

短 報

高齢者のフォワードランジにおける後脚の運動特性

崎野 祐吾、山田 隆司、上野 智浩

河北病院リハビリテーション科

武岡 健次、向井 公一

四條畷学園大学 リハビリテーション学部

キーワード

高齢者、フォワードランジ、重心動揺

要 旨

フォワードランジ (forward lunge : 以下FL) の後脚は身体重心の前方移動の推進と後方移動の制動を担っている。今回、高齢者のFL動作における後脚の関節運動と片脚支持の重心動揺を測定し、後脚の運動とバランス機能の関連を明らかにすることを目的とした。高齢群は左右方向への重心動揺が大きく、床反力の左右成分においても若年群に比べて有意に大きな数値を示した。高齢者のFL動作における後脚の働きは、左右方向への重心移動を制動する能力低下を反映するものと考えられた。若年群では重心動揺測定値とステップ比に高い相関が認められたが、高齢群では認められなかった。これは、開眼片脚起立バランスの低下した高齢者においては、FL動作の後脚が推進力を発生よりも動作時の重心の制動に機能することを示唆していると考えられた。

はじめに

フォワードランジ (forward lunge : 以下FL) はバトミントンやフェンシングなどの競技場面で見られる、片脚下肢を前方へ大きく踏み込んだ姿勢から開始肢位に戻るまでの一連の動作である。動作の位相は開始肢位 (start position)、踵接地 (heel contact)、静止時 (static position)、足尖離地 (toe off)、終了肢位 (end position) に分類される (図1) ^{1) 2)}。FLは主に骨関節疾患の筋力強化やバランス獲得を目的とした運動療法に活用されている。FLは立位から片側下肢を大きく前方へ振り出す動作であり、歩行に比べて前方および下方への重心移動が大きく、下肢の運動機能を反映する指標であると考えられる。前脚では新しい支持基底面の作成の他、重心移動を制動する役割を持っている。一方、後脚は身体重心の前方移動の推進と後方移動の制動を担っているとされている¹⁾。本研究ではFLの後脚に着目し、各位相における後脚の関節角度、開眼片脚起立における重心動揺測定、FL動作における後脚の床反力を測定し、高齢者における後脚の運動特性を明らかにすることを目的とした。

対象と方法

1. 対 象

対象は健常な高齢者9名 (男性4名、女性5名) とし、平均年齢は 74.7 ± 5.1 歳 (68~82歳)、平均身長は 153.6 ± 7.6 cm (144~162cm)、平均体重は 55.8 ± 10.7 kg (40~72kg) であった。比較対象として若年者9名 (男性3名、女性6名) とし、平均年齢は 20.8 ± 2.0 歳 (20~26歳)、平均身長は 163.2 ± 6.5 cm (155~175cm)、平均体重は 55.3 ± 7.9 kg (46~70kg) であった (表1)。

表1 高齢群と若年群

	高齢群 (n=9)		若年群 (n=9)	
	男性4名	女性5名	男性3名	女性6名
年齢	74.7 ± 5.1 years		20.8 ± 2.0 years	
身長	153.6 ± 7.6 cm		163.2 ± 6.5 cm	
体重	55.8 ± 10.7 kg		55.3 ± 7.9 kg	

年齢、身長、体重は平均値±標準偏差

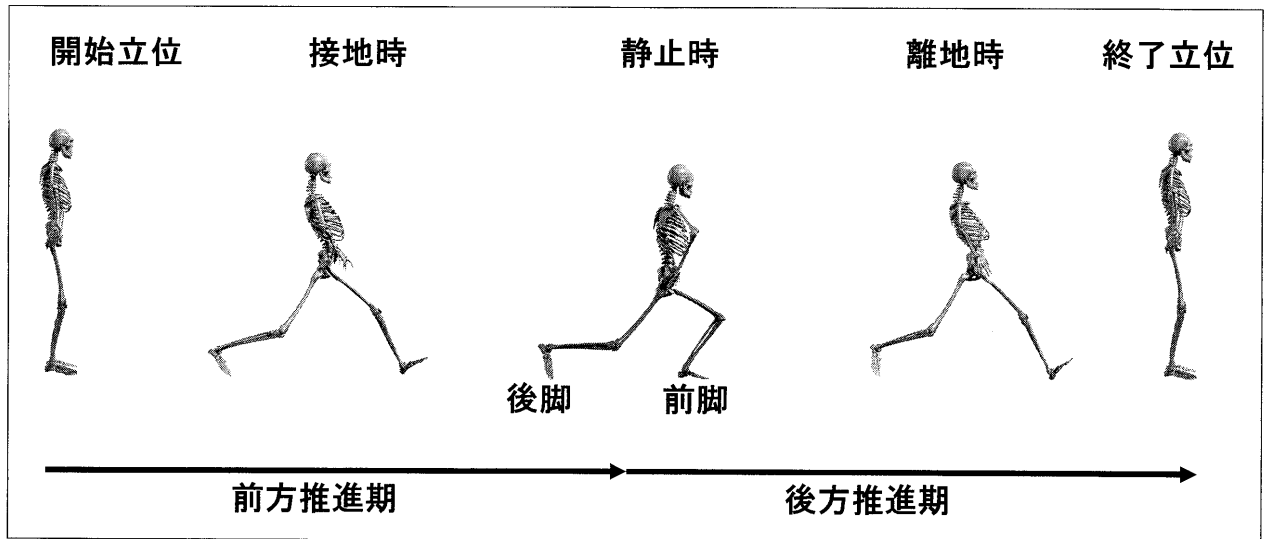


図1 フォワードランジの位相

2. 方法

2-1 運動課題

被検者は両手を腰にあて、開始肢位である静止立位から片側下肢を前方へ大きく踏み込み、踏み込んだ姿勢から開始肢位に戻るまでの一連の動作とした。ステップ幅は前脚第五中足骨から後脚第五中足骨までの距離を測定し、ステップ幅を身長で補正しステップ比とした。動作の位相は、開始肢位 (start position)、踵接地 (heel contact)、静止時 (static position)、足尖離地 (toe off)、終了肢位 (end position) に分類し、静止立位から静止時までを前方推進期、静止時から終了肢位までを後方推進期とした (図2)。動作は3回施行し、その中の2回目の施行を採用した。後述の力学データは後脚の踵接地 (heel contact)、静止時 (static position)、足尖離地 (toe off) における関節角度、床反力は踵接地 (heel contact) から足尖離地 (toe off) までの荷重時期について分析した。また、重心動揺計を用いて開眼片脚立位の重心動揺を計測した (図2)。実験の手順や方法を正確にインフォームドコンセントを行った。



図2 開眼片脚起立時の重心動揺計測

2-2 方法

動作解析は運動計測装置 (OMG社製VICON512) および床反力計 (AMTI社製 AMTI OR6) を使い、サンプリング周波数はそれぞれ120Hz,1080Hzとした。足圧中心は重心動揺計 (アニマ社製 MA2000) を使い、抽出データは、左右・前後軸方向最大振幅、最大振幅比、左右・前後方向動揺速度の最大値、左右・前後方向動揺速度の平均、実効値とした。データの運動分析には臨床歩

行分析研究会の提唱する Data interface file format (DIFF) 形式に変換し、同研究会の解析ソフトウェア WAVE EYESを用いて後脚の関節角度、床反力を算出した。床反力は測定値を体重で標準化した。2群間の比較には対応のないT検定を、各群のステップ比と各重心動揺測定値との相関についてはspearmanの相関係数を用い、有意水準はいずれも5%未満とした。

結 果

高齢群と若年群の比較

1. ステップ比の比較

高齢群のステップ比は 0.5 ± 0.08 、若年群では 0.7 ± 0.06 であり、高齢群のステップ比は若年群に比べて有意に小さかった ($p < 0.01$) (図3)。

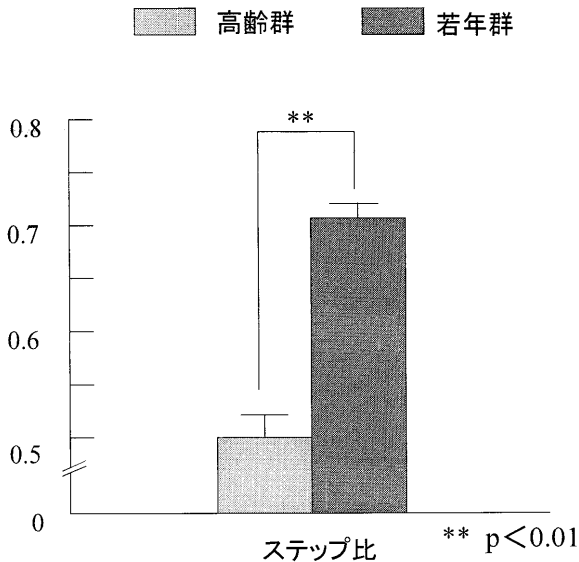


図3 ステップ比：フォワードランジにおけるステップ幅を身長で補正した値
高齢群は若年群に比べて有意に小さかった。

2. 後脚 下肢関節角度の比較

接地時における高齢群の股伸展角度は $18.5 \pm 6.3^\circ$ 、若年群では $28.9 \pm 3.8^\circ$ であり、高齢群の接地時における股伸展角度は若年群に比べて有意に小さかった ($p < 0.01$)。静止時における高齢群の股伸展角度は $27.8 \pm 7.6^\circ$ 、若年群では $43.4 \pm 4.7^\circ$ であり、高齢群の静止時における股伸展角度は若年群に比べて有意に小さかった ($p < 0.01$) (表2)。

3. 後脚 床反力の比較

前方推進期における高齢群の床反力左右成分の最大値は $2.7 \pm 0.7\% BW$ 、若年群では $1.8 \pm 0.9\% BW$ であり、高齢群の前方推進期における床反力左右成分は若年群に比べて有意に大きく ($p < 0.01$)、高齢群の床反力前後成分の最大値は $1.9 \pm 3.9\% BW$ 、若年群では $10.0 \pm 3.2\% BW$ であり、高齢群の前方推進期における床反力前後成分は若年群に比べて有意に小さかった ($p < 0.01$) (表3)。

4. 重心動揺計の結果 高齢群と若年群の比較

(図4、5)

高齢群の左右方向最大振幅は $3.93 \pm 0.71\text{cm}$ 、若年群では $2.99 \pm 0.55\text{cm}$ であり、高齢群の左右方向最大振幅は若年群に比べ有意に大きかった ($p < 0.01$)。高齢群の前後方向最大振幅は $4.73 \pm 0.89\text{cm}$ 、若年群では $4.89 \pm 1.38\text{cm}$ であり有意差はなかった。

高齢群の左右方向動揺速度の最大値は $18.47 \pm 6.69\text{cm/sec}$ 、若年群では $14.85 \pm 4.54\text{cm/sec}$ であり有意差はなかった。高齢群の前後方向動揺速度の最大値は $22.47 \pm 16.06\text{cm/sec}$ 、若年群では $10.93 \pm 5.63\text{cm/sec}$ であり、高齢群の前後方向動揺速度の最大値は若年群に比べ有意に大きかった ($p < 0.05$)。

高齢群の左右方向動揺速度の平均は $3.38 \pm 1.53\text{cm/sec}$ 、若年群では $2.25 \pm 0.54\text{cm/sec}$ であり、高齢群の左右方向動揺速度の平均は若年群に比べ有意に大きかった ($p < 0.05$)。高齢群の前後方向動揺速度の平均は $2.85 \pm 0.99\text{cm/sec}$ 、若年群では $1.99 \pm 0.62\text{cm/sec}$ であり、高齢群の前後方向動揺速度の平均は若年群に比べ有意に大きかった ($p < 0.05$)。

高齢群の実効値は $1.23 \pm 0.27\text{cm}$ 、若年群では $0.97 \pm 0.29\text{cm}$ であり、高齢群の実効値は若年群に比べ有意に大きかった ($p < 0.05$)。

高齢群の前後/左右動揺振幅比は $1.21 \pm 0.17\%$ 、若年群では $1.65 \pm 0.38\%$ であり、高齢群の実効値は若年群に比べ有意に小さかった ($p < 0.01$)。

5. ステップ比と重心動揺の相関 (表4)

若年群はステップ比と前後方向最大振幅 ($r = 0.760$)、および最大振幅比 ($r = 0.740$)、および実効値 ($r = 0.825$) において強い相関が認められた。高齢群は各重心動揺測定値とステップ比の相関は認められなかった。

表4 ステップ比と重心動揺の相関関係

	高齢群	若年群
X方向最大振幅	0.13	0.19
Y方向最大振幅	0.37	0.76 *
最大振幅比	0.32	0.74 *
X方向動揺速度最大値	0.62	0.27
Y方向動揺速度最大値	0.51	0.17
X方向動揺速度の平均	0.57	-0.06
Y方向動揺速度の平均	0.45	0.23
実効値	0.45	0.83 *

*...相関有り

表2 後脚の下肢間接角度

高齢群			
	接地時	静止時	離地時
股関節 (°)	-18.5±6.3	-27.8±7.6	-13.0±6.9
膝関節 (°)	37.0±8.17	37.5±12.2	38.6±9.5
足関節 (°)	10.5±8.7	-5.3±15.7	11.2±7.9
		**	**
若年群			
	接地時	静止時	離地時
股関節 (°)	-28.9±3.8	-43.4±4.7	-16.8±5.8
膝関節 (°)	38.8±11.2	37.9±10.5	45.0±11.9
足関節 (°)	-1.8±11.3	-8.8±11.1	2.1±9.0
平均±標準偏差			** p < 0.01

接地時における高齢群の股伸展角度は若年群に比べて有意に小さい。
 静止時における高齢群の股伸展角度は若年群に比べて有意に小さい。

表3 後脚の床反力

高齢群		
	前方推進期	後方推進期
X成分(%BW)	2.7±0.7	2.0±0.8
Y成分(%BW)	1.9±3.9	9.8±5.5
Z成分(%BW)	40.1±9.2	57.2±18.8
	*	**
若年群		
	前方推進期	後方推進期
X成分(%BW)	1.8±0.9	0.9±0.8
Y成分(%BW)	10.0±3.2	12.0±5.4
Z成分(%BW)	35.8±5.6	54.3±17.1
平均±標準偏差		* p < 0.05 ** p < 0.01

前方推進期における高齢群の床反力左右成分の最大値は若年群に比べて有意に大きい。
 高齢群の床反力前後成分の最大値は若年群に比べて有意に小さい。

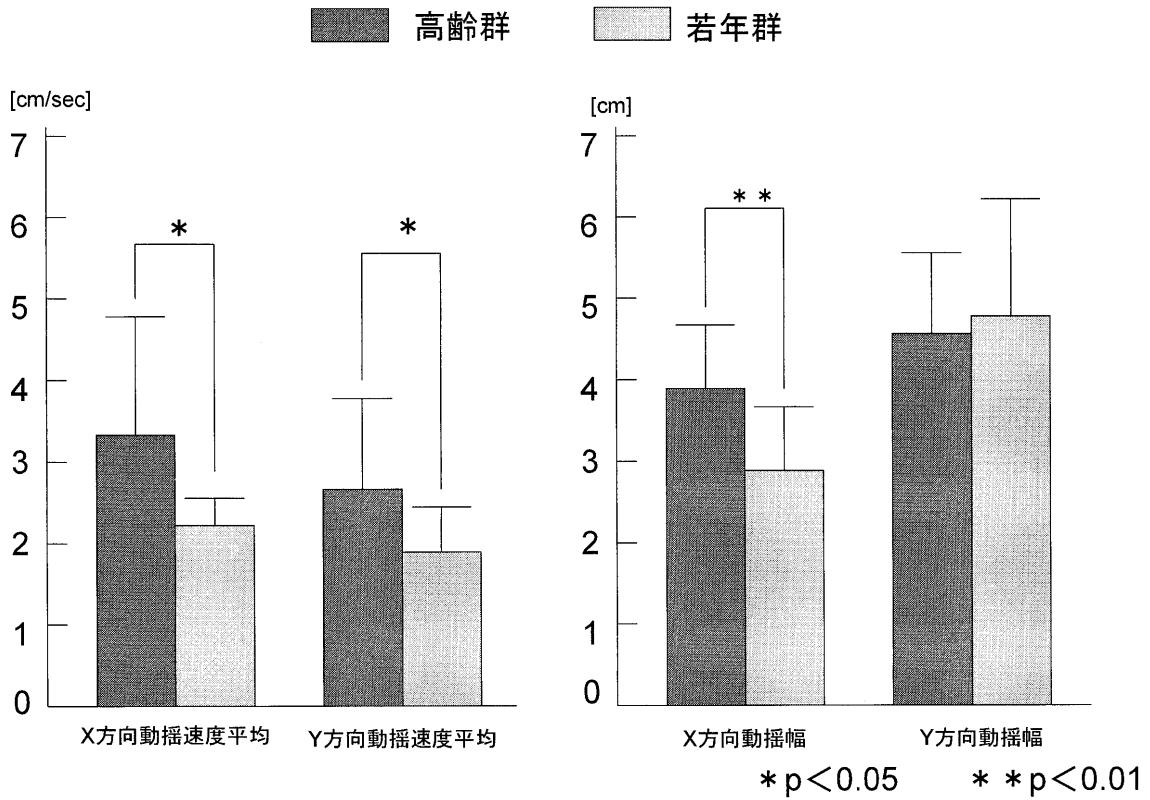


図4 X方向動揺速度平均、Y方向同様速度平均、X方向動揺幅、において高齢群は若年群に比べて有意に大きかった。

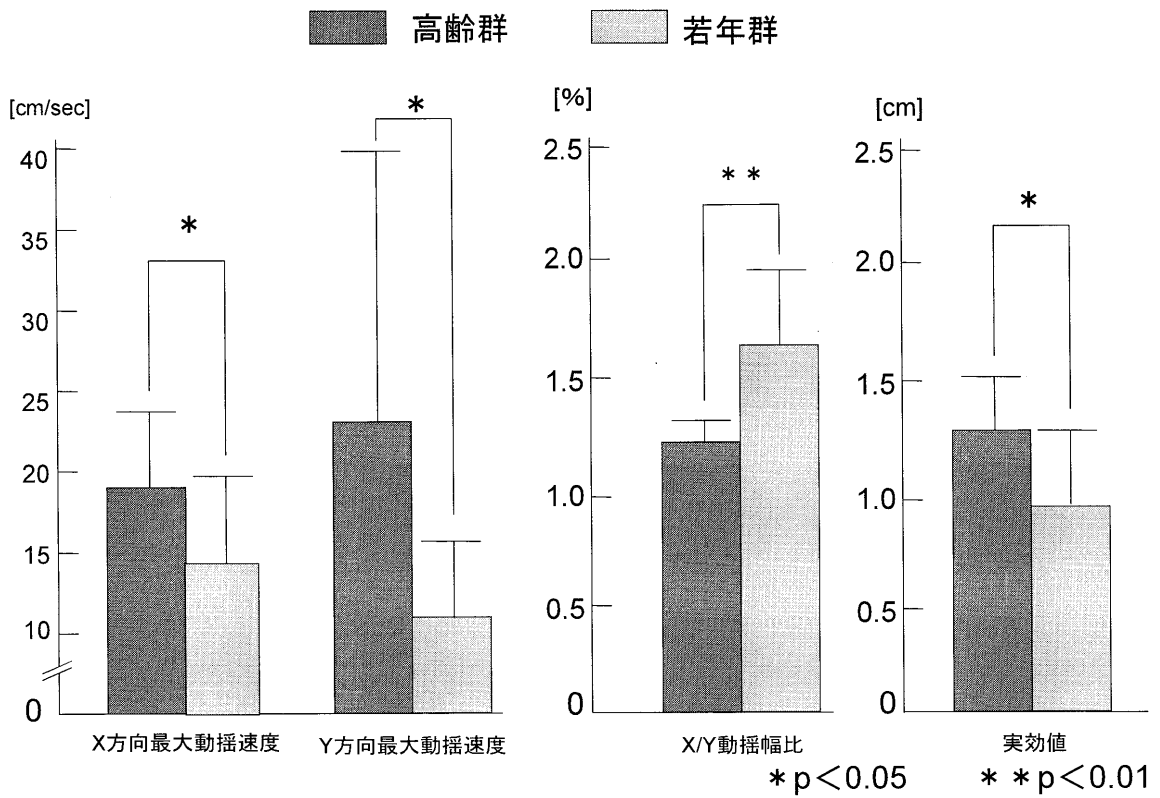


図5 X方向最大動揺速度平均、Y方向最大動揺速度、実効値において高齢群は若年群に比べて有意に大きかった。X/Y動揺幅比において高齢群は若年群に比べて有意に小さかった。

考 察

高齢群はステップ比が減少し、その要因として接地時と静止時における股関節の伸展角度の減少が関与することが示唆された。FLの後脚の床反力は前方推進期に前後成分では若年群より低値を示し、左右成分では高値を示したことから後脚は前方への推進力よりも左右方向への安定性に関与すると考えられた。また、高齢群の前方推進期において床反力の前後成分が減少していたことから、後脚の大殿筋、脊柱起立筋、ハムストリングスなどの機能低下を反映していると推察された。

高齢群と若年群間に重心動揺の各測定値は左右方向最大振幅、前後方向動揺速度の最大値、左右方向動揺速度の平均、前後方向動揺速度の平均、実効値、前後/左右動揺振幅比において有意に増加が認められた。特に左右方向の重心動揺幅に著名な増加が認められ、高齢者において左右方向への姿勢制御能力低下を示唆し、高齢者のFL動作の後脚の機能として左右方向の重心制動が大きな機能であると考えられた。

若年者のFL後脚は、身体重心の前方移動の推進と後方移動の制動を担っていると考えられるが、開眼片脚起立バランスの低下した高齢者においては、推進力を発生よりもFL動作時の左右重心動揺の制動に大きく関与することが推察された。

謝 辞

稿を終えるにあたり、懇切なるご指導を賜りました、大阪電気通信大学医療福祉工学部、小柳磨毅先生、そして被験者として参加して頂きました皆様に深甚なる謝意を表します。

参考文献

- 1) 佐藤睦美, 木村佳記, 井上悟・他: フォワードランジにおける後脚の動作解析. 日本臨床バイオメカニクス学会誌, 25: p419-424, 2004.
- 2) 木村佳記, 佐藤睦美, 井上悟・他: フォワードランジにおける前脚の動作解析. 日本臨床バイオメカニクス学会誌, 25: p425-429, 2004.
- 3) 武岡健次, 向井公一, 小柳磨毅・他: 高齢者におけるフォワードランジの運動特性. 理学療法学, 31 (Suppl No2) : p19 vol.2004

The characteristic of rear leg during forward lunge exercise in the elderly persons.

Yugo Sakino, Takashi Yamada, Tomohiro Ueno
Kahoku Hospital Rehabilitation Division
Kenji Takeoka, Kouichi Mukai
Shijonawate Gakuen University Faculty of Rehabilitation

Key words

elderly persons, forward lunge, postural sway

Abstract

Rear leg during forward lunge exercise bears promotion of movement of center of gravity forward and braking of rear movement. This time, in the elderly persons, we measure the angle of the joint and postural sway of the rear leg. It aimed to clarify the balance function of the rear leg for the relation to the FL exercise in the elderly persons. Elderly group's postural sway to the right and left was especially large, and the floor reaction force increased the force of the right and left direction than young group in the right and left. The characteristic of rear leg during forward lunge exercise in the elderly persons was thought that the braking disability of the postural sway to the right and left was reflected. Moreover, there was a high correlation between compared with a part of postural sway measurements and the step ratio in a young group. However, such a relation was not in the elderly group. In the elderly persons who decreases the resting upright positioning balance, it was suggested that the function of the rear leg of FL exercise in the elderly persons acted on braking of the center of gravity rather than generating the impellent.