

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：12612

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2013～2016

課題番号：25702039

研究課題名（和文）運動中の認知機能の低下を防ぐ方法と認知機能を改善・向上させるプログラムの開発

研究課題名（英文）Development of methods to prevent cognitive impairment during exercise and to improve cognitive function

研究代表者

安藤 創一（ANDO, SOICHI）

電気通信大学・情報理工学（系）研究科・准教授

研究者番号：50535630

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 15,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究より得られた主な研究成果は以下の通りである，1) 酸素濃度が15%に低下した低酸素環境下においても，通常環境下と同様に運動により認知機能が向上する，2) 高温環境下での高強度運動中に頸部への冷却を行っても，認知機能には影響を与えない（Ando et al. 2015），3) 朝食を欠食すると認知機能は低下するが，朝食摂取の有無に関係なく運動中に認知機能は向上する（Komiya et al. 2016）．さらに，これまでの国内外の研究成果を精査し，脳血流の増加および組織酸素飽和度の変化が運動により認知機能を直接的に向上させている要因ではないことを示唆した（Ando 2016）．

研究成果の概要（英文）：Acute exercise at moderate intensity appears to improve cognitive function. Firstly, we observed that cognitive function improved during moderate exercise even under moderate hypoxia. We also demonstrated that cognitive function improved during moderate exercise following breakfast omission. These results suggest that the beneficial effects of acute exercise are still predominant under these experimental conditions. Furthermore, we indicated that temporal neck cooling was not effective enough to attenuate cognitive impairment during strenuous exercise in the hot environment. Finally, we suggest that alterations in cerebral blood flow and cerebral oxygenation may not be directly associated with the improvements in cognitive function during exercise.

研究分野：運動生理学

キーワード：運動 認知機能 環境

## 1. 研究開始当初の背景

認知機能とは注意や集中力、状況判断や計画実行などの機能を指す。認知機能の低下はスポーツにおけるパフォーマンスの低下だけでなく、日常生活においても大きな事故や怪我につながる可能性がある。したがって、運動中や身体活動時に認知機能の低下を防ぐ方法や認知機能を改善・向上させるプログラムをエビデンスと共に提供することは非常に重要である。

低酸素環境や高温環境下でも様々な身体活動は行われる。しかし、低酸素環境や高温環境下での運動がヒトの認知機能に及ぼす影響については明らかになっていない。そこで、本研究では低酸素環境下・高温環境下での運動中に認知機能がどのような影響を受けるのかを明らかにすることとした。さらにもしこれらの環境下での運動中に認知機能が低下するのであれば、それを防ぐための有効な方法を確立することは大きな意義があるであろう。

また、近年では若年者を中心に朝食を欠食する人が多いことが知られている。しかし、朝食を欠食した状況下でも様々な身体活動が行われる。そこで、朝食欠食が運動中の認知機能に及ぼす影響について検討することとした。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、低酸素環境下・高温環境下での運動中に認知機能がどのような影響を受けるのかを明らかにし、認知機能が低下するのであれば、それを防ぐための有効な方法を確立することを目的とする。また、朝食摂取の有無が運動中の認知機能に及ぼす影響についても明らかとすることとした。

## 3. 研究の方法

### (1) 低酸素環境下での運動が認知機能に及ぼす影響

吸入気酸素濃度 (FIO<sub>2</sub>) を 0.15 にした常圧低酸素下と通常環境下において安静時および中強度の運動中に認知課題を行い、認知機能を評価した。運動は心拍数を 140 拍に保った状態で 30 分間行った。認知課題は Go/No-Go 課題と視空間ワーキングメモリー課題を組み合わせた課題とした。認知機能は反応の早さである反応時間と正答率で評価した。

### (2) 頸部への冷却が高温環境下での運動中の認知機能に及ぼす影響

高温環境下 (温度 35℃, 相対湿度 70%) で頸部への冷却がある条件とない条件で安静時および運動中に認知課題を行い、認知機能を評価した。運動は心拍数を 160 拍に保った状態で 10 分間行った。頸部への冷却は心拍

数が 160 拍に到達した 3 分後から開始した。

### (3) 朝食摂取の有無が運動中の認知機能に及ぼす影響

朝食摂取条件 (おにぎり 2 個と水を摂取) と朝食欠食 (水のみ) 条件 2 条件下で安静時及び運動中に認知課題を行った。運動は心拍数を 140 拍に保った状態で 30 分間行った。運動の前後には耳朶から採血を行い、血糖値を測定した。

## 4. 研究成果

### (1) 低酸素環境下での運動が認知機能に及ぼす影響

低酸素環境下においても、通常環境下と同様に運動により認知機能の向上がみられた (Komiya et al. 2015, 図 1)。

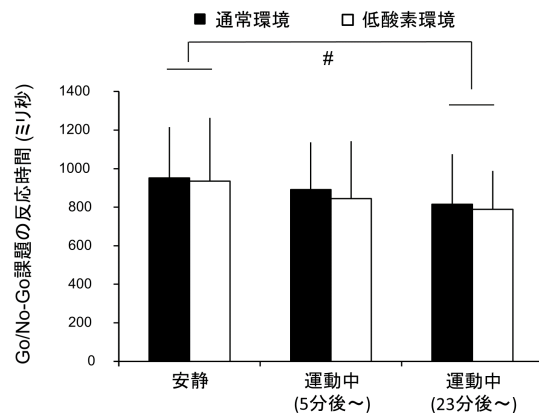


図 1 通常環境下と低酸素環境下での安静時および運動中の反応時間。通常環境下だけでなく、低酸素環境下でも運動中に反応時間の短縮がみられたことは認知機能の向上を示している。# P < 0.05。

低酸素環境下での運動中にも認知機能が向上したことは、一過性の運動による認知機能の向上に対する影響が非常に強いものであることを示唆している。今回の研究で用いた低酸素は中程度 (高度約 2,600m に相当) であったため、様々な実験環境下で引き続き研究を継続する必要がある。

### (2) 頸部への冷却が高温環境下での運動中の認知機能に及ぼす影響

高温環境下での運動中には認知機能の低下がみられた。一方、高温環境下での同様の運動中に頸部への冷却を行うことにより、皮膚の温度は一時的に低下したものの認知課題のパフォーマンスの低下の軽減はみられなかった (Ando et al. 2015, 図 2)。したがって、頸部への簡単な冷却は、高温環境下での運動中の認知機能に対してほとんど影響を与えないことが示された。今回行った実験は、頸部のみへの冷却であり、今後は冷却条件や運動強度などが異なる状況下で、冷却効

果を引き続き検討していく必要があると考えられる。

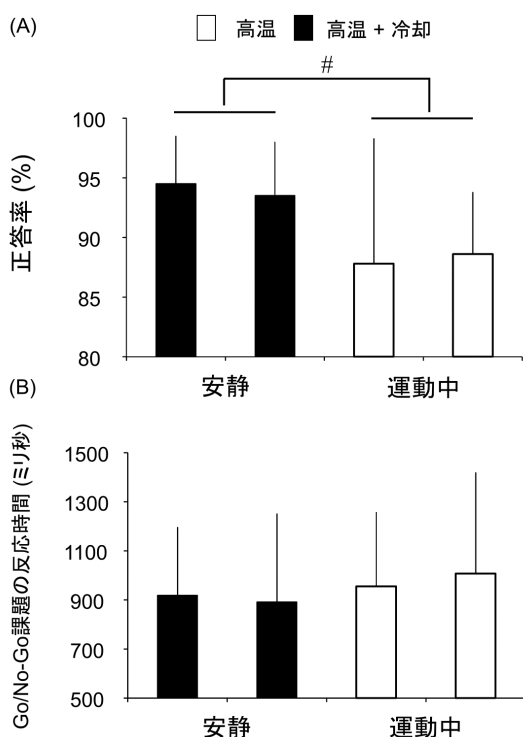


図 2 高温環境下での安静時および運動中の認知機能．頸部への冷却を行っても認知機能への効果はみられなかった．#  $P < 0.05$ ．

(3) 朝食摂取の有無が運動中の認知機能に及ぼす影響

朝食を欠食すると安静時の正答率が朝食摂取条件と比較して低い値を示したが、運動中に正答率は向上がみられた。また、朝食摂取の有無に関係なく、運動中に反応時間の短縮がみられた (Komiya et al. 2016, 図 3)。これらの結果は、朝食を欠食しても運動により認知機能が向上することを示している。

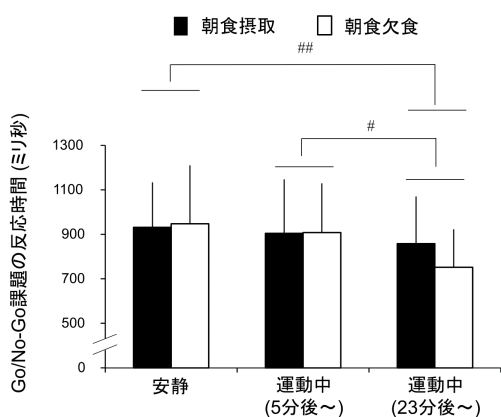


図 3 朝食摂取条件と朝食欠食条件での安静時および運動中の反応時間．朝食欠食条件でも反応時間に短縮がみられた．##  $P < 0.01$ , #  $P < 0.05$ ．

朝食を欠食しても、運動中には認知機能の向上がみられたことは、運動が認知機能を向上させる機序が朝食を欠食しても損なわれていないことを示唆している。今回の実験では、1回の朝食欠食であったため、より生体内のグリコーゲンが低下した条件下や、毎日の朝食摂取習慣との関連についても検討していく必要があると考えられる。

本研究から得られた知見は、一過性の運動がどのような機序で認知機能を向上させるかを検討する際に有益な知見となることが期待される。さらに、これまでの国内外の研究成果を精査し、脳血流の増加および組織酸素飽和度の変化が運動により認知機能を直接的に向上させている要因ではないことを示唆した (Ando 2016)。

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)

[論文発表](計 7 件)

Ando S, Komiya T, Kokubu M, Sudo M, Kiyonaga A, Tanaka H, Higaki Y. Slowed response to peripheral visual stimuli during strenuous exercise. *Physiol Behav*, 2016, 161, 33-37, 査読有

Komiya T, Sudo M, Okuda N, Yasuno T, Kiyonaga A, Tanaka H, Higaki Y, Ando S. Cognitive function at rest and during exercise following breakfast omission. *Physiol Behav*, 2016, 157, 178-184, 査読有

Ando S, Komiya T, Sudo M, Kiyonaga A, Tanaka H, Higaki Y. The effects of temporal neck cooling on cognitive function during strenuous exercise in a hot environment: a pilot study. *BMC Res Notes*, 2015, 8, 202, 査読有

Komiya T, Sudo M, Higaki Y, Kiyonaga A, Tanaka H, Ando S. Does moderate hypoxia alter working memory and executive function during prolonged exercise? *Physiol Behav*, 2015, 139, 290-296, 査読有

安藤創一, 小見山高明, 須藤みず紀, 檜垣靖樹. 運動と認知機能: 脳の組織酸素飽和度の影響. *福岡大学スポーツ科学研究*, 2015, 45, 25-34, 査読有

Ando S, Hatamoto Y, Sudo M, Kiyonaga A, Tanaka H, Higaki Y. The effects of exercise under hypoxia on cognitive function. *PLoS ONE*, 8, e63630, 2013, 査読有

Ando S. Peripheral visual perception during exercise: why we cannot see. *Exerc Sports Sci Rev*, 2013, 41, 87-92, 査読有

〔学会発表〕(計 14 件)

Komiyama T, Katayama K, Ito Y, Sudo M, Ishida K, Higaki Y, Ando S. Moderate exercise improves cognitive function even under severe hypoxia. 20th Annual Congress of the European College of Sport Science, Malmo, Sweden, 2015, June 24-27

小見山高明, 安藤創一, 須藤みず紀, 清永明, 田中宏暁, 檜垣靖樹. 朝食欠食後でも運動は認知機能を向上させるか? 日本体力医学会, 「和歌山県民文化会館(和歌山県・和歌山市)」2015, 9月18日~20日

Ando S, Komiyama T, Sudo M, Higaki Y. The effects of acute exercise and hypoxia on cognitive function. 17th World Congress of Psychophysiology, 「広島国際会議場(広島県・広島市)」, 2014, Sep. 23-27

Komiyama T, Ando S, Hatamoto Y, Sudo M, Kiyonaga A, Tanaka H, Higaki Y. The effect of intense exercise on cognitive function. 17th World Congress of Psychophysiology, 「広島国際会議場(広島県・広島市)」, 2014, Sep. 23-27

Ando S, Komiyama T, Kagimoto T, Kokubu M, Sudo M, Kiyonaga A, Tanaka H, Higaki Y. Is peripheral visual perception vulnerable to strenuous exercise? 19th Annual Congress of the European College of Sport Science, Amsterdam, Netherlands, 2014, July 2-5

Komiyama T, Ando S, Sudo M, Okuda N, Kiyonaga A, Tanaka H, Higaki Y. Effect of acute exercise under moderate hypoxia on cognitive function. 19th Annual Congress of the European College of Sport Science, Amsterdam, Netherlands, 2014, July 2-5

Sudo M, Komiyama T, Aoyagi R, Higaki Y, Nagamatsu T, Ando S. Cognitive function immediately after maximal exercise. 19th Annual Congress of the European College of Sport Science, Amsterdam, Netherlands, 2014, July 2-5

Ando S, Komiyama T, Okuda N, Sudo M, Kiyonaga A, Tanaka H, Higaki Y. Does breakfast omission impair cognitive function at rest and during exercise? American College of Sports Medicine 61st Annual Meeting, Orland, USA, 2014, May 27-31

安藤創一, 小見山高明, 國部雅大, 須藤みず紀, 清永明, 田中宏暁, 檜垣靖樹. 高強度の運動中にみられる周辺視野での反応の遅延は知覚能力の低下である. 日

本体力医学会, 「長崎大学文教キャンパス(長崎県・長崎市)」2014, 9月19日~21日

小見山高明, 安藤創一, 畑本陽一, 須藤みず紀, 清永明, 田中宏暁, 檜垣靖樹. 高強度運動が認知機能に及ぼす影響. 日本体力医学会, 「長崎大学文教キャンパス(長崎県・長崎市)」2014, 9月19日~21日

Ando S, Hatamoto Y, Sudo M, Kiyonaga A, Tanaka H, Higaki Y. The effects of exercise under hypoxia on cognitive function. Experimental Biology, Boston, USA, 2013, Apr. 20-24.

安藤創一, 小見山高明, 奥田尚紀, 須藤みず紀, 清永明, 田中宏暁, 檜垣靖樹. 朝食摂取は運動中の認知機能影響を与えるのか? 日本体力医学会, 「日本教育会館・学術総合センター(東京都・千代田区)」, 2013, 9月21日~23日

小見山高明, 安藤創一, 奥田尚紀, 須藤みず紀, 清永明, 田中宏暁, 檜垣靖樹. 低酸素環境下における運動が認知機能に及ぼす影響. 日本体力医学会, 「日本教育会館・学術総合センター(東京都・千代田区)」, 2013, 9月21日~23日

安藤創一, 小見山高明, 須藤みず紀, 清永明, 田中宏暁, 檜垣靖樹. 高温環境下における運動中の認知機能. 日本運動生理学会, 「東京国際大学(埼玉県・川越市)」, 2013, 7月27日~28日

〔図書〕(計 1 件)

Ando S. Acute Exercise and Cognition: Effects of Cerebral Oxygenation and Blood Flow (Chapter 6). In Exercise-Cognition Interaction, McMorris T. Editor, Elsevier, 2016, p 131-145

6. 研究組織

(1) 研究代表者

安藤 創一 (ANDO Soichi)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・准教授

研究者番号: 50535630