最大一步幅に影響を与える因子の検討

An examination of factor influencing longest possible step

相馬 正之¹⁾, 村田 伸²⁾, 高口 惟³⁾, 本木 里奈⁴⁾MASAYUKI SOMA, RPT, MS¹⁾, SHIN MURATA, RPT, Ph D²⁾YUI TAKAGUTI, RPT²⁾, RINA MOTOKI, RPT³⁾

要旨:〔目的〕本研究は、最大一步幅に影響を及ぼす要因を検証するため、若年者を対象にバランス機能や下肢筋力、柔軟性などの身体機能評価に関する検査を行い、各因子と最大一步幅との関連を検討した。〔対象・方法〕健康女性22名とした。測定項目は、最大一步幅、下肢筋力として股関節伸展筋力、膝関節伸展筋力、足関節底屈筋力、足趾把持力、バランス機能としてFRT、TUG、柔軟性として長座体前屈距離とした。〔結果〕重回帰分析によって最大一步幅に影響を及ぼす因子として抽出されたのは、膝関節伸展筋力とTUGであり、大腿四頭筋筋力が強いほど、TUG 遂行時間が短いほどに最大一步幅が大きいことが確認された。これらの知見より、最大一步幅を増大させるためには、膝関節伸展筋力とバランス機能を高める必要性が示唆された。

Key word: 最大一步幅, 健康若年者, 身体機能

Abstract: [Purpose] In this study we evaluated performance in the longest possible step and investigated its relationship with physical Function. [Subjects and Methods] The study included 22 among healthy young adults. We measured performance longest possible step, hip extensor muscle, knee extensor muscle, ankle extensor muscle, toe gripping strength, timed up and go test (TUG) and functional reach test (FRT). [Results] The factors affecting performance in the longest possible step, as indicated by repeated measures regression analysis, were the knee extensor muscle and TUG time: performance in the longest possible step was better with a stronger and shorter TUG time. [Conclusion] These results suggested that increasing balance function and muscle strength of knee extensor muscle are important to improving performance in the longest possible step among healthy young adult.

Key words: longest possible step, healthy young adult, physical Function

受付日: 2016年4月13日, 採択日: 2016年5月20日

¹⁾ 東北福祉大学健康科学部リハビリテーション学科
Tohoku Fukushi university, Faculty of health sciences.

²⁾ 京都橘大学健康科学部理学療法学科
Kyoto Tatibana university, Course of physical therapy Department of health sciences

³⁾ 筑波記念病院リハビリテーション部
Tsukuba Memorial Hospital, Department of Rehabilitation.

⁴⁾ 総合南東北病院リハビリテーション科
Southern Tohoku General Hospital, Department of Rehabilitation
〒981-8522 宮城県仙台市青葉区国見1-8-1 Tel : 022-233-3111 FAX : 022-233-3113
E-mail : souma@tfu-mail.tfu.ac.jp
:1-8-1, Kunimi, Aoba-ku, Sendai-city, 981-8522, Japan
Tel : 022-233-3111 FAX : 022-233-3113 E-mail : souma@tfu-mail.tfu.ac.jp

【はじめに】

最大一歩幅は、武藤らが推奨する転倒予防のための健脚度の1つの項目である¹⁾。最大一歩幅とは、静的立位から下肢を前方に大きく一歩踏み出し、もう一方の下肢を踏み出した足部に揃える動作の軸足のつま先から踏み出したつま先までの距離と定義される。この最大一歩幅は、下肢筋力を反映する指標と考えられ、再現性が良好である¹⁾ことや、最大歩行速度および下肢伸展筋力などの身体機能との関連がある¹⁾ことが示されている。また最大一歩幅は、転倒予防教室などの効果判定として多く用いられている³⁻⁵⁾。ただし、最大一歩幅は、その動作特性について、十分な検討が行われているとはいえない。

朴ら⁶⁾は、高齢者における最大一歩幅の踏み出し動作終了後から立位状態に至るまでの足圧中心について、前後左右方向の動揺が大きいことを報告し、バランス機能との関係性を示唆している。また相馬ら⁷⁾は、動作特性として下肢を前方に振り出す際の支持脚股関節伸展筋力の相関係数が最も大きく、さらにバランス機能である Timed up and go test (以下、TUG) との間に関係性を認めることを報告している。ただし、これらの報告は、最大一歩幅との関係性を示したものであり、最大一歩幅に影響を与える因子については検討されていない。最大一歩幅に影響を及ぼす要因を検証することは、最大一歩幅の動作特性を理解するためにも重要であると考えられる。

そこで本研究では、基礎的な研究として若年者を対象に最大一歩幅に影響を及ぼす要因を検証するため、バランス機能や下肢筋力、柔軟性などの身体機能評価に関する検査を行い、各因子と最大一歩幅との関連を検討した。

【対象および方法】

1. 対 象

対象は、健常女性22名（平均年齢 21.5 ± 0.6 歳、平均身長 159.7 ± 5.2 cm、平均体重 53.9 ± 6.0 kg）であり、対象者には研究の趣旨と内容について説明し、理解を得た上で協力を求めた。なお、研究への参加は自由意志であり研究への参加を途中辞退しても不利益にならないことを口頭と書面で十分に説明し、同意を得た上で実施した。

2. 方 法

測定項目は、最大一歩幅、下肢筋力の指標として利

き足の股関節伸展筋力、膝関節伸展筋力、足関節底屈筋力、足趾把持力、バランス機能の指標として Functional reach test (以下、FRT)、TUG、柔軟性の指標として長座体前屈距離とした。各測定は2回実施し、最大値を解析に用いた。本研究において利き足とは、ボールを蹴る方の足と定義した。

最大一歩幅は、裸足の静的立位から利き足を前方に大きく一歩踏み出し、非利き足を踏み出した利き足の足部に揃える動作の軸足のつま先から踏み出したつま先までの距離とし、床面に固定したメジャーで計測した。

股関節伸展筋力、膝関節伸展筋力、足関節底屈筋力は、hand held dynamometer (アニマ社製徒手筋力測定器、 μ -TasF 1 : 以下 HHD) を用い測定した。なお、股関節伸展筋力、膝関節伸展筋力は、加藤ら^{8,9)}の方法で、足関節底屈筋力は、甲斐ら¹⁰⁾の方法で測定した。すなわち、股関節伸展筋力は、測定肢位をプラットホーム台上での腹臥位とし、下肢はセンサーを当てる大腿遠位部までベッドから出させ、大腿部が台と平行（股関節屈曲伸展中間位）となるように若干、膝蓋骨が台上から浮いた姿勢とした。そして、ベルトに取り付けたセンサーパッドを面ファスナーで大腿遠位部背面に固定し、ベッドの脚部でベルトを踏みつけた状態で、ベルトの長さを大腿が水平になるように調整し、測定した。膝関節伸展筋力は、測定肢位をプラットホーム台上での端座位とし、膝関節90度屈曲位の姿勢から、ベルトの長さを下腿が下垂位になるように調整センサーパッドを下腿遠位部に固定し、測定した。なお、測定中は、センサーパッドのずれを防止するため検者が前方でパッドを固定した。足関節底屈筋力は、測定肢位をプラットホーム上の端座位とし、膝関節90°屈曲位および足関節底背屈中間位とし、高さ10cmの足台に踵を載せた姿勢とした。そして、センサーパッドの下端を中足骨頭に合わせて設置し、付属の固定用ベルトを大腿遠位部で被験者自身が把持させることで固定、測定した。

足趾把持力の測定には足趾筋力測定器（竹井機器工業社製、T.K.K. 3362）を用いた。測定肢位を端座位とし、体幹垂直位、股、膝、足関節を90度屈曲位で、把持バーを足趾で把持できる位置に合うよう調節を行い、測定を行った。

FRT は、FRT 測定器（OG 技研 GB-210）を用い、肩幅に開脚した裸足での自然立位にて両肩関節90度屈曲位を保持し、踵が浮かずにもとの位置に戻る範囲

で前方にリーチし、サイドバーからの移動距離を計測した。測定の際には、静的立位時の極端な股関節の屈曲や体幹の前屈が生じていないことや両上肢が同位置にあることに留意し実施した。なお、本研究において一側上肢ではなく両上肢でFRTを行った理由は、体幹回旋の要素を排除でき、FRT中の姿勢制御が統一されることで再現性が高くなるためである¹¹⁾。

TUGは、Podsiadlo¹²⁾らが提唱した方法をもとに、高さ約46cmの椅子を用い、椅子から立ち上がり、3m歩行、180°方向転換、再度3m歩行、着座、という一連の動作に要する時間を計測した。最大速度による歩行で測定を行った。

柔軟性の評価は、長座体前屈距離を用いた。デジタル式長座体前屈測定器（竹井機器工業製、T.K.K. 5412）を用い測定した。

統計処理は、最大一歩幅と他の測定値との関係について、ピアソンの相関係数を用いて検討した。さらに、最大一歩幅に影響を及ぼす因子を抽出するため、従属変数を最大一歩幅とした重回帰分析のステップワイズ法（変数減少法）を行った。なお、統計解析にはStat-View5.0を用い、有意水準を5%とした。

【結 果】

得られた測定値は、最大一歩幅が 121.6 ± 6.6 (cm)、股関節伸展筋力が 19.9 ± 5.2 (kg)、膝関節伸展筋力が 30.8 ± 7.0 (kg)、足関節底屈筋力が 44.3 ± 14.2 (kg)、

足趾把持力が 18.0 ± 4.8 (kg)であった。また、TUGが 4.6 ± 0.4 (秒)、FRTが 39.0 ± 3.8 (cm)、長座位体前屈が 43.2 ± 7.6 (cm)であった（表1）。

最大一歩幅と有意な相関を示したのは、相関係数が高い順に膝関節伸展筋力 ($r=0.60$)、TUG ($r=0.51$)、足趾把持力 ($r=0.50$) であり、その他の変数とは有意な相関は認められなかった（表2）。

さらに、股関節伸展筋力、膝関節伸展筋力、足関節底屈筋力、足趾把持力、TUG、FRT、長座位体前屈距離を独立変数としたステップワイズ重回帰分析の結果、最大一歩幅に影響を及ぼす因子として抽出された項目は、膝関節伸展筋力とTUGの2項目であり、標準偏回帰係数は順に0.517、-0.399であった（表3）。

表1 各測定項目の平均値と標準偏差 (n=22)

	平均値	標準偏差
最大一歩幅 (cm)	121.6	6.6
身長 (cm)	159.7	5.3
体重 (kg)	53.3	6.2
股関節伸展筋力 (kg)	19.9	5.2
膝関節伸展筋力 (kg)	30.8	7.0
足関節伸展筋力 (kg)	44.3	15.2
足趾把持力 (kg)	18.0	4.8
TUG (sec)	4.6	0.4
FRT (cm)	39.0	3.8
長座位体前屈距離 (cm)	43.2	7.6

表2 各検査項目の相関係数 (n=22)

	最大一歩幅	身長	体重	股関節伸展筋力	膝関節伸展筋力	足関節伸展筋力	足趾把持力	TUG	FRT
身長	0.08								
体重	0.06	0.65*							
股関節伸展筋力	0.07	0.10	0.48*						
膝関節伸展筋力	0.60*	0.09	0.46*	0.42*					
足関節底屈筋力	0.33	-0.25	0.24	0.40	0.69**				
足趾把持力	0.50*	-0.15	0.14	0.15	0.56*	0.41*			
TUG	-0.51*	0.34	0.02	-0.01	-0.21	-0.37	-0.49*		
FRT	-0.10	0.67**	0.45*	0.01	-0.22	-0.06	-0.01	0.27	
長座位体前屈距離	-0.11	0.43*	0.49*	0.19	-0.03	0.10	0.10	0.01	0.68**

Pearson's correlation coefficient *p<0.05

**p<0.01

表3 最大一歩幅を目的変数とした重回帰分析 (n=22)

	回帰係数	標準偏回帰係数
膝関節伸展筋力	0.49	0.52**
TUG	-6.1	-0.40**
自由度調整決定係数 (R ² 乗)	0.46	

**p<0.01

【考 察】

本研究では、最大一步幅に影響を及ぼすことが考えられる股関節伸展筋力、膝関節伸展筋力、足関節底屈筋力、足趾把持力、FRT、TUG、長座位体前屈を測定し、それぞれの項目と最大一步幅との関連を検討した。

本研究における重回帰分析の結果、最大一步幅に独立して影響を及ぼす因子として抽出されたのは、膝関節伸展筋力と TUG の 2 項目であり、膝関節伸展筋力が強いほど、TUG 遂行時間が短いほどに最大一步幅が大きいという関係が認められた。膝関節伸展筋力である大腿四頭筋は、下肢筋の代表値として測定されることが多く^{13,14)}、歩行速度との関連が報告されている¹³⁾¹⁵⁾。下肢を交互に振り出す歩行動作は、最大一步幅動作の要素を含む。また、最大一步幅では、下肢を前方に 1 歩踏み出し足底の接地後、重心の下方移動の制御のために両側大腿四頭筋の等尺性収縮とさらに後方に位置している支持脚を前方に揃えるための振り出し脚の膝関節伸展運動が要求される。これらのことから、大腿四頭筋が独立して最大一步幅に影響を与える因子として抽出されたことは妥当な結果と考えられる。

また、TUG が抽出された要因には、バランス機能の共通性が上げられる。TUG および FRT は、同じ動的バランス機能であるが、FRT は支持基底面内の保持能力であるのに対し、TUG は支持基底面が移動した状態における保持能力ともいえる¹⁶⁾。最大一步幅は、静的立位から最大限に下肢を前方に 1 歩踏み出し、さらに対側の下肢を前方に出した下肢に揃えて静的立位をとるため、支持基底面が移動した状態における保持能力と捉えることができる。よって、共通の要素を持つ TUG が影響を及ぼす因子として抽出されたと考えられた。

一方、単相関分析によって最大一步幅と有意な関連が認められた足趾把持力は、重回帰分析の結果、有意ではなかった。最大一步幅は、下肢を一步踏み出し、さらにもう一方の下肢を踏み出す際、足趾を鉛直下方へ圧迫・把持することにより下肢を振り出す方策を用いることが推測されている。しかし、本研究結果から、健常女性では、最大一步幅と足趾把持力との関連は認められるものの、独立して影響を与える要因ではないことが示された。今後も、被験者数を増やし検討していく必要がある。

これらの知見より、若年者の最大一步幅では、膝関節伸展筋力のみならず、TUG などのバランス機能も

重要であることが確認された。また、最大一步幅の動作特性としては、膝関節伸展筋力である大腿四頭筋筋力と動的バランス機能の寄与が高いことが示された。このことから、最大一步幅を増大させるためには、大腿四頭筋筋力の筋力強化と動的バランス機能を高める必要性が示唆された。

今回対象としたのは、健常若年女性に限られており、本結果が幅広い年齢層に該当するとは限らない。また、最大一步幅は、振り出す下肢を支える支持脚股関節伸展可動域の影響を受けることが推測される。そのため、独立因子として下肢の関節可動域の追加が必要と考えられる。さらに先行研究では、体格差を考慮し、正規化した最大一步幅（転子果長／最大一步幅）と股関節伸展筋力（股関節伸展筋力／体重）との間に相関関係が認められているものの、本研究で用いた実測値による統計においては、相関関係が認められていない。そして今回は、下肢筋力として利き足のみ測定したが、最大一步幅は、左右非対称の動作であるため、一側下肢のみの筋力値では、動作特性を反映していない可能性がある。今後は、これら諸問題への対応を考慮したうえで、対象者数の増やすとともに、高齢者や男性などにも同様の結果が得られるかどうかを検証する必要がある。

【引用文献】

- 1) 武藤芳照：転倒予防教室－転倒予防への医学的対応－第 1 版。日本医事新報社、東京、1999、46-53.
- 2) 上岡洋晴、岡田真平、武藤芳照・他：転倒恐怖者の移動能力と生活環境に関する研究。身体教育医学研究、2003、4 (1)：21-26.
- 3) 重森健太、日下隆一、大城昌平・他：高齢者の運動機能評価の特徴。理学療法科学、2006、21(3)：221-225.
- 4) 古西勇、押木利英子、小林量作・他：高齢女性における健脚度と膝伸展筋力の横断的調査。新潟医福誌、2003、3：117-122.
- 5) 奥泉宏康、武藤芳照、長谷川亜弓・他：転倒予防教室における転倒と身体能力の関係。骨折、2005、27(1)：97-101.
- 6) 朴相俊、朴眩泰、上岡洋晴・他：最大一步幅によるダイナミックな移動からスタティックな直立状態に至るまでの姿勢制御に関する研究。体力科学、2008、57(4)：423-432.
- 7) 相馬正之、高口唯、本木里奈・他：最大一步幅と下肢筋力およびバランス能力との関連について。東北理学療法学、2014、26：38-41.
- 8) 加藤宗規、山崎裕司、中島活弥・他：ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性股屈曲、伸展筋力の測定－固定用ベルトの使用が検者間再現性に与える影響－。高知リハビリテーション学院紀要、2002、6：7-13.
- 9) 加藤宗規、山崎裕司、柊幸伸：ハンドヘルドダイナモメー

ターによる等尺性膝伸展筋力の測定－固定用ベルトの使用が検者間再現性に与える影響－. 総合リハ, 2001, 29 (11) : 1047-1050.

- 10) 甲斐義浩, 村田伸, 相馬正之・他: 足関節底屈筋力測定の再現性と妥当性の検討. ヘルスプロモーション理学療法研究, 2013, 3 (1) : 25-28.
- 11) 對馬均, 對馬栄輝, 對馬圭・他: ファンクショナルリーチの値は加齢によってどう変化するか?. 弘前大保健記, 2006, 5 : 165-172.
- 12) Podsiadlo D, Richardson S: The timed "up & go" : a test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc, 1991, 39(2): 142-148.
- 13) 岩瀬弘明, 村田伸, 阿波邦彦・他: 高齢患者の最速歩行と最大低速歩行に及ぼす下肢筋力の貢献度: ー大腿四頭筋筋力と足把持力に着目してー. ヘルスプロモーション理学療法研究, 2013, 2 (4) : 163-167.
- 14) 村田伸, 太田尾浩, 村田潤・他: 虚弱高齢者用10秒椅子立ち上がりテスト (Frail CS-10) と ADL との関連. 理学療法科学, 2011, 26(1) : 101-104.
- 15) 伊藤元, 橋詰謙, 齊藤宏・他: 大腿四頭筋機能と歩行能力の関係. リハビリテーション医学, 1985, 22(3) : 164-165.
- 16) 猪飼哲夫, 辰濃尚, 宮野佐年・他: 歩行能力とバランス機能の関係. リハビリテーション医学, 2006, 43(12) : 828-833.