

高齢者におけるバランス能力と 下肢筋力との関連性について

—性差・年齢・老研式活動能力指標別での検討—

Relationship between Balance Ability and Lower Extremity Muscular Strength in the Elderly: Comparison by Gender, Age, and Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology (TMIG) Index of Competence

平瀬 達哉¹⁾ 井口 茂²⁾ 塩塚 順¹⁾ 中原 和美²⁾ 松坂 誠應²⁾

TATSUYA HIRASE, RPT¹⁾, SHIGERU INOKUCHI, RPT²⁾, JUN SHIOZUKA, RPT¹⁾,
KAZUMI NAKAHARA, RPT²⁾, NOBUOU MATSUSAKA, MD²⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation Medicine, Nijigaoka Hospital: 1-1 Nijigaoka, Nagasaki, 852-8055 Japan. TEL +81 95-856-1112
E-mail hirase@t.email.ne.jp

²⁾ Department of Physical Therapy, Graduate School of Health Sciences, Nagasaki University

Rigakuryoho Kagaku 23(5): 641-646, 2008. Submitted Apr. 1, 2008. Accepted May 26, 2008.

ABSTRACT: [Purpose] We studied the relationship between balance ability and lower extremity muscular strength in the elderly, and compared the data by gender, age, and the TMIG index of competence scores. [Subjects] The subjects of this study were 69 persons with an average age of 77.4 years. [Methods] Balance ability was assessed using center of gravity sway data for a static-standing posture and the Functional Reach Test (FRT) scores. Lower extremity muscular strength was assessed using measurements of knee extensor and ankle dorsiflexor strengths. For the age group analysis, subjects were divided into those above and below the median age (≤ 78 years and ≥ 79). For the activity level analysis, subjects were divided according to their TMIG index of competence score into those with scores of < 11 and those with scores of ≥ 11 . [Results] The study showed that lower extremity strength was negatively correlated with sway of center of gravity and positively correlated with FRT scores. Negative correlation between sway of the center of gravity and lower extremity strength was observed in women aged ≥ 79 whose TMIG index of competence score was < 11 . In contrast, lower extremity strength was positively correlated with FRT in women aged ≤ 78 whose TMIG index of competence score was ≥ 11 . [Conclusion] In the elderly, there seem to be different characteristics that are dependent on physical ability in the relationship between balance ability and lower extremity muscular strength.

Key words: the elderly, balance ability, lower extremity muscular strength

要旨: [目的] 本研究の目的は、高齢者のバランス能力と下肢筋力との関連性を検討し、性差、年齢、老研式活動能力指標（老研式）得点別でも検討を行うことである。[対象] 高齢者69名で、平均年齢は77.4歳であった。[方法] バランス能力は静止立位時重心動揺とFunctional Reach Test (FRT) とし、下肢筋力は膝伸筋と足背屈筋を測定した。年齢は中央値で78歳以下、79歳以上に分類し、老研式得点は11点未満、11点以上に分類した。[結果] 静止立位時重心動揺と下肢筋力は負の相関を認め、FRTと下肢筋力は正の相関を認めた。また女性、79歳以上、11点未満群では静止立位時重心動揺と下肢筋力で負の相関を認め、女性、78歳以下、11点以上群ではFRTと下肢筋力で正の相関を認めた。[結語] 高齢者のバランス能力と下肢筋力の関連性には性差、年齢、老研式得点によって異なる特徴があることが示唆された。

キーワード: 高齢者、バランス能力、下肢筋力

¹⁾ 虹が丘病院 リハビリテーション科：長崎県長崎市虹が丘町1-1（〒852-8055）TEL 095-856-1112

²⁾ 長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科保健学専攻 理学・作業療法学講座

受付日 2008年4月1日 受理日 2008年5月26日

I. はじめに

近年、高齢化社会に突入し、高齢者が健やかな老後生活を営む上で高齢者の運動機能に関する研究がますます重要となってきた。加齢により体力の各要素は衰えるが、中でも平衡機能の低下は著しい¹⁾。平衡機能の評価には、静的及び動的なバランス評価があり、静的バランス評価には、静止立位時の重心動揺検査が広く用いられている²⁾。また、動的バランス評価には、移動能力の評価、転倒発生の予測などを目的とした様々な機能的評価法が開発されており、理学療法の臨床場面で利用価値が高いと言われている³⁾。高齢者のバランス能力の低下には、脳幹と小脳の細胞が次第に減少すること、関節や眼筋の固有受容体機能の低下、卵形囊と球形囊などの前庭系の変性、下肢の筋力低下などの因子が影響しており、それらが転倒の大きな要因となっている。その中でも、下肢の筋力低下は転倒の危険性を4.9倍も上昇させることが報告されている¹⁾。高齢者の筋力について、久保⁴⁾は、身体の部分的な筋力低下によっても全般的に活動性が低下し、社会参加が困難になるとし、長澤⁵⁾は、高齢者における起居動作や歩行・移動能力が自立するには、膝伸展筋力が重要であると報告している。つまり下肢筋力の低下は、バランス能力のみならず、日常生活にも大きな影響をきたす要因の一つであると考えられる。

高齢者におけるバランス能力の捉え方は様々であるが、高齢者のバランス能力と下肢筋力についての報告は多い。Nagasakiら⁶⁾や笠原ら⁷⁾は、片足立ちと下肢筋力について検討し、丸山ら⁸⁾は、機能的バランス評価法の中でもFunctional Balance Scale項目と下肢筋力との関係について検討している。その中で、臼田ら⁹⁾は、地域在住女性高齢者を対象にバランス能力と下肢筋力との関連について検討し、静止立位時重心動揺とは相関を認めず、機能的バランス能力とは相関を認めたとしているが、活動性の比較的高い高齢者を対象とした検討であり、今後は性差、身体的、社会的活動レベルを考慮した検討課題を残している。高齢者は様々な身体的、社会的活動レベルを有しており、それらを考慮した検討は少ない。高齢者のバランス能力に下肢筋力が及ぼす影響について身体的、社会的活動レベルにより検討することで、今後の対象者の選定に役立つものと思われる。本研究の目的は、高齢者のバランス能力を静止立位時の重心動揺と機能的バランス評価法を用いて測定し、下肢筋力との関連性について検討することである。さらに対象者を性差、年齢、活動レベル別に分類

し、バランス能力と下肢筋力との関連性についての検討も併せて行うことである。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、本研究の目的についての説明後に同意の得られた高齢者69名(男性15名、女性54名)であり、平均年齢は77.4歳(62~91歳)であった。対象者は、「転倒・骨折予防教室」の参加者及び通所リハビリテーションの利用者で、厚生労働省障害老人の日常生活自立度判定基準がJランクの者とした。

2. 方法

一般的身体状況として、身長、体重を測定し、活動レベルの評価には、老研式活動能力指標¹⁰⁾(以下、老研式)を用いた。

バランス能力は、重心動揺計(アニマ社製荷重検査GS-620)を使用した静止立位時重心動揺の測定と、機能的バランス評価として、Functional Reach Test¹¹⁾(以下、FRT)を施行しリーチ距離を測定した。静止立位時の重心動揺は、サンプリング周期50msにて30秒間測定した。測定条件は、裸足にて上肢を自然下垂し前方マーカーを注視させ、足部の位置は、両側踵部の中心間距離が15cm、踵部中心と第2趾先端を結ぶ線が床面に対して垂直位となるように設定した。静止立位は、開眼条件下にて1回測定し、解析項目は総軌跡長、外周面積とした。FRTは静止立位と同条件で、右上肢90度屈曲位から最大限前方へリーチさせ1cm単位で2回測定し、最大値をリーチ距離として採用した。

下肢筋力は、Hand-held dynamometer; HHD(日本メディックス社製Power Track II)を用い、Danielsら¹²⁾の測定肢位を参考に、膝伸筋と足背屈筋をブレイク法¹²⁾にて測定した(図1)。測定肢位は、深く腰掛けた端座位で、足部は床面から離れた状態とした。測定は、左右それぞれ2回ずつ行い、左右側関係なく最高値を採用し、体重比を求めた。

分析は、総軌跡長、外周面積、FRTと下肢筋力との関連性について、Spearmanの順位相関を用いて検討した。さらに、性差、年齢、活動レベル別に分類し検討を加えた。年齢は対象者の年齢分布より中央値の78歳以下群、79歳以上群に分類し、活動レベルは、古谷野ら¹³⁾の研究を参考に、老研式の得点で11点未満群、11点以上群に分類した。それぞれ各分類別での測定項目の比較についてMann-WhitneyのU検定を用い検討し、ま

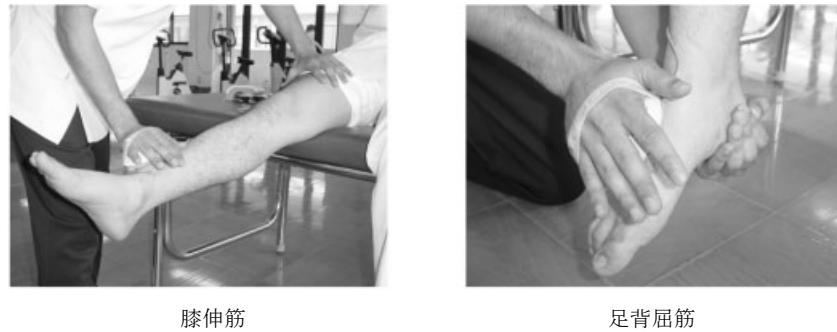


図1 下肢筋力測定

た性差, 年齢, 老研式得点別でのバランス能力と下肢筋力との関連性についても Spearman の順位相関を用いて検討を加えた。なお, 全ての統計手法とも有意水準は5%未満とした。

III. 結果

測定項目の結果は, 老研式得点が 10.3 ± 3.2 点, 総軌跡長が 40.3 ± 20.4 cm, 外周面積が 1.4 ± 1.2 cm², FRTが 27.8 ± 7.7 cm, 膝伸筋が 2.3 ± 0.6 N/kg, 足背屈筋が 1.4 ± 0.5 N/kgであった (表1)。

下肢筋力との関連性は, 総軌跡長と膝伸筋($r = -0.588$, $p < 0.01$), 足背屈筋 ($r = -0.471$, $p < 0.01$) とともに有意な負の相関を認め, 外周面積と膝伸筋 ($r = -0.538$, $p < 0.01$), 足背屈筋 ($r = -0.446$, $p < 0.01$) とともに有意な負の相関を認めた。FRT は, 膝伸筋 ($r = 0.622$, $p < 0.01$), 足背屈筋 ($r = 0.625$, $p < 0.01$) とともに有意な正の相関を認めた。

各分類別の測定結果は, 性差別では男性が15名, 女性が54名であった。それぞれの老研式得点は 7.3 ± 3.3 点と 11.1 ± 2.6 点, 総軌跡長 54.4 ± 26.0 cmと 36.4 ± 16.9 cm, 外周面積 1.8 ± 1.1 cm²と 1.4 ± 1.2 cm², FRT 25.6 ± 8.1 cmと 28.4 ± 7.5 cm, 膝伸筋 1.9 ± 0.5 N/kgと 2.4 ± 0.6 N/kg, 足背屈筋 1.2 ± 0.4 N/kgと 1.5 ± 0.5 N/kgであり, 老研式得点, 総軌跡長, 膝伸筋, 足背屈筋において有意差が認められた (表2)。

年齢別では, 78歳以下群が37名, 79歳以上群が32名であった。それぞれの老研式得点は 11.8 ± 2.3 点と 8.4 ± 3.1 点, 総軌跡長 28.8 ± 8.6 cmと 53.7 ± 22.0 cm, 外周面積 0.8 ± 0.5 cm²と 2.2 ± 1.3 cm², FRT 31.6 ± 7.3 cmと 23.5 ± 5.6 cm, 膝伸筋 2.5 ± 0.6 N/kgと 2.0 ± 0.5 N/kg, 足背屈筋 1.7 ± 0.4 N/kgと 1.2 ± 0.4 N/kgであり, 全ての項目において有意差が認められた (表2)。

老研式得点別では, 11点未満群が28名, 11点以上群

表1 対象者の測定項目結果

項目	平均	中央値	最小	最大
年齢(歳)	77.4 ± 7.6	78.0	62	91
身長(cm)	149.7 ± 7.8	148.3	134.6	165.9
体重(kg)	49.9 ± 9.4	50.0	30.0	69.9
老研式活動能力指標(点)	10.3 ± 3.2	12.0	2	13
静止立位時重心動揺				
総軌跡長(cm)	40.3 ± 20.4	35.1	13.0	99.0
外周面積(cm ²)	1.4 ± 1.2	1.7	0.2	5.3
FRT(cm)	27.8 ± 7.7	29.0	15.0	44.0
下肢筋力				
膝伸筋(N/kg)	2.3 ± 0.6	2.2	1.3	3.5
足背屈筋(N/kg)	1.4 ± 0.5	1.5	0.6	2.7

n=69

が41名であった。それぞれの老研式得点は 7.0 ± 2.4 点と 12.5 ± 0.7 点, 総軌跡長 52.3 ± 23.2 cmと 32.1 ± 13.3 cm, 外周面積 2.0 ± 1.4 cm²と 1.0 ± 0.8 cm², FRT 23.3 ± 5.8 cmと 30.9 ± 7.3 cm, 膝伸筋 1.9 ± 0.4 N/kgと 2.5 ± 0.5 N/kg, 足背屈筋 1.1 ± 0.4 N/kgと 1.6 ± 0.4 N/kgであり, 全ての項目において有意差が認められた (表2)。

対象者全体において下肢筋力と相関係数の高かった総軌跡長を代表値とし, 性差, 年齢, 老研式得点別に関連性を検討した。

男性では, 総軌跡長とFRTは, それぞれ膝伸筋, 足背屈筋と相関を認めなかった。一方, 女性では, 総軌跡長と膝伸筋, 足背屈筋との間に有意な負の相関を認めた。また, FRTと膝伸筋, 足背屈筋との間に有意な正の相関を認めた (表3)。

78歳以下群では, 総軌跡長は, 膝伸筋・足背屈筋ともに相関を認めなかった。FRTでは, 膝伸筋・足背屈筋ともに有意な正の相関を認めた。79歳以上群では, 総軌跡長と膝伸筋, 足背屈筋との間に有意な負の相関

表2 性差, 年齢, 老研式得点別での測定項目結果

項目	性差		年齢		老研式得点	
	男性	女性	78歳以下	79歳以上	11点未満	11点以上
人数	15	54	37	32	28	41
年齢 (歳)	79.7 ± 8.4	76.7 ± 7.4	71.4 ± 4.5	84.2 ± 3.7**	82.8 ± 5.6	73.6 ± 6.5**
身長 (cm)	159.0 ± 5.2	147.2 ± 6.3**	151.0 ± 6.5	148.2 ± 9.0	150.4 ± 9.6	149.3 ± 6.3
体重 (kg)	54.5 ± 8.7	48.6 ± 9.2*	53.1 ± 7.9	46.1 ± 9.6**	47.5 ± 10.0	51.4 ± 8.7
老研式活動能力指標 (点)	7.3 ± 3.3	11.1 ± 2.6**	11.8 ± 2.3	8.4 ± 3.1**	7.0 ± 2.4	12.5 ± 0.7**
静止立位時重心動揺						
総軌跡長 (cm)	54.4 ± 26.0	36.4 ± 16.9**	28.8 ± 8.6	53.7 ± 22.0**	52.3 ± 23.2	32.1 ± 13.3**
外周面積 (cm ²)	1.8 ± 1.1	1.4 ± 1.2	0.8 ± 0.5	2.2 ± 1.3**	2.0 ± 1.4	1.0 ± 0.8**
FRT (cm)	25.6 ± 8.1	28.4 ± 7.5	31.6 ± 7.3	23.5 ± 5.6**	23.3 ± 5.8	30.9 ± 7.3**
下肢筋力						
膝伸筋 (N/kg)	1.9 ± 0.5	2.4 ± 0.6*	2.5 ± 0.6	2.0 ± 0.5**	1.9 ± 0.4	2.5 ± 0.5**
足背屈筋 (N/kg)	1.2 ± 0.4	1.5 ± 0.5*	1.7 ± 0.4	1.2 ± 0.4**	1.1 ± 0.4	1.6 ± 0.4**

* p<0.05 **p<0.01

を認め、FRTと足背屈筋との間には有意な正の相関を認めた(表3)。

11点未満群では、総軌跡長は、膝伸筋、足背屈筋ともに有意な負の相関を認めた。FRTでは、膝伸筋、足背屈筋ともに相関を認めなかった。11点以上群では、総軌跡長と膝伸筋との間に有意な負の相関を認め、足背屈筋とは相関を認めなかった。FRTは、膝伸筋、足背屈筋ともに有意な正の相関を認めた(表3)。

IV. 考 察

今回、高齢者を対象に、バランス能力と下肢筋力との関連性について検討した。バランス能力と下肢筋力との関連性では、総軌跡長・外周面積と下肢筋力との間に負の相関を認め、FRTと下肢筋力との間に正の相関を認めた。Corriveauら¹⁴⁾は、高齢者の静止立位時の重心動揺に影響を及ぼす体性感覚・視覚・下肢筋力・反応時間の4つの要因との関係を一次構造方程式モデルにて検討し、開眼条件では下肢筋力の影響が他の要因よりも大きかったと報告している。また、藤原ら¹⁵⁾は20歳から79歳までの健常成人を対象に、最前傾位での重心動揺と下肢筋力との関連性について検討し、最前傾位のような筋活動量の多い立位姿勢では安定性の規定要因として筋力の重要性が増大すると報告している。今回の結果も、静止立位時重心動揺およびFRTに膝伸筋、足背屈筋の下肢筋力が関与していることが示された。

表3 性差, 年齢, 老研式得点別でのバランス能力と下肢筋力との相関係数

性差	総軌跡長		FRT	
	男性 (n=15)	女性 (n=54)	男性 (n=15)	女性 (n=54)
下肢筋力				
膝伸筋	-0.436	-0.53**	0.346	0.59**
足背屈筋	-0.396	-0.393**	0.355	0.612**

年齢	総軌跡長		FRT	
	78歳以下 (n=37)	79歳以上 (n=32)	78歳以下 (n=37)	79歳以上 (n=32)
下肢筋力				
膝伸筋	-0.326	-0.552**	0.449**	0.236
足背屈筋	0.003	-0.476**	0.436**	0.398*

老研式得点	総軌跡長		FRT	
	11点未満 (n=28)	11点以上 (n=41)	11点未満 (n=28)	11点以上 (n=41)
下肢筋力				
膝伸筋	-0.582**	-0.339*	0.364	0.355*
足背屈筋	-0.417*	-0.085	0.292	0.464**

* p<0.05 **p<0.01

性差, 年齢, 老研式得点別での結果より, 静止立位時重心動揺と下肢筋力との関連性では, 女性, 79歳以上群, 11点未満群において総軌跡長と膝伸筋・足背屈筋との間に負の相関を認め, 11点以上群では総軌跡長と膝伸筋との間に負の相関を認めた。Carterら¹⁶⁾は, 骨粗鬆症女性高齢者を対象に, 静止立位時重心動揺と膝伸筋の関連性について検討し, 静的バランスに膝伸筋が関与していると報告している。また, Wolfsonら¹⁷⁾は, 平均年齢80歳の地域在住高齢者を対象に, 静止立位時重心動揺と下肢筋力の関連性について検討し, 足部との接地面を不安定にさせた際, バランスを崩した回数が多い者はバランスを崩していない者と比較すると, 足背屈筋と負の相関を認め, 静止立位時重心動揺に下肢筋力がより関与していると報告している。今回の結果より, 79歳以上群と11点未満群は, 78歳以下群と11点以上群と比較すると, バランス能力・下肢筋力は有意に低く, 身体機能は低いと思われる。上述した先行研究より, 身体機能が低い対象者では, 静止立位時重心動揺に下肢筋力が影響しているものと考えられ, 79歳以上群と11点未満群では静止立位時重心動揺が下肢筋力を反映することが示唆された。また, 女性と11点以上群において, 総軌跡長と膝伸筋との間に関連性が認められたことについては, 静止立位では股屈筋, 股外転筋, 膝伸筋, 足背屈筋, 足底屈筋を対象とした下肢筋力の中でも膝伸筋が重要であると報告されており¹⁴⁾, 身体機能が高い対象者においても膝伸筋力は静止立位時重心動揺に関与しているものと思われた。

次に, FRTと下肢筋力との関連性では, 女性, 78歳以下群, 11点以上群においてFRTと膝伸筋・足背屈筋との間に正の相関を認め, 79歳以上群ではFRTと足背屈筋との間に正の相関を認めた。Bindaら¹⁸⁾は, 40名の地域在住高齢者を転倒恐怖群とコントロール群に分類し, 最前傾位での重心動揺と下肢筋力との関連性について検討している。その結果, 下肢筋力との間で正の相関を認め, 主にコントロール群で著明であったと報告している。また, Ringsbergら¹⁹⁾は, 75歳の地域在住女性を対象に, 静止立位時重心動揺・30m歩行時間と下肢筋力との関連性について検討し, 静止立位時重心動揺とは関連性を認めず, 30m歩行時間と関連性を認めたと報告している。今回の結果より, 女性, 78歳以下群, 11点以上群はバランス能力・下肢筋力は有意に高く, 上述の先行研究と同様に, 身体機能が高い対象者では, 静止立位時重心動揺には下肢筋力は関与しておらず, FRTに影響を及ぼしているものと考えられた。

本研究では, 高齢者の静止立位時重心動揺とFRTに

下肢筋力が関連していることが確認された。また, バランス能力と下肢筋力の関連性には, 性差, 年齢, 活動レベル別で異なる特徴があることが示唆された。女性, 年齢では78歳以下, 活動レベルでは老研式得点で11点以上の対象者では, 静止立位時重心動揺よりもFRTの方が下肢筋力の影響を受けるものと考えられた。しかし, 79歳以上または老研式得点で11点未満の対象者では, FRTよりも静止立位時重心動揺の方に下肢筋力は影響を及ぼすことが示唆された。今回, 女性の総軌跡長と足背屈筋, 79歳以上群のFRTと足背屈筋との間に関連性が認められたことに関しては, 本研究の結果からは明らかに出来ず, 今後は性差, 対象筋群に関する検討が必要であると思われた。またFRTに関して, 対馬ら²⁰⁾は運動戦略がリーチ距離, 重心動揺解析項目に影響を及ぼすと報告しており, 今後はFRT時の運動戦略を考慮した検討も必要であると思われた。

引用文献

- 1) 山田拓実: 高齢者の平衡機能と運動療法. 理学療法ジャーナル, 2007, **41**(1): 25-33.
- 2) 時田 喬: 重心動揺検査—その実際と解釈—. アニマ株式会社, 東京, 1996, pp1-37.
- 3) 内山 靖, 白田 滋, 山端るり子・他: 平衡機能. 理学療法ジャーナル, 1998, **32**(12): 949-959.
- 4) 久保 晃: 高齢者の筋力増強. 理学療法, 1999, **16**(6): 457-460.
- 5) 長澤 弘: 日常生活活動と筋力. 理学療法科学, 2003, **18**(1): 7-13.
- 6) Nagasaki H, Itoh H, Furuta T: A physical fitness model of older adults. *Aging*, 1995, **7**: 392-397.
- 7) 笠原美千代, 山崎裕司, 青木詩子・他: 高齢者における片脚立位時間と膝伸筋力の関係. 体力科学, 2001, **50**: 369-374.
- 8) 丸山 薫, 杉本 諭, 中城美香・他: 高齢者における膝伸筋力とFBS項目との関係. 理学療法—臨床・研究・教育, 2006, **13**: 15-20.
- 9) 白田 滋, 山端るり子, 遠藤文雄: 地域在住女性高齢者のバランス能力と下肢筋力, 歩行能力との関連性. 理学療法科学, 1999, **14**(1): 33-36.
- 10) 古谷野互, 柴田 博, 中里克治・他: 地域老人における活動能力の測定. 日本公衛誌, 1987, **34**: 109-114.
- 11) Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al.: Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol*, 1990, **45**: M192-197.
- 12) Daniels L, Worthingham C: 徒手筋力検査法—改訂第5版—. 協同医書, 東京, 1988, pp76-83.
- 13) Koyano W, Shibata H, Nakazato K, et al.: Measurement of competence: reliability and validity of the TMIG index of competence. *Arch Gerontol Geriatr*, 1991, **13**: 103-116.
- 14) Corriveau H, Hebert R, Raiche M, et al.: Postural stability in the elderly: empirical confirmation of a theoretical model. *Arch Gerontol Geriatr*, 2004, **39**: 163-177.

- 15) 藤原勝夫, 池上晴夫, 岡田守彦・他: 立位姿勢の安定性における年齢および下肢筋力の関与. 人類誌, 1982, **90**: 385-400.
- 16) Carter ND, Khan KM, Mallinson A, et al.: Knee extension strength is a significant determinant of static and dynamic balance as well as quality of life in older community-dwelling women with osteoporosis. *Gerontology*, 2002, **48**: 360-368.
- 17) Wolfson L, Judge J, Whipple R, et al.: Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 1995, **50**: 64-67.
- 18) Binda SM, Culham EG, Brouwer B: Balance, muscle strength, and fear of falling older adults. *Exp Aging Res*, 2003, **29**: 205-219.
- 19) Ringsberg K, Gerdhem P, Johansson J, et al.: Is there a relationship between balance, gait performance and muscular strength in 75-year-old women? *Age Aging*, 1999, **28**: 289-293.
- 20) 対馬栄輝, 対馬 均, 石田水里・他: 下肢の運動戦略と Functional Reach Test一足・股・踵上げ運動戦略の違いが Functional Reach距離, 重心の前後移動, 重心動揺面積に及ぼす影響一. 理学療法科学, 2001, **16**(4): 159-165.