

地域在住閉経後女性の骨強度と最速歩行時の速度・歩幅との関連 — 膝伸展力の影響 —

Relationship between bone strength and step length or speed of maximum speed gait among
community-dwelling postmenopausal women-Influence of leg strength

坂崎 貴彦*
森 和****

小池 晃彦**
押田 芳治**

柳本 有二***

Takahiko SAKAZAKI*
Kazu MORI****

Teruhiko KOIKE**
Yoshiharu OSHIDA**

Yuji YANAGIMOTO***

The purpose of this study was to clarify the relationship between the bone strength of calcaneus and the physical fitness. One thousand and sixty-one community-dwelling postmenopausal women participated in this study. Speed of sound (SOS), weight bearing index (WBI), maximum or usual gait speed, step length of each speed gait, single-leg balance time with or without eyes open, and grip strength were measured. Subjects were divided into three groups based on WBI, a marker of lower extremity strength, and the associations between SOS and step length or speed of maximal gait speed were examined. The speed was a significant predictor of SOS in the group with lower WBI, while step length was significant in the group with higher WBI.

Key words: weight bearing index, speed of sound, postmenopausal woman, physical function

1. 緒言

近年、大腿周囲径が、心血管疾患や早死の危険因子として有効であるといった報告がなされた¹⁾。つまり、身体計測や身体機能の測定が、疾患リスクの予想に重要である可能性を示している。このことは、先進諸国で寿命が延長したため、老化にともなう身体機能の変化が、予後を決定する重要な因子となっていることと関連すると考えられる。さらに動脈硬化症のリスクファクター(高血圧、2型糖尿病、高脂血症)が多いほど、脚筋力(体重支持指数)が低下しているとの報告もある²⁾。

高齢者の体力指標としては、骨密度も重要である。骨

密度の低下は、転倒による骨折の危険因子であり、寝たきりなどの身体機能低下の危険因子でもある。骨強度を測定する指標である SOS は、骨密度との相関が認められている^{3~5)}。従来の報告⁶⁾により、踵骨の SOS は、70歳以上の高齢者の家事、スポーツ、余暇活動のスコア⁷⁾と体重の増加により上昇し、加齢により低下することが、明らかにされている。本研究では、対象者である55歳以上の地域在住閉経後女性を、「体重支持指数(WBI)」で層分類し、骨強度と、最速歩行時の速度・歩幅との関連を、膝伸展力を反映する WBI の違いに着目し、検討した。

* 名古屋大学大学院医学系研究科博士課程
** 名古屋大学総合保健体育科学センター
*** 神戸常盤大学保健科学部看護学科
**** 国際伝統医学理論研究所
* Department of Sports Medicine, Graduate School of Medicine, Nagoya University
** Research center of Health, Physical Fitness and Sports, Nagoya University
*** Department of Nursing, Faculty of Health Science, Kobe Tokiwa University
**** International Institute for Systematizing TCM Theories, Japan

2. 方法

2002年12月～2007年6月に、兵庫県内で実施された体力測定に参加した55歳以上の閉経後の女性1061名(平均年齢±標準偏差、68±8歳)を対象とした。本体力測定は、兵庫県の健康増進プログラム(介護予防版)にも採用されている。調査項目は、身長、体重、握力、開眼片足立ち保持時間・閉眼片足立ち保持時間、BMI、最速歩行時の速度と歩幅、普通歩行時の速度と歩幅、WBI^{2, 8, 9)}及びSOSであった。SOSの測定には、超音波骨強度測定器(CM-100, (株)古野電気)を用い、右足踵骨を測定した。

WBIは、膝伸展筋力(kg)を、体重(kg)で除した値である。0.6以上であれば、ジョギング程度の運動が可能であり^{10, 11)}、1.0が自体重に相当することから、WBIの値で測定項目を0.6未満、0.6～1.0未満、1.0以上の3群に分けた。統計には、一元配置分散分析後の多重比較(Scheffe法)を用い、5%未満を有意とした。

3. 結果

表1に被験者の特性ならびに検査結果を示した。SOSは、WBI0.6未満群と0.6～1.0未満群間、0.6未満群と1.0以上群間に有意な差を認めた($p < 0.01$)。年齢は、表1のBMI以外の全ての測定項目と有意な相関を示した(date not shown)。

表2に、年齢調整後の最速および普通歩行時の速度と歩幅の関連を示した。普通歩行では、WBIの値にかかわらず速度と歩幅が高い相関を示した。一方、最速歩

行では、WBIが0.6～1.0未満群、1.0以上群では、0.6未満群よりも、相関係数が低かった(表2)。

次に、SOSを目的変数とし、年齢と最速歩行時の速度、年齢と最速歩行時の歩幅をそれぞれ説明変数とし、強制投入法で重回帰分析した。全対象群と0.6未満群では年齢調整後に、最速歩行速度、最速歩行時歩幅ともSOSと関連した。さらに、最速歩行時歩幅は、1.0以上群においても、有意に関連した($p < 0.05$) (表3)。そこで、SOSを目的変数、年齢と最速歩行時の速度と歩幅の両者を説明変数とし、強制投入法により重回帰分析を行った。WBI0.6未満群、0.6～1.0未満群では、最速歩行速度がSOSと関連したのに対し、WBI1.0以上群では、歩幅がSOSに関連した($p < 0.05$) (表4)。

4. 考察

Judgeら¹²⁾は、歩行能力の向上には、下肢筋力が重要であり、下肢筋力は、身長や体重の補正如何にかかわらず、最速歩行時、普通歩行時の速度と歩幅に相関するとしている。本論文では、下肢筋力の指標であるWBI値で3群に分けた。

WBIは、膝伸展筋力(kg)を、体重(kg)で除した

表2 歩行速度と歩幅の偏相関(年齢で調整)

	最速歩行	普通歩行
全対象者	0.696	0.838
<0.6	0.819	0.867
0.6 ≤ <1.0	0.561	0.804
1.0 ≤	0.594	0.749

全て $p < 0.01$

表1 WBI値により分けた被験者の体格、骨強度と身体機能

	All n=1061	WBI		
		<0.6 n=342	0.6 ≤ <1 n=562	1 ≤ n=157
年齢(歳)	68 ± 8	72 ± 8	67 ± 7	64 ± 6
身長(cm)	151.1 ± 6.1	149.9 ± 6.3	151.8 ± 6.1	151.2 ± 5.0
体重(kg)	51.7 ± 7.5	52.1 ± 7.7	52.2 ± 7.6	48.9 ± 6.4
BMI(kg/m ²)	22.6 ± 2.9	23.2 ± 3.1	22.6 ± 2.8	21.4 ± 2.4
SOS(m/sec)	1489.7 ± 24.0	1485.4 ± 22.9	1491.0 ± 23.5	1494.3 ± 27.0
握力(kg)	22.0 ± 4.7	19.6 ± 4.8	22.9 ± 4.3	24.2 ± 3.9
閉眼片足立ち(sec)	10.1 ± 14.1	5.6 ± 6.0	11.1 ± 14.1	16.5 ± 21.7
開眼片足立ち(sec)	49.2 ± 35.5	29.7 ± 31.1	54.8 ± 33.9	71.9 ± 29.3
最速歩行速度(m/min)	104.2 ± 22.9	88.6 ± 22.9	109.7 ± 19.1	118.2 ± 16.2
最速歩行時歩幅(cm)	72.0 ± 12.1	64.9 ± 12.3	74.8 ± 10.7	77.3 ± 9.3
普通歩行速度(m/min)	82.7 ± 18.3	71.5 ± 18.8	86.5 ± 15.6	93.4 ± 13.9
普通歩行時歩幅(cm)	65.4 ± 10.8	58.8 ± 11.5	67.9 ± 8.9	71.1 ± 8.8

値は平均値 ± 標準偏差

WBI(平均値 ± 標準偏差) All : 0.73 ± 0.3, <0.6 : 0.46 ± 0.1, 0.6 ≤ <1 : 0.77 ± 0.1, 1 ≤ : 1.16 ± 0.2

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$: vs. <0.6

†† $p < 0.01$: vs. 0.6 ≤ <1

値であり、0.6以上であれば、ジョギング程度の運動が可能であると報告されている^{10,11)}。1.0が自体重に相当することとなる。各群の歩行速度と歩幅は有意な相関を示している。しかしながら、相関係数については、最速歩行では、WBIが高位群で相関係数が低下するのに対し、普通歩行ではほぼ同等であった。これは、最速歩行時と普通歩行時の歩幅の差が、下肢筋力が増加しても（つまり、WBIの値が増加しても）、ほぼ同じ（6.2~6.9cm）であるのに対して、歩行速度の差は、下肢筋力の増加にとりも、17.1、23.2、24.8m/minと大きくなることに対応していると考えられる。このことは、下肢筋力の増加による歩行速度の増加は、歩幅の増加よりもピッチの増加に依存することを示唆する。

本研究では、SOSの予測要因について検討した。歩行速度とSOSとの関連は、既に報告されている¹³⁾。本研究でも、被験者全員においては、最速歩行速度は、SOSの有意な予測因子であった（表3）。しかしながら、下肢筋力に着目すると、確かにWBI低位群では、最速歩行速度は有意な予測因子であるが、高位群では、SOSは最速歩行速度との有意な関連を認めなかった。一方、WBIが、1.0以上である下肢筋力増加群では、歩幅との関連を認めた。

下肢筋力高位群では、最速歩行速度が同程度でも歩幅が大きい場合SOSが高値となると考えられ、その要因の可能性のひとつとして、歩幅が大きい群では、身長（下肢長）が高く、身長が骨強度と関連する可能性が考えられる。又、別の可能性として、歩幅を広くすることと関連する身体機能が、骨強度と関連する場合もあると考えられる。本調査では、踵骨を測定しており、特に歩行に関連する機能との関わりが予想される。

以上より本研究では、地域在住閉経後女性において、膝伸展筋力低位群では最速歩行速度が、膝伸展筋力が高位（自体重以上の）群では歩幅が、骨強度の有効な予測因子となる可能性を示した。今後、簡便な身体測定により、骨強度を予測することが可能となれば、より有用な指標となると考えられる。

表4 SOSを目的変数とした重回帰分析の標準回帰係数

WBI	年齢	最速歩行	最速歩行時	決定係数
		速度	歩幅	
全対象者	-0.310 **	0.127 *	-0.016	0.152
<0.6	-0.353 **	0.257 **	-0.075	0.227
0.6 ≤ <1.0	-0.265 **	0.131 *	-0.072	0.099
1.0 ≤	-0.315 **	-0.059	0.229 *	0.136

* p < 0.05 ** p < 0.01

参考文献

1. Heitmann BL, Frederiksen P. Thigh circumference and risk of heart disease and premature death: prospective cohort study. *BMJ* 2009; 339: b3292.
2. Miyatake N, Fujii M, Nishikawa H, Wada J, Shikata K, Makino H, Kimura I. Clinical evaluation of muscle strength in 20-79-years-old obese Japanese. *Diabetes Res Clin Pract* 2000; 48: 15-21.
3. Rosenthal L, Tenenhouse A, Caminis J. A correlative study of ultrasound calcaneal and dual-energy X-ray absorptiometry bone measurements of the lumbar spine and femur in 100 women. *Eur J Nucl Med* 1995; 22: 402-6.
4. Schott AM, Hans D, Sornay RE, Delmas PD, Meunier PJ. Ultrasound measurements on os calcis: precision and age-related changes in a normal female population. *Osteoporosis Int* 1993; 3: 249-54.
5. Lees B, Stevenson JC. Preliminary evaluation of a new ultrasound bone densitometer. *Calcif Tissue Int* 1993; 53: 149-52.
6. Graafmans WC, Bouter LM, Lips P. The influence of physical activity and fractures on ultrasound parameters in elderly people. *Osteoporosis Int* 1998; 8: 449-54.
7. Voorrips LE, Ravelli AC, Dongelmans PC, Deurenberg P, Van Staveren WA. A physical activity questionnaire for the elderly. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23: 974-9.
8. Miyatake N, Takanami S, Kawasaki Y, Fujii M. Relationship between visceral fat accumulation and physical fitness in Japanese women. *Diabetes Res Clin Pract* 2004. 64: 173-9.
9. Miyatake N, Nishikawa H, Morishita A, Kunitomi M, Wada J, Suzuki H, Takahashi K, Makino H, Kira S, Fujii M. Daily walking reduces visceral adipose tissue areas and improves insulin resistance in Japanese obese subjects. *Diabetes Res Clin Pract* 2002; 58: 101-7.
10. 平野清孝, 村永信吾, 山本利春. 下肢筋力からみたウォーキングの適応. *臨床スポーツ医学* 2002; 19 (4): 367-73
11. 黄川昭雄, 山本利春, 坂本静男, 小山由喜. アスレチック

表3 SOSを目的変数とした重回帰分析の標準回帰係数

WBI	年齢と最速歩行速度			年齢と最速歩行時歩幅		
	年齢	最速歩行速度	決定係数	年齢	最速歩行時歩幅	決定係数
全対象者	-0.310 **	0.115 **	0.151	-0.347 **	0.066 *	0.146
<0.6	-0.350 **	0.194 **	0.228	-0.390 **	0.129 **	0.214
0.6 ≤ <1.0	-0.262 **	0.087	0.097	-0.310 **	-0.005	0.092
1.0 ≤	-0.304 **	0.085	0.108	-0.299 **	0.196 *	0.139

* p < 0.05 ** p < 0.01

- ク・リハビリテーションにおける下肢の機能および筋力
評価. 臨床スポーツ医学5(臨時増刊号) 1988:213-215.
12. Judge J, Underwood M, Gennosa T. Exercise to improve gait
velocity in the older persons. Arch Phys Med Rehabil 1993; 74:
400-6.
13. 柳本有二, 武田光弘, 秀一晋, 楊鴻生. 高齢女性の踵骨
骨強度と体力および脚筋力との関係. Osteoporosis Japan
2005; 13 (3) : 251-9