

## 閉経後の糖尿病患者の筋肉量と骨量の関係

鳥取大学医学部保健学科 成人・老人看護学講座

平松喜美子, 高瀬美由紀, 森本美智子, 山下典子, 池田 匡

### The relationships between exercise, muscle volume and bone density in postmenopausal diabetic patients

Kimiko HIRAMATSU, Miyuki TAKASE, Michiko MORIMOTO,  
Noriko YAMASITA, Tadasu IKEDA

*Department of Adult and Elderly Nursing, School of Health Sciences,  
Faculty of Medicine, Tottori University.*

#### ABSTRACT

It has been reported that diabetic patients often develop osteoporosis. This fact indicates that postmenopausal diabetic patients are in a great danger to acquire such a devastating disease. While the use of exercise, which increases muscle volume, has been considered an effective way to improve bone density, thus reducing a chance of developing osteoporosis, its effect on postmenopausal patients has not yet been tested sufficiently. The aim of this study was, therefore, to explore the relationships between exercise, muscle volume and bone density in postmenopausal diabetic patients. A total of 71 postmenopausal diabetic patients participated in the study by completing a questionnaire, physical and bone density tests. The results showed that patients who had been exercising had a higher bone density than their non-exercising counterparts. The results also showed that the amount of muscle mass was positively correlated with bone density. These findings suggest the importance in encouraging a regular exercise and developing muscle volumes to postmenopausal diabetic patients in order to prevent the development or progression of osteoporosis.

(Accepted on June 5, 2006)

**Key words :** Postmenopausal diabetic patients, bone density, muscle volume

#### はじめに

糖尿病患者は骨粗鬆症をしばしば合併すると報告されている<sup>1)</sup>。欧米では、Albrightが1948年に糖尿病と骨粗鬆症との関係について報告し、日本では1987年以降、研究が行われるようになった。

骨量は加齢と共に減少し、重力の負荷により骨量が増加すると言われている。しかし糖尿病患者の骨量については一定の見解が得られていない。

糖尿病患者は骨量が低下するという研究は、井村らが健康な人々の骨減少は7.9%であるが、糖尿病患者では約20%と有意に骨減少すると報告し

表 1 対象者の背景

		糖尿病患者 (n = 71)
平均年齢		68.44 ± 7.83
年代別	50歳代	11名 (15.5%)
	60歳代	22名 (31.0%)
	70歳代	32名 (45.1%)
	80歳代	6名 (8.5%)
運動歴	有群	35名 (49.3%)
	無群	36名 (50.7%)
治療方法	食事療法	13名 (18.3%)
	経口薬	34名 (47.8%)
	インスリン注射	24名 (33.9%)
罹病期間	10年以内	30名 (42.3%)
	10年以上	41名 (57.7%)
BMI (%)		22.60 ± 4.1
収縮期血圧 (mmHg)		139.07 ± 20.15
拡張期血圧 (mmHg)		72.38 ± 12.27
体重 (kg)		51.69 ± 10.40
全体筋肉量 (kg)		32.03 ± 3.74
骨密度		2.34 ± 0.27
WHR		0.89 ± 0.09
HbA1c		7.23 ± 1.58

ている<sup>2)</sup>。反対に骨量が上昇するという研究は、Krakauerらによると加齢により骨代謝回転が緩和されるため、高齢者ではかえって正常者よりも骨量が上昇することも考えられると述べている<sup>3)</sup>。変化がないという研究は、Wakasugiらが男女とも腰椎骨量に低下は認めなかったという報告もある<sup>4)</sup>。

真田らは骨量を増加させるには有酸素運動の動作に筋肉量を増加させる運動療法が必要であると示唆している<sup>5)</sup>。しかし糖尿病患者の筋肉量などと骨量を比較した研究は少ない。そこで体組織および治療方法、運動習慣と骨量の関係について比較検討した。

#### 対象と方法

##### 対象

糖尿病患者は外来通院中の女性糖尿病患者71名、

平均年齢68.44 ± 7.83歳を対象とした。

##### 方法

同意が得られた対象者にアンケート調査を行い、体組織測定、骨密度、ウエスト／ヒップ比 (WHR) を測定した。

体組成測定は、体脂肪計タニタBC118を用いて、食後3時間後、飲水を避けた状態で安静後に測定した。

骨密度の指標としては、超音波骨評価装置アロカAOS-100NWを用いて音響的骨評価値 (OSI) を測定した。本装置の精度については、X線を用いた精度の高いDXA法による骨量測定値との比較が行われている。谷澤ら<sup>6)</sup>によると、踵骨の音響的骨評価値とDXA法による骨量測定値は  $r = 0.869$  ( $P < 0.001$ ) ときわめて高い相関が得られている。測定部位は右踵部を測定した。

表2 運動習慣の有無による各指標の差異

	BMI	HbA1c (%)	筋肉量 (kg)	体脂肪率 (%)	骨量 ( $\times 10^6$ )	体重 (kg)	WHR
運動習慣あり	23.12 $\pm$ 3.65	7.23 $\pm$ 1.36	32.34 $\pm$ 3.79	33.26 $\pm$ 6.48	2.39 $\pm$ 0.29	52.82 $\pm$ 9.46	0.89 $\pm$ 0.08
運動習慣なし	21.58 $\pm$ 3.18	7.34 $\pm$ 1.77	31.62 $\pm$ 3.57	29.94 $\pm$ 7.63	2.27 $\pm$ 0.23	49.32 $\pm$ 8.23	0.89 $\pm$ 0.09
P値	0.06	0.77	0.43	0.05	0.05	0.11	0.83
M $\pm$ SD							

表3 治療法による各指標の差異

	BMI (%)	HbA1c (kg)	筋肉量 (%)	体脂肪率 ( $\times 10^6$ )	骨量 (kg)	体重	WHR
食事療法 (n=13)	22.14 $\pm$ 3.51	6.33 $\pm$ 0.85	32.13 $\pm$ 2.74	30.86 $\pm$ 8.1	2.34 $\pm$ 0.16	50.66 $\pm$ 7.93	0.91 $\pm$ 0.09
経口薬 (n=34)	23.61 $\pm$ 4.34	7.39 $\pm$ 1.78	31.62 $\pm$ 3.73	34.31 $\pm$ 6.78	2.34 $\pm$ 0.29	52.88 $\pm$ 11.21	0.90 $\pm$ 0.07
インスリン注射 (n=24)	21.61 $\pm$ 3.92	7.48 $\pm$ 1.45	32.55 $\pm$ 4.26	32.02 $\pm$ 7.87	2.34 $\pm$ 0.29	51.69 $\pm$ 10.37	0.87 $\pm$ 0.09
P値	0.17	0.09	0.65	0.05	0.99	0.66	0.49
M $\pm$ SD							

ウエスト／ヒップ比は、ウエストは臍周囲、ヒップは恥骨上縁周囲を測定した。

倫理的配慮は外来通院患者に対し研究の趣旨について文章を用いて説明し、同意が得られた人を対象者とした。測定したデータの集計は個人が特定されないようにコード化して扱い、プライバシーの保護に配慮した。

分析方法は平均値の差の検定はt検定、骨量に対する各独立変数の相関はPearsonの相関係数を算出し、5%水準にて有意差ありとした。データの分析には統計プログラムパッケージSPSS (Version 11) を使用した。

結 果

対象者の背景

対象者の背景を表1に示す。年代別にみると70歳代が32名(45.1%)であった。運動習慣のある人は35名(49.3%)、ない人は36名(50.7%)であった。治療方法は食事療法のみの人が13名(18.3%)、経口薬治療34名(47.8%)、インスリン注射24名(33.9%)であった。罹病期間は10年以上経過した人が41名(57.7%)であった。

BMIは22.6  $\pm$  4.1、血圧は139.07  $\pm$  20.15 / 72.38  $\pm$  12.27 mmHg、体脂肪率32.02  $\pm$

7.87%、全体筋肉量32.03  $\pm$  3.74 kg、音響的骨評価値2.34  $\pm$  0.27  $\times 10^6$ 、WHR 0.89  $\pm$  0.09、HbA1c 7.23  $\pm$  1.58%であった。

運動習慣の有無による各指標の差異

運動習慣による各指標の差異を表2に示す。運動習慣により相違がみられたのは体脂肪率と骨量の2変数で、運動習慣の有群では有意に高い値であった。

治療法による各指標の差異

治療法による各指標の差異を表3に示す。治療法により相違がみられたのは体脂肪率で、経口薬による治療方法を行なっている群では有意に高い値であった。

骨量と対する各指標の関係

骨量と各指標との相関係数を表4に示す。骨量と年齢とは負の相関がみとめられ、BMI、体脂肪率、全体の筋肉量とは正の相関があった。そして骨量に影響する独立変数は体重、BMI、年齢、全体筋肉量、体脂肪率の順位であった。

表 4 骨量と各指標間の相関係数

Pearson相関係数	
体重	0.34**
BMI	0.25*
年齢	-0.32**
全体筋肉量	0.33**
体脂肪率	0.28*
HbA1c	-0.01
WHR	0.09

\*\* P &lt; 0.01

\* P &lt; 0.05

糖尿病患者 (n = 71)

表 5 筋肉量と各指標間の相関係数

Pearson相関係数	
体重	0.774**
体脂肪率	0.28*
BMI	0.563*
HbA1c	0.041
年齢	-0.039
WHR	0.182
骨量	0.334**

\*\* P &lt; 0.01

\* P &lt; 0.05

糖尿病患者 (n = 71)

表 6 運動習慣の有無別にみた各指標間の相関関係

	運動習慣	BMI	HbA1c	筋肉量	体脂肪率	骨量	体重	WHR
BMI	運動習慣有		0.313	0.633**	0.891**	0.295	0.889**	0.568**
	運動習慣無		-0.167	0.436*	0.855**	0.355*	0.916**	0.381*
HbA1c	運動習慣有			0.400*	0.237	-0.031	0.418*	-0.034
	運動習慣無			-0.24	-0.147	-0.06	-0.221	-0.042
筋肉量	運動習慣有				0.497**	0.371*	0.871**	0.268
	運動習慣無				0.034	0.364*	0.705**	0.126
体脂肪率	運動習慣有					0.332	0.843**	0.584**
	運動習慣無					0.311	0.713**	0.454**
骨量	運動習慣有						0.416*	-0.092
	運動習慣無						0.465**	0.283
体重	運動習慣有							0.475**
	運動習慣無							0.366*
WHR	運動習慣有							
	運動習慣無							

### 筋肉量と各指標の関係

筋肉量と各指標との相関係数を表 5 に示す。筋肉量は体重、体脂肪率、BMI と正の相関があった。そして筋肉量に影響する独立変数は体重、体脂肪率、BMI の順位であった。

### 運動習慣の有無別にみた各指標間の相関関係

運動習慣の有無による各指標間の相関関係について表 6 に示す。運動習慣有群では、HbA1c と筋肉量、HbA1c と体重、筋肉量と体脂肪率に正の相関がみとめられた。また運動習慣無群では BMI と骨量に正の相関がみとめられた。

### 治療別にみた各指標間の相関関係

治療別にみた各指標間の相関関係について表 7 に示す。BMI および体脂肪率、体重間の相互の相関関係を除外すると、食事療法群では筋肉量と体重の間に正の相関があった。また経口薬群では BMI と筋肉量、筋肉量と体脂肪率、筋肉量と骨量、筋肉量と体重、体脂肪率と WHR の間に正の相関があった。そしてインスリン療法群では BMI と筋肉量、BMI と骨量、BMI と WHR、筋肉量と体重、体脂肪率と骨量、体脂肪率と WHR、骨量と体重、骨量と WHR、体重と WHR の間に正の相関があった。

表7 治療別にみた各指標間の相関関係

		BMI	HbA1c	筋肉量	体脂肪率	骨量	体重	WHR
BMI	食事療法のみ		-0.018	0.469	0.833**	-0.064	0.891**	0.435
	経口薬		-0.051	0.671**	0.915**	0.177	0.946**	0.323
	インスリン療法		-0.143	0.572**	0.916**	0.476*	0.935**	0.588**
HbA1c	食事療法のみ			0.157	-0.157	0.126	0.007	0.449
	経口薬			0.141	-0.072	0.119	0.006	0.016
	インスリン療法			-0.127	-0.146	-0.432	-0.146	-0.256
筋肉量	食事療法のみ				0.226	-0.296	0.695**	0.24
	経口薬				0.486**	0.44**	0.826**	0.042
	インスリン療法				0.358	0.326	0.790**	0.336
体脂肪率	食事療法のみ					0.193	0.855**	0.451
	経口薬					0.135	0.866**	0.383*
	インスリン療法					0.524*	0.839**	0.574**
骨量	食事療法のみ						0.033	0.172
	経口薬						0.295	-0.285
	インスリン療法						0.500*	0.52*
体重	食事療法のみ							0.458
	経口薬							0.228
	インスリン療法							0.534**
WHR	食事療法のみ							
	経口薬							
	インスリン療法							

考 察

有松<sup>7)</sup>、西山<sup>8)</sup>、長谷川<sup>9)</sup>、宮本ら<sup>10)</sup>はBMI、体脂肪率は骨量と正の相関があると述べている。その理由として、Woffの法則によりBMIは骨に力学的負荷が加わるため骨量が増加すると述べている。そして河田によると体脂肪の増加は脂肪細胞から分泌されるエストロゲンが増加し骨吸収を抑制するため骨量は増加すると述べている<sup>11)</sup>。さらに竹田によると脂肪細胞から分泌されるレプチンは骨量を減少させるが、肥満となると高レプチン血症となりレプチン抵抗性を生じ、そしてレプチンの中枢性骨形成制御作用が減弱し、骨量が増加すると述べている<sup>12-15)</sup>。本研究ではホルモンの測定は行っていないためにレプチンと骨量との関係は明らかにできないが、標準偏回帰係数をみると骨量に影響する変数は第1位が体重、そして第2位がBMIということを考えれば骨量増加は重力負荷によるものと言える。

真田らが閉経後の一般女性を対象としておこなった研究では、体脂肪率と骨密度には相関はなく、

除脂肪体重や筋組織厚と骨密度に相関関係があり、骨密度は体重や体脂肪量など重力的な負荷量より、全身の筋肉量や筋組織厚との関連が高いと報告している。さらに骨量増加には筋肉の量よりパワーや速度などが大きく関係しているため、有酸素運動の動作にスピードを与えることが重要であると述べている。

筋肉はグルコースをグリコーゲンとして蓄積しているが、糖尿病患者はインスリン不足のために筋肉に蓄積したグリコーゲンを糖として使用するために筋肉量は減少するはずである。しかし森原が行なった閉経後の非糖尿病患者の筋肉量は31.10 ± 2.56 kgで糖尿病患者と有意な差がなかった<sup>16)</sup>。今回の研究では筋肉量と骨量に正の相関 (r = 0.33) がみとめられた。運動習慣別にみると表2に示すように運動習慣のある人では有意に骨量が多いが、運動習慣のある人もない人でも筋肉量と骨量には正の相関があった。また治療別にみると経口薬治療群のみに筋肉量と骨量の間には正の相関がみられた。

骨量や筋肉量を増加させるには、体重、BMI

や体脂肪率を増加させることとなる。しかし糖尿病患者にとってはBMIや体脂肪率を増加させることはインスリン抵抗性を引きおこしメタボリックシンドロームの要因ともなる。我々が行なった先行研究では、肥満患者の場合、体脂肪率およびBMIは骨量や筋肉量と正の相関はないため、体脂肪率30%未満、そしてBMI25未満まで減量させても骨量が低下することはない。糖尿病患者の骨量を増加させるためには単なる脂肪量増加に伴う重力負荷ではなく、筋肉力の増強による骨量増加を目指す運動プログラムの処方が必要であることが示唆された。

### 結 論

閉経後の糖尿病患者71名を対象に運動習慣の有無、治療方法などの相違により筋肉量や骨量がどのように関係するのか実態調査をおこなった。

1. 運動習慣のある人は運動習慣のない人と比較し骨量が多いが、筋肉量に差はなかった。
2. 治療方法による筋肉量や骨量の差はなかった。
3. 骨量に影響する変数は体重、BMI、年齢、全体の筋肉量、体脂肪率、HbA1c、WHRの順位であった。
4. 筋肉量に影響する変数は体重、体脂肪率、BMI、HbA1c、年齢、WHR、骨量の順位であった。

骨量と筋肉量は密接に関係しているのので、糖尿病患者の骨量増加をはかるためには脂肪量増加に伴う重力負荷によるのではなく、筋肉量増加を目指した運動療法の導入が重要と考えられる。

### 文 献

- 1) 稲葉雅章. 糖尿病と骨代謝. 医学のあゆみ 1998 ; 186 (13) : 924-925.
- 2) 井村裕夫, 清野 裕, 中川昌一, 後藤由夫, 小坂樹徳, 坂本信夫, 兼子俊男, 三村悟郎. 糖尿病性骨減少症に関する疫学調査 (第1報) -わが国における骨減少症の実態-. 糖尿病 1987 ; 30 : 921-928.
- 3) Krakauer JC, Mckenna MJ, Buderer NF. Bone loss and bone turnover in diabetes. Diabetes 1995 ; 44 : 775-782.
- 4) Wakasugi M, Wakao R, Tawata M, Gan N, Koizumi K, Onaya T. Bone mineral density measured by dual energy X-ray absorptiometry in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. Bone 1993 ; 14 : 29.
- 5) 真田樹義, 朽木勤, 江橋博, 安部孝, 福永哲夫. 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 1993 ; 46 : 69-76.
- 6) 谷澤龍彦, 遠藤直人, 高橋栄明, 中土幸男. 超音波骨評価装置ASO-100とDXA法による踵骨, 腰椎測定値の検討. 第4回日本骨粗鬆症研究会抄録集 1995 ; 105.
- 7) 有松操, 北野隆雄, 井本岳秋, 北野直子, 二塚信. 若年婦人の前腕骨密度とその関連因子について. Osteoporosis Japan 1999 ; 7 : 74-76.
- 8) 西山邦隆, 佐藤ツヨ, 真野由紀子, 三田禮造, 木田和幸, 三井博正. 青年女子の骨密度とそれに及ぼす影響について. 東北女子大学・東北女子短大紀要 1998 ; 37 : 34-39.
- 9) 長谷川千絵, 市川剛, 関元博. 女子中学生における踵骨骨量と体格等の関連について. 日大医誌 1999 ; 58 : 271-276.
- 10) 宮元章次, 石河利寛, 高良宏明, 伊佐真徳. 青年女性の体骨塩量がBODY MASS INDEXに及ぼす影響, 日本運動生理学雑誌 2001 ; 8 : 33-39.
- 11) 河田照雄. 内分泌機関としての脂肪細胞—脂溶性ホルモンの立場から—. Ther Res 2001 ; 22(6) : 1227-1228.
- 12) 竹田秀. レプチンによる骨格系の中樞制御. 治療学 2003 ; 37(12) : 1252-1255.
- 13) 前田一, 枡久保修, 平尾紘一. 肥満耐糖能異常および糖尿病患者における体脂肪率とインスリン抵抗性との関連についての検討, 日本臨床内科医学会誌 2003 ; 18(1) : 83-86.
- 14) 越山裕行, 田中清, 清野裕. 肥満と骨代謝. Clin Calcium 2004 ; 14(2) : 22-28.
- 15) 加隅哲也, 吉松博信. 肥満・脂肪蓄積, 臨床と研究 2004 ; 81(11) : 20-24.
- 16) 森原伸子. 閉経後の糖尿病患者と非糖尿病患者の体組織と骨量の関係, 鳥取大学医学部医学系研究科保健学専攻看護学分野 修士課程論文 2006. p.19-20.