

固有感覚系フィードバック情報による
歩行バランス向上効果の検証
～神経生理学的観点による転倒予防を目指して～

立命館大学 木村 哲也
(共同研究者) 京都大学大学院 神崎 素樹

**Effect of Proprioceptive Feedback Information on
Body Balance during Human Walking:
a Basic Study for the Development of the Neurophysiological Method
to Prevent Falling**

by

Tetsuya Kimura
*Faculty of Sport and Health Science,
Ritsumeikan University*
Motoki Kouzaki
*Graduate School of Human and Environmental Studies,
Kyoto University*

ABSTRACT

It has been suggested that human postural sway reduces when a fingertip lightly touches a stable surface during quiet standing. However, the effect of light touch on body balance during walking has not been cleared, even though falling of elderly person is occurred during dynamic motion in daily life. Therefore, the present study aimed to assess whether or not the light touch on stable surface contributes to the enhancement of body balance during walking. Thirteen young subjects and 22 elderly subjects walked on the treadmill at the preference speed. They lightly touched a stable surface with the index fingertip during walking (LT condition). In addition, in young

subject, the stabilizing effect of force touching condition (FT condition), in which they could forcefully touch the stable surface during walking, was investigated. The subjects also conducted normal walking (control condition). The results showed that the mean amplitude and standard deviation of acceleration of center of mass (CoM_{ACC}) in LT condition was significantly smaller than those in FT and control conditions in young subjects ($p < 0.05$). In addition, the CoM_{ACC} of elderly subjects was significantly reduced in LT condition ($p < 0.05$). Cross correlation (CCF) analysis revealed that there was a spatial-temporal relationship between CoM_{ACC} and second order differential of fingertip contact force in medial-lateral direction. These results indicate that the body balance during walking can be enhanced by the active light touch, via the proprioceptive and tactile information from upper limb.

要 旨

本研究はトレッドミル上での歩行における固有感覚系・触覚系からの重心動揺フィードバック情報が、身体バランス制御の機能向上に貢献するか否かを検討した。若年者 13 名、高齢者 22 名を被験者とし、手指先の固定点への微小な力 (2N 以下) での接触 (ライトタッチ:LT 条件) が、歩行バランスに及ぼす効果を検証した。さらに、自由に固定点に力を加えることのできるフォースタッチ (FT) 条件との比較も行った。その結果、若年者群では LT 条件にて左右方向の身体重心動揺が有意に減少した ($p < 0.05$)。さらに、LT 条件は FT 条件よりも重心動揺の減少が有意に大きかった ($p < 0.05$)。高齢者群においても同様に LT 条件において有意に身体重心動揺が減少した ($p < 0.05$)。また、身体重心加速度と指先接触力の 2 階微分の時系列変化に時空間的関連性が認められた。以上の結果より、上肢の固有感覚及び指先触覚による重心動揺フィードバック情報によって、歩行バランスが安定することが明らかとなった。

緒 言

高齢者の転倒事故が社会的問題となっている。高齢者は加齢により立位バランス機能が低下しており、これが転倒を惹起する大きな生理学的要因である。立位姿勢の保持は重心動揺に応じた適切な抗重力筋のトルク発揮というフィードバック制御により遂行される¹¹⁾。この制御システムにおいて、視覚系、前庭系、体性感覚系の各感覚器が身体重心動揺をフィードバックしていることが明らかにされている^{1,2,10)}。従って、これら感覚器の加齢による機能低下が、立位フィードバック制御の機能低下につながることは想像に難くない。

従来、二足立位フィードバック制御への貢献として視覚系と前庭系が重要視されていたが、最近になり体性感覚情報の重要な貢献が指摘されている。これを支持する先行研究として、静止立位課題中に 1N 以下という非常に軽い力で固定点に手指先を接触させると (ライトタッチ課題)、姿勢動揺が有意に減少することが報告されている^{4,5,6)}。これは、非常に感度の高い手指先触覚や上肢の固有感覚からの身体動揺のフィードバック情報が要因であると推測されている^{5,6)}。