

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 23 日現在

機関番号：32522

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700693

研究課題名(和文) スポーツ競技者の視空間知覚 認知処理機構の解明

研究課題名(英文) Visuo-spatial perceptual-cognitive processes in athletes

研究代表者

東浦 拓郎 (HIGASHIURA, Takuro)

清和大学・法学部・講師

研究者番号：50436268

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では反応時間と脳波(事象関連脳電位)を用い、スポーツ競技者の視空間知覚-認知処理機構について検討した。その結果、スポーツ競技者は非競技者に比べ、視空間知覚 認知課題のパフォーマンスに優れており、特に視空間認知処理に関わる神経活動が異なること、オープンスキル競技者とクローズドスキル競技者では、特に反応抑制に関わる神経活動で差異が認められることが明らかとなった。本研究の成果は、長期間の身体運動がヒトの脳機能にポジティブな効果をもたらすことを裏付けるとともに、スポーツ競技者間においても、その競技種目の特性によって視空間知覚 認知処理機構への影響が異なることを示唆するものである。

研究成果の概要(英文)：The present study investigated visuo-spatial perceptual-cognitive processes in athletes using reaction times and event-related brain potentials. There were two major findings in this study. Firstly, athletes had better visuo-spatial perceptual-cognitive performance than that of non-athletes. In addition, increases in neural activity were observed during perceptual-cognitive task in athletes. Secondly, there was difference in neural activity related to response inhibition between open and closed skill athletes. These findings indicated the positive effects of habitual physical and sport-specific perceptual-cognitive training on visuo-spatial perceptual-cognitive processes.

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、スポーツ科学

キーワード：視空間知覚 認知処理機構 オープンスキル クローズドスキル 反応時間 事象関連脳電位

1. 研究開始当初の背景

スポーツ競技者は長年にわたる運動トレーニングの結果、骨格筋や呼吸循環器が構造的、機能的に非競技者と大きく異なることは周知の事実である。さらに近年では、運動トレーニングは脳神経系に可塑的变化をもたらすことが報告され (Colcombe et al., *PNAS*, 2004; Pereira et al., *PNAS*, 2007), スポーツ競技者の脳機能についても注目されている。特に球技系に代表されるオープンスキル種目では、目的とする運動の準備、遂行のみならず、刻々と変化する周囲の状況を知覚、認知し、最適な状況判断 (意思決定) を行うことが必要不可欠である。しかしながら、スポーツ競技者の脳機能に関する研究は端緒にすぎたばかりであり、体系的な研究が行われていないのが現状である。

2. 研究の目的

前項の背景をもとに、本研究は行動指標に加えて脳内の各処理過程を客観的に評価することができる事象関連脳電位 (ERPs) を用い、スポーツ競技者特有の視空間知覚 認知処理機構について検討することを目的とした。具体的には、以下の2つの課題について明らかにすることとした。

- (1) スポーツ競技者と非競技者との視空間知覚 認知処理機構の違いについて
- (2) スポーツ競技の種目特性が視空間知覚 認知処理機構に及ぼす影響について

3. 研究の方法

(1) 実験1

参加者は55名の大学生で、非競技者群 (17名)、バレーボール競技者群 (19名)、陸上跳躍競技者群 (19名) に群分けされた。各参加者は視覚刺激による Go/NoGo 反応時間課題を行い、課題遂行時に行動指標 (反応時間、誤反応率) と ERPs が記録された。

(2) 実験2

参加者は97名の大学生で、非競技者群 (19名)、陸上短距離走競技者群 (26名)、陸上中長距離走競技者群 (17名)、陸上跳躍競技者群 (16名)、バレーボール競技者群 (19名) に群分けされた。各参加者は視覚刺激と聴覚刺激による Go/NoGo 反応時間課題を行い、課題遂行時に行動指標 (反応時間、誤反応率) と ERPs が記録された。

4. 研究成果

(1) 実験1

誤反応率については、群間に有意な差は認められなかった。また、いずれの群においても誤反応率は5%未満であり、参加者は本実験の課題を正確に遂行することができたものと考えられる。

図1には各群における反応時間の結果を示

した。両競技者群の反応時間は非競技者群に比べて有意に短かった。

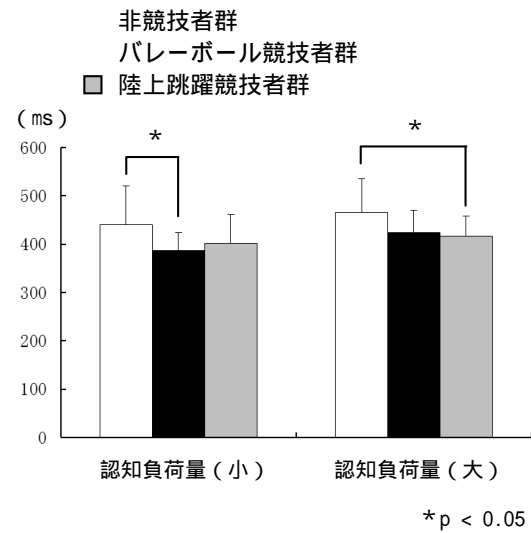


図1. 各群における反応時間

図2には各群から得られたERP波形を示した。Go P3 振幅は、両競技者群が非競技者群に比べて有意に高値を示した (図3)。また、NoGo P3 振幅においても同様の結果が認められたが、さらにバレーボール競技者群の NoGo P3 振幅は陸上跳躍競技者群のものより高値を示した (図4)。

なお、Go P3 潜時および NoGo P3 潜時については、いずれも群間に有意差は認められなかった。

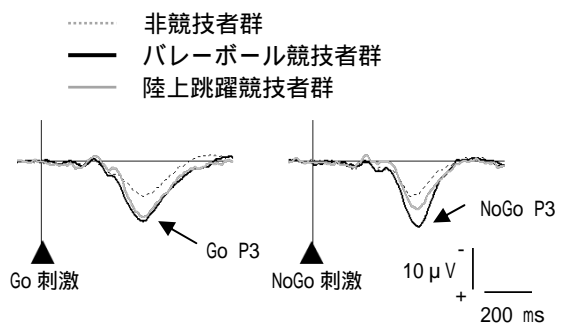


図2. 各群の認知負荷量 (小) 課題におけるERP波形 (導出部位: Cz)

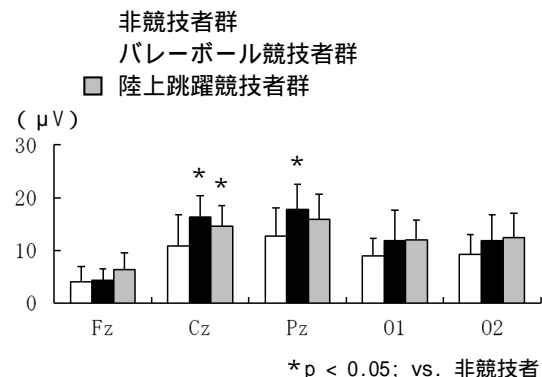


図3. 各群の認知負荷量 (小) 課題におけるGo P3 振幅

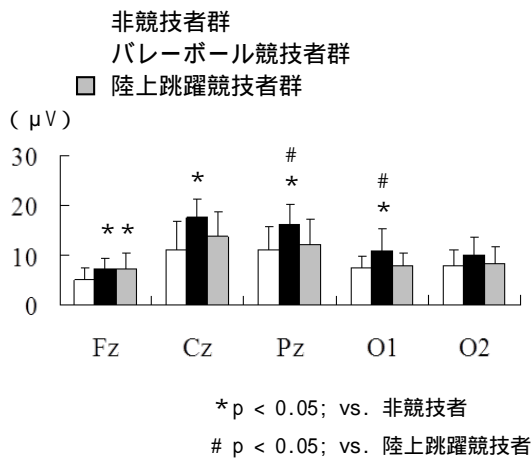


図 4. 各群の認知負荷量 (小) 課題における NoGo P3 振幅

本研究における反応時間の結果から、スポーツ競技者は非競技者に比べて視空間知覚認知課題に対するパフォーマンスが優れていることが示唆された。反応時間とは刺激が提示されてから反応が生じるまでの時間であり、刺激の評価、反応選択、運動遂行など、刺激が入力されてから運動出力に至るまでのすべての処理過程を含んでいると考えられている (Doucet and Stelmack, *Psychophysiology*, 1999)。したがって、反応時間からのみでは、スポーツ競技者と非競技者における違いに対して、どの処理過程の差異が関係しているかは明らかにすることができない。

Go P3 は認知機能に関連する神経活動と考えられており (Polich and Kok, *Biol Psychol*, 1995), その振幅は課題に対する注意処理資源量を反映することが示唆されている (Wickens et al., *Science*, 1983)。また、NoGo P3 は前頭葉の反応抑制に関連した神経活動を反映しているとされている (Bokura et al., *Clin Neurophysiol*, 2001; Falkenstein et al., *Acta Psychol*, 1999) したがって、本研究における Go P3 振幅および NoGo P3 振幅の結果から、スポーツ競技者の視空間知覚認知課題に対する優れたパフォーマンスを支える神経基盤として、刺激処理に配分される注意処理資源量や反応抑制に関連した神経活動の亢進が寄与したものと推察される。

また、本研究では NoGo P3 振幅においてスポーツ競技者間で差異が認められた。このことは行動指標を用いた先行研究においても確認されており、Wang et al. (*PLoS One*, 2013) は非競技者、オープンスキル競技者 (テニス)、クローズドスキル競技者 (競泳) の抑制機能について検討した結果、オープンスキル競技者は非競技者、クローズドスキル競技者に比べて抑制機能が優れていることを示した。これらの知見は、スポーツ競技の種目特性が反応抑制過程に影響を及ぼすことを示唆するものである。つまり、周囲の状況

変化に応じて反応や反応抑制が要求されるオープンスキル競技者では、反応抑制を伴うトレーニングによる効果が得られたものと推察される。

(2) 実験 2

誤反応率については、群間に有意な差は認められなかった。また、いずれの群においても誤反応率は 5% 未満であり、参加者は本実験の課題を正確に遂行することができたものと考えられる。

一方、反応時間に関しては、視覚刺激時の反応時間は非競技群に比べ陸上短距離走競技者群で有意に速く、聴覚刺激時の反応時間は非競技群、陸上中長距離走競技者群、陸上跳躍競技者群に比べ陸上短距離走競技者群で有意に速かった。また、Go P3 振幅および NoGo P3 振幅も同様の結果を示し、特に聴覚刺激に対する陸上短距離走競技者群の Go P3 振幅、NoGo P3 振幅は、バレーボール競技者を除く他のスポーツ競技者群、非競技者群に比べて有意に高値を示した。これらの結果から、陸上短距離走競技者群は特に聴覚刺激に対する処理速度が速く、その背景には刺激処理に配分される注意処理資源量や反応抑制に関連した神経活動の亢進が寄与したものと考えられる。

陸上短距離走競技におけるスタートは、その競技パフォーマンスを大きく左右する局面である。そのため、陸上短距離走競技者群は走トレーニングに加えて“聴覚刺激に対して反応する”スタート練習を日常的に行っている。Tong et al. (*Brain Res*, 2009) は、9 週間の聴覚弁別課題トレーニング前後における反応時間および ERPs の変化を調査した。その結果、トレーニング前に比べてトレーニング後で聴覚弁別課題の反応時間が短く ERPs の中でも選択的注意に関連する P2 振幅と認知機能を反映する P3 振幅が増大したことを示した。このことから、“聴覚刺激に対して反応する”というスタート練習の反復が陸上短距離走競技者群の聴覚刺激に対する知覚認知処理機能を向上させたものと推察される。

Mann et al. (*J Sport Exerc Psychol*, 2007) は、スポーツ競技者の優れた知覚認知処理機構は、その競技種目に関連した知覚認知課題で見られやすいことを報告している。実験 2 で用いた Go/NoGo 反応時間課題は予告刺激と反応刺激からなり、陸上短距離走競技のスタート場面に類似するものであった。このことから、陸上短距離走競技者群の聴覚刺激時の優れた課題パフォーマンスを観察できた可能性が考えられる。

(3) まとめ

実験 1 と 2 より、以下の知見が得られた。まず、スポーツ競技者は長年にわたる身体的トレーニングによって、視空間知覚認知処理機構にポジティブな効果が認められた。さ

らに、身体的あるいは知覚 認知的トレーニングの内容の違いによって、視空間知覚 認知処理機構に異なる影響がみられることが示唆された。

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)

[雑誌論文](計4件)

東浦拓郎: 一過性の身体活動と認知機能事象関連電位による研究から . トレーニング科学 24 巻: 223-237, 2012.

(査読有)

Hatta A, Nishihira Y, Higashiura T: Effects of a single bout of walking on psychophysiological responses and executive function in elderly adults: a pilot study. Clinical Interventions in Aging 8: 945-952, 2013. (査読有)

Hayashi Y, Nishihira Y, Higashiura T, Usui S: The effects of different intensities of exercise on night sleep. Advances in Exercise and Sports Physiology, 20: 19-24, 2014. (査読有)

[学会発表](計5件)

東浦拓郎, 西平賀昭, 高強度運動が脳内の干渉制御能に及ぼす影響. 第155回日本体力医学会関東地方会, 2012年7月7日, 横浜薬科大学

東浦拓郎, 西平賀昭, 脳機能に対する高強度運動の影響は機能選択的に生じるのか? 第20回日本運動生理学会大会, 2012年7月28日, 筑波大学

東浦拓郎, 西平賀昭, 長期スポーツ競技経験が視空間作業記憶に及ぼす影響. 第21回日本運動生理学会大会, 2013年7月28日, 東京国際大学

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]

ホームページ等

http://www.seiwa-univ.ac.jp/department/teacher/faculty_t_higashiura.html

6. 研究組織

(1)研究代表者

東浦 拓郎 (HIGASHIURA TAKURO)

清和大学・法学部・講師

研究者番号: 50436268