

研究報告

中高齢者における骨量と体力測定値との関係

井上哲朗¹, 柵木達也², 谷口有子³, 小西由里子¹, 森実由樹¹

1. 国際武道大学, 2. 八千代リハビリテーション学院, 3. 京都先端科学大学

Relationship between Bone Mass and Physical Fitness Measurements in Middle-aged and Elderly People

Tetsuro INOUE, Tatsuya MASEKI, Yuko TANIGUCHI

Yuriko KONISHI and Miyuki MORI

Abstract

In this study, we investigated the relationship between bone mass and physical fitness measurements in a total of 232 elderly individuals, including 52 men (mean age 67.0 ± 5.9 years) and 180 women (mean age 65.6 ± 5.4 years) aged 54 to 85 years. As a result, among women, the low bone mass group was significantly higher in age, and the high bone mass group had significantly higher values in systolic blood pressure, eyes-open single-leg stance (age 65 and older), and eyes-closed single-leg stance (age 64 and younger). Among men, the high bone mass group had significantly higher values in sit-up performance. To prevent osteoporosis, it is important to increase bone mass and prevent its decline.

Keywords : Bone mass, middle-aged and elderly, physical fitness

I. 緒言

日本における 65 歳以上の要介護者等の介護が必要となった原因の男性 4 位, 女性の 3 位が「骨折・転倒」である。2007 年に 65 歳以上の人口の割合が全人口の 21% 以上を超えた超高齢社会に突入した。65 歳以上の割合は 2025 年に約 30%, 2060 年には約 40% に達すると予想されている (内閣府, 2021)。高齢者人口の増加とともに骨粗鬆症による骨折が増加し, その結果, 寝たきり状態となることが大きな社会問題となっている (吉田ら, 2012; 岡野ら, 2003)。

骨粗鬆症は, 骨量の過度な減少などにより骨折しやすくなる疾患である。骨量は男女ともに 20 歳頃に最大となり, 40 歳代半ばまではほぼ一定に維持される。その後, 徐々に減少し, 男性では 70 歳以後, 女性では閉経前後の 50 歳を過ぎた頃に急激に減少する。骨

量は, 加齢や女性ホルモン分泌量の減少, ならびに栄養不足などが原因で減少し, 骨量が減ると骨がもろくなり, 骨折しやすくなるほか, さらに減少すると骨がスカスカになり, 骨粗鬆症などの病気になる (石橋, 2019)。国内の骨粗鬆症の患者数は年々増加しており, 現在では推計 800 万~1,100 万人に達している (折茂, 2007)。

骨はコラーゲンなどからなる骨基質と, カルシウムとリン酸の結晶からなる骨塩とによって形成される。骨量測定では, 骨基質を測定することが困難であり, 実際は骨塩量 (BMC) のみを測定している。そして, 骨サイズの影響を排除するために, 骨塩量を測定部位の面積あるいは体積で割った値が, 骨密度 (BMD) としているが, 骨密度と骨量は, ほぼ同意語として扱われている (鈴木ら, 2004)。骨粗鬆症の診断基準として, 骨密度が若年成人平均値 (YAM) と比較して,

「70%以下または-2.5SD以下」は骨粗鬆症と診断される(日本骨代謝学会, 2013)。

骨は、負荷が掛かるほど骨を作る細胞が活発になる(折茂, 2009; 石橋, 2019; 岡野ら, 2003)。そのため、増やすためには食事だけではなく、運動が必要不可欠となる。このことから、骨量が多い人ほど、運動を行っている可能性があり、筋量や、筋力などの体力測定値が高いと考えられる。

そこで本研究では、骨量の多い群と少ない群で、体力測定値を比較して、どのような項目で違いがみられるかを明らかにし、骨粗鬆症予防のためには、どのような体力要素が必要なのかを検討することを目的とした。

II. 方法

1. 対象者

対象者は、2003年～2019年に開催されたいすみ市及び勝浦市の運動教室の参加者の中で運動教室前の体力測定に参加した54歳～85歳の男性52名(平均年齢 67.0 ± 5.9 歳)、女性180名(平均年齢 65.6 ± 5.4 歳)、合計232名(平均年齢 65.9 ± 5.5 歳)であった。

日本骨代謝学会(2013)から発表された骨粗鬆症の診断基準によると、骨量は、若年成人平均値(YAM)と比較して「70%以下または-2.5SD以下」の場合、骨粗鬆症と診断される。そこで、本研究では、骨量が若年成人平均値(YAM)の70%未満を「骨量低値群(以下、低値群)」, 若年成人平均値と同じレベルの骨量を持つ若年成人平均値(YAM)の100%以上を「骨量高値群(以下、高値群)」とした。体力測定参加者

表1 対象者の年齢構成(男性)

	高値群(29名)		低値群(23名)	
	人数	割合	人数	割合
50歳代	2名	7%	2名	9%
60歳代	16名	55%	15名	65%
70歳代	11名	38%	5名	22%
80歳代	0名	0%	1名	4%

表2 対象者の年齢構成(女性)

	高値群(55名)		低値群(125名)	
	人数	割合	人数	割合
50歳代	10名	18%	9名	7%
60歳代	41名	75%	82名	66%
70歳代	4名	7%	31名	25%
80歳代	0名	0%	3名	2%

の中で骨量が若年成人平均値(YAM)の70%未満となった者の中で一番若い年齢が54歳であったため、54歳以上を対象とした。対象者の年代別内訳を表1(男性)、表2(女性)に示した。

対象者は、測定方法について理解した上で参加しており、測定結果に関しても個人が特定されないかたちで使用することに同意している。本研究は国際武道大学研究倫理審査を受け、承認されている(審査番号08008, 11010, 12019, 13018, 15001, 17026)。

2. 測定項目

1) 骨量測定

超音波骨密度測定装置(A-1000EXPRESS, GE横河メディカルシステム株式会社, 東京)を用いて踵骨の骨密度を測定した。骨量の指標として、本測定装置で測定されるスティフネス値, 若年成人平均値(YAM)比較(%), 同年代平均値比較(%)を使用した。

2) 身体的項目

身長, 体重, BMI, 体脂肪率, 収縮期血圧, 拡張期血圧, 脈拍を測定した。身長は身長計(TK-11253, 竹井機器工業社製)を用いて、体重と体脂肪率はインピーダンス方式の体重計(インボディ770, インボディ・ジャパン社, 東京)を用いて、血圧, 脈拍は自動血圧計(HBP-9020, オムロン社, 京都)を用いて、それぞれ測定を行った。

3) 体力的項目

握力, 長座体前屈, 上体起こし, 開眼片足立ち(65歳以上対象), 閉眼片足立ち(64歳以下対象), 脚伸展パワー, 全身反応時間, 最大酸素摂取量を測定した。握力, 長座体前屈, 上体起こし, 開眼片足立ち(65歳以上対象), 閉眼片足立ち(64歳以下対象), 全身反応時間は、文部科学省の新体力テスト(文部科学省, 2012)の方法で行った。脚伸展パワーはレッグパワー(T.K.K.1865, 竹井機器工業社, 新潟)を用いて、フットプレートの移動速度80cm/秒で4回以上測定し、最高値を記録とした。最大酸素摂取量は、エアロバイク(75XL II, コンビ社, 東京)を用いて間接法で測定を行った。

3. 統計処理

それぞれの測定値に対して平均値と標準偏差を求めた。高値群と低値群における体力測定値の比較には対応のないt検定を用いた。また、相関関係を検討する

際には、ピアソンの相関係数を使用した。有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結果

表3に男性における高値群と低値群の体力測定結果を示した。骨量の指標以外の項目において有意差が見られた項目は、上体起こしであり、高値群のほうが有意に高かった。

表4に女性における高値群と低値群の体力測定結果を示した。骨量の指標以外の項目において有意差が見られた項目は、年齢、拡張期血圧、開眼片足立ち（65歳以上対象）、閉眼片足立ち（64歳以下対象）であった。年齢に関しては、低値群が有意に高く、拡張期血圧、開眼片足立ち（65歳以上対象）、閉眼片足立ち（64歳以下対象）に関しては、高値群のほうが有意に高かった。

年齢とスティフネス値の相関係数を求めたところ、男性では-0.145、女性では-0.387（ $p < 0.001$ ）であり、女性においてのみ有意な相関関係が認められた。

Ⅳ. 考察

骨量が若年成人平均値（YAM）に対して100%以上の高値群と70%未満の低値群を比較したところ、年齢に関しては、女性にのみ有意差を示した。このことから、女性に関しては、骨量の低下には年齢の影響が考えられる。女性は閉経期を迎えると、エストロゲンという女性ホルモンが急激に減少する。そのエストロゲンには、骨の新陳代謝の際に、骨からカルシウムが溶け出すのを抑制させる働きがあり、エストロゲンが少なくなると、骨量が急激に減ってしまう（骨粗しょう症に関する情報発信サイト hone.jp）。本研究の対象者についても、年齢とスティフネスの相関係数を求めたところ、女性においてのみ有意な相関関係が認められた。このことから、女性に関しては、男性より年齢の影響を受けやすいと考えられた。

本研究の対象者は、男性では高値群のほうが低値群に比べて、70歳以上の割合が高かった（表1）が、女性では低値群のほうが平均年齢や70歳以上の割合が高かった（表2）。そのことは、女性では低値群のほうが体力測定値において低いのは当然とも考えられる。そこで、女性に関して、高値群の対象者と同じ年齢（同じ年齢がない場合には、最も近い年齢）で、かつ最も体格の近い対象者を選び、年齢と人数構成をほぼ合わせた場合の高値群と低値群の比較を行ってみ

た（表5、表6）。その結果、拡張期血圧、閉眼片足立ち（64歳以下対象）において高値群のほうが低値群よりも、有意に高い値が認められ、年齢や人数の構成を合わせた場合でも、拡張期血圧、バランス能力においては骨量の影響が見られた。

男性では、上体起こしにおいて高値群のほうが低値群よりも有意に高い値が認められた。高齢者にとって上体起こしができるか否かは、身体機能をよく反映する簡便なテストである（村田ら、2010）。本研究においても上体起こしと各測定値との相関係数を求めたところ（表7）、多くの体力測定項目において有意な相関関係が認められた。したがって、上体起こしの測定結果は、男性の場合には、身体機能を反映し、骨量に対しても影響を及ぼしていると考えられる。

女性では、拡張期血圧、バランス能力である開眼片足立ち（65歳以上対象）と閉眼片足立ち（64歳以下対象）において高値群のほうが低値群よりも有意に高い値が認められた。高血圧と骨粗鬆症には関係があるという報告（中神ら、2011）もみられるが、本研究の対象者の血圧に関しては、両群ともに高血圧の範囲ではなかった。骨量と拡張期血圧に何らかの関係があるのかは、今後さらに検討していく必要があると考えられる。バランス能力は運動習慣と関連が見られ、中高齢者のバランス能力は、下肢筋力のパワーや背筋力と関係があることが明らかになっている（宮崎ら、1993）。しかし、本研究では脚伸展パワーにおいては、高値群のほうが高い傾向は見られたものの、有意差は認められなかった。バランス能力は、中高年女性の運動習慣の継続年数と有意な相関を示し、運動機能面と外出頻度とも相関が見られることが報告されている（柏木ら、2007）。したがって、運動習慣が長いと骨量の低下を防ぐものと考えられる。

加齢による各身体諸機能の衰えは当然と考えられるが、男性において、骨量は年齢との関係は認められなかった。しかし、女性の場合、骨量は年齢との関係が認められた。運動習慣の開始年齢が若い者ほど若年成人平均値（YAM）が高く（寺沢ら、2014）、身体活動レベルが高い者のほうが骨密度が高いことが報告されている（吉田ら、2012）。また、高齢女性では、1日の平均歩数が6000歩以上の歩行が骨密度の高さに寄与していること（齊藤ら、2013）、継続的に運動を行っている高齢者の骨量と体力測定値は高い状態で維持されていること（井上ら、2017）も報告されている。したがって、骨粗鬆症になることを防ぐためには、骨量

表 3 骨量高値群と低値群の比較 (男性)

測定項目	単位	高値群		低値群		p 値
		人数	平均値 ± 標準偏差	人数	平均値 ± 標準偏差	
若年成人平均値比較	%	29	108.7 ± 6.2	23	61.6 ± 6.1	0.000 ***
同年代平均値比較	%	29	142.5 ± 8.9	23	81.4 ± 7.9	0.000 ***
スティフネス		29	111.8 ± 6.8	23	64.9 ± 8.3	0.000 ***
年齢	歳	29	66.3 ± 5.3	23	67.8 ± 6.6	0.371
身長	cm	29	164.4 ± 5.8	23	165.7 ± 5.3	0.423
体重	kg	29	64.5 ± 9.1	23	63.1 ± 9.8	0.595
BMI		29	23.8 ± 2.9	23	23.0 ± 3.5	0.372
体脂肪率	%	29	21.3 ± 5.3	23	21.5 ± 5.3	0.887
収縮期血圧	mmHg	29	140.1 ± 13.9	23	138.5 ± 23.7	0.754
拡張期血圧	mmHg	29	84.2 ± 10.1	23	82.5 ± 15.9	0.641
脈拍	拍/分	29	75.7 ± 14.3	23	81.1 ± 14.9	0.188
握力	kg	29	39.2 ± 7.4	23	37.3 ± 4.9	0.278
長座体前屈	cm	29	32.9 ± 8.8	23	28.9 ± 11.1	0.155
上体起こし	回	29	15.7 ± 6.2	23	11.9 ± 5.2	0.023 *
開眼片足立ち (65 歳以上)	秒	18	64.9 ± 45.1	16	45.4 ± 44.1	0.212
閉眼片足立ち (64 歳以下)	秒	11	22.7 ± 35.1	7	15.7 ± 14.6	0.626
脚伸展パワー	W	29	558.8 ± 189.1	23	501.7 ± 131.3	0.225
全身反応時間	秒	29	0.392 ± 0.08	23	0.397 ± 0.05	0.761
最大酸素摂取量	ml/kg/分	21	32.9 ± 6.2	13	34.0 ± 4.4	0.589

*: p <0.05, **: p <0.01, ***: p<0.001

表 4 骨量高値群と低値群の比較 (女性)

測定項目	単位	高値群		低値群		p 値
		人数	平均値 ± 標準偏差	人数	平均値 ± 標準偏差	
若年成人平均値比較	%	55	108.0 ± 7.7	125	63.1 ± 4.9	0.000 ***
同年代平均値比較	%	55	135.9 ± 10.6	125	82.4 ± 6.7	0.000 ***
スティフネス		55	99.1 ± 7.2	125	58.2 ± 4.8	0.000 ***
年齢	歳	55	62.8 ± 4.8	125	66.8 ± 5.2	0.000 ***
身長	cm	55	154.7 ± 5.5	125	153.3 ± 5.7	0.149
体重	kg	55	55.7 ± 8.7	125	54.0 ± 9.7	0.264
BMI		55	23.3 ± 3.5	125	23.0 ± 3.6	0.612
体脂肪率	%	55	31.8 ± 6.1	125	30.0 ± 6.8	0.087
収縮期血圧	mmHg	55	137.3 ± 17.1	125	132.4 ± 17.1	0.079
拡張期血圧	mmHg	55	81.0 ± 9.6	125	77.0 ± 10.5	0.016 *
脈拍	拍/分	55	77.9 ± 9.5	123	76.6 ± 11.0	0.458
握力	kg	54	26.2 ± 4.0	122	25.1 ± 4.6	0.127
長座体前屈	cm	55	37.8 ± 8.4	124	36.5 ± 7.3	0.308
上体起こし	回	54	7.0 ± 5.6	121	5.9 ± 5.5	0.207
開眼片足立ち (65 歳以上)	秒	16	81.3 ± 38.5	76	55.2 ± 45.6	0.036 *
閉眼片足立ち (64 歳以下)	秒	39	15.7 ± 15.9	47	8.5 ± 12.4	0.021 *
脚伸展パワー	W	54	334.9 ± 122.5	122	304.4 ± 107.5	0.098
全身反応時間	秒	55	0.435 ± 0.08	125	0.452 ± 0.126	0.376
最大酸素摂取量	ml/kg/分	48	26.3 ± 6.6	92	26.2 ± 6.8	0.923

*: p <0.05, **: p <0.01, ***: p<0.001

表5 年齢と人数構成をほぼ合わせた場合の対象者の年齢構成(女性)

	高値群 (55名)		低値群 (55名)	
	人数	割合	人数	割合
50歳代	10名	18%	9名	16%
60歳代	41名	75%	42名	76%
70歳代	4名	7%	4名	7%
80歳代	0名	0%	0名	0%

のピークをできるだけ高くする必要があり、そのためには、若年期からの運動習慣を持つことが重要であると考えられる。

LBM (横内ら, 2006), BMI (西端ら, 2004; 長瀬ら, 1999) も骨量に影響を及ぼすことが示されており、体格の大きさが骨量増加に貢献している。しかし、BMIが高くなりすぎると骨粗鬆症に随伴する自覚症状の出現が高くなる(大須賀ら, 2001)。そのため、BMIを増加させる場合には、レジスタンス・トレーニングなどにより骨格筋量(LBM)の増加によって体重を増加させることが重要であると考えられる。しかし、高齢者になってから筋量自体を増やすことは難しい。本研究においては、BMIが同じであっても、高値群の

表7 男性対象者における上体起こしと各測定値との相関

測定項目	単位	人数	相関係数
身長	cm	52	0.069
体重	kg	52	0.033
BMI		52	0.079
体脂肪率	%	52	0.003
収縮期血圧	mmHg	52	-0.085
拡張期血圧	mmHg	52	0.012
脈拍	拍/分	52	-0.164
握力	kg	52	0.327 *
長座体前屈	cm	52	0.351 *
開眼片足立ち(65歳以上)	秒	34	0.127
閉眼片足立ち(64歳以下)	秒	18	0.185
脚伸展パワー	W	52	0.389 **
全身反応時間	秒	52	-0.595 **
最大酸素摂取量	ml/kg/分	34	0.394 *

*: p <0.05, **: p <0.01, ***: p <0.001

方が上体起こしや脚伸展パワーが高い傾向がみられ、筋力が大きいことが骨量にとって重要であると示唆された。体力が高い傾向にある高値群は、これまでの活動的な生活の中での身体活動などによって、筋肥大には至らないまでも神経系が改善されて、筋力が高い傾

表6 年齢と人数構成をほぼ合わせた場合の高値群と低値群の比較(女性)

測定項目	単位	高値群			低値群			p値
		人数	平均値 ± 標準偏差	人数	平均値 ± 標準偏差			
若年成人平均値比較	%	55	108.0 ± 7.7	55	64.1 ± 4.5	0.000	***	
同年代平均値比較	%	55	135.9 ± 10.6	55	81.2 ± 6.0	0.000	***	
スティフネス		55	99.1 ± 7.2	55	59.1 ± 4.5	0.000	***	
年齢	歳	55	62.8 ± 4.8	55	63.6 ± 4.1	0.392		
身長	cm	55	154.7 ± 5.5	55	153.9 ± 5.0	0.427		
体重	kg	55	55.7 ± 8.7	55	56.0 ± 7.7	0.863		
BMI		55	23.3 ± 3.5	55	23.6 ± 2.8	0.606		
体脂肪率	%	55	31.8 ± 6.1	55	31.6 ± 5.5	0.858		
収縮期血圧	mmHg	55	137.3 ± 17.1	55	131.2 ± 15.7	0.053		
拡張期血圧	mmHg	55	81.0 ± 9.6	55	76.8 ± 10.9	0.035	*	
脈拍	拍/分	55	77.9 ± 9.5	53	76.3 ± 12.7	0.447		
握力	kg	54	26.2 ± 4.0	53	25.8 ± 3.9	0.627		
長座体前屈	cm	55	37.8 ± 8.4	55	37.4 ± 7.3	0.800		
上体起こし	回	54	7.0 ± 5.6	54	5.8 ± 5.7	0.271		
開眼片足立ち(65歳以上)	秒	16	81.3 ± 38.5	16	63.6 ± 52.8	0.286		
閉眼片足立ち(64歳以下)	秒	39	15.7 ± 15.9	38	8.3 ± 12.7	0.027	*	
脚伸展パワー	W	54	334.9 ± 122.5	54	330.0 ± 122.5	0.835		
全身反応時間	秒	55	0.435 ± 0.08	55	0.429 ± 0.070	0.656		
最大酸素摂取量	ml/kg/分	48	26.3 ± 6.6	43	25.4 ± 6.6	0.516		

*: p <0.05, **: p <0.01, ***: p <0.001

向にあったのではないかと考えられる。

今後は、運動が骨量に及ぼす影響について縦断的な視点から検討していきたいと考える。

V. まとめ

中高齢者における骨量と体力測定値との関係について検討したところ、女性では、年齢において低値群のほうが有意に高く、拡張期血圧、開眼片足立ち（65歳以上対象）、閉眼片足立ち（64歳以下対象）においては、高値群のほうが有意に高い値が認められた。男性では、上体起こしにおいて高値群のほうが有意に高い値が認められた。

今後は、運動が骨量に及ぼす影響について縦断的な視点から検討していきたいと考える。

引用・参考文献

- 石橋英明（2019）骨粗鬆症。主婦の友社。
- 井上哲朗，谷口有子，小西由里子，見波静（2017）長期間運動を継続している高齢者における縦断的体力推移。国際武道大学研究紀要，33：63-66。
- 柏木純子，武政誠一，備酒伸彦，山本大誠（2007）地域在住高齢者のバランス能力と生活機能との関連について：神大保健紀要，23，45-57。
- 骨粗しょう症に関する情報発信サイト hone.jp。
<https://iihone.jp/cause.html>（2021年3月24日閲覧）
- 宮崎義憲，栗原美保子，大山恵美子（1993）中高年女性の運動習慣がバランス能力に及ぼす影響について。デサントスポーツ科学，14，267-273。
- 文部科学省（2012）新体力テスト－有意義な活用のために－。ぎょうせい。
- 村田伸，大田尾浩，村田潤，堀江淳，宮崎純弥，山崎先也，溝田勝彦（2010）地域在住高齢者の上体起こしの可否と身体および心理機能との関連。理学療法科学，25(1)，115-119。
- 内閣府：令和2年度版高齢社会白書（2021）
https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2020/zenbun/pdf/1s2s_02.pdf（2021年3月24日閲覧）
- 長瀬博文，林宏一，中村裕之，山田晃裕，荻野景規（1999）超音波式踵骨骨量測定装置を用いた骨量とその関連要因についての横断的研究。日本公衛誌，46（9），799-810。
- 中神啓徳，Mariana Kiomy Osako，志水秀郎，楽木宏実，森下竜一（2011）骨粗鬆症と血管病の共通分子基板の解析。日本老年医学会雑誌，48（2），148-148。
- 日本骨代謝学会（2013）原発性骨粗鬆症の診断基準（2012年度改訂版）。Osteoporosis Japan vol.21 no.1，9-17。
- 西端泉，島田広美，田嶋美代子，彦井浩孝（2004）高齢者の骨密度に及ぼす要因の検討－特に体格，運動量および筋力の影響について－。川崎市立看護短期大学紀要9(1)，9-17。
- 大須賀恵子，泉明美，田川信正（2001）肥満者の骨密度と保健指導上の課題。日本地域看護学会誌，3，1。
- 折茂肇（2007）骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン2006年版。ライフサイエンス出版。
- 折茂肇（2009）骨粗鬆症検診・保健指導マニュアル。ライフサイエンス出版。
- 齊藤昌久，谷本芳美，渡辺美鈴，河野公一，窪田隆裕（2013）地域高齢者の1日の平均歩数が骨密度に及ぼす影響。厚生学の指標，60（15），1-6。
- 鈴木久雄，加賀勝，高橋香代（2004）大学生骨強度と体力・運動能力，スポーツ活動の関連。スポーツ教育学研究，24（2），7-85。
- 寺沢なお子，竹田味甫，谷内直人（2014）運動習慣を持つ閉経後女性の骨密度と運動量の関連。Japanese Journal of Health Fitness and Nutrition，19（1）：27-37。
- 横内樹里，安藤大輔，小野悠介，尾崎芳雅，浅川和美，北川淳，中原凱文，小山勝弘（2006）女子大学生における2年間の骨量変化に対する体格・生活因子の影響。体力科学，55，331-340。
- 吉田稔，井元紀子，三島隆章，工藤祐太郎，佐藤智恵子（2012）階上町における高齢者の骨密度，栄養摂取量，身体活動レベルの実態調査。八戸大学紀要，45，89-97。

（2024年1月26日 受理）