

[短報]

歩行速度の違いにおける歩行周期の相区分変化について

西山 徹¹⁾ 鈴木 博人¹⁾ 高橋 純平¹⁾ 藤澤 宏幸¹⁾

1) 東北文化学園大学 医療福祉学部 リハビリテーション学科 理学療法学専攻

要旨

【緒言】本研究は、足圧分布計を用いて一歩行周期を測定し、歩行速度の違いによる各相の割合の変化を明確にすることを目的とした。【対象と方法】対象を健常大学生 31 名とした。シート式足圧分布計を用いて、速度条件を至適・速い・遅いの 3 種類とし、各相の割合を 1 要因の被験者内計画による分散分析を用いて比較した。【結果】各相の割合について分散分析を行った結果、立脚中期、立脚後期、前遊脚期において、条件の効果が有意であった。多重比較検定の結果、歩行速度が増加するに伴い、立脚中期が減少・立脚後期が増加・前遊脚期が減少することが明らかとなった。【考察】歩行速度の違いによる各相の割合の変化は、前方への推進力に關与するロッカー機構を円滑に機能させるためであると考えられる。

【キーワード】 歩行速度、相区分、足圧分布

I. はじめに

従来より、歩行に対する分析は数多くなされている。そのなかで、歩行速度の変化にともなう歩行指標の変動については、重複歩時間や歩幅の延長がよく知られている¹⁾。また、歩行分析に頻繁に用いられている足圧分布計による研究は、主に立脚期における足圧中心(Center of Pressure)の軌跡について検討されており、相区分の割合に関する検討は不十分である。

立脚期の相区分を明確にすることは、各相で働いている機構を考察するうえで有用な情報となりうると考える。その機構の 1 つとして、ロッカー機構が挙げられる。足部と足関節のロッカーとしての働きは、立脚期における身体の前進に不可欠である²⁾。

そこで、本研究では、足圧分布計を用いて一

歩行周期を測定し、歩行速度の違いによる相区分の割合を明確にすることを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、本研究に対して署名にて同意が得られた健常大学生 31 名(男性 16 名, 女性 15 名, 年齢 19.4 ± 0.6 歳, 身長 165.4 ± 8.0 cm, 体重 59.9 ± 9.2 kg)とした。

2. 方法

はじめに、対象者の一般情報として、年齢、身長、体重、及び利き足を調査・測定した。

次に、歩行時の足圧を、シート式足圧分布計(ウォーク Way MW-1000 : アニマ社製)を用いて計測した。また、サンプリング周波数は 100Hz

表 1 歩行の相区分, 及びその定義

相区分	標記	定義	ロッカー機構
荷重応答期	LR (Loading Response)	踵接地から足底全体の接地までの期間	ヒールロッカー
立脚中期	MS (Mid Stance)	足底全体の接地から踵離地までの期間	アングルロッカー
立脚終期	TS (Terminal Stance)	踵離地から対側下肢の接地までの期間	フォアフットロッカー
前遊脚期	PS (Pre Swing)	対側下肢の接地から足指離地までの期間	
遊脚期	SP (Swing Phase)	足指離地から踵接地までの期間	

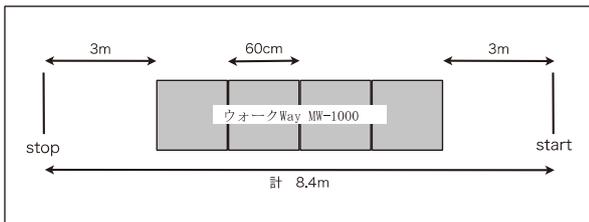


図 1 歩行路 (上面)

とした。歩行路は、シート式下肢荷重計の前後に 3m の補助歩行路を設けた直線 8.4m とした (図 1)。歩行条件は、至適 (normal)・速い (fast)・遅い (slow) の 3 条件とした。測定順序は、その 3 条件をランダムに決定した。

得られた足圧分布から、Rancho Los Amigos Medical Center²⁾の基準を参考に本研究の歩行の相区分を行った (表 1)。本研究の踵接地は、

足圧分布データで踵部に圧がかかった時点とし、足底全体の接地は、拇指球部に圧がかかった時点とした。また、一歩行周期は、利き足の踵接地から再び利き足が踵接地するまでとした。

統計解析は、歩行相区分の 1 歩行周期における相対的時間を従属変数、歩行速度「速い」「至適」「遅い」を歩行速度要因とした 1 要因の被験者内計画による分散分析を用いた。また、条件間の比較については、多重比較検定として Tukey の HSD 検定を用いた。統計学的有意水準はいずれも危険率 5%未満とした。統計解析には、R for Windows (2.13.2) を用いた。

III. 結果

各条件の歩行速度ならびに歩行相区分の割合

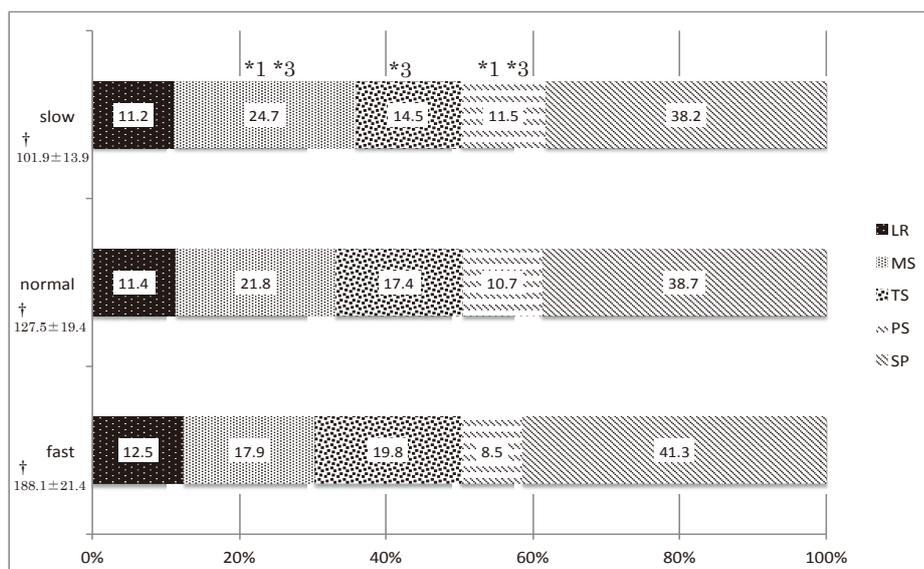


図 2 相区分の割合 (単位: %)

*1: normal vs fast (p<0.05) *2: normal vs slow (p<0.05) *3: fast vs slow (p<0.05)

†: 歩行速度 (平均値 ± 標準偏差 単位: cm/sec)

を図 2 に示す。分散分析の結果、歩行速度要因に有意な主効果が認められた($F(2,90)=177.78$, $p<0.001$)。

各相区分について、分散分析の結果、有意な効果が認められた。MS の割合は、fast と比較し normal, slow が有意に増加した($p<0.001$)。TS の割合は、fast と比較し slow が有意に減少した ($p<0.001$)。PS の割合は、fast と比較し normal, slow が有意に増加した ($p<0.001$)。その他の相区分の割合に関しては、各条件間に有意差が認められなかった。

IV. 考察

本研究において、歩行速度の違いによる相区分の割合を測定した結果、歩行速度が増加するにつれ、MS が減少・TS が増加・PS が減少することが明らかとなった。

本被験者における歩行速度は、fast が 188.1cm/sec, normal が 127.5cm/sec, slow が 101.9cm/sec であった。これらの測定値は、先行研究の結果³⁾と類似していた。

歩行速度を増加させるためには、歩幅の延長やケイデンスの増加が必要である⁴⁾。身体の前進は、立脚側の下肢の重力を利用した逆振り子モデルによって説明でき、その際足部のロッカー機構が不可欠である。ロッカーとは、ヒールロッカー、アングルロッカー、フォアフットロッカーに分類され、それぞれ LR, MS, TS 時にみられる機構である²⁾。この機構によって、身体は前進と安定性を同時に保つ事が出来る。特に TS 時は、歩行周期内でもっとも強い推進力となるため、フォアフットロッカーは、下肢の前進を加速させる基礎として働く²⁾。この相の延長によって足部の蹴り出しが増加し、より速い歩行が可能となると考える。よって、速い歩行速度の場合は、アングルロッカーからフォアフットロッカーへ早期に移行する必要があると推察する。以上の事より、歩行速度の増加につれ TS が延長したと推察する。また、その結

果、単脚支持期内の割合が変化し、MS が減少したと考える。PS の減少は、歩行速度の増加によって、両脚支持期の割合が減少したためである。

本研究において、歩行速度の増加によって立脚期の相区分が変化することが明らかになった。これらの知見より、歩行分析における各相の時間比率は、歩行の新しい指標となる可能性があり、今後の理学療法の発展に寄与できると考える。

V. 引用文献

- 1) 中村隆一, 齋藤宏. 基礎運動学. 第 5 版. 日本: 医歯薬出版株式会社; 2000. p. 333-337
- 2) Jacquelin Perry. 歩行分析 正常歩行と異常歩行. 第 1 版. 日本: 医歯薬出版株式会社; 2009. p. 5-20
- 3) Sekiya N, Nagasaki H: Reproducibility of the walking patterns of normal young adults: test-retest reliability of the walk ratio (step-length/step-rate). *Gait and Posture* 1998; 7: 225-227
- 4) 村田伸, 忽那龍雄, 北山智香子: 最適歩行と最速歩行の相違-GAITRite による解析-. *理学療法科学* 2004; 19: 217-222

Relation between walking velocity and percentages of each phase to a walking cycle

Toru Nishiyama¹⁾, Hiroto Suzuki¹⁾, Junpei Takahashi¹⁾, Hiroyuki Fujisawa¹⁾

1) Faculty of Medical Science and Welfare, Tohoku Bunka Gakuen University

Abstract

[Purpose] This study specifically examined the relation between walking velocity and the respective percentages of phases in a walking cycle. **[Methods]** For this study, 31 young adults walked on Foot-Pressure Sensors at three velocities: low, normal, and high. The foot pressure change during walking was measured at each walking velocity. Then the walking phase was classified based on foot pressure. **[Results]** The percentages of Mid-Stance and Pre-Swing phases in a walking cycle were significantly lower during high-velocity walking than at other walking velocities. Regarding the percentages of Terminal Stance phase in the walking cycle, that during high-velocity walking was significantly greater than during slow walking. **[Conclusion]** Results suggest that rocker mechanisms influence the percentages of respective phases in a walking cycle at different walking velocities.

[Key words] walking velocity, walking phase, foot pressure