

令和 6 年 6 月 3 日現在

機関番号：24405

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K11340

研究課題名（和文）視覚負荷効果を利用した歩行機能改善トレーニングの検討

研究課題名（英文）Investigation of training to improve gait function using the visual load effect.

研究代表者

吉井 泉（Yoshii, Izumi）

大阪公立大学・国際基幹教育機構 ・准教授

研究者番号：10244675

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では2つの測定を実施した。まず液晶シャッターゴーグルによる間欠的な視覚情報制限が安静立位時の視覚機能およびCOP動揺に及ぼす影響について、開眼条件との比較から検討した結果、DVA（横方向動体視力）およびE/H（眼と手の協応動作）において視覚負荷効果が確認された。COP動揺に関しては、総軌跡長においてOpen条件に対するClosed条件の影響よりも視覚負荷条件で影響が小さかった。次に10mまたぎ越し歩行を課題とし、視覚負荷下の視線配置および下肢歩行動作の測定を実施した。測定計画後、機器の動作不良が何度も発生し、スケジュールの延期が続いたことから、期間内にデータ分析を行うことができなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では歩行機能の改善を目指して、液晶シャッターゴーグルを使用した視覚負荷トレーニングの強度設定や有効性および安全性について検討した。この視覚負荷においては静的バランス能力が大きく阻害されないことが明らかとなり、安全な実施が可能であると考えられた。またDVA動体視力および眼と手の協応動作に負荷効果が確認され、視覚負荷が視機能および身体動作に波及することを示した。これらの結果は、歩行機能改善の新規の提案といえ、今回不十分であった視線配置および歩行動作の関連を明らかにすることで、高齢者の転倒事故の抑制、医療費や介護費の軽減およびスマートエイジング社会の実現への貢献が大いに期待できる。

研究成果の概要（英文）：Two measurements were performed in this study. First, the effects of intermittent visual information restriction by liquid crystal shutter goggles on visual function and COP in the resting standing position were examined by comparison with the open-eye condition. Regarding visual function, the effects of visual loading on DVA and E/H were confirmed, while COP was less affected in the visually loaded condition than in the closed condition for the total trajectory length compared to the open condition. Next, we measured eye gaze placement and lower limb walking motion under visual load by using a task of walking over a 10-meter step. After the measurement plan, the equipment malfunctioned several times and the schedule was postponed continuously, so the data analysis could not be conducted within the time period.

研究分野：健康スポーツ科学

キーワード：視覚負荷トレーニング 歩行機能改善 視線配置分析 重心動揺

1. 研究開始当初の背景

高齢者は歩行動作に困難を抱えることが多く、転倒事故の発生予防は社会課題のひとつとなっている。歩行機能改善に関しては、身体運動学、リハビリテーション学、看護学など様々な領域から、筋力、関節可動域、平衡感覚などについて検討されている。歩行動作の分析および改善のアプローチは、歩行パフォーマンスなどの出力的部分に行われる研究が多い。歩行動作は視覚機能との関連も強いことから、近年歩行動作と視覚認知機能との関連についてアプローチする研究もみられる。高齢者を対象にして視覚トレーニングを実施したところ、身体バランス機能や読書能力が改善することから、高齢者にもトレーニング効果が認められることを示した(石垣・吉井・長谷川, 2012, 2014)。

近年、スポーツパフォーマンスの向上を目的として、液晶の on-off により視覚情報がストロボ状に制限される液晶シャッターゴーグルが開発され、その効果がスポーツ科学研究で検証されている。視覚負荷(視覚情報の制限)によって、通常できる動作が混乱し実施困難となるが、負荷解除後は視認性が向上し動作が安定することが報告されている。

以上のことから、液晶シャッターゴーグルを使用した視覚負荷トレーニングが、高齢者の歩行機能改善に対し有効ではないかと考え、本研究の着想と計画に至った。視覚トレーニングの有効性は、国内外で数多く報告されているが、スポーツ選手を対象にした研究が大部分であり、高齢者を対象にした研究はみられない。これらのアプローチはこれまで例がなく、高齢者の認知機能および歩行機能改善に向けた新規な提案として、挑戦的価値の高いものとする。本研究成果は、医療費や介護費の軽減およびスマートエイジング社会の実現への貢献が大いに期待できる。

2. 研究の目的

スマートエイジングでは、支えられる高齢者から支える側であるアクティブシニアを増やすことがカギとなる。その実現には、自立行動の基盤となる歩行動作の獲得と身体運動の継続的実施が不可欠といえる。視覚機能トレーニングは、安全かつ手軽に実施可能であり、その結果、歩行習慣が向上し、筋力や運動能力の強化に波及すると考えた。

そこで本研究では、歩行機能の改善を目指して、液晶シャッターゴーグルを使用した視覚負荷トレーニングを実施し、その有効性を検証することを目的とする。視覚機能トレーニングは、安全かつ手軽に歩行機能を改善させることが可能であり、さらにその成果から、健康運動の継続的実施の実現に貢献したいと考える。

そのために、まず液晶シャッターゴーグルによる視覚負荷が視覚機能およびバランス機能(COP 動揺)に及ぼす影響について検討することを目的とした<実験1>。

次に、またぎ越し歩行を課題として、液晶シャッターゴーグルによる視覚負荷が視線配置および歩行動作に及ぼす影響について検討することを目的とした<実験2>。

3. 研究の方法

<実験1・視覚負荷が視機能および COP 重心動揺に及ぼす影響について>

1) 背景と目的

視覚負荷については、液晶シャッターゴーグル・Visionup(図1, 以下 Visionup)を使用した。Visionup は、液晶の on-off によって視覚情報を制限することが可能な装置である。

低周波数での制限では視覚負荷効果、高周波数では視覚残像効果があるとされているが、視覚機能との関連については十分検討されていない。

また、立位時の姿勢保持に視覚情報入力の寄与率が大きいことは周知されていることから、視覚情報制限が立位姿勢保持にネガティブな影響を与え、不要なケガの発生の誘因となる可能性も否めない。このことから本実験では、ビジョントレーニングで液晶シャッターゴーグルを使用する際の、周波数設定やその効果および安全性について検討したことを目的とした。

2) 方法

被験者は男子大学生 21 名(20.2±1.2 歳, 174.2±6.2cm, 66.1±7.1kg)とした。彼らに対し、まず SVA (Static Visual Acuity) 測定を実施し、裸眼もしくは矯正視力が 1.0 以上であることを確認した。視覚情報の制限は、Visionup (VA11-AF, ビジョンアップ社)を用い、Low 条件(10Hz)、High 条件(80Hz)の2条件の設定とした。視覚機能測定として、DVA (Dynamic Visual Acuity)、KVA (Kinetic Visual Acuity)、DP (Depth Perception)、E/H (Eye/Hand Coordination) を、閉眼(Open 条件)、Low 条件、High 条件の3条件で実施した。測定機器は順に、HI-10, AS-4F α , AS-7JS7, AS-24(すべて Kowa 社)であった。COP 動揺測定は重心軌跡測定器 TKK5810(竹井機器社)を用いて、前述の3条件に、閉眼(Closed 条件)を加えた4条件で、適宜休憩をはさみながら、各30秒間を3回測定した。全測定での条件はランダムに設定した。これらの測定を1週間以内で2日に分けて実施した(図2)。



図1 液晶シャッターゴーグル (Visionup)



図2 COP および視機能測定

COP 動揺は、総軌跡長と外周面積について近似 2 試行の平均値を、視覚機能測定は、各測定値の平均値を代表値とし、Open 条件に対する各条件の比率を算出し分析の対象とした。測定項目ごとに一要因分散分析と Bonferroni 法による多重比較を行った。本研究における有意水準は 5% に設定した。

<実験 2・またぎ越し歩行時の視覚負荷が視線配置および歩行動作に及ぼす影響>

1) 背景と目的

高齢者の歩行中転倒は、特に段差のつまずきによるものが多い。この原因として、筋力、可動域、バランス能力、反射神経などの関与が指摘されているが、視覚機能の衰えによる視覚情報の誤認や認識不良も影響することも指摘されている。このことから、身体動作と密接に関連している視覚機能のトレーニングが有効ではないかと考えた。本実験では、液晶シャッターゴーグルを使用した視覚負荷トレーニングが、歩行中の視線配置行動および歩行動作に及ぼす影響について検討し、視覚負荷トレーニングの有効性について明らかにすることを目的とする。

2) 方法

被験者は男女大学生 10 名（男性：7 名，女性：3 名，年齢：21.6±1.28 歳）とした。視覚負荷は、実験 1 と同様に Visionup (AF-10) を用い、遮蔽周波数 10Hz とした。歩行中の視線配置は、Glass3 (Tobii 社) を用い、歩行中の下肢運動は、(Xenoma 社) を用いてそれぞれ計測し、Glass3 と e-skin の計測データを同期し同時記録した。

まず、10m 直線歩行時間の計測を 3 回実施し、平均値を個人値とした。段差またぎ越し歩行では、10m の直線コース（予備歩行 2m，2m）に、2m 間隔で 4 台の段差（奥行 20cm，幅 40cm，高さ 10cm）を設置した（図 3）。このまたぎ越し歩行を、練習試行のあと 3 回実施し、視線配置、歩行動作の記録と歩行時間の計測を行い、各平均値を Pre 値とした。次に Glass3 を外し、Visionup を装着して、同様の課題を 10 回実施した。同時に e-skin による歩行動作の記録も行った。最後に、Visionup を外し Glass3 を装着して同様の課題を 3 回実施した。その際、視線配置および歩行動作の記録と歩行時間の計測を行い、各平均値を Post 値とした。

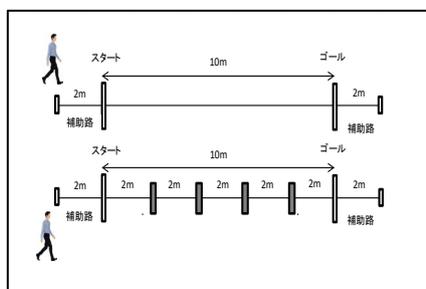


図3 10m 直線歩行およびまたぎ越し歩行

4. 研究成果

<実験 1 >

分析の結果、総軌跡長は Closed/Open (1.37 ± 0.18) と Low/Open (1.18 ± 0.18) 間、および Closed/Open (1.37 ± 0.18) と High/Open (1.05 ± 0.17) 間に、それぞれ有意差が認められたが、Low/Open と High/Open 間には有意差は認められなかった（図 4）。視覚機能として DVA は Low/Open (0.77 ± 0.13) と High/Open (0.91 ± 0.09) 間に有意差が認められた（図 5）。また、E/H は Low/Open (1.21 ± 0.06) と High/Open (1.04 ± 0.05) 間にそれぞれ有意差が認められた（図 6）。KVA, DP, 外周面積には、有意差は認められなかった。

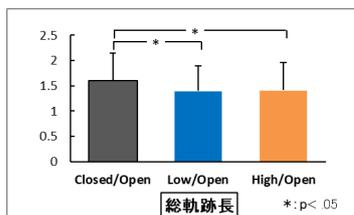


図4 総軌跡長の条件間の比較

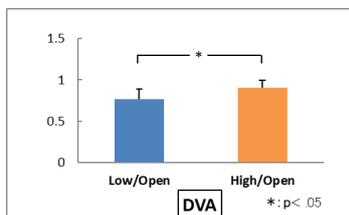


図5 DVA の条件間の比較

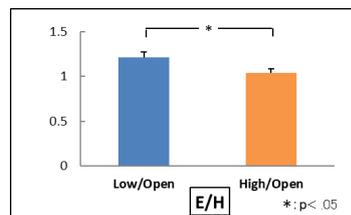


図6 E/H の条件間の比較

視覚機能に関しては、DVA および E/H において、Open 条件に対し High 条件よりも Low 条件で視覚情報制限の影響を大きく受けたことから、視覚負荷効果が確認された。COP 動揺に関しては、総軌跡長において Open 条件に対する Closed 条件の影響よりも、Low 条件および High 条件でその影響が小さかった。このことから、ビジュアルトレーニングで液晶シャッターゴーグルを使用する際は、Low 条件、High 条件とも、静的バランス能力を大きく阻害することは少ないと考察した。

<実験 2>

被験者の募集が完了し実験の計画を行ったが、自身が術をすることになり、また予備実験中に Glass3 の動作不良が 2 度発生し修理対応となった。そのため実験の日程をそのたび延期することになり、最終年度最終月の実験実施になったことから、データ分析を行うことができなかった。

仮説としては、視覚負荷トレーニングにより、段差またぎ越し時（遊脚離地時点）の視線配置距離が伸長し、またぎ越し動作が効率的になることが予想され、安定した歩行および歩行速度の向上が期待される。早急にデータ分析を行い、学会発表や論文により結果の公開に努めていく。

以上のことから、液晶シャッターゴーグルによる視覚負荷は、DVA 動体視力および眼と手の協応動作といった視覚機能および身体動作に波及することが明らかとなった。またこの視覚負荷において、静的バランス能力が大きく阻害されないことが確認されたことから、安全な実施が可能であると考えられる。これらの結果は、歩行機能改善の新規の提案といえ、今回不十分であった視線配置および歩行動作の関連を明らかにすることで、高齢者の転倒事故の抑制、医療費や介護費の軽減およびスマートエイジング社会の実現への貢献が大いに期待できる。

<参考文献>

- 1) 伊藤納奈, 福田忠彦: 歩行時の下方視覚情報への依存における加齢効果: 眼球運動の時系列的变化, 人間工学, 40(5), 239-247, 2004.
- 2) 吉岡陽介, 一色高志, 岡崎甚幸: 探索歩行時にみられる特徴的行動と中心視および周辺視, 人間工学, 39(1), 9-15, 2001.
- 3) 伊藤納奈, 福田忠彦: 歩行における 2 つの視野機能の協調と加齢による違いに関する考察, 人間工学, 38(特別号), 420-421, 2002.
- 4) 樋口貴広, 今中國泰: 空間知覚・認知がもたらす歩行の協調性, バイオメカニクス研究, 9(3), 161-169, 2005.
- 5) Chapman, G. J. & Hollands, M. A. : Evidence for a link between changes to gaze behaviour and risk of falling in older adults during adaptive locomotion, Gait Posture, 24, 288-294, 2006.
- 6) Chou, L., Draganich, L. F. & Song, S. : Minimum energy trajectories of swing ankle when stepping over obstacles of different heights. Journal of Biomechanics, 30, 115-120, 1997.
- 7) Bardy, B. G., Warren Jr., W. H. & Kay, B. A. : The role of central and peripheral vision in postural control during walking, Perception & Psychophysics, 61(7), 1356-1368, 1999.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 吉井泉、川端悠、三宅孝昭
2. 発表標題 液晶シャッターゴーグルによる視覚情報制限が 安静立位時のCOP動揺および視覚機能に及ぼす影響
3. 学会等名 第69回日本教育医学会大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	真嶋 由貴恵 (Majima Yukie) (70285360)	大阪府立大学・人間社会システム科学研究科・教授 (24403)	
研究分担者	松田 健 (Matsuda Takeshi) (40591178)	阪南大学・経営情報学部・教授 (34425)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------