

原 著

視覚情報遮断が歩行に及ぼす影響

—ロンベルグ率との関係—

国 宗 翔¹⁾ 藁 科 孝 佑¹⁾ 川 崎 純²⁾

¹⁾ 秋岡・西代医院

²⁾ 四條畷学園大学リハビリテーション学部

キーワード

視覚・歩隔・ロンベルグ率

要 旨

【目的】夜間における転倒予防の一助とする為、開眼歩行と目隠し歩行を比較し、更にロンベルグ率が目隠し歩行に与える影響を検討する事とした。

【方法】対象は同意を得た健常学生22名。閉脚立位における重心動揺を開眼、閉眼にて測定し、ロンベルグ率を算出した。自由歩行と目隠し歩行を行わせ、三次元動作解析装置を用いて記録し、自由歩行を基準とし、課題別に比較した。

【結果】目隠し歩行では、歩行速度 ($p<0.05$)、stride長 ($p<0.01$)、股関節伸展角度 ($p<0.01$) が有意に減少した。歩隔縮小群と拡大群の2群に分類され、群間においてロンベルグ率に有意な差を認めた ($p<0.05$)。歩隔縮小群において、ロンベルグ率と歩隔に有意な負の相関を認めた ($r=-0.9$, $p<0.01$)。

【考察】暗所での歩行では、より静歩行に近似させていると考える。一般的に静歩行では重心の側方移動が大きくなるとされるが、片脚立位保持が十分に可能な若年者では、出来る限り重心側方移動を小さくする為に、歩隔を狭める戦略を選択していると考えられる。

はじめに

高齢者の転倒は多く、転倒するとその後の自身の生活に強く影響する。骨折や寝たきり、転倒後症候群と密接に関与しており、QOL (Quality of life) の低下を引き起こす¹⁻²⁾。よって、転倒予防研究は現代の課題である。

バランス能力は加齢とともに低下し²⁻³⁾、転倒の危険が大きくなる⁴⁾。高齢者ではバランス能力を構成する平衡感覚や体性感覚が低下しており、ロンベルグ率の加齢による増大から考えると、安定性を視覚に依存している事が多い。また、高齢者では注意機能が低下し、反応時間が遅延している為に、歩行して移動する場合は、視野から入力される莫大な情報を全て処理することができない⁵⁾。周辺視の情報⁶⁾を十分に扱えない為に、臨床では立位や歩行の中でじっと一点を見つめている高齢者が多いように思う。また、それはバランス能力が低下している高齢者に多い。少しでも多くの身体外部情報を、視覚情報より得ていると言い換えることができる。照明が弱

い夜間でも高齢者は転倒し、歩行に対して恐怖感を覚える。覚醒の低下による影響も考えられるが、日中は歩行して屋内移動が可能でも、夜間は歩行せずに尿器、ポータブルトイレを使用する高齢者も多い。誰でも経験があると思うが、健常であったとしても暗所で歩行する場合は恐怖を感じる。さらに、手探りをしたりすることで外部情報を得ようとし、転倒に備えている。そこで我々は視覚情報を遮断された場合の反応を検証することが、夜間の転倒予防の一助になると考えた。

視覚情報遮断研究として、静的な課題での研究は多く行われているが、動的な課題での研究はほとんど行われていない。先行研究にて、室内照度がバランスに影響する事⁷⁾や、閉眼歩行では歩行速度や歩幅の低下が生じる⁸⁾事が報告されているが、視覚情報の制限を加えた状況における詳細な動作解析はされていない。そこで我々はまず、開眼歩行と目隠し歩行を詳細比較し、視覚情報を遮断した状況での反応を明らかにすることを目的に以

下の研究を行った。更に臨床で簡便に測定可能であるロンベルグ率が、目隠し歩行に与える影響を検討する事とした。

方 法

対象は、既往歴に運動器疾患、聴覚疾患、神経系疾患のない、健常学生 22 名（年齢：19.9±0.8 歳，身長：165.9±8.3 cm，体重：60.2±9.8 kg）とした。対象者にはヘルシンキ宣言に則り、説明し同意を得た。

重心動揺計（anima 社製 GRAVICORDER G-5500）を用い、閉脚立位における重心動揺を開眼、閉眼にてそれぞれ 60 秒間測定し、得られた総軌跡長からロンベルグ率を算出した。測定はそれぞれ一度だけ行い、60 秒連続で遂行不可能だった者は、測定可能だった時間で算出した。

次に 10 m の歩行路を自由歩行と目隠し歩行の順に行わせた。それぞれの歩行は一度だけ実施した。目隠しには、被験者が閉眼することに加え、アイマスクを用いた。

反射マーカ―を Plug-in-Gait マーカ―セットに従い全身 39 ヲ所に貼付し（図 1），それぞれの歩行で三次元動作解析装置（Vicon Nexus，カメラ：MX-T40S，8 台）を用いて記録し、関節角度を算出した（図 2）。解析対象は身体の右側とし、右股関節最大伸展から次の右股関節最大伸展までを歩行 1 周期とした。歩行 1 周期において、関節角度の変化，stride 長，toe clearance，歩隔，歩行速度を求め、課題別に比較した。toe clearance は第 2 中足骨頭の反射マーカ―と床面との垂直距離とした。歩隔は左股関節最大伸展位における左外果の反射マーカ―座標（①点），右外果の反射マーカ―座標（②点）と次の左股関節最大伸展位における左外果の反射マーカ―座標（③点）を用いた。①点と②点の midpoint，②点と③点の midpoint 座標を算出し、それらを結ぶ線の midpoint 座標と①点との距離を倍にした値を歩隔の値として算出した（図 3）。また、歩隔の増減で歩隔拡大群と縮小群に分類し、群間においても比較した。更にそれぞれの項目でロンベルグ率との関係性を調べた。

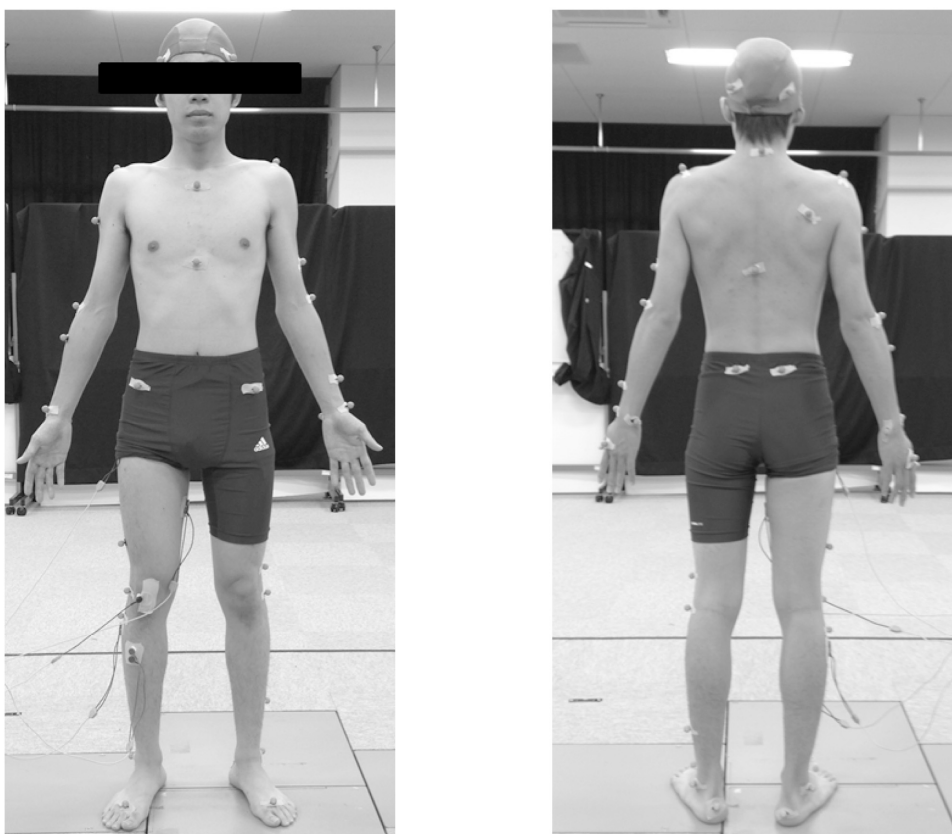


図 1 マーカ―貼付位置

添付位置は以下の 39 点：両前頭部，両後頭部，両肩峰，両上腕外側，両外側上顆，両前腕外側，両手関節内側，両手関節外側，両第 2 中手骨頭，胸骨柄，剣状突起，第 7 頸椎棘突起，第 10 胸椎棘突起，右肩甲骨，両上前腸骨棘，両後腸骨棘，両大腿外側，両膝関節外側，両下腿外側，両外果，両踵部，両第 2 中足骨頭



図2 測定風景

開眼歩行と目隠し歩行をそれぞれ1回行った。目隠し歩行の時は、転倒に備えるため、介助者を傍に配置した。

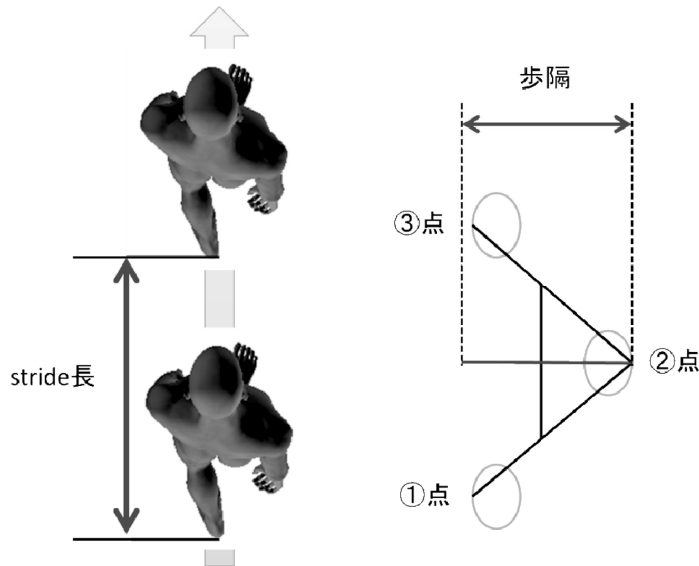


図3 stride長と歩隔の算出方法

なお、統計処理には R2. 8. 1 を使用し、有意水準は 5% とした。

結 果

課題別比較において、目隠し歩行では自由歩行と比べて、stride 長、歩行速度、股関節伸展角度、足関節底屈角度、肩関節屈伸可動範囲の有意な減少を認めた(表 1)。歩隔、toe clearance には、有意な差を認めなかった。しかし、自由歩行の値を 100%とした時の歩隔の増減で、歩隔縮小群(歩隔:85.7±7.2%, ロンベルグ率:1.5±0.2, n=9)と拡大群(歩隔:112.7±10.4%, ロンベルグ率1.2±0.2, n=13)の2群に分類され(p<0.01), ロンベルグ率に有意な差を認めた(p<0.05)。全被験者及び歩隔

縮小群において、ロンベルグ率と歩隔に有意な負の相関を認めた(図 4)。

なお、課題別比較には Shapiro-Wilk 検定をそれぞれ行い、t 検定、Wilcoxon の順位和検定を用いた。群間比較には群別の Shapiro-Wilk 検定をそれぞれ行い、2 標本 t 検定を用いた。相関の検定には Pearson の相関係数、Spearman の順位相関係数を用いた。

考 察

今回の実験により、視覚情報を遮断した時の歩行では stride 長と歩行速度を減少させることで、より静歩行に近づけている事が明らかになった。一般的に静歩行では重心の側方移動が大きくなるとされる⁹⁾。よって、歩隔

表1 課題別比較

	自由歩行	目隠し歩行	P値	検定
stride長(cm)	130.1±9.7	109.8±14.8	P<0.01	Wilcoxonの順位和検定
歩行速度(cm/s)	120.4±27.7	88.2±24.7	P<0.01	Wilcoxonの順位和検定
股関節伸展可動域(°)	11.9±4.3	9.9±4.6	P<0.01	t検定
足関節底屈可動域(°)	14.8±9.9	11.9±8.3	P<0.05	Wilcoxonの順位和検定
肩関節屈伸可動範囲(°)	38.7±18.1	26.6±13.0	P<0.05	Wilcoxonの順位和検定

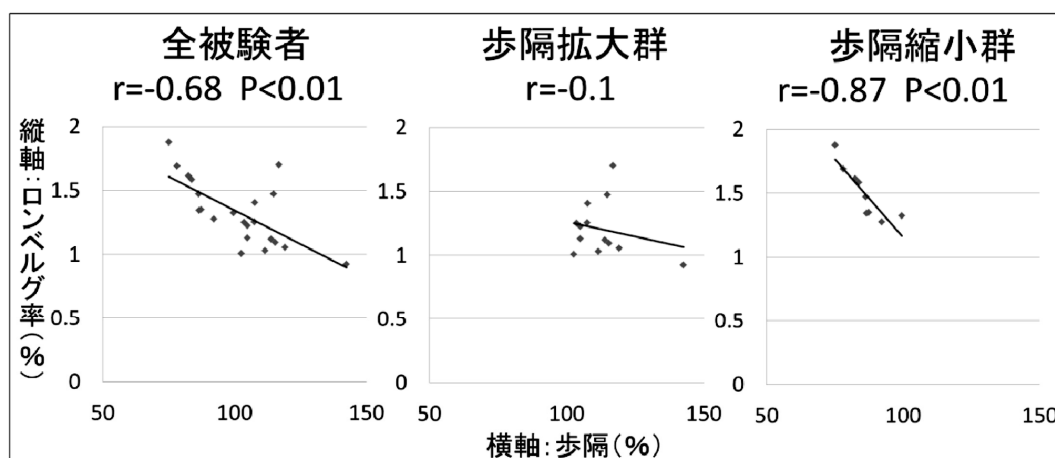


図4 歩隔とロンベルグ率の関係

相関の検定には、全被験者と歩隔縮小群は Pearson の相関係数を用い、歩隔拡大群は Spearman の順位相関係数を用いた。

が大きければ重心側方移動は大きくなり、歩隔が小さければ重心側方移動が小さくなると推察できる。静的な場面では、支持基底面を大きくする程に重心移動可能範囲が拡大する為に、年齢に関わらず立位安定性が向上することが知られているが、動的な場面では重心の移動を伴う為、支持基底面の大きさだけでなく、歩行速度や加速度も安定性に関与する。今回の結果から、ロンベルグ率が高い程、歩行時には歩隔を狭め、重心の側方移動を小さくしていたと考える。

一方で、バランス能力が低下している高齢者は歩行時に、歩隔を広げ、片脚立位時間を短くすることにより重心側方移動を小さくして安定性を保つ戦略をとっている。しかし片脚立位保持が十分に可能な若年者では、出来る限り重心側方移動を小さくする為に、歩隔を狭める戦略をとっていることが明らかになった。静歩行では歩隔が広がる程、重心側方移動が大きくなり、その制御が要求される為、安定性は低下する。これを防ぐ為に歩隔を狭め、重心側方移動を小さくしていたと考える。

歩隔を拡大するか縮小させるかの違いは、感覚障害ではなく、前額面における筋出力やアライメントなどが影響している可能性があり、重心の側方移動を制御する股関節外転筋力や足部アライメントの影響が考えられる。

まとめ

今回の実験で明らかになったことは、以下の3点である。

- i 視覚情報を遮断した状況での歩行は、stride長、歩行速度が低下し、静歩行に近づく
- ii 目隠し歩行では歩隔を広げる者と、狭める者に分かれる。
- iii 健常者ではロンベルグ率が高い者程、重心移動範囲を小さくする為に、歩隔を狭くする。

しかし、日常的に視覚情報への依存度が高い高齢者ではまた異なる結果が予想される。この若年者と高齢者における反応の差は、股関節外転筋力、前庭覚、体性感覚、転倒恐怖感などが影響していると考えられる。また、stride

長などの矢状面の評価項目よりも、歩隔や側方重心移動距離などの前額面の評価項目で差が出るのが考えられる。今後、重心移動速度や加速度を詳細に測定する為に、加速度計を利用する必要がある。今回得られた結果を基盤とし、評価項目を増やして高齢者での測定や、環境や光量を変化させての歩行を比較検討していく。

文 献

- 1) 安村誠司:高齢者の転倒・骨折の頻度. 日医雑誌, 第122巻・第13号:1945-1949, 1999
- 2) 古名丈人, 他:高齢者の歩行と転倒-疫学的調査から-. バイオメカニズム学会誌, 30, 3:132-136, 2006
- 3) BRIAN E. MAKI, et al. : Control of rapid limb movements for balance recovery: age-related changes and implications for fall prevention. Age and Aging, 12-18, 2006
- 4) Shumway-Cook, et al. : モーターコントロール運動制御の理論と臨床応用. 医歯薬出版社:117-185, 1999
- 5) 岩月宏泰, 室賀辰夫:歩行時における高齢者の注視軌跡. 理学療法学, 第19巻第4号, 430-431, 1992
- 6) 福田忠彦:運動知覚における中心視と周辺視の機能差. テレビジョン学会誌, 第33巻第6号, 479-484, 1979
- 7) 田頭・他:室内の照度が重心動揺に及ぼす影響について-健常成人及び高齢者による比較-. 身体教育医学研究, 12:17-22, 2011
- 8) Anat Kesler, et al. : Shedding light on walking in the dark: the effects of reduced lighting on the gait of older adults with a higher-level gait disorder and controls. Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation, 2:27, 2005
- 9) 長崎浩:自由歩行の安定性限界. バイオメカニズム学会誌, 第30巻第3号, 115-118, 2006

The effect of no sight on the walk — the relation with Romberg quotient —

Sho Kunimune¹⁾ Kosuke Warashina¹⁾ Jun Kawasaki²⁾

¹⁾ akioka nisindai hospital

²⁾ shijonawategakuen university

Key words

sight, step width, Romberg quotient

Abstract

Background and Purpose : The purpose of this study was determined to compare between the natural walking and the walking without sight. In addition to this, it was investigated that the Romberg quotient influences the walking without sight, for fall prevention at night.

Methods : The numbers of subjects are 22 healthy students. Firstly, subjects were measured their stability of the center of mass with sight and no sight in standing position, and then the Romberg quotient was calculated. Secondly, they walked with sight, and next, did with no sight. These walk were recorded by three-dimensional movement analysis devices. Finally, integrated data was compared by tasks.

Results : In blindfold walking, the walking speed ($p<0.05$), the stride length ($p<0.01$) and the angle of hip extension ($p<0.01$) were significantly less than those of natural walk. Moreover, subjects were divided two groups by the step width in walking. One group was which expanded the step width (mean step width: $112.7\pm 10.4\%$, Romberg quotient: 1.2 ± 0.2 , $n=13$) and another was which closed it (mean step width: $85.7\pm 7.2\%$, Romberg quotient: 1.5 ± 0.2 , $n=9$). In the latter group, there was significantly correlation coefficient between Romberg quotient and the step width ($r=-0.9$, $p<0.01$).

Conclusions and Discussion : Consequence, the behavior of walking in the dark seems changing to be more likely to slowly pace. Generally speaking, slowly walk attends more lateral movements of center of mass. However young people are able to stand on one foot without difficulty. Therefore, they choose the strategies which close their step width for reducing the lateral movements of center of mass as much as possible.