

非戦略下での障害物回避時の視線行動と身体応答パターン -高齢者と若年者の比較-

代表研究者 早稲田大学スポーツ科学学術院 講師 塩田琴美

【まとめ】

本研究では、高齢者と若年者の障害物回避時の視線行動と身体応答パターンについて比較検討を行った。その結果、研究1の外乱刺激時の姿勢制御においては、高齢群では視線の停留時間および下肢筋活動量の増大を認めた。研究2の非戦略下における歩行時の障害物回避時の反応時間は、高齢群では有意な低下を認めた。この結果、適切な視線行動のコントロールは姿勢制御の安定性や効率的な動作へと導く重要な因子であるといえる。

1. 研究の目的

高齢者が直面する問題の一つとして転倒が挙げられる。一般的に、高齢者の転倒は多種多様な身体内外の因子が影響する。その中でも転倒事故の直接的な要因として、歩行時の不安定性よりも、歩行中の環境変化に対応するための情報収集能力や処理能力といった知覚・認知機能の低下も報告されている。加えて、高齢者では、転倒恐怖感や歩行時の周囲環境に対する恐怖感などから身体活動の低下を導く大きな要因となっている。この原因として外出時の頻繁な人や車のすれ違い時などに身体のコントロールがスムーズに出来ずに恐怖感を抱き、外出が困難になるケースも多い。しかし、これまでの先行研究において動的な場面における視線行動と動作パターンについては検討されておらず未だ未解明な部分が多い。そこで、本研究では、高齢者と若年者において非戦略下での障害物回避時の視線行動と身体応答パターンについて比較検討を行うことを目的とした。

2. 研究方法と経過

2-1 対象

対象は、公募により募集を行い本研究に同意の得られた高齢者12名と若年者12名とした。本研究においては、認知障害、神経学的

および眼科的な既往があるものは除外をした。対象者の特性を表1に示した。

表1. 対象者の特性

	高齢群	若年群
年齢	68.7±6.3歳 (60-76歳)	19.2±0.5歳 (18-20歳)
身長	160.3±7.2cm	161.4±7.3cm
体重	57.1±6.2Kg	68.7±6.3Kg

2-2 方法

研究1. 非戦略下における外乱刺激時の姿勢制御

被験者に視野カメラが取り付けられた帽子型のアイマークカメラ (EMR-8B, NAC Image Technology 社製:以下 EMR) を装着した。その後、ヘッド部、ミラーアーム、視野レンズおよび2値化画像の調整を行い、EMRのキャリブレーション終了後、筋電図 (テレマイオ, ノラクソン社製:以下、EMG) の電極を大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋およびヒク筋内側頭に貼付を行った。その後、対象者を外乱刺激装置上の起立台に両側上肢を体側に垂らし、立位姿勢をとらせた。刺激中は、立位姿勢を保持させるように指示をし、つまずきを想定した外乱刺激として起立面 (床面) が前方に動く刺激をランダムに加えた。その際の、外乱刺激時の視線行動と筋活動量の測定を行った。

2-2-1 研究1の解析方法

データの解析方法としては、EMRデータに対しては、眼球運動の軌跡長、平面面積、移動方向を算出し、X・Y変位および視線の停留時間については、平均値を算出した。加えてEMGデータについては、外乱刺激時の筋活動量の分析を行った。これらが高齢群と若年群にてSPSS Statistics 21を使用し、Mann-WhitneyのU検定を用いて比較検討を行った。

2-3 方法

研究 2. 非戦略下における歩行時の障害物回避時の身体応答パターン

室内に 2m の step 時の反応時間を測定するためのマット（マルチパス、DKH 社製）を target zone として設置をした。更に、予備区間として歩行路を設定し、動作の把握が行える様にビデオカメラを矢状面上と前額面上に設置した。刺激入力タイミングはランダムとし、被験者には 3 試行を 2 セット行わせ、刺激入力が生じない場合は、通常歩行を行うように指示を行った。本研究においては、オリジナルで制作をしたシステムを用いて、マット上に色を示すような指標点をランダムに出現させ、その指標点を回避する際の身体応答パターンの測定を行った。

2-3-1 研究 2 の解析方法

動作分析ソフトを用いて刺激に対する身体応答パターンの分析を行い、刺激入力から次のステップまでの反応時間について算出した。これらについて高齢群と若年群にて SPSS Statistics 21 を使用し、Mann-Whitney の U 検定を用いて反応時間の比較検討を行った。

3. 研究の成果

3-1 研究 1 の結果

EMR データの結果は表 2 に示した。EMR データにおいては、停留時間のみで右眼（高齢群 0.6 ± 0.6 Sec、若年群 2.6 ± 5.5 Sec）、左眼（高齢群 0.9 ± 1.2 Sec、若年群 3.4 ± 6.0 Sec）ともに有意な差を認めた ($P < 0.05$)。その他、両眼ともに、軌跡長、平面面積、X 変位、Y 変位および移動方向では有意な差を認めなかった ($P > 0.05$)。

また、刺激入力中の筋活動量（表 3）については、前脛骨筋（高齢群 37.5 ± 31.9 uV、若年群 16.3 ± 13.9 uV）と大腿直筋（高齢群 22.6 ± 10.9 uV、若年群 11.2 ± 7.1 uV）にて有意な差を認めた ($P < 0.05$)。

3-2 研究 2 の結果

刺激入力後の各ステップの反応時間を表 4 に示した。右ステップから刺激入力後の左ステップまでの反応時間は、高齢群 0.77 ± 0.17 Sec、若年群 0.46 ± 0.06 Sec ($P < 0.05$)、左ステップから刺激入力後の右ステップまでの反応時間は、高齢群 0.77 ± 0.37 Sec、若年群 0.43 ± 0.15 Sec と有意な差を認めた ($P < 0.05$)。

4. 結果のまとめと今後の課題

研究 1 の非戦略下における外乱刺激時の姿勢制御の結果から、EMR データでは、両眼ともに停留時間において有意差を認めた。姿勢制御時においては、若年群では停留時間を長く保つのに対し、高齢群では短時間に頻回な視線探索行動を認めた。

また、研究 1 においては、つまづき様の外乱刺激を与えた姿勢制御時の筋活動量は、若年群と比較し、高齢群では前脛骨筋と大腿直筋に高い結果を示した。更に、研究 2 の非戦略下における歩行時の障害物回避時の身体応答パターンにおいても、高齢群では有意に左右のステップともに反応時間の低下を認めた。

上記の結果から、筆者らの異なる外乱刺激を加えた際の視線行動をみた先行研究 (Shiota ら、2008 年) においても、研究 1 の EMR データと同様に高齢群では頻回なサッケードが起こり、重心動揺も増大するという結果を示している。特に高齢群では、意味のある情報を収集できる有効視野範囲の低下を認めるという報告もあることから、姿勢制御時の安定性を得るためには、停留点を定める位置・方向などといった視覚的方向づけなどについても更なる研究が必要であると考えられる。

加えて、本研究結果では、高齢群では、若年群と比較し、姿勢制御時の筋活動の増大と反応時間の低下を認めた。特に、姿勢制御時や障害物回避動作においては、筋活動などに先立ちスムーズな視線の移動が行われ効率の良い動作が生じるとも考えられている。今後、対象者数も増やし、視線行動と動作の情報処理過程のメカニズムについて更に追求を行うことで、動作時の視覚教示やトレーニングなどスポーツやリハビリテーション分野など多くの領域に貢献できるといえる。

5. 研究成果の公表方法

本研究の成果は、国際学会にて発表および国際学会誌において論文投稿を行う予定である。

6. 謝辞

本研究の遂行に際し、三井住友海上福祉財団の研究助成を賜り深謝いたします。

参考文献

日本視覚学会編：視覚情報処理ハンドブック。朝倉書店、2000

表 2 EMR データの高齢群と若年群の比較（右眼）

項目	高齢群	若年群	P 値
軌跡長[°]	17.6±11.4	19.2±17.6	0.89
平面面積[° ²]	13.5±20.7	8.4±6.5	0.73
X 変位[°]	10.0±9.5	10.5±5.5	0.71
Y 変位[°]	-5.6±6.6	-4.1±6.6	0.63
停留時間[Sec] *	0.9±1.2	3.4±6.0	0.045
移動方向[°]	81.4±36.7	82.5±38.0	0.84

平均値±標準偏差

* P<0.05

表 3 EMR データの高齢群と若年群の比較（左眼）

項目	高齢群	若年群	P 値
軌跡長[°]	21.8±13.2	19.6±16.3	0.51
平面面積[° ²]	17.0±13.3	20.4±41.0	0.55
X 変位[°]	13.9±10.9	15.0±4.6	0.98
Y 変位[°]	-7.6±5.0	-4.5±6.5	0.22
停留時間[Sec] *	0.6±0.6	2.6±5.5	0.024
移動方向[°]	86.8±25.4	77.4±39.2	0.59

平均値±標準偏差

* P<0.05

表 4 高齢群と若年群における各筋の筋活動量

	高齢群	若年群	P 値
前脛骨筋[uV] *	37.5±31.9	16.3±13.9	0.023
腓腹筋内側頭[uV]	42.9±24.3	26.2±18.7	0.096
大腿直筋[uV] *	22.6±10.9	11.2±7.1	0.07
大腿二頭筋[uV]	16.1±10.3	14.3±14.0	0.34

平均値±標準偏差

* P<0.05