約在20-30歲時期達到最高峰<sup>(11)</sup>，年齡增大對骨質的變化有相當的影響<sup>(4, 12, 20, 33)</sup>，性別、肥滿、運動、營養等影響骨的密度，運動顯示對骨形成有促進的作用<sup>(33)</sup>。骨代謝的速度、骨構造(modeling)和對刺激反應的不同，造成骨形成(bone formation)和骨溶解(bone resorption)的狀況亦不同，因此本研究特別選在血管分佈密度高且易受血中成分影響的疏鬆骨(sponge bone)多的脊椎骨和骨之再構造(remodeling)特別旺盛的大腿骨頸部做為實驗測量的部位。

### (一)對象全體之骨密度

青少年運動員的平均骨密度在腰椎部位大於對照組，大腿骨頸部亦有較大傾向(Figure 1)，其結果和Nilsson 等<sup>(25)</sup>所報告的運動選手和一般人比較之結果相同。兩組間的體重、身高、年齡並沒有明顯的差異(Table 1)，因本研究的運動訓練經驗者(體專學生)之身體活動程度高，影響骨的骨形成和骨溶解之正代謝率，促進骨的形成而提高骨密度<sup>(6, 9, 13, 24)</sup>，或因運動增加血液量或肌肉收縮刺激骨膜，或運動員在戶外運動受日光照射，使多量的Vitamin D先驅體形成，促進骨密度的提高。由於測量的人數不多，無法得知國內標準值，若以美國人口測得統計資料比較，則在2個標準差 $1.10\text{g}/\text{cm}^2$ 以下，比較於國內40歲之男子骨密度 $0.97 \pm 0.09$ <sup>(20)</sup>達到正常標準，平均值在國外人口危險骨折閾值 $0.965 \text{g}/\text{cm}^2$ 之上<sup>(27)</sup>。此外，比較於grimston et al.<sup>(14)</sup>的運動負荷對於L<sub>2-4</sub>和FN骨密度的影響，同樣是利用DPA測量，FN之骨密度大於L<sub>2-4</sub>，年紀、體重(13.2歲、43.6kg)雖較小於本研究之對象，但其結果和本研究的結果類似，骨密度(L<sub>2-4</sub>部位運動組是 $0.70 \pm 0.03$ ，對照組是 $0.66 \pm 0.03$ ，FN部份運動組 $0.78 \pm 0.02$ 、對照組是 $0.72 \pm 0.02$ )亦較低於本研究之數據，本研究乃具有其高度之信賴性。

### (二)運動專長項目別的骨密度

運動專長各組間的骨密度，按其原始所測之骨密度平均值L<sub>2-4</sub>之部位是柔道大於棒球、中長距離、游泳、一般健康青少年學生，而FN則為棒球大於柔道、游泳、一般者、中長距離。各運動專長的L<sub>2-4</sub>骨密度似乎和體重負荷沒有關係。截至目前為止，本研究是第1個論及柔道、棒球運動對骨密度影響的報告。柔道運動在練習或比賽時對中軸骨骼比其他三專長項目有較強力的負荷，或許可以說明此運動負荷在脊椎的方位特別的大，而有較高的骨密度，類似以前的研究報告，如舉重選手有相當高的脊椎骨密度<sup>(7, 34)</sup>，或重量負荷訓練運動者<sup>(3, 10, 16)</sup>比其他運動或一般對照者有較高的骨密度，此類重量負荷(weight-bearing)的訓練是屬抗力性運動、無氧運動，可能因改變血中激素的濃度，在全身或局部引起骨再構造的改變，Bell等指出抗力性運動訓練者比一般健康者有較高的estradiol濃度。

球類運動在跳躍或著地時對中軸骨骼亦有較多的負荷<sup>(28, 36)</sup>，棒球專長的L<sub>2-4</sub>骨密度比一般對照組在統計上是有意義的較高，雖然關於青少年棒球選手之骨密度報告目前尚無以資參考，但類似球類運動之報告，如排球、籃球之女子選手比一般非運動者有較高的骨密度，同時亦比游泳選手

有較高的密度骨<sup>(28)</sup>，此結果和本報告一致。在本研究裡，經過體格指數BMI調整後，棒球專長L<sub>2-4</sub>骨密度並不高於他組，由於棒球專長身高比其他組別較高(Table 1)是否正在發育最旺時期，造成一時性骨質的重新分配，因此無論在長期追蹤至成棒期或骨生化代謝率方面的調查，有更一進步研究的必要。

中長距離者的骨密度和游泳專長、對照組間，並無特別差異，是屬於負荷方式較少的運動型態，乃一般認為無抗力性之耐力運動(non-resistance endurance exercise)而無法有效作骨用在來提高骨密度<sup>(16)</sup>，而本研究結果一致於大部分的研究報告<sup>(16, 28)</sup>。重力作用於身體之活動認為是影響骨質量或構造改變之重要因子<sup>(14)</sup>，游泳被認為是缺少重力的運動，但Grimston認為游泳運動並非對骨的形成無效，而是必須有較大負荷量的訓練，才會提高骨密度。

早期的研究<sup>(1, 35)</sup>大部分認為跑步可以增加骨密度，最近的研究<sup>(2, 17, 23)</sup>集中於男子馬拉松的骨密度變化，卻發現有減少的現象，可能因運動造成骨代謝回轉率(bone turnover)負面增加，以致造成骨質的流失，雖然尚無法解釋為何有此情形，根據最近的見解，可能由於耐力的訓練，因過度的負荷或激烈運動的關係，造成激素的變化，如血清中低睪固酮(testosterone)，Malm et al. <sup>(23)</sup>的實驗報告則考慮到是抑制骨芽細胞的功能。本研究調查結果，中長距離專長和一般人的骨密度相差無幾，此專長學生並沒有馬拉松選手之大量訓練，可以解釋此運動結果的合理性，但是在生化學方面的變化及今後訓練量的把握等的追蹤有其必要。

游泳、中長距離專長和對照組的大腿骨頸部之骨密度和其他的研究報告有一致的趨勢<sup>(12, 28, 32)</sup>，但因無棒球或柔道運動員之資料可資比較，就本研究結果，大腿骨頸部之骨密度和體重的相關度相當高，棒球專長是否因其體重最大而FN的骨密度高、或因具運動型態的不同或另有其他原因，目前的結果尚無法進一步解釋。各運動專長L<sub>2-4</sub>和FN骨密度之間的相關關係皆沒有統計上之意義(全體運動組 $r=0.241$ ，棒球 $r=0.18$ ，游泳 $r=0.704$ ，柔道 $r=0.076$ ，中長距離 $r=0.578$ )，可見運動之局部作用在這兩個部位的負荷力量並不是一致的。相反的對照組的L<sub>2-4</sub>和FN骨密度之間的相關係數 $r=0.876(p<0.005)$ ，說明對照組的兩部位之骨密度有很高的一致性。

### (三)身體形態特徵和骨密度

體重和骨密度有相當高的相關關係存在<sup>(5, 20)</sup>，由於運動訓練型態的不

同，在本研究裡，尤其在脊椎骨部位在運動學生身上找不出有任何相關存在，運動專長全體 $r=0.10$ 。在個別比較下，骨密度較低的游泳、中長跑專長和對照組不受訓練型態之影響，上述之各組 $L_{2-4}$ 骨密度和體重有中等度之相關存在（見Table 4，游泳 $r=0.56$ ，中長距 $r=0.6$ ，對照組 $r=0.6$ ）；相對於 $L_{2-4}$ ，FN骨密度和體重之相關係數為全體 $r=0.59$  ( $p<0.001$ )，有明顯的相關存在。

不管在體重、BMI或FFBM等和 $L_{2-4}$ 、FN的骨密度的複相關來分析、BMI是一個便利的推測骨密度的自變數<sup>(11, 20)</sup>，本研究之對照組的 $L_{2-4}$ 和BMI之 $r=0.67$  ( $p<0.05$ )；FN和BMI之 $r=0.92$  ( $p<0.005$ ) (Figure 4- c, d)，可利用對照組之BMI相關的迴歸程式來推測骨密度；但運動員骨密度似乎是和其是否進行抗力性負荷重量運動訓練方式、強度和運動量比較有關而不是和BMI。由於各種專長訓練方式在定量上尚無法掌握，因此今後同一形態的負荷運動之實驗設計，測量分析其指標之實驗是需要的，目前已著手進行中。

年青的骨是較容易對特殊的負荷有反應<sup>(25)</sup>，追溯年青時期之運動，發現晚期的骨質量和最早時期的運動量有明顯的關係<sup>(22)</sup>。雖然Kriska等調查過去之身體活動能否成為骨質變化的指標指出14-20歲期的活動對骨密度有影響<sup>(22)</sup>，Conroy<sup>(7)</sup>提到兒童時期的活動對後來的骨密度有正面的作用，但是這些都是需要長期的評價及配合運動之骨代謝生化學的調查，來獲取證明，以求得更多的資料來決定有效於骨質量之運動是需要何類型態的運動、運動的時間及強度等。

此次調查飲食和生活活動內容，因由被試驗者自由記錄，不易把握，而且沒有多次再試驗(retest)，其可信度尚待檢討<sup>(32)</sup>，且至目前為止發表的論文(動物實驗除外)都無法指出活動指數、營養攝取和骨密度直接或間接關係<sup>(11, 14)</sup>，因此資料不列，不在此處探討。

## 五、結論

為了瞭解運動專長不同之青少年期學生骨密度和影響骨密度之因素，選擇了29名體專運動專長學生和8名健康同年齡之無運動訓練歷之學生做為對象，進行研究，所得結果結論如下：

1. 運動專長訓練的學生在脊椎骨密度比一般的學生有較高明顯的差異，大腿骨頸部則有較高的傾向，即使在成長期，顯示出運動促進骨的形成。
2. 在運動專長項目的各組別中，柔道專長的L<sub>2-4</sub>骨密度明顯大於棒球、游泳、中長距離和一般學生；棒球專長的L<sub>2-4</sub>骨密度亦明顯大於一般學生。顯示促進脊椎骨密度和所施行運動項目之特性有關。
3. 在大腿骨頸部之骨密度，棒球專長有明顯大於游泳、柔道、中長距離專長和一般學生。
4. 一般學生的BMI和L<sub>2-4</sub>及FN兩部位的骨密度具明顯的相關關係，反之各運動專長的BMI和兩部位骨密度間則無相關關係存在，顯示運動員高於一般學生之骨密度是和其不同的運動訓練型態及運動量有關。

## 參考文獻

1. Aloia JE, Cohn SH, Baby T, Abesamis C, et al. Skeletal mass and body composition in marathon runners. *Metabolism* 1978; 27: 1793-1796.
2. Bilanin JE, Blanchard MS, Russek-Cohen E. Lower vertebral bone density in male long distance runners. *Med Sci Sports Exerc* 1989; 21: 66-70.
3. Block JE, Friedlander AL, Brooks GA, et al. Determinants of bone density among athletes engaged in weight-bearing and non-weight-bearing activity. *J Appl Physiol* 1989; 67: 1100-1105.
4. Bonjour J, Theintz G, Buchs B, Slosman D, Rizzoli R. Critical Years and stages of puberty for spinal and femoral bone mass accumulation during adolescence. *J clin Endocrinol Metab* 1991; 73: 555-563.
5. Bunt JC, Going SB, Lohman TC, Heinrich CH, Perry CD, Pamerter RW. Variation in bone mineral content and estimated body fat in young adult females. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22: 564-569.
6. Colletti LA, Edwards J, Gordon L, Shary J, Bell NH. The effects

- of muscle-building exercise on bone mineral density of the radius, spine, and hip in young men. *Calcif Tissue Int* 1989; 45: 12-14.
7. Conroy BP, Kraemer WJ, Maresh CM, Fleck SJ, Stone MH, Fry AC, Miller PD, Dalsky GP. Bone mineral density in elite junior Olympic weight-lifters. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25: 1103-1109.
  8. Curwin SL, Vailas AC, Wood J. Immature tendon adaptation to strenuous exercise. *J Appl Physiol* 1988; 65: 2297-2301.
  9. Dalen N, Olsson KE. Bone mineral content and physical activity. *Acta Orthop Scand* 1974; 45: 170-174.
  10. Dalsky GP, Stocke KS, Eshsani AA, Slatopolsky E, Lee WC, Birge SJ. Weight-bearing exercise training and lumbar bone mineral content in postmenopausal women. *Ann Intern Med* 1988; 108: 924-928.
  11. Davee AM, Rosen CJ, Adler RA. Exercise patterns and Trabecular bone density in college women. *J Bone Miner Research*. 1990; 5 : 245-250.
  12. Drinkwater BL. 1994 C. H. McCloy research lecture: Does physical activity play a role in preventing osteoporosis ? *Res Quart Exer Sport* 1994; 65: 197-206.
  13. Franck H, Beuker F, Gurk S. The effect of physical activity on bone turnover in young adults. *Exp Clin Endocrinol* 1991; 98: 42-46.
  14. Grimston SK, Willows ND, Hanley DA. Mechanical loading regime and its relationship to bone mineral density in children. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25: 1203-1210.
  15. Garn SM, Rohmann CG, Wagner B. Bone loss as a general phenomenon in man. *Fed Proc* 1967; 26: 1729-1736.
  16. Heinrich CH, Going SB, Pamentier RW, Perry CD, Boyden TW, Lohman TG. Bone mineral content of cyclically menstruating female resistance and endurance trained athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22: 558-563.

17. Hetland ML, Haarbo J, Christiansen C. Low bone mass and high bone turnover in male long distance runners. *J Clin Endocrinol Metab* 1993; 77: 770-775.
18. Jacobson PC, Beaver W, Grubb SA, Taft TN, Talmage RV. Bone density in women: college athletes and older athletic women. *J Orthop Res* 1984; 2: 328-332.
19. Jones HH, Priest JD, Hayes WC, Technor CC, Nagel DA. Humeral hypertrophy in response to exercise. *J Bone Joint Surg* 1977; 59A: 204-208.
20. Kao CH, Chen CC, Wang SJ. Normal data for lumbar spine bone mineral content in healthy elderly Chinese: influences of sex, age, obesity and ethnicity. *Nuclear Med Communications* 1994; 15: 916-920.
21. Krahl H, Michaelis U, Pieper HG, Quack G, Montag M. Stimulation of bone growth through sports. *Amer J Sports Med* 1994; 22: 751-757.
22. Kriska AM, Sandler RB, Cauley JA, Laporte RE, Hom DL, Pambianco G. The assessment of historical physical activity and its relation to adult bone parameters. *Am J Epidemiol* 1988; 127: 1053-1063.
23. Malm HT, Ronni-Sivula HM, Vinikka LU, Ylikorkala OR. Marathon running accompanied by transient decreases in urinary calcium and serum osteocalcin levels. *Calcif Tissue Int* 1993; 52: 209-211.
24. Menkes A, Mazel S, Redmond RA, Koffler K, Libanati CR, Gundberg CM, Zizic TM, Hagberg JM, Pratley RE, Hurley BF. Strength training increases regional bone mineral density and bone remodeling in middle-aged and older men. *J Appl Physiol* 1993; 74: 2478-2484.
25. Nilsson BE, Westlin NE. Bone density in athletes. *Clin Orthop* 1971; 77: 179-182.
26. Oyster N, Morton M, Linnel S. Physical activity and osteoporosis

- in postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc* 1984; 16: 44-50.
27. Riggs BL, Wahner HW, Dunn WL, et al. Differential changes in bone mineral density of the appendicular and axial skeleton with aging; relationship to spinal osteoporosis. *J Clin Invest* 1981; 67: 328-335.
28. Risser WL, Lee EJ, Leblanc A, Poindexter HBW, Risser JMH, Schneider V. Bone density in eumenorrheic female college athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22: 570-574.
29. Rockwell JC, Sorensen AM, Baker S, Leahey D, Stock JL, Michaels J, Baran DT. Weight training decreases vertebral bone density in premenopausal women: a prospective study. *J Clin Endocrinol Metab* 1990; 71: 988-993.
30. Show-Harter C, Whalen R, Myburgh K, Arnaud S, Marcus R. Bone mineral density, muscle strength, and recreational exercise in men. *J Bone Miner Research* 1992; 7: 1991-1996.
31. Smith EL, Smith PE, Ensign CJ, Shea MM. Bone involution decrease in exercising middle-aged women. *Calcif Tissue Int* 1984; 36: 129-138.
32. Snead DB, Stubbs CC, Weltman JY, Evans WS, Veldhuis JD, Rogol AD, Teates CD, Weltman A. Dietary patterns, eating behaviors, and bone mineral density in women runners. *Am J Clin Nutr* 1992; 56: 705-711.
33. Talmage RB, Stinnett SS, Landwehr Jt, et al. Age-related loss of bone mineral density in non-athletic and athletic women. *Bone Miner* 1986; 1: 115-125.
34. Virvidakis K, Georgiou E, Korkotsidis A, Ntalles K, Proukakis C. Bone mineral content of junior competitive weightlifters. *Int J Sports Med* 1990; 11: 244-246.
35. Williams JA, Wagner J, Wasnich R, Heilbrun L. The effect of long distance running upon appendicular bone mineral content. *Med Sci Sports Exerc* 1984; 16: 223-227.

36. 磯井外幸、中田勉、岡野亮介、勝木建一、花山耕三、山口昌夫、勝木道夫、栗原敏、女子スポーツ選手の骨密度に及ぼす運動と栄養の影響、*体力科学* 1994; 43: 259-268.
37. 松浦義行著、*体育、スポーツ科学のための統計学*、朝倉書店、東京 (1985).