

## 事例研究

## 高齢者における下肢筋力と多方向Functional Reachの関係

## The relationship between the lower limbs and the functional reach in older adults

小野 晃<sup>1)</sup>・琉子 友男<sup>2)</sup>・石川 成道<sup>2)</sup>  
 渋谷 公一<sup>1)</sup>・岩下 聡<sup>1)</sup>・熊谷 賢哉<sup>3)</sup>  
 Akira ONO<sup>1</sup>, Tomoo RYUSHI<sup>2</sup>, Narimichi ISHIKAWA<sup>2</sup>  
 Koichi SHIBUYA<sup>1</sup>, Satoru IWASHITA<sup>1</sup>, Kenya KUMAGAI<sup>3</sup>

## Abstract

This study investigated the relationship of maximum isometric strength (MIS) of the lower limbs with Multi-Directional Functional Reach (MDFR) in older adults. Subjects were younger (n=11) and nursing home residents (n=26). MIS of hip abductor, knee extensor, hip flexor and ankle dorsiflexor were measured using an electromechanical dynamometer.

MDFR of the subjects was measured by modifying the Multi-Directional Reach Test of Newton (2001). For the MDFR, subjects performed maximum reaches with outstretched arms to the forward (F), right forward (RF), right (R), right backward (RB), left backward (LB), left (L), and left forward (LF). MDFR was significantly correlated to MIS of the hip abductor and flexor in older adults. However, no significant correlation was found between MDFR and MIS in younger subjects. These results suggest that MDFR in older adults could be related to hip abduction and flexion.

**Key words** : multi-directional functional reach (MDFR), hip abduction, hip flexion, knee extension, ankle dorsiflexion, older adults

## I はじめに

立位時のバランス能力が高いという評価は、安静立位条件（静的バランス）において支持基底面中央部の重心動揺が小さいことであり、一方、身体を随意的にシフトさせる条件下（動的バランス）では、重心可動範囲が大きいことを意味する<sup>28)</sup>。高齢者の転倒事故は、歩行時や動作の切り換え時といった重心を移動させる局面で発生することを考慮すると、後者の評価が重要と考えられる。

身体を前後にシフトさせ、その重心可動範囲の加齢について検討した研究は、Murrayら<sup>20)</sup>、藤原ら<sup>9)</sup>によって報告されている。橋詰ら<sup>10)</sup>は、22歳から95歳までの男女148名を対象に静的立位姿勢での重心動揺距離、随意

的に身体を前後にシフトさせた時の最大範囲（AP%）、片足立ち保持時間を測定し、加齢変化について検討している。その結果、重心位置をシフトさせるバランス能力のほうが静的バランス能力に比較して、加齢による低下が早期に出現することを報告している。

安静立位保持能力の低下の背景は、神経細胞数の減少などによる中枢神経系の機能低下が主であるが、重心位置を随意的にシフトさせる能力の低下は、これらに加えて抗重力筋群の協調性の乱れや老年性萎縮などが示唆されている<sup>10)</sup>。種田ら<sup>27)</sup>は、141名の高齢者を対象に同様の研究を行い、重心動揺から得られる情報は主として神経系における中枢性制御の働きを反映し、重心可動範囲は体幹を支える筋機能の働きを反映しているものと推察している。

以上のように、重心可動範囲を評価する方法は、高齢

1) YMCA福祉スポーツ研究所 *The YMCA Institute of Human Services*

2) 東京都立大学大学院理学研究科 *Tokyo Metropolitan University*

3) 長崎国際大学人間社会学部社会福祉学科 *Nagasaki International University*

者におけるバランス能力の加齢現象をみるのに有効であると同時に、筋力との関連性が指摘されている。これらの方法は、すべて前後方向の重心可動範囲を分析したものである。しかしながら、重心可動範囲は左右を含めた多方向に存在する。

Hagemanら<sup>11)</sup>は、Balance Master Systemを用い、8方向の動的バランスについて高齢者群と若年者群の比較を行っている。彼らを用いた評価はモニター上に表示された中心ターゲットから8方向のターゲットまでの平均重心移動距離と、8方向ターゲットまで達するのに要した移動時間の加算値、および平均値であった。その結果、高齢者群は若年者群に比較して移動距離、移動時間ともに有意 ( $p < 0.001$ ) に長いことを報告している。小野と琉子<sup>23)</sup>は、同様の測定装置を用い、8方向の% LOS (8方向の有効支持基底面の最大値を身体傾斜の限界値: Limits of stability と規定し、そのLOSの相対値を示す) を指標にして高齢者群と若年者群とを比較した。その結果、高齢者における% LOSは、8方向のすべてにおいて劣っており ( $p < 0.01 \sim 0.05$ )、特にそれは前後方向であることを報告している。

このような先行研究で示した重心可動範囲を測定する装置は、いずれも実験室用の精密機器であるため、老人ホーム等のフィールドで用いるには困難である。

Duncanら<sup>3)</sup>は、簡便で立位での動的バランスを評価する目的で Functional Reach Test (FRT) を考案し、COPE (center of pressure excursion: 足圧中心偏倚) との相関関係 ( $r=0.71$ ) を確認している。この測定は、立位で肩屈曲90度に拳上した上肢をできるだけ伸ばさせ、その最大移動距離を計測するものである。移動距離の測定は肩の高さと床面とが平行に設置されたヤードスティックを用いている。Duncanらの方法は前方のみの測定であったが、Newtonら<sup>22)</sup>は、前・後・左・右の4方向でのMulti Directional Reach Test (MDRT) を考案している。彼らは、高齢者245名を対象に転倒経験群 (過去

6ヶ月間) と非経験群に分類してMDRTによる各測定値を比較した結果、転倒経験群は後方で劣ることを報告している。

このように Functional Reachの測定は、簡便でありながら高齢者のバランス能力を評価できること、転倒の危険性を予知するうえで有効な手段であることが考えられるが、著者らが知る限り4方向以上の方向での検討、高齢者にとって顕著な加齢現象を示す下肢筋力との関係についての報告はない。

本研究の目的は、高齢者における下肢筋力と多方向 (前、右前、右、右後、左後、左、左前) Functional Reach (以下MDFRとする) の関係について明らかにすることである。

## II 方法

### 1. 被検者

被検者は、健康な若年者11名 (男子5名、女子6名、年齢18~20歳) および高齢者26名 (男子5名、女子21名、年齢71~83歳) であった。高齢者は老人ホーム入所者であり、中枢および末梢神経系、筋骨格系に疾患等のある者は除外した。被検者の身体特性は表1に示してある。

測定は、被検者全員に対して測定の意義、方法、利益、不利益、危険性等の説明を行い、インフォームド・コンセントを得て行われた。

### 2. 7方向 Functional Reach の測定

MDFRの測定は、半径45~60cmのドーナツ状をした板の上に、7方向 (前方、左右前方、左右、左右後方) に対する直線スケールを取り付けた装置を作成して計測した (写真1)。被検者の立位条件は安静立位とした。両足の前後位置は円の中心にもうけた規定線に外果

表1 若年者群と高齢者群の身体特性

	若年者群 (n=11)	高齢者群 (n=26)
年齢 (歳)	18.2 ± 0.6	75.6 ± 3.8 **
身長 (cm)	161.6 ± 6.3	151.5 ± 7.9 **
体重 (kg)	57.5 ± 6.8	50.2 ± 7.3 **
Fat Wt (kg)	14.1 ± 5.0	11.2 ± 3.5
LBM (kg)	43.4 ± 6.3	39.0 ± 6.1
臍高 (cm)	95.9 ± 3.4	88.0 ± 5.0 **
上肢長 (cm)	66.7 ± 3.1	66.3 ± 3.9

$p < 0.01$  \*\*



写真1 多方向Functional Reachの測定風景

(malleolus lateralis)の前端を合わせた。左右の位置は身長の違い(76 144cm:S,145 165cm:M,166 203cm:T)によって、プレート上にあるS(中心から11cm)、M(13.25cm)、T(14.25cm)のラインのいずれかに踵の外側を合わせた<sup>23)</sup>。この足位置はすべての測定が終了するまで移動しないよう指示した。スケールの高さ(台高)は各被検者の臍の高さとした。前方、右前方、右、右後方への測定は、左手を体側に付けて右手を最大に伸ばした移動距離(足の位置を変えずに戻ってこれる条件)を計測した。左前方、左、左後方は左手の最大移動距離を測定した。評価は各測定を3回実施し、その最大値を用いた。なお、この移動距離は円の中心からの距離を示しているが、スケールが取り付けられている45cmからの距離を用いた。

### 3. 下肢筋力の測定

等尺性最大下肢筋力の測定は、徒手筋力計 Power Track Commander(日本MEDIX社製)を用いて測定した。測定項目は、Hip Abduction(股関節外転:中殿筋,以下H.A.とする)、Knee Extension(膝関節伸

展:大腿四頭筋,以下K.E.), Hip Flexion(股関節屈曲:腸腰筋,以下H.F.), Ankle Dorsiflexion(足関節背屈:前脛骨筋,以下A.D.)の左右について計測した。筋力の測定は十分な休息を入れながら左右3回ずつ計測し、その最大値(単位:N)を測定値とした。

### 4. 体組成の測定

体組成の測定は、インピーダンス法(タニタ社製)により体重と体脂肪率の値から脂肪量(kg)、除脂肪量(kg)を算出した。

### 5. 統計処理

若年者群と高齢者群における平均値の比較は、両群間の分散に有意差があるか否かを検定し、有意差が確認された項目は、コクランコックス法を用いた有意差検定を行った。各筋力間相互の関係、MDFRにおける各方向間関係、および下肢筋力とMDFRの関係はピアソンの相関係数を用いた。本研究の統計的仮説検定の有意水準は5%とした。

## III 結果

### 1. 若年者群と高齢者群における下肢筋力の比較

表2は、両群における下肢諸筋力について比較したものである。高齢者群の各筋力は、若年者群に比較して有意に低い値を示した。各筋力の高い順位は、左右の加算値で比較するとH.F.(腸腰筋)、H.A.(中殿筋)、k.E.(大腿四頭筋)、A.D.(前脛骨筋)であり、この傾向は両群ともに同様であった。青年群に対する高齢者群の比はH.A.:56.7~61.1%、K.E.:72.9~77.8%、H.F.:56.5~60.0%、A.D.:73.1~71.1%であった。

表2 若年者群と高齢者群の下肢筋力の比較

		若年者群	高齢者群	
Hip Abduction(N)	(R)	277.0 ± 47.2	157.5 ± 30.1	**
	(L)	258.0 ± 47.0	157.1 ± 37.2	**
Knee Extension(N)	(R)	219.4 ± 19.9	159.9 ± 29.8	**
	(L)	185.8 ± 31.6	144.6 ± 33.8	**
Hip Flexion(N)	(R)	309.3 ± 52.9	174.6 ± 34.2	**
	(L)	284.7 ± 27.5	171.7 ± 39.4	**
Ankle Dorsiflexion(N)	(R)	173.1 ± 43.9	126.6 ± 35.1	**
	(L)	169.7 ± 33.0	120.6 ± 34.1	**
N: Newton			p < 0.01	**

表3 各筋力間の相関係数

	H.A.(右)	H.A.(左)	K.E.(右)	K.E.(左)	H.F.(右)	H.F.(左)	A.D.(右)	A.D.(左)
H.A.(右)	1.00							
H.A.(左)	0.68 **	1.00						
K.E.(右)	0.47 *	0.44	1.00					
K.E.(左)	0.38	0.59 **	0.73 **	1.00				
H.F.(右)	0.50 **	0.73 **	0.56 **	0.62 **	1.00			
H.F.(左)	0.36	0.65 **	0.53 **	0.69 **	0.86 **	1.00		
A.D.(右)	0.28	0.52 **	0.62 **	0.60 **	0.70 **	0.73 **	1.00	
A.D.(左)	0.47 *	0.55 **	0.62 **	0.64 **	0.68 **	0.62 **	0.87 **	1.00
-----								
H.A.(右)	1.00							
H.A.(左)	0.59	1.00						
K.E.(右)	-0.37	-0.27	1.00					
K.E.(左)	-0.03	0.29	0.01	1.00				
H.F.(右)	0.44	0.42	0.24	-0.08	1.00			
H.F.(左)	0.27	0.31	0.45	0.33	0.80 **	1.00		
A.D.(右)	0.42	-0.08	0.12	-0.09	0.35	0.56	1.00	
A.D.(左)	0.61 *	0.47	-0.02	0.44	0.43	0.53	0.39	1.00

H.A. : Hip Abduction K.E. : Knee Extension H.F. : Hip Flexion A.D. : Ankle Dorsiflexion p<0. 01 \*\* p<0. 05 \*

表4 若年者群と高齢者群の多方向 F . R . の比較

	若年者群	高齢者群	
前	60.8 ± 5.2	49.6 ± 8.3	**
右前	63.6 ± 4.9	54.5 ± 8.8	**
右	61.3 ± 3.7	56.1 ± 8.6	*
右後	53.7 ± 3.1	51.4 ± 8.9	
左後	50.9 ± 6.4	49.8 ± 8.5	
左	57.7 ± 5.4	52.6 ± 7.9	
左前	60.2 ± 7.1	53.4 ± 7.4	*
7方向平均	58.0 ± 3.2	52.4 ± 7.9	**

p<0. 01 \*\* p<0. 05 \*

表3は、高齢者群および若年者群における各筋力間の関係について相関係数で示したものである。高齢者群は、各筋力相互において有意な相関関係を示したが、若年者群では2項目を除き有意な相関関係は認められなかった。

2. 若年者群と高齢者群における多方向 Functional Reach の比較

表4は、両群における MDFR について比較したものである。高齢者群は全方向とも若年者群より劣り、前方、右、左右前方は有意に劣る方向であった。若年者比は81.6 ~ 91.2%であり、顕著に低い方向は前方であった。

表5は、両群における各方向間の関係について相関係数で示したものである。高齢者群は全方向においてそれぞれ有意な相関関係を示した。特に右側は各方向との相関係数が高い方向であった。一方、若年者群では高齢者

群で示されたような顕著な相関関係は示さなかった。

3. 高齢者群における多方向 Functional Reach と体格・体組成の関係

表6は、高齢者群における MDFR と体格・体組成の関係について相関係数で示したものである。MDFRは、身長、体重といった体格要素と有意な相関関係が認められた。体重を構成している脂肪量および除脂肪量と MDFR の関係は、筋量の指標である除脂肪量との間に有意な相関関係が認められたが、脂肪量では認められなかった。身長、臍高、上肢長といった長育要素との関係は、身長において全方向とも有意な相関関係があり、臍高では4方向（前方、左右、左前方）において有意であった。しかし、上肢長では全方向とも有意な相関関係は認められなかった。

表5 7方向F・R間の相関係数

	前	右前	右	右後	左後	左	左前	7方向平均
前	1.00							
右前	0.93 **	1.00						
右	0.81 **	0.93 **	1.00					
右後	0.70 **	0.82 **	0.90 **	1.00				
左後	0.67 **	0.84 **	0.92 **	0.92 **	1.00			
左	0.82 **	0.91 **	0.94 **	0.86 **	0.91 **	1.00		
左前	0.92 **	0.95 **	0.93 **	0.81 **	0.84 **	0.92 **	1.00	
7方向平均	0.88 **	0.97 **	0.98 **	0.91 **	0.93 **	0.97 **	0.96 **	1.00
前	1.00							
右前	0.84 **	1.00						
右	0.29	0.58	1.00					
右後	-0.03	-0.16	0.01	1.00				
左後	0.05	-0.16	0.05	0.85 **	1.00			
左	0.40	0.22	0.34	0.63 *	0.81 **	1.00		
左前	0.66 *	0.56	0.60	0.15	0.38	0.77 **	1.00	
7方向平均	0.66 *	0.58	0.54	0.57	0.68 *	0.88 **	0.80 **	1.00

p < 0.01 \*\*      p < 0.05 \*

表6 7方向F・Rと体格および体組成の相関係数(高齢者群)

	身長	体重	臍高	上肢長	Fat Wt	LBM
前	0.72 **	0.55 **	0.50 **	0.32	0.17	0.55 **
右前	0.69 **	0.60 **	0.46 *	0.24	0.15	0.62 **
右	0.60 **	0.58 **	0.35	0.18	0.14	0.61 **
右後	0.42 *	0.45 *	0.22	0.15	0.06	0.50 **
左後	0.41 *	0.44 *	0.22	0.09	0.13	0.45 *
左	0.50 **	0.47 *	0.27	0.16	0.12	0.48 *
左前	0.73 **	0.62 **	0.50 **	0.21	0.14	0.66 **
7方向平均	0.61 **	0.55 **	0.37	0.20	0.14	0.58 **

p < 0.01 \*\*      p < 0.05 \*

#### 4. 身長あたりの多方向 Functional Reach と下肢諸筋力の関係

表7, 8は, 両群における身長あたりの MDR と下肢諸筋力の関係について示したものである。高齢者群の MDR は下肢諸筋力との間に有意な相関関係があり, 特に H.F. (腸腰筋), H.A. (中殿筋) は顕著であった。

若年者群は, いずれも有意な正相関がみとめられず, 高齢者群とは異なる傾向を示した(表8)。

### IV 論議

#### 1. 下肢筋力の比較

加齢に伴う筋力は, 50 ~ 60歳代から急激に低下することが知られている<sup>1,4,26)</sup>。筋力の低下は筋断面積の減少によるものであるが, 筋線維タイプ別では速筋線維のほうが遅筋線維に比して減少が大きいこと<sup>15,16,17)</sup>が明らかにされている。また, 運動神経では運動神経ニューロン

数が60歳より減少し<sup>29)</sup>, 速筋線維を支配している太いニューロンのほうが遅筋線維を支配している細いニューロンよりも減少が大きいこと<sup>18)</sup>が報告されている。このような加齢現象による速筋線維や太いニューロンの選択的低下は, 高齢者にみられる瞬時に大きな力を発揮する動きができなくなる要因と考えられる。また, 筋力の低下は上肢に比較して下肢のほうが著しいことも知られている<sup>12,13,14)</sup>。

本研究では, 高齢者にとって低下率が高いとされている下肢筋力を股関節外転(中殿筋), 膝関節伸展(大腿四頭筋), 股関節屈曲(腸腰筋), 足関節背屈(前脛骨筋)の4筋群(左右)について若年者比を算出した。その結果, 腸腰筋(右56.5%, 左60.0%), 中殿筋(右56.7%, 左60.0%)といった股関節周辺の筋力が他の筋力に比較して顕著に低く, 加齢の影響を受けやすいことが示された。腸腰筋の起始は腸骨内側面, 仙骨底部, 第12胸椎体側面, 第1~5腰椎体であり, 停止は大腿小転子および大腿骨幹である。したがって, この筋は膝を挙げる動

表7 身長あたりのF・R・と下肢筋力の相関係数(高齢者群)

	H.A.(右)	H.A.(左)	K.E.(右)	K.E.(左)	H.F.(右)	H.F.(左)	A.D.(右)	A.D.(左)
前	0.49 *	0.47 *	0.31	0.24	0.47 *	0.55 **	0.40 *	0.34
右前	0.35	0.54 **	0.19	0.30	0.52 **	0.63 **	0.42 *	0.35
右	0.26	0.48 *	0.17	0.30	0.49 *	0.64 **	0.38	0.23
右後	0.18	0.42 *	0.01	0.15	0.38	0.47 *	0.21	0.10
左後	0.08	0.37	-0.04	0.11	0.32	0.50 **	0.22	0.05
左	0.17	0.32	0.12	0.16	0.26	0.46 *	0.28	0.09
左前	0.40 *	0.49 *	0.24	0.30	0.52 **	0.64 **	0.43 *	0.29
7方向平均	0.29	0.48 *	0.14	0.24	0.45 *	0.60 **	0.36	0.22

H.A.: Hip Abduction K.E.: Knee Extension H.F.: Hip Flexion A.D.: Ankle Dorsiflexion p<0.01\*\* p<0.05\*

表8 身長あたりのF・R・と下肢筋力の相関係数(若年者群)

	H.A.(右)	H.A.(左)	K.E.(右)	K.E.(左)	H.F.(右)	H.F.(左)	A.D.(右)	A.D.(左)
前	0.17	-0.07	0.17	-0.20	-0.28	-0.25	-0.08	-0.01
右前	0.16	-0.22	0.28	-0.08	-0.44	-0.27	0.11	0.11
右	-0.06	-0.28	-0.35	-0.19	-0.81 **	-0.72 *	0.00	-0.24
右後	0.06	0.04	-0.34	-0.03	-0.13	-0.25	-0.12	-0.49
左後	0.23	0.35	-0.48	0.02	0.19	-0.10	-0.17	0.01
左	0.54	0.30	-0.60	-0.17	0.09	-0.18	0.01	0.13
左前	0.35	0.08	-0.51	0.00	-0.27	-0.28	-0.02	0.31
7方向平均	0.37	0.09	-0.40	-0.19	-0.36	-0.51	-0.09	-0.10

H.A.: Hip Abduction K.E.: Knee Extension H.F.: Hip Flexion A.D.: Ankle Dorsiflexion p<0.01\*\* p<0.05\*

作と同時に、直立位で後方にバランスを崩した際に前方に戻すための拮抗筋としての役割をしている。また、速く走る、歩く際には膝を素早く挙げるために重要であり、日常生活動作の中では風呂などをまたぐ動作、階段を昇る動作等に関連しているため、腸腰筋の筋力低下がこのような動作に制限を与える一要素と考えられる。

中殿筋は腸骨稜後面と大腿骨大転子外側面を結び、股関節外転、股関節外転位に伴う股関節外旋、股関節の内旋を司っている。また、中殿筋は小殿筋とともに歩行中に体重が片足にかかった場面で逆側の臀部が下方へ落ちないように支えている。中殿筋の筋力が低下すると反対側の骨盤が下がり、体幹のバランスがとれなくなり、それを補正するために体幹を起立側に傾けて重心を移動する歩き方となる。

したがって、高齢者の歩き方において膝が挙がらない、左右に揺れるパターン、素早い動きができないといった要因は、腸腰筋、中殿筋の筋力低下があると考えられる。また、本研究では、各筋力間との相関関係について検討した結果、特に腸腰筋が各筋力との間に高い相関関係を示した。すなわち、腸腰筋の筋力をみることで、下肢筋力全体の加齢現象を予測できる一つの指標と考えられる。

## 2. MDFRの比較

小野と琉子<sup>23)</sup>は8方向の%LOSについて高齢者群と若年者群の比較を行い、各方向における若年者比は、前:81.6%、右前:94.0%、右:93.2%、右後:77.5%、後:67.3%、左後:75.6%、左:91.7%、左前:94.3%であった。本研究の7方向MDFRにおける若年者比は前:81.0%、右前:85.0%、左前:88.0%、右:91.0%であり、有意差が認められなかった左、および左右後方は91.0~97.0%であった。このように前方の値は、ほぼ同様の値を示したが、左右後方では異なる結果であった。この要因として、Balance Masuter Systemの測定は、両手を体側に着つけ、モニターを見ながら身体を棒状に固定して身体を傾斜していくのに対し、MDFRの左右後方への測定は視線が施行方向に向けられ、体幹や膝・腰のひねり動作が加わり、筋力と同時に柔軟性の要素を含むといった方法の違いと考えられる。この点については、今後、MDFRと諸関節における柔軟性との因果関係を検討する必要がある。

本研究では7方向相互の関係について検討した結果、高齢者群は全方向間で有意な正相関を示した。このことは、ある特定の方向を測定することで多方向のバランス能力を評価できることを示し、特に右方向が他方向間と高い相関係数を示した。この点については、利き手、非

利き手についての検討がさらに必要と考えられる。

### 3. MDFRと体格・体組成の関係

立位で足の位置を固定した条件にて、遠くの物を捕る動作や手を伸ばすといった動作は、身長や上肢長が高いほうが有利である。また、体幹や下肢の諸関節の柔軟性、バランスを保持するために必要な筋力、筋量の優劣も関係していると考えられる。本研究ではMDFRと身長、臍高、上肢長といった高さの要素、体組成では体重と体重を構成している脂肪量、除脂肪量との関係について検討した。その結果、高齢者群は、身長、体重、除脂肪量と有意な相関関係を示した。したがって、MDFRは身長の高さに影響されること、体重の要素は脂肪量ではなく、筋量の指標となる除脂肪量の大小に影響されることが示された。Fronteraら<sup>8)</sup>、Flynnら<sup>5)</sup>は、高齢期の体重減少は主に除脂肪量の減少であると指摘している。また、Forbesら<sup>6)</sup>は、加齢に伴う除脂肪量の減少が男性0.34%/yr、女性0.22%/yrであることを明らかにし、除脂肪量の変化が加齢現象を示す指標であると指摘している。さらに、Frostら<sup>7)</sup>、宮本ら<sup>19)</sup>は除脂肪量が骨塩量の獲得にも関与していることを指摘している。下肢筋力と骨密度の間には高い相関関係があり、骨密度の減少に先立ち下肢筋力が低下すること<sup>2)</sup>から、MDFRを評価することは、高齢者の骨密度、筋量の状態を知る指標にもなると考えられる。

### 4. MDFRと下肢筋力の関係

高齢者における筋力・バランス能力は、体力要素の中でも低下の程度が大きいことが知られている<sup>21)</sup>。小野と琉子<sup>24)</sup>は、高齢者における下肢筋厚および脚伸展力と多方向の動的バランス(Balance Master System)の関係を検討するために、若年者群との比較研究を行っている。その結果、高齢者群は大腿部前面(大腿四頭筋)の筋厚、脚伸展力の成績が高い者ほど動的バランスの成績が高いことを報告している。さらに、小野と琉子<sup>25)</sup>は、高齢者の動的バランス能力(%LOS)で顕著に劣る方向が前後方向であり、特に後方への%LOSが減少することから<sup>23)</sup>、身体を傾斜させる時に拮抗筋の役割をする腸腰筋、および前脛骨筋の筋力と動的バランスの関係について若年者群との比較を行っている。その結果、高齢者群は腸腰筋の筋力と動的バランス能力との間に有意な相関関係があり、前脛骨筋では有意な相関関係がなかったと報告している。

本研究では、MDFRと中殿筋、大腿四頭筋、腸腰筋、前脛骨筋の各筋力との関係について検討した。その結果、

高齢者群は、これらの筋力の中でも特に腸腰筋、中殿筋といった股関節周辺の筋力がMDFRと有意な相関関係を示した。また、前脛骨筋は右側の筋力と3方向との関係を除き有意な相関関係はなく、大腿四頭筋では左右とも全方向と有意な相関関係は認められなかった。

このように、本研究では先行研究にて示された大腿四頭筋との相関関係は見いだせなかったが、腸腰筋、中殿筋の筋力との間に有意な相関関係が得られた。大腿四頭筋との関係については、測定方法の差異があるので今後、被検者数を増やして再検討する必要がある。腸腰筋については、%LOS、MDFRであっても有意な相関関係が示され、高齢者は足関節周辺(前脛骨筋)の筋力に比較して、股関節周辺(中殿筋、腸腰筋)の筋力が動的バランスの制御に主たる役割をしていると考えられる。高井ら<sup>28)</sup>は、高齢者の姿勢制御特性について、足部筋群を瞬時にかつ円滑に活用できないこと。足踵の把握力や筋力が低下しているため、質量の配分を利用して、筋力が小さくて済む股関節制御を主に利用する傾向があることを報告している。本研究における足部筋群(前脛骨筋)の若年者比は右73.1%、左71.0%であり、腸腰筋は右56.5%、左60.3%を示し、股関節の筋力に比較して前脛骨筋のほうが加齢の影響を受けにくいことが示された。しかし、MDFRとの相関関係で比較すると腸腰筋のほうが明らかに高いことが示された。このことは、動的バランスが足関節筋力の低下に起因しているのではなく、制御方法が異なることを示している。すなわち、高齢者における動的バランスの制御は、腸腰筋、中殿筋といった股関節周辺の残存筋力が重要な役割を演じているものと考えられる。

## V 結論

高齢者における多方向Functional Reachを指標とした動的バランスに関係していた下肢筋力は、股関節を屈曲、外転させる腸腰筋、中殿筋であった。この傾向は若年者にはない高齢者特有のものであった。

## 参考文献

- 1) Bembem, M.G., et al. (1991) Isometric muscle force production as a function of age in healthy 20-to 74yr-old men. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 23, 1302-1310
- 2) Calmels, P., et al. (1995) Cross sectional study of

- muscle strength and bone mineral density in a population of 106 women between the ages of 44 and 87 years: relationship with age and menopause, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 70, 180-186
- 3 ) Duncan, P.W., et al ( 1990 ) Functional reach: a new clinical measure of balance. *J. Gerontol. Med. Sci.*, 45, 192-197
- 4 ) Fisher, N.M., et al.(1990) Maximal isometric torque of knee extension as a function of muscle length in subjects of advanced age. *Arch. Phys. Med.*, 71, 729-734
- 5 ) Flynn, M. A., et al., (1989) Total body potassium in aging humans:A longitudinal study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 50, 713-717
- 6 ) Forbes, G. B., (1976) The adult decline in lean body mass. *Hum. Biol.*, 48, 161-173
- 7 ) Frost, H. M., (1987) Bone “ mass ” and the “ mechanostat ” : a proposal. *Anatomical Record*, 219, 1-9
- 8 ) Frontera, W. R., et al., (1991) A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45 to 78-year-old men and women. *Am. J. Appl. Physiol.*, 644-650.
- 9 ) 藤原勝男, 池上晴夫ほか (1982) 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*, 90, 385-400
- 10 ) 橋詰謙, 伊藤元ほか ( 1986 ) 立位保持能力の加齢変化. *日本老年医学雑誌*, 20, 85-91
- 11 ) Hageman, P. A., et al., (1995) Age and gender effects on postural control measures. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 76, 961-965
- 12 ) 池上晴夫, (1986) 高齢者の生理機能の特徴と運動上の注意事項, *体育の科学*, 37, 648-652
- 13 ) 古名丈人, 長崎浩ほか, ( 1995 ) 都市および農村地域における高齢者の運動能力, *体力科学*, 44, 347-356
- 14 ) 衣笠隆, 長崎浩ほか, ( 1994 ) 男性 ( 18 - 83 歳 ) を対象にした運動能力の加齢変化の研究, *体育科学*, 43, 343-351
- 15 ) Larsson, L., et al. (1978) Histochemical and biochemical changes in human skeletal muscle with age in sedentary males, age 22-65 years. *Acta. Physiol. Scand.*, 103, 31-39
- 16 ) Lexell, J., et al. ( 1988 ) What is cause of the aging atrophy? total number, size and propotion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15 to 86-year-old men. *J. Meurol. Sei.*, 84, 275-294
- 17 ) Lexell, J. and C. C. Taylor,. (1991) Variability in muscle fibre areas in whole human quadriceps muscle: effects of uncreasing age. *J. Anat.*, 174, 239-249
- 18 ) Mittal, k. R., and Logmani, F. H., et al. (1987) Age-related reduction in 8th cervical ventral nerve root myelinated fiber diameters and numbers in man. *J. Gerontol.*, 42, 8-10
- 19 ) 宮本章次, 石河利寛ほか, (1999) ゲートボールの実施が高齢女性の骨密度に及ぼす影響. *体育学研究*, 44, 493-499
- 20 ) Murray, M. P., et al. (1975) Norml postual stability and steadiness. *J. Bone Joint Sur.*, 57, 510-516
- 21 ) 中比呂志, 出村慎一ほか, ( 1997 ) 高齢者における体格・体力の加齢に伴う変化及びその性差. *体育学研究*, 42, 84-96
- 22 ) Newton, R. A., (2001) Validity of the multi-directional reach test: a practical measure for limits of stability in older adults. *J. Gerontol. Med. Sci.*, 56, 248-252
- 23 ) 小野晃, 琉子友男 ( 1999 ) 静的・動的姿勢制御能の若年者と高齢者の比較. *日本生理人類学会誌*, 4, 7-13
- 24 ) 小野晃, 琉子友男, ( 2001 ) 高齢者における下肢筋厚および筋力が動的バランスに及ぼす影響. *日本生理人類学会誌*, 6, 17-22
- 25 ) 小野晃, 琉子友男ほか, ( 2001 ) 高齢者における下肢筋力および骨梁面積率が動的バランスに及ぼす影響. *医療体育*, 20, 55-64
- 26 ) Stanley, S. N. and N. A. S. Taylor. ( 1993 ) Isokinetic muscle mechanics in four groups of women of ncreasing age. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 66, 178-184
- 27 ) 種田行男, 永松俊哉ほか ( 1991 ) 高齢者の日常生活における身体活動能力 ( 生活体力測定法の開発に関する研究. *体力医学*, 78, 1-9
- 28 ) 高井逸史, 宮野道雄ほか ( 2001 ) 加齢による姿勢制御. *日本生理人類学会誌*, 6, 11-16
- 29 ) Tomlinson. B. E., and Irving, D., (1977) The numbers of limb motor neurons in the human lumbosacral cord throughout life. *J. Neurol. Sci.*, 34, 213-219