立位動作に及ぼす上肢の影響について

Effect of Upper Limbs on Walking

田中 真一^{1)*} 村田 伸²⁾ 児玉 隆之³⁾

SHINICHI TANAKA^{1)*}, SHIN MURATA²⁾, TAKAYUKI KODAMA³⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, Shimonoseki Rehabilitation College: 3-4-17 Takesaki, Shimonoseki-city, Yamaguchi 750-0025, Japan. TEL +81 83-222-0606

*Present address: Murakami Orthopaedic Sports Clinic: 280-1 Enoura, Takatamachi, Miyama-city, Fukuoka 839-0213, Japan. TEL +81 944-22-6555 FAX +81 944-22-6699

²⁾ Department of Rehabilitation Sciences, Nishikyusyu University

³⁾ Department of Physical Therapy, Fukuoka Wajiro Rehabilitation College

Rigakuryoho Kagaku 25(2): 177-180, 2010. Submitted Aug. 28, 2009. Accepted Oct. 8, 2009.

ABSTRACT: [Purpose] The aim of this study was to investigate whether or not the upper limbs influence the stepping test or circuit walking. [Subjects] The subjects were 17 healthy women, average age: 19.6 ± 7.9 years. [Method] We measured circuit times at fastest walking speeds in clockwise and anti-clockwise directions, and similarly the distance of one-minute walking. In the stepping test with the eyes closed, we measured rotation angle and direction with the arms free and with the arms fixed at the sides. [Results] In circuit walking, the anti-clockwise direction time was significantly shorter than that of the clockwise direction, and one-minute walking time was longer. In the stepping test, compared to the 'arms fixed' condition, the body rotation angle was significantly smaller under the 'arms free' condition. [Conclusion] We infer from these results that walking is influenced by upper limb movements, suggesting the necessity of physical therapy which involves the trunk and the upper and lower limbs.

Key words: walking, upper limbs, dominant hand

要旨:〔目的〕本研究の目的は、周回歩行や足踏みテストなどに上肢が影響しているか否かを検討することである。〔対象〕対象は、健康成人女性17名（平均年齢19.6 ± 7.9歳）であった。〔方法〕周回運動の右・左回りそれぞれ1周する最速歩行時間の計測、また同様に1分間に歩いた距離を計測した。足踏みテストでは閉眼にて回転角度と方向を測定し、その際上肢の動きを自由にさせたものと体側に上肢を固定した条件で測定した。〔結果〕周回では左周回の方が有意に1周所要時間は短く、1分間の歩行距離が長かった。足踏みテストは上肢を固定した時と比較すると、手振り有りの足踏みテストにおいて、身体が回転する角度が有意に小さかった。〔結語〕このことから立位動作において上肢の運動が影響していることが推測され、下肢や体幹、上肢を含めた理学療法の必要性が示唆された。

キーワード: 立位動作, 上肢, 利き手

¹⁾ 下関リハビリテーション学院 理学療法学科: 山口県下関市竹崎町3丁目4-17 (〒750-0025) TEL 083-222-0606

*現所属: 村上整形外科クリニック: 福岡県みやま市高田町江浦280-1 (〒839-0213) TEL 0944-22-6555 FAX 0944-22-6699

²⁾ 西九州大学 リハビリテーション学部

³⁾ 福岡和白リハビリテーション学院

I. 緒 言

ヒトが安定した歩行を行うには、姿勢を適切に制御することが必要であるが、健常成人では意図的な姿勢制御をほとんど必要とせず歩行している。これは、四肢からの末梢感覚情報や視覚情報、また連鎖反射(chain reflex)や中枢パターン発生器(central pattern generator)などの中枢神経系が多くの筋活動の調整を行うことにより、安定した歩行が可能となっている¹⁾。

歩行は通常前進運動であり、その特徴は運動に関与する身体各部位が周期的な繰り返し運動を行っている²⁾。歩行は力学的にはバランスが失われ、再び元に戻ることが規則的に反復される現象であり、両下肢が交互にその機能を遂行している³⁾。一方、上肢の振り子運動は、体幹の回旋に対抗する回転モーメントを生み出すことで³⁾、体幹の動揺によって生じるバランスの崩れを最小限に留め⁴⁾、また下肢による駆動時に生じる重心の移動に対してバランスを保持する役割³⁾を果たすと考えられる。

下肢機能に関する先行研究では、健常成人における下肢機能について、ボールや小石を蹴るように器用に動く足を機能脚、走り幅跳びの踏切脚のように体重を支える足を支持脚と定義している⁵⁾。しかし、甲斐ら⁶⁾は健常成人男性を対象に、機能脚と支持脚における下肢筋力の最大値とその到達時間について比較し、その測定値に有意差が認められなかったことから、健常成人の下肢機能には優位性がないことを示唆している。

しかし、経験上、足踏み運動時において定位置から逸脱することが観察される。先行研究から下肢には一側優位性はないが、上肢には一側優位性が報告されている⁷⁾ことから、今回、立位動作に上肢の優位性の影響があるか否かを検討することを目的に、健常成人を対象に、上肢を固定した状態と自由にした状態で足踏み運動と周回運動を行ってもらい、上肢機能との関連性について検討した。

II. 対象と方法

1. 対象

下肢に既往疾患のない某医療系専門学校に在籍している健常女性17名であり、平均年齢は 19.6 ± 7.9 歳、平均身長 160.4 ± 5.9 cm、平均体重 53.1 ± 6.0 kgであった。なお、被験者はすべて右利きであった。これら被験者には、研究の目的と方法を十分に説明し、同意を得た上で研究を開始した。

2. 方法

測定項目は、周回の最速歩行時間と距離の測定、足踏みテストの3項目とした。

最速歩行時間は、1周20 mのトラックを左周回と右周回それぞれ最速歩行で1周する所要時間を測定し、距離は左周回、右周回それぞれ1分間の最速歩行を行ってもらい、その距離を測定した。

足踏みテストの開始肢位は左右の踵部中央が揃う立位姿勢とし、左右の踵部を結ぶ線と直角に交わる垂線を引き、その垂線上に体幹矢状面中央が位置するようにした。足踏みの際、正面を直視することを伝え、閉眼で上肢の振りを自由に行わせた足踏みと、体側に上肢をベルトで固定した状態での足踏みテストをメトロノームに合わせて30秒間実施した。30秒後、開始肢位から逸脱した身体の回転角度と回転方向の測定方法は、開始肢位の体幹矢状線を基線にして、足踏み施行後の左右踵部中央を結ぶ線の中央を通る垂線とのなす角度を移動回転角度として測定した。回転方向は先に説明した基線を 10° 以上回転していれば左もしくは右の判定を行い、回転角度が 10° 以下は回転していないものとした。

統計処理は、左周回と右周回の最速歩行時間と1分間の歩行距離、また手振り無しと、手振り有りでの足踏み運動時の回転角度の比較を、それぞれ対応のあるt検定を用いて検定した。なお、統計学的有意水準は5%未満とした。

III. 結 果

周回運動の最速歩行での1周所要時間は左周回の平均は 10.3 ± 0.7 秒、右周回は平均 10.8 ± 0.7 秒であった。1分間の歩行距離は左周回が平均 110.9 ± 8.0 m、右周回は平均 107.6 ± 10.1 mであり、左周回は右周回と比較し、1周所要時間が有意に短く、1分間の歩行距離が有意に長かった(表1)。

足踏みテストにおける移動回転角度は、手振り有りは平均 $23.5 \pm 16.0^\circ$ 、手振り無しが平均 $32.0 \pm 16.0^\circ$ で、手振り有りの方が有意に小さかった。なお、足踏みテストの回転方向は手振り有りでは左側に回転した被験者10名、右側に回転した被験者3名、 10° 未満は4名であった。手振り無しでは左側に回転した被験者8名、右側に回転した被験者8名、 10° 未満は1名であった(表1)。

表1 各検査項目の平均値

20 m 周回	右回り	左回り	
1 周所要時間（秒）	10.8 ± 0.7	10.3 ± 0.7*	
1 分間歩行距離（m）	107.6 ± 10.1	110.9 ± 8.0*	
*: p<0.05			
足踏みテスト	手振り有り	手振りなし	
回転角度（度）	23.5 ± 16.0	32.0 ± 16.0**	
**: p<0.01			
足踏みテストにおける回転方向とその人数			
	右側に回転	左側に回転	10° 未満
手振り有り	3 人	10 人	4 人
手振りなし	8 人	8 人	1 人

IV. 考 察

本研究は、周回運動における最速歩行時間と所要距離、足踏みテストにおける測定値から、上肢の動きが影響しているかどうか検討した。その結果、左周回運動と右周回運動では、左周回が1周する所要時間は有意に短く、1分間の歩行距離が有意に長かった。また足踏みテストは手振り有りが、手振り無しと比較して有意に回転角度が少なかった。

通常、我々が歩行を行っているときの上肢の振りは無意識に行われており、上肢を体幹に固定しても広背筋上部や大円筋に歩行周期と関連した筋活動があり、中枢でプログラムされたものとされている³⁾。しかし、周回運動においては身体がカーブの軌道上から逸脱しないようにするために、通常の歩行とは違う姿勢調節機能が働いていると考えられ、ひとつの要因として上肢の影響があるのではないかと考えた。例えば、スケート競技でスピードを競うショートトラックで左カーブを曲がる時、左上肢を体幹に近づけ固定し、右上肢を大きく前後に振る動作が観察される。佐藤ら⁸⁾は、走る時の腕の振りの役割として大きく二つに分けることができるとしており、一つは身体のバランスをとるためであり、もう一つは前方への推進力を得るために補助的な役割であると述べている。今回の周回運動において、上肢を大きく振ることで推進力を高めると同時に重心が外側へ移動するのを抑制しているものと推察できる。周回運動においては、正常歩行でプログラムされた上肢の振りとは違い、随意的な非対称的な動き

が姿勢調節に関与していることが考えられる。

今回の結果から周回運動において、左周回運動が有意に1周所要時間が短く、1分間の歩行距離が長かった。甲斐ら⁶⁾の先行研究から、大腿四頭筋筋力と足趾把持力に一侧優位性がなかったという報告を踏まえると、右・左周回運動の測定値に差が生じたのは、上肢機能が影響しているのではないかと考えた。上肢では球技スポーツ動作、日常生活動作において一侧優位性が報告されており、松尾ら⁷⁾は健康成人25名(平均年齢21.1 ± 3.16 歳)を対象に上肢周径と握力を利き手と非利き手の測定値で比較すると、利き手が能力的、形態的に優れていることを報告している。今回の被験者はすべて右利きであり、左周回運動の際に、利き手である右上肢の随意的な振りにより、前方への推進力と外側への重心移動の抑制する機能が、右周回運動時の左上肢の振りと比較して機能的に働き、今回の結果に繋がったものと考えられ、上肢の一侧優位性が影響していることが示唆された。

足踏みテストにおける回転角度は、手振り有りは平均23.5 ± 16.0°, 手振り無しが平均32.0 ± 16.0°で、手振り有りの方が有意に小さかった。臨床で用いられる足踏みテスト⁹⁾は前庭障害、脊髄後索後根障害などの平衡機能障害の評価として用いられ、上肢を体側につけた状態、もしくは前方に挙上した状態で50歩から100歩の足踏み運動を実施して、身体回転角度、回転方向、中心からの移行方向、移行角度、移行距離を測定する。100歩の足踏みで、回転角度が左右におおの44°以内を正常範囲とし、45~90°を移行帯、91°以上を異常、また移行距離は1m以上を異常としている⁹⁾。また、正常歩行における上肢の振りの果たす役割は、下肢のロコモーター機構による身体の回旋を最小限にするために有意な逆方向の運動を起こし、動的安定性を得るための周到な手段である可能性があるとして述べている⁴⁾。Mark⁴⁾は、健康成人を対象に自由歩行と片側の上肢を拘束した歩行の2条件で矢状面からの身体各肢節間の偏位の比較を行い、拘束を加えた側の変化は、自由歩行に比較して四肢の移動が有意に減少し、拘束していない側の胸郭回旋の動きが大きくなると報告している。手振り有りでの足踏みにおいて回転角度が有意に小さかったのは、正常歩行と同様に上肢を振ることで体幹の回転モーメントが抑制され、重心動揺が最小限に保たれたことで姿勢調節が行われたと考えられる。一方、手振り無しにおいては、上肢を体幹に固定したことにより、身体の回旋を最小限に留める機能がなくなったことで、回転した角度が大きくなったものと考え

えられる。

今回の結果から周回運動や足踏み運動において、上肢の動きが影響している可能性が示唆された。身体動的安定要素や腕振りによる力学的エネルギー産出を担っていることを考慮すると、立位動作に対し、下肢と体幹に理学療法の目的が注視する傾向にあるが、今回の結果から上肢の動きも考慮する必要性が示唆された。

引用文献

- 1) 松村道一, 小田伸午, 石原昭彦: 脳百話一動きの仕組みを解き明かす一. 市村出版, 東京, 2006, p128.
- 2) 中村隆一, 斉藤 宏: 臨床運動学第3版. 医歯薬出版, 東京, 2005, p484.
- 3) 中村隆一, 斉藤 宏: 基礎運動学第6版. 医歯薬出版, 東京, 2007, pp362, 371-372, 399.
- 4) 丸山仁司(編): ザ・歩行 第1版. アイペック, 東京, 2006, p83.
- 5) 山崎信寿(編): 足の辞典. 朝倉書店, 東京, 1999, p106.
- 6) 甲斐義浩, 村田 伸, 田中真一: 利き足と非利き足における足把持力および大腿四頭筋筋力の比較. 理学療法科学, 2007, 22(3): 365-368.
- 7) 松尾奈々, 村田 伸: 利き足の自己認識と簡易決定法の検討. 理学療法科学, 2005, 32(2): 552.
- 8) 佐藤光浩, 中川功哉, 関岡康雄: 400 m走における腕振りの効果に関する研究. 仙台大学大学院スポーツ科学研究科論文集, 2004, 3(5): 71-78.
- 9) 奈良 勲, 内山 靖: 姿勢調節障害の理学療法. 医歯薬出版, 東京, 2004, pp115-116.