

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：22401

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K19315

研究課題名（和文）歩行中の方向転換動作課題における脳卒中片麻痺者の視線行動分析

研究課題名（英文）Gaze behavior during turning while walking in hemiparesis stroke patients

研究代表者

中村 高仁（Nakamura, Takahito）

埼玉県立大学・保健医療福祉学部・助教

研究者番号：70847962

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）：脳卒中片麻痺者は歩行中足元を見る傾向があるため、自身が対処すべき情報を事前に認識することが困難となる可能性がある。本研究の目的は、片麻痺者の視線行動が動作にどのように影響するかを明らかにすることである。

新型コロナウイルスの影響からスケジュールを大幅に修正し、主に2つの課題を行った。第一課題では、若年健康成人を対象に光刺激に対する単純視線応答課題を行い、姿勢保持・歩行条件に関わらず一定の視線応答時間となることを示した。第二課題では、同名半盲を有する脳卒中片麻痺者の視線行動に着目し、サッカード（視覚目標を捉えるための急速眼球運動）機能不全が移動時視線行動に少なからず影響している可能性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

同名半盲を有する脳卒中片麻痺者が障害物を見落としてしまう要因は、視野の問題だけでなく、眼球運動機能自体も関与している可能性を示した。同名半盲者は障がい側視野を補うための代償戦略によって見落としを回避しようと試みるが、それでも見落としが生じる場合、運動機能が高くても歩行自立に至らず、活動範囲を拡大することは難しい状況となる。

本研究で得られた成果を踏まえ、眼球運動機能向上によって視線行動自体を改善させることができれば、同名半盲者の活動範囲拡大につながる可能性があり、社会的意義は大きい。

研究成果の概要（英文）：Hemiplegic stroke patients tend to look at their feet while walking. They might be difficult to recognize in advance to the environmental information. The purpose in this study was to determine how to gaze behavior affects their walking task in hemiplegic stroke patients.

We performed the two tasks. First, we performed a simple gaze response task to visually cued in the young people. The results showed that the gaze response time was constant regardless in both postural and gait conditions. Second, we focused on the gaze behavior of the stroke patients with homonymous hemianopsia. The results suggested that the saccade dysfunction might have an effect on gaze behavior during walking.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：脳卒中 視線行動 サッカード 同名半盲 歩行

1. 研究当初の背景・目的

歩行中の方向転換動作は、脳卒中片麻痺者にとって転倒リスクが非常に高い（Hyndman 2002）ものの、転倒に起因する動作メカニズムは未解明（Holland 2010）とされる。本動作は、いつ、どこを、どのように方向転換するかという情報を視線行動（Imai 2001, Holland 2002）によって事前に知覚・処理する必要がある。しかし、片麻痺者の多くは歩行中のバランスを補償するために視線を下向きにする傾向があり（Aoki 2017）、事前の情報処理がスムーズに行えないことで結果的に転倒リスクを高めてしまっている可能性が考えられる。本研究では、この点を検証するために、脳卒中片麻痺者の方向転換研究でほとんど知見のない視線行動に焦点を当て、歩行中の視線が下向きか前向きかという違いや、進行方向にある障害物に視線を向けたタイミングと動作パフォーマンスとの関連について明らかにすることを目的とした。

2. 研究内容・スケジュールの修正

新型コロナウイルスの影響から、当面の間、病院施設での測定が困難となったことで、研究内容・スケジュールを大幅に修正した。新規に購入したアイトラッカーの測定・画角精度を検証し、画角両端の注視点精度が不安定であることが明らかとなった。そのため、予定していた課題設定を見直し、研究全体を通して主に二つの課題を行った。一つ目は、若年健常成人を対象に光刺激に対する単純視線応答課題を行い、光刺激に対する眼球運動開始までの潜時についての基礎的データを獲得した。二つ目では、同名半盲を有する脳卒中片麻痺者の視線行動に着目し、歩行自立度と眼球運動機能との関連を示すに至った。以下に課題の詳細を記載する。

3. 若年健常者における歩行時の視覚刺激に対する眼球運動開始時間の検証

1) 緒言

動的バランス機構の一つである予期的制御機構は視覚情報を基に動作を修正するバランス機構であり、運動の開始や運動中の動作変更に先行して最適な姿勢を提供するための「予測的過程」とされる。視覚入力には動作遂行に先行して行われるため、動作時の視覚情報が制限されると旋回動作や跨ぎ動作等の基本動作パフォーマンスに影響をもたらす。

視線や眼球運動と動作パフォーマンスの関連性についての報告例が少ないのに加え、姿勢の違いが視覚情報入力から眼球運動発起にどのように関与するのかについても明らかとなっていない。さらに、動作中の外部刺激への応答時、眼球運動を開始するまでにどれほどの時間を要

するのについても十分に検証されていない。このような背景から、本研究では視覚刺激に対する眼球運動開始反応時間 (reaction time:以下 RT) について姿勢・歩行課題を用いて計測すること、さらに課題毎の RT を比較することで RT と身体状況の関係性を検討することを目的とした。

2) 対象と方法

対象は健常成人 14 名 (男性 5 名、女性 9 名: 21.0 ± 0.8 歳) とした。対象者に視線解析装置 Dikablis を装着し、方向指示装置 (左右方向のみ点灯) の矢印ランプが点灯した方向へできるだけ速く視線移動をしてもらうことを実験課題とした。座位・立位・歩行動作の 3 条件にて計測し、座位課題は椅子座位、立位課題は同位置にて立位姿勢で実施した。歩行課題はトレッドミル (0.90m/s) 上にて実施し、フットスイッチを靴底踵部に入れ、点灯タイミングを右踵部接地時に統一した。視線解析装置は三次元動作解析装置 VICON とサンプリング周波数 100Hz で同期した。計測データは Nexus 2.11.0 を用いて出力し、方向指示器が点灯してから視線移動が開始されるまでの時間を RT として算出した。

上記の実験課題は 2 つの条件 (予告・非予告条件) を用いて行った。予告条件は事前に対象者に点灯方向を伝えておく条件であり、非予告条件は矢印ランプが示す方向 (左右) を予告せず光った方向を判断してから眼球運動を開始する条件である。予告条件によって計測された RT を単純 RT、非予告条件における RT を選択的 RT とした。予告条件を追加することで認知タスクが眼球運動の RT に与える影響を検証することができる。

統計学的解析は各課題 (座位・立位・歩行課題) と各条件 (予告条件・非予告条件) 間の RT に関して、二元配置分散分析を行い、その後多重比較検定 (Bonferroni 法) を行なった。有意水準は 5 % 未満とした。

3) 結果

全課題における RT は、座位: 398.6 ± 34.5 , 361.3 ± 26.0 、立位: 383.8 ± 29.2 , 355.0 ± 34.9 、歩行: 405.5 ± 31.9 , 383.4 ± 31.9 となった (単位: msec、非予告、予告条件)。課題と条件に関する交互作用は認めなかった ($p > 0.05$)。課題の主効果は認めなかった ($p > 0.05$)。一方で、条件についての主効果を認めた ($p < 0.05$)。また各課題と条件に相互作用は見られなかった ($p > 0.05$)。

4) 考察

結果より、若年健常者では至適速度での歩行中では視覚刺激に対して動作を継続しつつ静的姿勢保持時と遜色ない速さで眼球運動を開始できることが示唆された。

一方、予告条件にて RT が短縮した結果に関して、選択的 RT (非予告条件) では矢印ランプ

の情報を知覚認知してから眼球運動発起を行うことが要求されるため、RT が延長したと考えられた。

5) 結論

座位・立位課題と歩行課題では視覚刺激に対して同程度の眼球運動開始時間で反応できることが示唆された。また課題の予告によって RT が短縮し、今後は高齢者や有疾患者特性についても検証を進めていくこととする。

4 . 慢性期脳卒中同名半盲者における移動時視線行動と眼球運動機能との関連

1) 緒言

脳卒中後同名半盲によって障害物の見落としが生じる場合、運動機能が高くても歩行自立に至らないケースがある。欠損視野を補うためには半盲側へのサッカード（視覚目標を捉えるための急速眼球運動）が有効とされる（Bouwmeester 2007）が、サッカード機能が移動時視線行動にどの程度関与し、障害物の見落としに影響しているかについて報告された例はない。本研究では、歩行・バランス機能が同程度で歩行自立度に違いのある同名半盲者 2 名に対し、移動時視線行動とサッカード機能との関連について検証することを目的とした。

2) 方法

対象は脳卒中後同名半盲者 2 名（症例 1：20 代男性、約 2 年前くも膜下出血を発症後左片麻痺、屋外 T 字杖歩行自立、Timed up and go test (TUG) 14.7 秒。症例 2：50 代男性、約 2 年前左皮質下出血を発症後右片麻痺、屋外 T 字杖歩行非自立、TUG 14.3 秒。手動視野計にて同程度の視野欠損を確認）。課題は、視線解析装置（Dikablis Glasses 3）を装着して歩行課題（図 1）と机上課題（図 2）の 2 種類とした。歩行課題は歩行路 4.5m の隙間通過課題とした。隙間通過する際の視線行動を興味関心領域から評価し、試行毎の衝突有無をカウントした（隙間幅：肩幅の 1.2 倍、1.5 倍、2.0 倍をランダムに各 3 試行）。机上課題では椅子座位で顎台を使用。前方 50 cm かつ目の高さに視標を置き、注視（正面 5 秒間）・左右サッカード（中心から左右 8 cm の視標を交互に 5 往復）課題を行い、注視点位置とサッカード時の左右眼球運動速度を算出した。注視点が投影される映像は 1920 × 1080 px (Full HD) で、キャリブレーションは 4 点補正（横 16cm × 縦 10 cm）で行った。対象者の注視点が PC 上に問題なく反映されていることを確認した上で実施した。



図 1：歩行課題

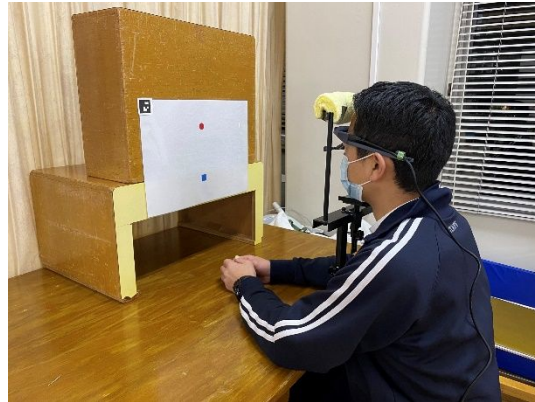


図 2：机上課題（イメージ）

3) 結果

歩行課題において、衝突回数は両者ともに 1/9 回であったのに対し、半盲側下を注視（麻痺側足の引っ掛かりを確認）している試行は症例 1 が 8/9 試行、症例 2 は 2/9 試行であり、移動時視線行動の違いが確認された。机上課題では、両者ともに正面の注視課題は 5 秒間正確に停留できた一方、サッカー課題では半盲側への眼球運動速度の遅延が症例 2 に顕著にみられた（非半盲側 半盲側：症例 1: 2130.0px/sec、症例 2: 1122.6 px/sec、半盲側 非半盲側：症例 1: 3347.4px/sec、症例 2: 2494.2 px/sec）。

4) 考察

移動時視線行動の違いについて、サッカー機能不全が少なからず影響している可能性が示唆された。今後症例数を増やすとともに、眼球運動機能向上によって視線行動がどの程度変化するか、継続した評価が必要である。

5. 今後の展望

サッカー機能不全と移動能力との関連について、アイトラッカーを用いた視線行動の定量的機能評価を進めていく。さらに、その評価に基づく眼球運動訓練を開発し、視線行動の変化から慢性期脳損傷者の移動能力改善を引き出す介入法の創発を目指す。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 中村高仁	4. 巻 29
2. 論文標題 脳卒中片麻痺者における歩行中の方向転換動作特性と今後の展望	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 理学療法 - 臨床・研究・教育	6. 最初と最後の頁 54-60
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Takahito Nakamura
2. 発表標題 Body's center of mass clearance while reactive turning in healthy adults
3. 学会等名 ISEK Virtual Congress（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村高仁
2. 発表標題 Reactive turning課題を用いた脳卒中後遺症者への評価・介入に関する一提案
3. 学会等名 第21回日本神経理学療法学会サテライトカンファレンス埼玉
4. 発表年 2020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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------