

エスカレーターの乗降動作に関する研究

保健医療学専攻・先進的ケア・ネットワーク開発研究分野

学籍番号：13S3037 氏名：田頭 勝之

研究指導教員：竹内 孝仁教授 副研究指導教員：後藤 純信教授

キーワード：エスカレーター・転倒・筋活動・眼球運動

I. 研究の背景と目的

2008 年に J R 西日本が実施したエスカレーターにおける転倒事故調査¹⁾では、約 3 日に 1 件の頻度で転倒事故が発生しており、転倒者のうち 60 歳以上は全体の 63%を占めていた。その他にも 2008~2009 年に日本エレベーター協会が実施した事故統計調査や 2003 年に東京消防庁が実施したエスカレーターの事故調査報告などがある。しかし、これらの報告は事故発生後の調査報告であり、転倒に繋がる要因の分析は十分に行われていない。また、エスカレーターの乗降動作を詳細に分析した研究も見受けられない。そこで、本研究では、エスカレーターの乗降動作を分析し、乗降時の筋活動と眼球運動の特性および転倒に繋がる要因を明らかにすることを目的とした。

II. 方法

《研究1》エスカレーター利用に関するアンケート調査

1)対象：徳島市および松山市の在宅高齢者 408 名（男性 174 名・女性 234 名、年齢 65~91 歳）とした。2)方法：調査は、集合調査法および配票留置法にて行った。調査内容は属性、上下階への移動手段、エスカレーター利用時の恐怖感・躓き・ヒヤリハット体験・スピード感、主観的健康感、老研式活動能力指標などである。分析は SPSS Statistics 21 を使用し、 χ^2 検定、 t 検定などを行った。

《研究2》ビデオ撮影によるエスカレーター乗降動作の分析

1)対象：徳島市近郊のショッピングモールに設置されている 2 台のエスカレーターを利用する 1731 名（上り利用者：903 名、下り利用者：828 名）とした。2)方法：ショッピングモールの 2 階吹き抜け部に 2 台の定点ビデオカメラを設置し、約 2 時間、利用客の乗降動作を撮影した。2 台のビデオカメラにより、乗降する同一人物を特定し、性別、年齢層、エスカレーター利用時のベルトの把持状況、歩行、スマートフォン使用、危険行為等を確認した。分析は単純集計およびクロス集計し、 χ^2 検定、McNemar 検定を行った。

《研究3》エスカレーター乗降動作における筋活動

1)対象：男性健常成人 7 名とした。平均年齢は 20.3 ± 0.5 歳（20~21 歳）、平均身長は 172.9 ± 5.4 cm、平均体重は 64.3 ± 9.2 kgであった。2)方法：下りエスカレーターにおける乗降動作の筋活動（被験筋：最長筋・大殿筋・大腿直筋・前脛骨筋・腓腹筋）を表面筋電計（Noraxon TeleMyo 2400T G2：サンプリング周波数 1.5kHz）にて計測した。測定条件は、①エスカレーターのベルトを把持した乗降（以下、ベルトあり）、②測定脚の反対側上肢で 4 kgの重錘を入れたバッグを提げ、エスカレーターのベルトを把持せずに乗降（以下、荷物把持）、③スマートフォンを使用しながらの乗降（以下、スマホ使用）の 3 条件とした。導出された筋電波形よりエスカレーターの乗機直後・途中・降機直前・降機直後の 1 秒間の積分値を算出し、また各測定条件の筋活動を比較するため各筋の%MVC を算出した。分析は対応のある t 検定、Wilcoxon の順位検定、反復測定による一元配置分散分析、フリードマン検定および対比較を行った。

《研究4》エスカレーター乗降における眼球運動

1)対象：男性健常成人 8 名とした。平均年齢は 20.4 ± 0.5 歳（20~21 歳）、平均視力は右側 1.1 ± 0.3 、左側 1.1 ± 0.3 であった。2)方法：下りエスカレーター乗降における眼球運動をアイカメラ（Talk Eye Lite、竹井機器工業株式会社製：サンプリング周波数 30Hz）にて計測した。測定条件は、①エスカレーターのベルトを把持した乗降（以下、ベルト把持）、②エスカレーターのベルトを把持せずに乗降

(以下、ベルトなし)、③スマホを使用しながらの乗降(以下、スマホ使用)の3条件とした。導出された眼球運動は動画解析ソフトに取り込み、エスカレーターの乗機時および降機時の画像を分析し、足下・ベルト・前方への視線配置時間の割合、平均角速度、注視回数を算出した。分析は対応のあるt検定、Wilcoxonの順位検定、反復測定による一元配置分散分析、フリードマン検定および対比較を行った。

Ⅲ. 倫理上の配慮

本研究は、徳島文理大学倫理審査委員会の承認を得て実施した(承認番号 H26-3)。

Ⅳ. 結果

《研究1》80歳を越えるとエスカレーターの運転速度を速く感じ、エスカレーターからエレベーター利用に移行する傾向が明らかになった。エスカレーター利用時に躓きを経験した者は、「活動能力の低下」、「運転速度を速く感じる」、「主観的健康感が低い」およびエスカレーター乗降時に「ためらいやタイミングの合わせづらさ」を感じる割合が多かった。

《研究2》ベルトをつかまずにエスカレーターを乗降する年齢層は、子供・老人より成人に多かった。下りエスカレーターにおいて乗り口でベルトをつかんで乗機した者は、エスカレーターの途中または降機時(降り口)でベルトを離す割合が多かった。「子供を抱えたまま」(1.2%)もしくは「両手に荷物を持ったまま」(1.4%)でエスカレーターを乗降する者は、乗機時・途中・降機時のいずれにおいてもベルトをつかむ割合が低かった。エスカレーター上を歩行する者は12.5%であり、歩行者は乗り口でベルトをつかみ乗機し、その後、歩行しはじめてからベルトを離し、そのまま降機する傾向にあった。エスカレーター上でのスマホ使用者は5.2%であり、下りエスカレーターの途中においてベルトを離し、そのまま降機する傾向にあった。

《研究3》「ベルトあり」、「荷物把持」、「スマホ使用」のいずれにおいて降機直後の腓腹筋は、他の筋に比べ高い活動を認めた。途中と降機直前の立位時筋活動を比較した結果、「荷物把持」の前脛骨筋および「スマホ使用」の前脛骨筋と腓腹筋は、降機直前に活動が高くなっていた。

《研究4》「ベルト把持」では、乗機時および降機時とも、ベルト周辺への視線配置割合は少なく、ベルト周辺の角速度は速かった。「ベルトあり」における降機時では、振り出した足が床面(フロア)に接地する前より前方を見ていた者は75%を占めていた。「スマホ使用」では、乗機時および降機時の前方への視線配置割合は、「ベルト把持」、「ベルトなし」より少なく、降機時の前方の注視回数も「ベルトあり」より少なかった。

Ⅴ. 考察

本研究において、両手に荷物を持っている者や子供を抱いたままエスカレーターを利用する者は70%以上がベルトをつかんでいなかった。エスカレーターに係る事故防止対策検討委員会の事故調査(以下、事故調査)²⁾によると「エスカレーターに関連して発生した救急事故のうち、荷物を持っていた者は71.9%であり、そのうちベルトをつかんでいなかった者は半数以上である」と報告しており、荷物を持ったままでの乗降は躓き・転倒の要因といえる。エスカレーター上でのスマホ使用者は乗降中ほとんど前方を見ていないことから、前方の環境を把握することができず、自分自身の躓きや他者への接触事故の危険性が高い。エスカレーター利用中、ベルトをつかむように啓発されているにもかかわらず、ベルトをつかまない者は約3割を占めていたことから、ベルトをつかまない者への転倒予防策として、緊急地震速報と連動したアナウンスのシステムなどを構築させる必要があると考える。加齢にともなう活動能力の低下は、エスカレーターの運転速度を速く感じさせ、エスカレーター利用時の躓きに繋がる危険性が高い。事故調査によると、エスカレーターの運転速度と高齢者における躓きの発生率は、20m/minでは0.18%、30m/minでは0.30~0.50%、40m/minでは2.91%であり、一般的な運転速度(30m/min)でも敏捷性が低下した高齢者にとってはバランスを崩す原因となる。したがって、高齢者の利用が多い時間帯ではエスカレーターの低速運転をすべきであると考えられる。

Ⅵ. 引用文献

- 1) 松村勇, 林弘海, 川畑貴裕ら. エスカレーターにおける転倒事故原因の分析と対策. R & M2010, 18(5):16-19
- 2) 高橋儀平. エスカレーターに係る事故防止策について. 東京消防庁指導広報部生活安全課 2005