

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年6月10日現在

機関番号：51303

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2012

課題番号：23650368

研究課題名（和文） 青年期学生の認知機能と有酸素運動との関連

研究課題名（英文） RELATIONSHIP BETWEEN AEROBIC EXERCISE AND COGNITIVE FUNCTION IN ADOLESCENT STUDENTS

研究代表者

宍戸 隆之（SHISHIDO TAKAYUKI）

仙台高等専門学校 総合科学系 教授

研究者番号：40331962

研究成果の概要（和文）：

本研究では、脳組織が構造的に安定になった青年期の遂行機能について、中程度の強度の有酸素運動の効果を明らかにすることを目的とした。青年期の場合、中程度の運動の効果は、FlankerテストとN-Backテストの二つの遂行機能の課題で一致しなかった。抑制制御に関する運動の効果は実質的にはみられず、ワーキングメモリー機能の一時的な低下が、中程度の運動中に観察された。これらの知見は、青年期における脳機能の成熟の移行的な段階を表しているかもしれない。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study was to demonstrate the effect of moderate intensity exercise on executive function (EF) in adolescence when brain tissue becomes structurally stable. There was a discrepancy in the effect of moderate exercise on 2 EF tasks in adolescents. There was substantially no effect of exercise on inhibition control, whereas a transient decline in WM function was observed during moderate intensity exercise. These findings may represent a transitional stage of maturation of brain function in the adolescence.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学 身体教育学

キーワード：青年期、認知機能、有酸素運動

1. 研究開始当初の背景

Thomas, K. T. (2004)の報告によると、アメリカの多くの学校では、学力向上のために、体育の授業を受けなくてもいいように変えられた。しかしながら、Coe, D. P. ら(2006)は、小学生を対象にした研究において身体活動水準の高さが学業成績に関わっていることを報告している。青年期に目を向けてみると、Kristjánsson, A. L. ら(2010)は、健康行動と学業成績に関する研究について報告しているが、青年期の子どもたちを対象とした身体活動水準の高さが学業成績に与える影

響に関する研究は行われていない。教育現場では、学力も体力も共に向上させる必要がある。運動と脳の認知機能の関連について着目すると、すでに Hillman, C. H. ら(2009)は、運動が認知機能に関連していることを報告している。研究代表者は、2010～2011年にアメリカ合衆国、イリノイ大学のHillman, C. H. の研究室に滞在し、アメリカの子供(9-10歳)を対象に運動中及び運動後の脳の認知機能に関する実験的な研究を実施していた。これは、ウォーキング中とウォーキング後の認知コントロールのメンテナンスについて、

Flanker テストによって脳の抑制機能を、N Back テストによって脳の作業記憶の働きを、free-recall テストによって記憶情報量を評価しようと試みた。子供の脳の認知機能を高めるのに運動が有効であることは、すでにいくつかの先行研究で報告されているが、ウォーキングをする運動強度での脳の認知機能の働きについて検証した研究はなかった。その結果、Drollette, E 及び研究代表者らは、Flanker テストの正答率が、運動後に有意に上がることに、反応時間が早くなる傾向があることを明らかにした(2012)。しかしながら、青年期の脳の認知機能と運動との関連は、これまで明らかにされてこなかったため、本研究では、特に青年期の学生をターゲットとして、脳の認知機能と有酸素運動との関連を実験的に明らかにすることを目的に、この研究を継続・発展させる形で、日本人の青年期の運動と脳の認知機能の関連を検証しようとした。

2. 研究の目的

(1) スポーツ中において、より良いパフォーマンスを発揮するためには、身体の動きの制御と認知の制御を同時に効率良く行わなければならない。Pontifex, M. B. (2007)らは最大心拍数の60%の運動強度下では遂行機能の成績が低下することを示し、運動に向ける脳の注意配分が遂行機能の低下を促すと示唆している。一方で、被験者個人の快適と感じる歩行速度においてはこの機能は向上することが明らかになっている(Schaefer et al 2010)。同じ運動強度下において、被験者各々の感じる運動強度は異なる。しかしながら、一定強度の運動下で感じる個々の自覚的運動強度と遂行機能との関係を検討した研究はみられない。そこで、本研究では中強度運動下において自覚的運動強度が高い被験者の遂行機能は低下し、低い被験者の遂行機能が維持または向上するという仮説を検証する。

(2)次に、遂行機能とは思考や行動を制御する脳の重要な機能である。運動中の脳では、身体の動きと遂行機能を適切に制御することが必要とされる。しかし、運動中の脳機能については不明な点が多く、中でも、中強度の運動が遂行機能に与える影響について明らかにされていない。中程度の運動中と運動後の抑制機能と作業記憶の働きに焦点を当て、実験を試みた。

3. 研究の方法

(1)被験者

仙台高等専門学校第1学年に在籍する15-16歳の青年期学生の中から、実験の協力に保護者と共に同意してくれた学生とした。

(2)実験手順

被験者間内クロスオーバー無作為割り付けにより運動を行う日と安静時の日の2日に分け、運動日にはトレッドミル上での歩行(推定最大心拍数 $208-0.7 \times \text{年齢}$ の60~70%)をさせ、運動前・運動中・運動後に遂行機能を測定し、安静日には椅子に座った状態で同じく3回の遂行機能を計測した。遂行機能は、脳の抑制機能をFlankerテスト、作業記憶をN-Backテストを用いそれぞれの正答率と反応時間で評価した。自覚的運動強度(RPE)はBorg scale(6~20)を使用した。

なお、運動日と安静日の前に、1日目として、アンケートへ記入すると共に、課題の練習日を設け、実施した。以下、実験手順の詳細を示す。

1日目：実験の説明、実験への同意の確認、テスト課題の練習(安静中及び運動中)、身体計測(身長・体重)、アンケート(人口動態調査・うつ尺度SDS・身体活動IPAQ・注意力に関するアンケート)記入

2日目(3日目)：安静中または、運動中の認知機能評価テストの実施。(実施する順番による影響を受けないように、クロスオーバー無作為割り付けにより運動日と安静日を設定)

<2日目(3日目)の実験手順>

①ベースラインの心拍数(HR)、自覚的運動強度(RPE)、フィーリングスケール(FS)の測定
②テスト課題の練習：テストは、各セクションで下記の1)~6)の順に行い、各テスト後にHR、RPE、FSを測定する。

1)Flankerテスト 2)Memoryテスト 3)0-Backテスト 4)1-Backテスト 5)2-Backテスト 6)Recallテスト

③練習後のHR、RPE、FSの測定

④安静中あるいは運動中前の評価(1回目)

1)Flankerテスト 2)Memoryテスト 3)0-Backテスト 4)1-Backテスト 5)2-Backテスト 6)Recallテスト

⑤安静中あるいは運動中(有酸素運動中)の評価(2回目)

1)Flankerテスト 2)Memoryテスト 3)0-Backテスト 4)1-Backテスト 5)2-Backテスト 6)Recallテスト

⑥運動後、HRが安静状態に戻ったら、RPE、FSを測定する。

⑦安静中あるいは運動中後の評価(3回目)

1)Flankerテスト 2)Memoryテスト 3)0-Backテスト 4)1-Backテスト 5)2-Backテスト 6)Recallテスト

Flankerテストは、Pontifex, M. B., & Hillman, C. H. (2007)がyoung adults(20歳前後)を対象に実施した課題とする。モニターに表示される矢印の向きを判断していく。(例：>>>>、<<<<<、<<><<、>><>>)ターゲットは、中央の矢印のみで、中央の矢印が>の場合は、右手のボタンを押し、

くの場合は左手のボタンを押して反応する。N-Backテストは、0-Back、1-Back、2-Backまで実施する。0-Backテストは、右上コーナーにターゲットが表示された場合は、右手のボタンを押し、それ以外は左手のボタンを押し。1-Backテストの場合は一つ前の表示が同じ場所である場合、2-Backテストの場合は2つ前の表示が同じ場所である場合に右手のボタンを押し、別の場所であった場合は、左手のボタンを押し。Caterina Pesce ら(2007)は、100秒後のrecallと12分後の場合でmemoryテストを実施している。本実験では、memoryとrecall間にN-Backテストを実施するため、この時間を各被験者共通のインターバルタイムとする。Recallでは、memoryで出たwordは右手のボタンを押し、memoryで表示されなかったwordは、左手のボタンを押し。この実験では、それぞれ、反応時間と正答率を評価する。統計分析は、(1)自覚的運動強度の違いによる被験者間要因と被験者内要因の遂行機能の成績を反復測定による混合モデルの多変量分散分析にて解析した。(2)反復測定による3要因の分散分析にて解析した。

4. 研究成果

(1) 中強度運動による自覚的運動強度の違いが青年期の遂行機能に及ぼす影響について

抑制機能には中強度運動による自覚的運動強度は影響していなかった。一方、作業記憶に関して、自覚的運動強度の中と高の群において安静時に比べ運動中の正答率が有意に低下した。作業記憶の反応時間は自覚的運動強度に関係なく運動中には有意に増加した。自覚的運動強度と要求される脳機能の違いにより、運動中の遂行機能は維持または低下することが判明した。作業記憶において、安静時と比較し運動中に運動強度を高く感じる被験者の正答率は低下し、低く感じる被験者はこの機能を維持できることが判明し、仮説を検証する結果となった。

➤ Flanker テスト 正答率

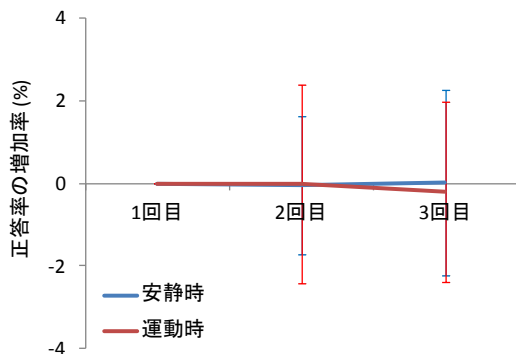


図1. Flanker テスト 正答率の増加率
被験者全員

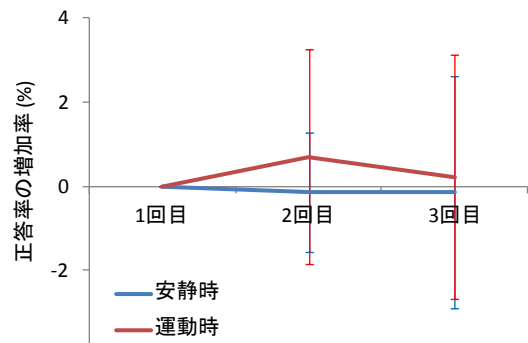


図2. Flanker テスト 正答率の増加率
自覚的運動強度 (低群)

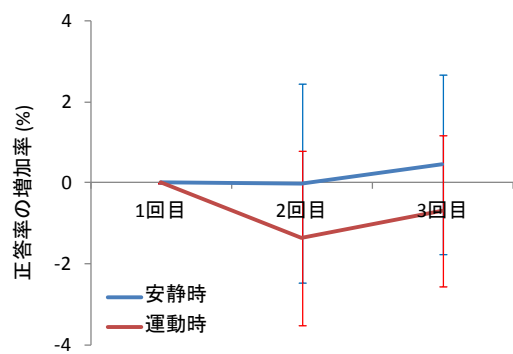


図3. Flanker テスト 正答率の増加率
自覚的運動強度 (中群)

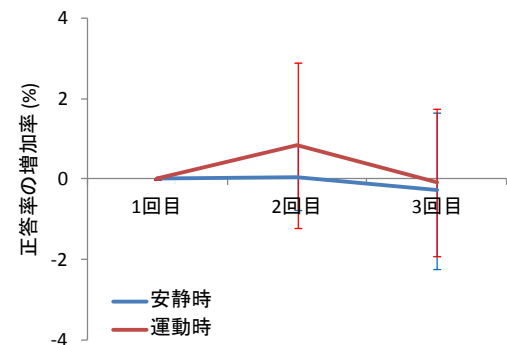


図4. Flanker テスト 正答率の増加率
自覚的運動強度 (高群)

Flanker テスト 反応時間

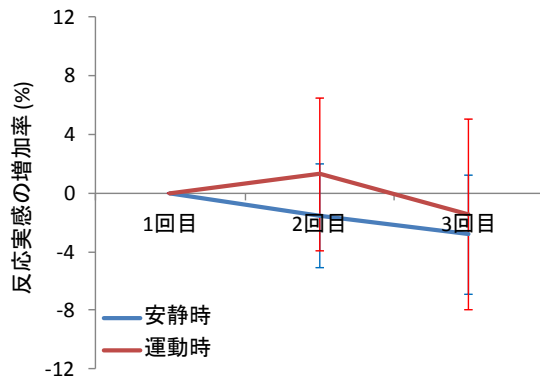


図 5. Flanker テスト 反応時間の増加率
被験者全員

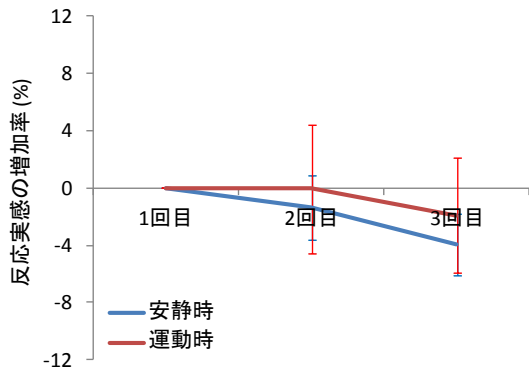


図 6. Flanker テスト 反応時間の増加率
自覚的運動強度 (低群)

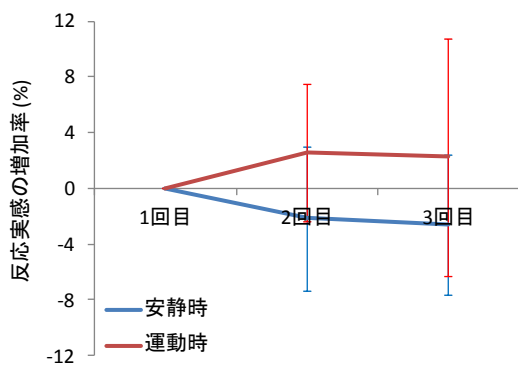


図 7. Flanker テスト 反応時間の増加率
自覚的運動強度 (中群)

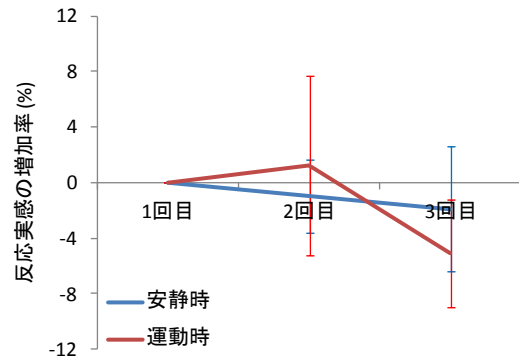


図 8. Flanker テスト 反応時間の増加率
自覚的運動強度 (高群)

N-Back テスト 正答率

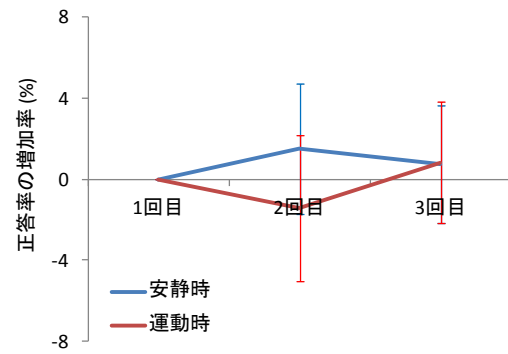


図 9. N-Back テスト 正答率の増加率
被験者全員

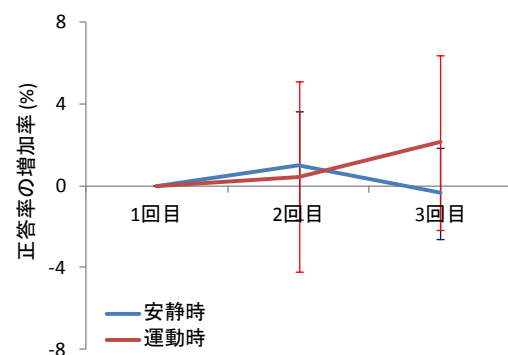


図 10. N-Back テスト 正答率の増加率
自覚的運動強度 (低群)

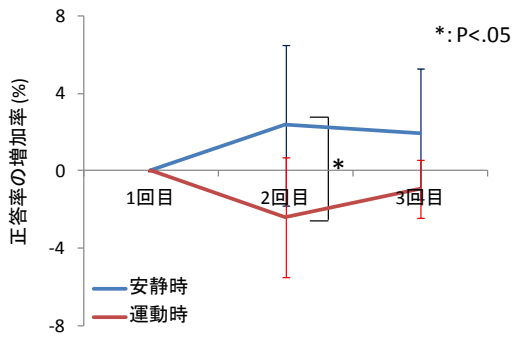


図 11. N-Back テスト 正答率の増加率
自覚的運動強度 (中群)

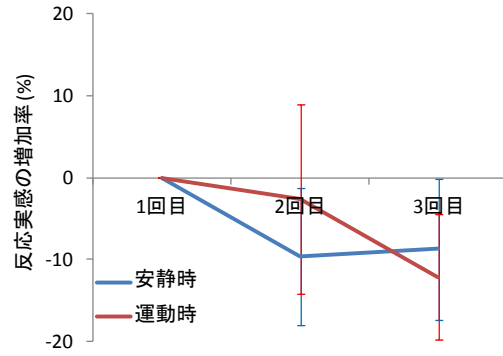


図 14. N-Back テスト 反応時間の増加率
自覚的運動強度 (低群)

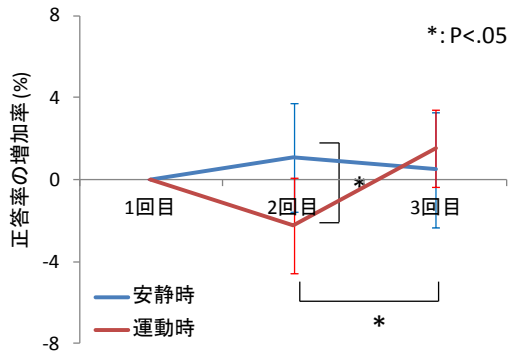


図 12. N-Back テスト 反応時間の増加率
自覚的運動強度 (高群)

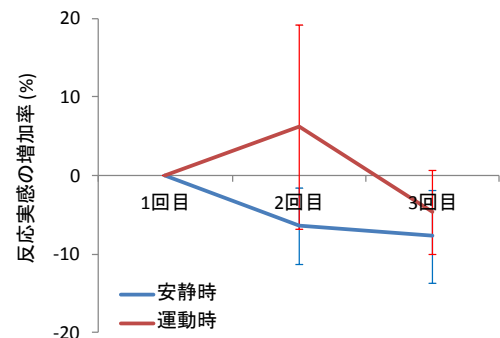


図 15. N-Back テスト 反応時間の増加率
自覚的運動強度 (中群)

➤ N-Back テスト 反応時間

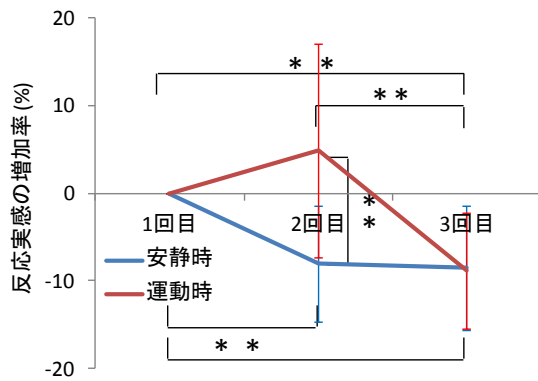


図 13. N-Back テスト 反応時間の増加率
被験者全員

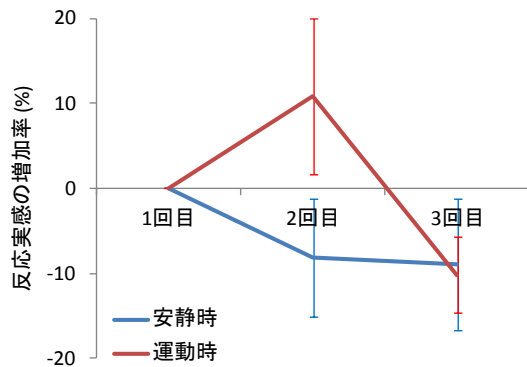


図 16. N-Back テスト 反応時間の増加率
自覚的運動強度 (高群)

(2) 一過性の運動が青年期の遂行機能に及ぼす影響について

Flankerテストの正答率は、運動中と運動前のベースラインを比較して変化がなかった。しかしながら、運動後は、運動中と比較すると向上していた。N-Backテストの反応時間においては、運動中と比較して運動後は反応時間が短くなっていた。そして、運動中は、安静状態と比較すると長くなっていた。青年期の場合、中程度の運動の効果は、二つの遂行機能のテストで一致しなかった。抑制制御に関する運動の効果は実質的にはみられず、ワーキングメモリー機能の一時的な低下は、中程度の運動中に観察された。これらの知見は、脳機能の成熟の移行的な段階を表しているかもしれない。

➤ Flanker テスト

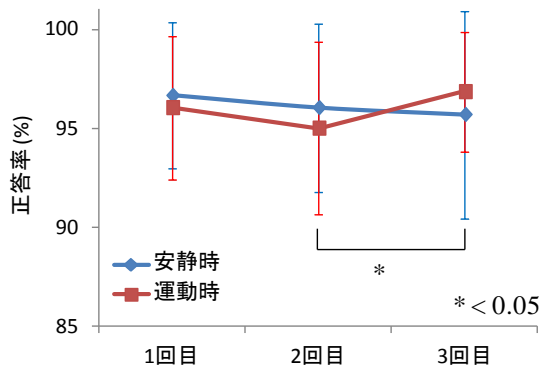


図 17. Flanker テスト 正答率

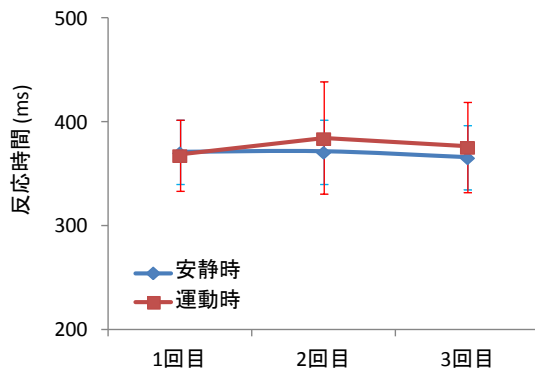


図 18. Flanker テスト 反応時間

➤ N-Back テスト

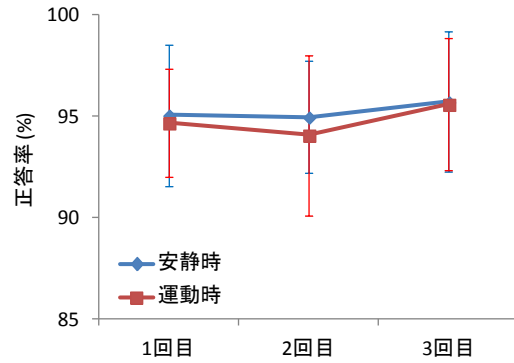


図 19. N-Back テスト 正答率

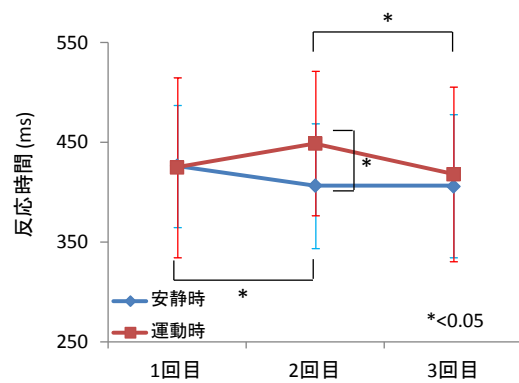


図 20. N-Back テスト 反応時間

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 3 件)

①曾我啓史、空戸隆之、永富良一；一過性の運動が青年期の遂行機能に及ぼす影響、第 68 回日本体力医学会、2013. 9. 21-23 (於：日本教育会館学術総合センター)

②Keishi Soga, Takayuki Shishido, Ryoichi Nagatomi; THE INFLUENCE OF ACUTE BOUT OF MODERATE-INTENSITY WALKING ON EXECUTIVE FUNCTION IN ADOLESCENTS, 18th Annual Congress of the EUROPEAN COLLEGE OF SPORT SCIENCE, 2013. 6. 26 (Barcelona-Spain)

③曾我啓史、空戸隆之、永富良一；中強度運動による自覚的運動強度の違いが青年期の遂行機能に及ぼす影響、第 22 回日本体力医学会東北地方会、2013. 6. 8 (於：山形県立保健医療大学)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

空戸 隆之 (SHISHIDO TAKAYUKI)

仙台高等専門学校・総合科学系・教授

研究者番号：40331962