

凍結路を想定した歩行の運動力学的解析

岩月 宏泰¹⁾ 久保 貴裕¹⁾ 岩月 順子²⁾

1) 青森県立保健大学

2) 南内科循環器科医院

Key Words : ①歩行分析 ②運動力学 ③健常青年

I. 緒言

降雪初めに多発する歩行者の転倒事故では打撲、捻挫などの軽微な傷害に留まらず、重篤な外傷を被ることも珍しくない。これら事故を予防するためには滑りにくい路面、履物の開発などは急務であるが、歩行者の凍結路に対する危険性の認識と路面に合わせた歩行を心がけさせる必要がある。現在のところ、降雪時や凍結路に備えた歩行方法として重心を低くする姿勢で足底全体を接地する、小刻みに進行するなどが推奨されている¹⁾。積雪寒冷地で長年生活していれば、冬季には路面で滑らないような歩容が自然と身についており、降雪初めでも転倒する危険性が低い^{2,3)}。しかし、非積雪地の出身者では凍結路歩行の危険性についての意識は希薄であるため、

転倒を経験しなければ歩容も夏季と変わらない場合も多い。彼らに凍結路を歩行する際の危険性を認識させるためには、降雪初めに滑りやすく加工した床の歩行体験、広報などによる啓発活動が有用と思われる。

II. 目的

本研究の目的は非積雪地出身者を対象に凍結路に備えた歩行が体得されているかを検討することを目的に運動学的解析を行った。

III. 研究方法

対象は本研究の趣旨を理解し同意し、下肢に整形外科疾患の経験のない本学大学生であり、積雪寒冷地出身者2名(積雪群)とそれ以外の者4名(非積雪群)の2群に分けた。測定機器は表面筋電計(NORAXON社製)、床反力計(AMTI製)を使用した。方法は4枚の床反力計上を左右一歩ずつ踏む6mの自由歩行を5回行った。床反力結果は側方分力及び鉛直分力の3つのピーク値(2つの頂点と1つの谷の値)を採用した。また同時に、被験者の左下肢筋(外側広筋(VL)、大腿二頭筋(BF)、股内転筋群(AD)、前脛骨筋(TA)、腓腹筋内側頭(GM))にディスプレイ電極を糊着し表面筋電図を導出し、各筋の平均筋放電量を算出した。歩行条件は平地の通常歩行を初回行わせ、次いで雪道および凍結路をイメージさせた後に歩行路を「凍結路をイメージして歩くように」と指示した後に4回繰り返し自由歩行させた。

IV. 結果と考察

本研究での凍結路を想定した歩行時の筋活動を比較すると非積雪群の遊脚相では積雪群より、TA、GM及びVLの筋放電の増大が認められた。積雪群は全歩行周期にわたりGMの筋活動量増大と断続的収縮が見られ、VLの持続的収縮パターンが見られた。VLが筋活動増加と持続的収縮パターンを示したことは膝関節を屈曲位に保持して重心を下方へ移動させ、安定性を増大させたと考えられた。

一方、歩行運動時に下肢に作用する力は筋力、重力、下肢の運動による慣性力及び足底に加わる床反力である。歩行運動で足底がプラットフォームに接地した時、身体からプラットフォームに作用力が働き、それに対する反作用として同じ大きさで向きが反対の力が床反力として働く。その床反力のうち、鉛直分力では一つの谷を挟んで2つの主峰があり、何れも体重を超える力として表示される。第一の主峰は身体を上方へ加速するとき、第二のそれは下方へ減速するときを生じる。谷の最も深いところは重心位置が歩行周期で最も高いところを意味している。本研究の結果では、足接地時の鉛直成分の最大分力値は通常歩行で非積

雪群と積雪群で差を認めなかったが、凍結路を想定した歩行では非積雪群が4回とも積雪群より高値を示した。積雪群の最大鉛直分力値は凍結路歩行4回目に通常歩行の65.6%となったが、非積雪群では93.9%と僅かな減少に留まっていた。これは前進に伴う体重心の水平移動が円滑ではなく、雪道や凍った路面上では歩幅を小さく歩く、足の裏全体に加重する、膝を曲げた前傾姿勢で歩くなど、実験の歩行路上では凍結路で滑らない歩行を再現しにくいことを示している。さらに、非積雪群の者では夏季に凍結路を想定した歩行を十分思い出すことができず、例えば思い出すことが出来ても時間を要することを示唆するものと思われる。なお、床反力作用点間距離は両群間で差を認めなかった。なお、側方分力は通常単脚支持期に内向きに働くが、歩行条件に伴う変化を両群で認めなかった。これは、今回の歩行路が凍結路のように足底と床面の摩擦が必ずしも小さいわけではなく、踵接地時に外向きへ滑ることがなかったため、このような結果が得られたものと考えられた。

V. まとめ

本研究では健康青年を対象に積雪寒冷地出身者とそれ以外(冬季に複数回の積雪を経験しない)の者に分けて、凍結路を想定した屋内歩行をさせた際の床反力及び表面筋電図について検討した。その結果、歩行回数に伴う足接地時の鉛直成分のピーク値及び各筋の平均筋放電量の変化は積雪群では凍結路想定歩行2回目で定常状態となったが、非積雪群では何れの回も特有な傾向を認めず、通常歩行と同様の結果を認めた。

そのため、積雪寒冷地の出身者以外の学生及び観光客には雪道、凍結路では膝を曲げ重心を下げた前傾姿勢で歩くこと、足底全体を路面につける気持ちで歩くことの重要性について初雪前や日常的に氷点下となる時期には注意を喚起する必要がある。

VI. 文献

1. つるつる路面転倒防止委員会；<http://tsurutsuru.jp/kaiteki/kotsu/kotsu.html>
2. Gard G, Berggard G.: Assessment of anti-slip devices from healthy individuals in different ages walking on slippery surfaces. Appl Ergon. 2006 ;37: 177-86.
3. 浅賀忠義・他：低摩擦床面における歩行開始1歩目の動作コントロールについて。理学療法科学 17, 2002: 49-52.