

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 27 日現在

機関番号：33938

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26750343

研究課題名(和文)運動パフォーマンスによる認知機能スクリーニングの開発

研究課題名(英文)Development of the cognitive function screening by the exercise performance

研究代表者

富山 直輝(Tomiya, Naoki)

星城大学・リハビリテーション学部・講師

研究者番号：00367872

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、高齢者を対象に筋力およびバランス測定結果と認知機能検査との関連および若年者を対象に運動時の脳活動について調査を行った。結果、1) バランス測定の結果が認知機能と関連、2) 通常速度の歩行時の前頭葉活動が、速い歩行時およびバランス機能測定時よりも有意に活動、3) 認知課題中に難易度の異なる運動課題を実施した結果、難易度の低い課題で前頭葉がより活動、の以上3点が明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to examine the relationship between physical function and cognitive function and/or brain activity. Results showed following; 1) Balance measurement significant associated with cognitive function, 2) Self-paced gait was significant higher than fast-paced gait and balance measurement for brain activity, 3) Brain activity was higher in low of difficulty motor task during cognitive task than in high of difficulty motor task during cognitive task.

研究分野：健康科学

キーワード：認知機能 体力 NIRS

1. 研究開始当初の背景

近年、認知症発症前の軽度認知障害の場合、認知機能が回復する場合は報告 (Ishikawa T et al 2006) され、認知機能が低下し始めた高齢者を早期に発見し支援する介護予防の重要性が指摘されている。

申請者らは、これまで地域在住高齢者を対象に、運動機能に着目した介護予防に関する研究を行い運動による効果を明らかにしてきた (富山ら, 2012)。一方、体力測定時にミスをしたり、運動の模倣ができない高齢者も散見され、地域在住高齢者の中にも認知機能低下が疑われる参加者も存在した。

運動パフォーマンスには認知機能が必要であり、加齢による神経レベル、認知レベル、行動レベルの統合的枠組みの概念的構成が報告されている (Ren J et al 2013) (図)。この構成では、加齢によって認知レベルの表出 (知識、概要、運動記憶) は維持されるが、処理過程 (注意、作業記憶、遂行機能) は低下し、運動パフォーマンスは認知レベルの処理過程と高い関連があると説明されている。運動パフォーマンスと認知機能との関連を報告した先行研究では、高齢者では二重課題によって歩行速度が低下すること (Shumway-Cook A et al 2000) や姿勢制御しながら認知課題を行った場合に年齢による関連が強かったこと (Smolders C et al 2010) など、前述した認知レベルの処理過程と運動パフォーマンスとの関連が報告されている。さらに、運動パフォーマンスを要素別にみると、前述した先行研究のようなバランス能力と関連した報告や認知機能と握力や膝伸展筋力との関連 (Takata Y et al 2008) といった認知機能と筋力との関連が報告されている。これらから、特に、筋力やバランス能力に関連する運動パフォーマンスが前頭葉機能に関連する認知機能と関連があることが考えられる。

これら報告から、加齢により前頭葉機能に関連する認知機能の低下を起し、そのことが運動パフォーマンスに影響を与える可能性が考えられる。

申請者らは、運動パフォーマンステストと認知機能の関連について調査した結果、有意な相関が認められたことを報告した (富山ら, 2013)。また、認知機能の違いによりバランス能力などの運動パフォーマンステストで有意な差があることを確認した (富山ら, 世界作業療法学会採択 2014)。そのため、運動パフォーマンステストによって認知機能を識別できる可能性も示唆された。

厚生労働省は、65 歳以上の高齢者のうち、認知症者は約 462 万人、軽度認知障害の高齢者も 400 万人いることを報告している。その一方で、認知症予防活動に参加する高齢者の割合は 4 割程度であり、残り 6 割の高齢者は予防活動に関心を持たないとの報告がある (矢富ら 2005)。さらに、認知症に対するイメージが受診への抵抗と関連があること

が報告されている (久木原ら 2011)。このように、認知症者あるいは軽度認知障害が増加する一方で、その予防活動に参加する割合が低いことから、予防対策からもれている高齢者も多く存在することが予想される。

2. 研究の目的

1) 運動パフォーマンステストと認知機能の関連を明らかにすること。

2) 運動パフォーマンス時の前頭葉活動を明らかにすること。

3) 認知課題実施中に異なった運動課題を実施した時の前頭葉活動を明らかにすること。

3. 研究の方法

1) 運動パフォーマンスと認知機能関連

対象

地域在住高齢者 71 名 (平均年齢 72.4 ± 6.1 歳) を対象とした。

測定

運動パフォーマンスは、筋パフォーマンスとして Arm Curl, Chair Stand, バランスパフォーマンスとして Timed Up and Go Test, Four Square Step Test, 5m 通常および最大努力歩行を実施した。認知機能は、Test Your Memory (以下 TYM) を用いた。

統計解析

認知機能と運動パフォーマンスの関連を調査するために、はじめにピアソン相関係数を算出した。その後認知機能と有意な相関のあった運動パフォーマンス項目を独立変数、調整変数として年齢および教育年数とした重回帰分析を行った。

2) 運動パフォーマンス時の前頭葉活動

対象

対象は 20 歳以上の成人 19 名 (男性 9 名、女性 10 名、平均年齢 21.7 ± 0.8 歳) とした。

脳活動の測定

脳活動の測定は、近赤外線分光法 (functional near in-frared spectroscopy: 以下, fNIRS) を用いた。fNIRS の計測には、光イメージング脳機能測定装置 OEG-16 (株式会社スペクトラテック) を用いた。

fNIRS の装着は鼻根部から 5cm 上方に印をつけ、プローブ中心がその印と一致するように、前頭部に装着した。本研究では、酸素代謝が生じる脳の毛細血管での血流動態と他の太い血管での血流動態を弁別することで脳機能活動に関わる血流変動を抽出する技術である「血流動態分離法」を計測終了後に用いた。

運動課題

1)の研究で認知機能と最も関連があった Four Square Step Test (以下, FSST), および先行研究で多く用いられている 10m 最大努力歩行 (10m Maximum Effort Walk: 以下, 10MEW), 10m 快適歩行 (10m Comfortable Walk: 以下, 10CW) の 3 種類の運動課題を実施した。

プロトコル

測定のプロトコルは, ブロック課題を用いた。休息 15 秒 課題 15 秒 休息 15 秒を 1 試行として FSST, 10MEW, 10CW の 3 課題に関してそれぞれ反復回数を 5 回実施した。課題が 15 秒以内で終了した場合は, 課題遂行後にゆっくりとその場で右回りをしてもらい次の合図まで安静立位姿勢を保持してもらった。頭部の運動が脳血流に影響することを防ぐために, 3 種の課題中はできるだけ正面を注視してもらうよう説明した。

統計解析

本研究では, 脳の神経活動を反映するとされている酸素化ヘモグロビン(以下; OxyHb)を指標とした。

今回は, 3 つの課題時の脳内血液酸素動態を知るために, 課題遂行を実施しているときのみを用いた。また注意機能やワーキングメモリを担うといわれている DLPEC の OxyHb 濃度を測定する CH1~5, 11, 13, 14, 15, 16 の 10 チャンネルを関心領域に設定し, その他 6 チャンネル(以下; 非 DLPEC)を設定し, 測定項目別と領域別の二元配置分散分析を用いて比較検討をした。事後検定は Tukey 法を用いた。

3) 認知課題実施中の異なった運動課題時の前頭葉活動

対象

対象は 20 歳以上の成人 10 名 (男性 9 名, 女性 10 名, 平均年齢 21.7 ± 0.5 歳) とした。

脳活動の測定

脳活動の測定は, 近赤外線分光法 (functional near infrared spectroscopy: 以下, fNIRS) を用いた。fNIRS の計測には, 光イメージング脳機能測定装置 OEG-16 (株式会社スペクトラテック) を用いた。

fNIRS の装着は鼻根部から 5cm 上方に印をつけ, プローブ中心がその印と一致するように, 前頭部に装着した。

運動課題と認知課題

本研究では, 運動課題を 2 種類, 運動課題と認知課題を同時に遂行する 2 種類の計 4 種類を実施した。

運動課題は被験者に端座位にて 30 秒間その場で足踏みをする「単純足踏み運動(以下: 足踏み)」と, 下肢を前後に動かしながら

ら行う「ステップ運動(以下: ステップ)」の 2 つを実施した。

運動課題と同時に認知課題は VFT を用いた。VFT とは特定の平仮名から始まる単語を制限時間内にできるだけ多く発語する課題である。課題をすべて 30 秒で設定し,

- (1) 足踏み
- (2) ステップ
- (3) 足踏み+VFT
- (4) ステップ+VFT

の 4 つの課題をランダムに振り分けた。

プロトコル

プロトコルは, レスト 30 秒 - 課題遂行 30 秒 - レスト 30 秒を 1 施行とし, 反復回数を 3 回とした。

課題開始時の対象者への注意として, 頭部をなるべく動かさないこと, レスト中はパソコン画面に黒点を見るように指示をした。

統計解析

本研究では, 脳の神経活動を反映するとされている酸素化ヘモグロビン(以下; OxyHb)を指標とした。

本研究での解析時間は, 被験者の課題遂行中の OxyHb 濃度変化をタスク開始から 30 秒間と Harada らの方法を参考に課題開始 20 秒後からレストを含めた 50 秒までの OxyHb 濃度変化の平均値を算出した。

今回は, 二重課題遂行時の脳内血液酸素動態を知るために, 二重課題の平均値から同様の運動課題のみを実施した平均値の OxyHb 濃度変化を引いたものを用いた。また注意機能やワーキングメモリを担うといわれる DLPEC の OxyHb 濃度を計測する CH1~5, CH11, 13, 14, 15, 16 の 10 チャンネルを関心領域に設定し, その他 6 チャンネル(以下: 非 DLPEC)を対応のない t 検定を用いて比較検討した。

4. 研究成果

1) 運動パフォーマンスと認知機能関連

認知機能と運動パフォーマンスの関連を検討した結果, Chair stand ($r = 0.28$, $p = 0.019$), Timed up and go test ($r = -0.352$, $p = 0.003$), Four square step test ($r = -0.431$, $p < 0.001$), 5m 最大努力歩行 ($r = -0.378$, $p = 0.001$) において有意な相関が認められた。これら項目を独立変数, 認知機能を従属変数, 年齢および教育年数を調整変数とした重回帰分析を行った結果, Four square step test が抽出された ($R^2 = 0.271$, $p < 0.001$)

このことから, 運動パフォーマンスの中でも, 筋パフォーマンスよりもバランス能力を反映するテストと認知機能が関連することが示唆された。また, バランス能力でも単純に歩行的な要素のテストよりも多方向へのステップ運動などによるテストが認知機能と関連する可能性が示唆された。

2) 運動パフォーマンス時の前頭葉活動

測定項目と領域の二元配置分散分析では

交互作用は認められず、測定項目別のみに主効果が認められた。10CWはFSSTおよび10MEWのいずれとの比較でも、有意にOxyHb濃度変化量が多かった。

FSSTはステップ手順を予め憶えておく必要があるからより前頭葉が活動すると予想していたが、本研究は最も難易度が低いと考えられる10CWにて有意に前頭葉が活動していた。これは、1つは認知資源の分配が難易度によって影響すること(Harada T, et al. 2008)、速度変化などの歩行調整が前頭前野と関連していること(三原, 2010)などが関連していると思われる。

3) 認知課題実施中の異なった運動課題時の前頭葉活動

認知課題中の足踏みでは、0~30秒間、課題開始からレストを含めた20~50秒間のいずれでもDLPFCが有意に賦活していた。一方、認知課題中のステップでは、部位間に有意差は認められなかった。

二重課題遂行中は運動課題、認知課題間で認知資源の割り当てが要求され、どちらか一方の課題の成績が低下すると言われている(Harada T, et al. 2008)。同時に行う2課題に認知資源がどのように分配されるかは課題の難易度と種類に依っており、運動課題の変化は認知課題の困難さに伴って増加するとされている(原田, 2015)。

このことから、認知課題中、単純な動作では認知課題に資源を分配した結果、前頭葉の中でもDLPFC領域が賦活し、複雑な動作では動作に資源を分配した結果、前頭葉は大きく賦活せず、運動課題の違いにより賦活する部位に差が生じた可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

[学会発表](計4件)

- 1) Tomiyama N, Hasegawa R. Predicting cognitive function in community-dwelling older women using the Four Square Step Test and walking speed. World Congress on Active Ageing 2016 (Melbourne), June 2016.
- 2) Tomiyama N, Hasegawa R. Relationship between the Four Square Step Test and cognitive function in community-dwelling older women. 11th International Congress of European Geriatric Medicine Society. (Sep 2015. Oslo)
- 3) Tomiyama N, Hasegawa R. Predicting cognitive function using physical

performance in community-dwelling older women. 10th International Congress of European Geriatric Medicine Society. (Sep 2014. Rotterdam)

- 4) Tomiyama N, Islam MM, Hasegawa R. Comparison of physical performance in older adults with good cognitive function and declined cognitive function. 16th International Congress of the World Federation of Occupational Therapists. (June 2014. Yokohama)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

富山 直輝 (TOMIYAMA, Naoki)

星城大学・リハビリテーション学部・講師

研究者番号：00367872

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

該当なし