

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：32666

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25750225

研究課題名(和文)脳機能評価を用いた新しい転倒予防戦略の構築

研究課題名(英文)A novel assessment for fall risk using near-infrared spectroscopy

研究代表者

荻野 拓也(Ogino, Takuya)

日本医科大学・医学(系)研究科(研究院)・研究員

研究者番号：30645247

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：捕捉運動野は歩行制御、姿勢制御および姿勢調整において重要な役割を担っている。本研究の目的は、歩行時の二重課題が運動関連領域の活動性に与える影響について明らかにすることである。二重課題歩行では、歩行速度は低下し、補足運動野の酸素化ヘモグロビンレベルは減少した。この結果は、捕捉運動野が二重課題歩行による歩行能力の低下に寄与していることを示している。

研究成果の概要(英文)：The Supplementary motor area (SMA) plays a role in locomotor control, postural control, and phasic postural adjustments. The purpose of this study was to investigate motor related cortices activation during dual-task walking. Walking speed was slower during dual-task walking compared with normal walking. The oxygenated hemoglobin levels in the SMA during dual-task walking was lower than during normal walking. The results indicate that SMA might contribute to the decline in gait capacity by dual-task walking.

研究分野：リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：歩行 二重課題 脳卒中 転倒 片麻痺

## 1. 研究開始当初の背景

日常生活における歩行は、多くの外部環境に対する注意が必要であり、歩行という運動課題と注意という認知課題のdual-task paradigm に基づいた新たな転倒予防の評価・治療の確立が求められている。

このような多重認知環境の中で、安定して歩行を制御するために運動関連領域である運動前野・補足運動野の関与が示唆されている。近赤外線分光法 (fNIRS) を用いた歩行のイメージング研究では、健康人の歩行時の速度増加や障害物回避において、運動関連領域の活動が示されている。

一方、日常生活における転倒は、歩行速度の変化時や敷居、段差での躓きなどの障害物回避時の接触が原因の一つであり、このような転倒は、外部環境要因に注意が分配されていた状況で生じていると考えられる。

特に、脳卒中患者は、地域高齢者や健康若年者と比較して運動課題と認知課題の並列処理能力が低下しており、これが日常生活の歩行能力低下や転倒リスクに関連することが示唆されている。また、脳卒中患者の歩行時のdual-task による運動学的影響を調査した報告では、著しい歩行能力の低下 (歩行スピードの低下、歩行率の減少、歩幅の減少、二重支持期の延長など) が明らかになっている。これは、脳卒中患者の歩行能力の改善が運動関連領域の代償的活動が重要な役割を担うことから、歩行時のdual-task が運動関連領域活動に抑制的な作用を生じさせ、歩行能力の低下を増大させることが推察される。さらに、実生活では、重認知環境への注意配分により、脳卒中患者の歩行能力が低下し、転倒リスクの増加に起因していることが推測される。

このような背景から、脳機能評価により、歩行時の運動関連領域の活動が外部環境への注意によって、どの程度の影響を受けるのかを明らかにしていきたい。

## 2. 研究の目的

本研究は、二重課題歩行時の脳活動を測定するため、まず、平地歩行でのfNIRS計測のプロトコルを作成することを目的とした。この計測プロトコルを用いて、健康者の歩行課題時の認知課題付加が運動関連領域の活動性に与える影響について明らかにすること、および脳卒中患者の歩行課題時の認知課題付加が運動関連領域の活動性に与える影響について明らかにすることを目的とした。

## 3. 研究の方法

### 平地歩行のfNIRS計測プロトコルの作成

段差のない30mほどの平地にて被験者の歩行に合わせてfNIRSを測定するプロトコルを作成した。平地歩行とトレッドミル歩行時の脳活動の差異について検討するため、被験者10名を対象に両条件下での脳機能測定および歩行パラメータの測定を行った。

脳機能評価は、近赤外線分光法 (fNIRS) を用いて行う。fNIRSは日立メディコ社製光トポグラフィ装置ETG-4000を使用し、22チャンネルを下肢運動領域である内側運動感覚野 (SMC)、補足運動野 (SMA) などの運動関連領域を覆うように配置する。配置は、Miyaiらのプローベ配置を参考に国際10-20法におけるCzを基準として行う。計測デザインはブロックデザインを用い、安静と歩行課題を3回繰り返し脳血流変化を測定する。また、計測中のmotion artifactの混入を防ぐためにケーブルを背部で固定する。さらに、頭部の動きの有無やプローベのずれがないことをビデオ撮影により確認する。fNIRSの解析結果は、それぞれの歩行条件毎に3回の波形をintegral解析にて加算平均し、さらに主成分分析を行って波形を洗練する。主成分分析を行った波形のなかから関心領域を選定してROI解析を行い、酸素化ヘモグロビンの平均値、最大値を歩行条件間で比較検討した。

歩行パラメータ計測は、光学式歩行分析

装置オプトゲイト（酒井医療株式会社）を用いて行う。計測項目は下記項目とし、距離的・時間的・空間的指標を用いて両条件下での歩行パラメータを比較検討した。

#### Dual task 研究

作成した平地歩行での fNIRS 計測プロトコルをもとに計測を実施した。被験者は、平地歩行上で歩行する課題（single-task）及び認知課題を付加した二重課題（dual-task）を行う。認知課題には、歩行動作に強く関連するエピソード記憶に関する質問に答える spontaneous speech 課題を用いる。なお、返答はできるだけ早く、明瞭に言語表出するように指示し、認知課題は歩行開始と同時に付加する。歩行速度は快適歩行速度とし、dual-task と single-task の 2 条件において脳機能評価、歩行パラメータの評価を実施した。

脳機能評価は、近赤外線分光法（fNIRS）を用いて行い、下肢運動領域である内側運動感覚野（SMC）、補足運動野（SMA）などの運動関連領域を測定領域とした。計測デザインはブロックデザインを用い、安静と歩行課題を 3 回繰り返し脳血流変化を測定する。また、計測中の motion artifact の混入を防ぐためにケーブルを背部で固定した。さらに、頭部の動きの有無やプローベのずれがないことをビデオ撮影により確認した。fNIRS の解析結果は、それぞれの歩行条件毎に 3 回の波形を integral 解析にて加算平均し、さらに主成分分析を行って波形を洗練する。主成分分析を行った波形のなかから関心領域を選定して ROI 解析を行い、酸素化ヘモグロビンの平均値、最大値を歩行条件間で比較検討した。

歩行パラメータ計測は、光学式歩行分析装置オプトゲイト（酒井医療株式会社）を用いて行った。計測項目は下記項目とし、距離的・時間的・空間的指標において歩行パラメータを比較検討した。

#### 4．研究成果

##### 平地歩行の fNIRS 計測プロトコルの作成

トレッドミル歩行に比べて平地歩行では、歩幅の増加や歩行率の低下を認め、SMA の活動性低下を認めた。これは、トレッドミル歩行が平地歩行に比べて特殊な環境下であり、歩行パラメータや SMA を中心とした脳活動に影響していることが推測された。また、dual task などの歩行パラメータが変化する歩行課題における脳活動の計測では、トレッドミルの特異的な環境設定が脳活動に影響することが危惧され、このような歩行課題の脳活動測定は平地歩行で行うべきであることが示された。

##### Dual task 研究

平地歩行のみの single task に比べて、dual task では、歩行スピード、歩行率、歩幅の有意な減少を認めた。また、fNIRS による脳機能評価では、補足運動野の酸素化ヘモグロビンレベルが減少する傾向が見られた。さらに、歩幅の減少と補足運動野の酸素化ヘモグロビンレベルの低下には正の相関関係が示された。

この結果から、dual task による歩行能力低下には補足運動野の活動性変化が関与していることが示唆された。今後、本研究結果をもとに、脳卒中患者の多重認知による歩行能力への影響についてさらに調査を継続していく。

#### 5．主な発表論文等

〔学会発表〕(計 1 件)

荻野拓也：トレッドミル歩行と平地歩行の脳血流動態．第 44 回日本臨床神経生理学会 2014 年 11 月福岡

#### 6．研究組織

(1)研究代表者

荻野 拓也 (OGINO TAKUYA)

日本医科大学大学院・研究員

研究者番号：30645247