

歩行中の転倒リスク評価・警告装置の開発3

一つまずきリスク年齢をフィードバックすることによる MTC への短期的影響

The system to evaluate the risk of falling during walking 3

- Short term feedback effect of the "Tripping Risk Age" on the MTCs

○小林吉之 (産総研) 青木慶 (産総研) 渋沢英次郎 (産総研) 持丸正明 (産総研)

Yoshiyuki KOBAYASHI, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Kei AOKI, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Eijiro SHIBUSAWA, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Masaaki MOCHIMARU, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Abstract: This study focused on the short term feedback effect of the "Tripping Risk Age" on the MTCs. Twenty middle aged participants were randomly assigned to one of the following three groups: A group without any feedback (Group A), A group that feedback the Inter Quartile Range (IQR) and the Median (MED) of the measured MTCs (Group B), and A group that feedback the "Tripping Risk Age" which we proposed previously (Group C). We obtained the IQR and MED of the MTCs from two sessions (before feedback and after feedback), and compared among the groups. We found that the IQR of the MTCs decreased in both Group B and C after the feedback while the IQR of the MTCs did not altered in Group A. Moreover, MED of the MTCs did not altered after the feedback in all groups. These results indicate that the risk of tripping may decrease if we feedback the "Tripping Risk Age".

Key Words: Falling, Tripping, Minimum Foot Clearance, Inter Quartile Range, Feedback,

1. 研究背景と目的

転倒はすべての年代の人にとって、減らしたい事故である。転倒の主要因については、実際に転倒を経験した者に対する調査によって、国内、海外ともに歩行中のつまずきであることが明らかとなっている^{(1),(2)}。また国内外のバイオメカニクス分野の研究によって、遊脚期におけるつま先と地面との距離であるつま先クリアランスの最小値 (Minimum Toe Clearance, 以下 MTC) のばらつきを表す統計量 (四分位間距離: Inter Quartile Range, 以下 IQR) で、個々人の歩行中のつまずきリスクを表せる可能性が示唆されている^{(3),(4)}。しかし現在 MTC の IQR の観点から転倒を評価するには、実験室で歩行中のつま先の高さを計測し、そのデータから MTC を抽出し、そこから算出された統計的な値を理解するというような専門的な技術と知識が必要である。そのため現状では、一般の人々が MTC の観点から個々人のつまずきリスクを評価できるまでには至っていない。

このような観点から近年著者らは、歩行中の床反力からその時の MTC やそのばらつきを推定する手法を提案し、トレッドミル型つまずきリスク評価装置を開発してきた⁽⁵⁾。またこのような装置で推定された MTC の IQR について、ユーザが直感的に本人のつまずきリスクを解釈できるように、50名を超える被験者の MTC の IQR と年齢との関係から得られた「つまずきリスク年齢」を提案した⁽⁶⁾。

しかし上記の先行研究では、「つまずきリスク年齢」を提案しただけであり、それをユーザにフィードバックした際の、MTC に与える影響については検証してこなかった。そこで本研究では、先行研究で提案した「つまずきリスク年齢」をフィードバックした際の MTC のばらつきに与える短期的な影響について客観的・定量的に評価することを目的とした。

2. 方法

本研究では、45歳から63歳の中老年18名(男性10名、

女性8名、平均年齢55.3歳±標準偏差6.2歳)の歩行を計測した。計測は、間に休憩をはさんだ2つのセッション(以下セッション1とセッション2)で行った。被験者らは、何もフィードバックしない群(A群:6名,53.5±4.8歳)、MTCのIQRや中央値(Median:以下MED)をフィードバックする群(B群:6名,56.3±7.4歳)、及び先行研究で提案した「つまずきリスク年齢」をフィードバックする群(C群:6名,56.0±7.0歳)の3群のいずれかに、各群で年齢層が偏らないように分けられ、B群とC群にはセッション間の休憩中にそれぞれのフィードバックと転倒しやす者と転倒しにくい者のMTCの特徴についての簡単な説明が口頭で行われた。

本研究でMTCは、先行研究^{(7),(8)}に従い、遊脚中期における第一中足骨頭に貼付したマーカの高さの最小値と定義し、三次元動態計測装置(Vicon Nexus, Vicon社)を用いてサンプリング周波数200Hzで計測した。計測時に被験者らは、歩行路を裸足で端から端までまっすぐ歩行した。その際、計測空間に踏み込むまでに最低5歩歩けるようにスタート位置を調整し、歩行時の速度や歩幅、視線などに関しては特に規定せず、普段通り歩行するよう指示した。

各セッションでは10試行分の歩行を計測し、各試行から身長で正規化されたMTCを左右それぞれ一つずつ抽出した。抽出されたMTCより被験者ごとのIQRとMEDをそれぞれのセッションで計算し、セッション2とセッション1との差をフィードバック効果と定義した。実験によって確認されたフィードバック効果について、一元配置分散分析を用いて群間で比較した。主効果が有意であった場合の多重比較には、Bonferroniの手法を用いた。

3. 結果

図1及び図2に各群におけるフィードバック効果(IQRとMED)を示す。図の横軸は各群を、縦軸は10名の被験者から得られたフィードバック効果の平均値(エラーバーは±1標準偏差分の範囲)をそれぞれ示す。各図における

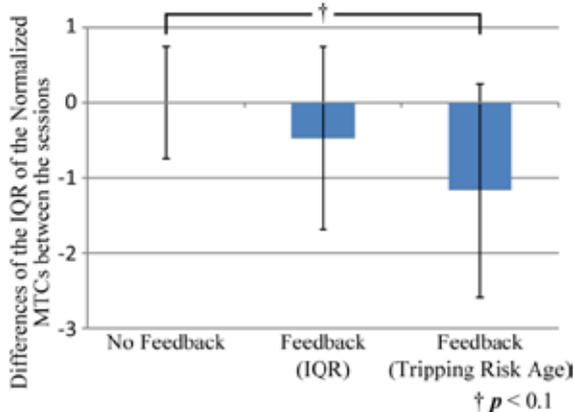


Fig. 1 Differences of the IQR of the normalized MTCs between the sessions. Negative values represent the cases that the IQR of the normalized MTCs during the session 2 is smaller than the IQR of the normalized MTCs during the session 1.

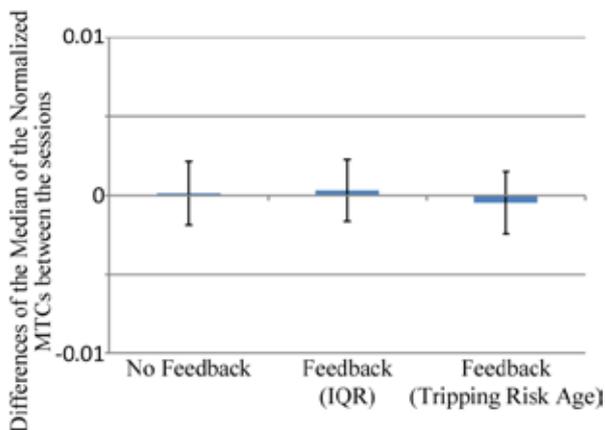


Fig. 2 Differences of the Median of the normalized MTCs between the sessions. Negative values represent the cases that the IQR of the normalized MTCs during the session 2 is smaller than the IQR of the normalized MTCs during the session 1.

負の値は、セッション1での各指標よりもセッション2での各指標の方が小さかったことを表す。一元配置分散分析の結果、IQRについては群の主効果に有意傾向が確認された ($F_{(2,33)} = 3.066, p < 0.1$)。IQRについて群の主効果に有意傾向が確認されたため、多重比較を行った結果、フィードバックしない群 (A群) と「つまずきリスク年齢」をフィードバックする群 (C群) との間に有意傾向が確認された ($p < 0.1$)。一方MEDについては群の主効果は確認されなかった ($F_{(2,33)} = 0.483, n.s.$)。

4. 考察

図1に着目すると、フィードバックを行わなかった群 (A群) ではグラフがほぼ0を示している。これは、セッション1とセッション2との間で、IQRの傾向に差がなかったことを示している。一方何らかのフィードバックを行った群 (B群及びC群) では、グラフが負の値を示しており、セッション1に比べてセッション2の時のほうが、IQRが小さかったことを示している。特にC群のIQRは、A群との間に有意傾向 ($p < 0.1$) が確認され、著者らが提案した「つ

まずきリスク年齢」をフィードバックすることで、MTCのばらつきが減少する可能性が示唆された。一方図2に着目すると、フィードバックの有無や種類に関わらずグラフがほぼ0を示しており、また群間に統計的な有意差や有意傾向が認められなかったことから、MTCの中心傾向にはフィードバックの効果が影響しない可能性が考えられる。

転倒しやすい者のMTCは、転倒しにくい者のMTCと比べて、1) MTCの中心傾向 (Median) に差は認められないものの、2) ばらつきが大きい傾向にあることが報告されている^{(3), (4)}。このことからつまずきやすい者は、歩行中にMTCが極端に低くなる時があり、そのようなときに特につまずきが発生しやすいと考えられている。そのため本研究で確認されたような、MTCの中心傾向には影響を及ぼさずにばらつきだけを減少させるようなフィードバックは、つまずきのリスクを減少させられる可能性があると考えられる。但し本研究では短期的な効果のみ評価したため、このような効果がどの程度の期間持続するのについては検証されていない。今後は中長期的な効果の検証も行いながら、より効果が持続する介入方法についても検討することで、転倒の発生件数減少に貢献したいと考えている。

参考文献

- (1) 近藤敏, 宮前珠子, 堤文生, 在宅高齢者の転倒と転倒恐怖, OTジャーナル, Vol. 33, pp. 839-844, 1999.
- (2) Tinetti ME, Speechley M, and Ginter SF, Risk factors for falls among elderly persons living in the community, N Eng J Med, Vol. 319, pp. 1701-1707, 1988.
- (3) Mills PM, Barrett RS, Morrison S, Toe clearance variability during walking in young and elderly men, Gait Posture, Vol. 28, No. 1, pp. 101-107, 2008.
- (4) Khandoker, AH, Taylor, SB, Karmakar, CK, Begg, RK, and Palaniswami, M, Investigating scale invariant dynamics in minimum toe clearance variability of the young and elderly during treadmill walking, IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng, Vol. 16, No. 4, pp. 380-389, 2008.
- (5) 小林吉之, 青木慶, 持丸正明, 歩行中の転倒リスク評価・警告装置の開発 一床反力を用いたつま先クリアランスの推定, 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会 (ABML2011), 東京, 11/2011.
- (6) 小林吉之, 青木慶, 渋沢英次郎, 持丸正明, 歩行中の転倒リスク評価・警告装置の開発 二 クリアランスのばらつきと年齢との関係, 日本生活支援工学会第4回若手研究者発表会, 東京, 06/2012.
- (7) Harley, C, Wilkie, RM, and Wann, JP, Stepping over obstacles: attention demands and aging, Gait Posture, Vol. 29, No. 3, pp. 428-432, 2009.
- (8) Yen, HC, Chen, HL, Liu, MW, Liu, HC, and Lu, TW, Age effects on the inter-joint coordination during obstacle-crossing, J Biomech, Vol. 42, No. 15, pp. 2501-2506, 2009.

謝辞

本研究はH23年度 日本学術振興会 科学研究費補助金 (若手A) : 「歩行中の転倒リスク評価・警告装置の開発 一 日常の歩容を見守ることによる転倒数減少策」の一部助成を受けて実施された。