

氏名	高野 淳司
学位の種類	博士 (医学)
学位授与年月日	平成 24 年 3 月 27 日
学位授与の条件	学位規則第 4 条第 1 項
研究科専攻	東北大学大学院医学系研究科 (博士課程) 医科学専攻
学位論文題目	ボールゲーム選手の空間認識能力と視空間性ワーキングメモリ
論文審査委員	主査 教授 永富 良一 教授 中里 信和 教授 森 悦朗

論文内容要旨

背景：ボールゲームに関わるスポーツ選手において、空間認識能力の優劣はパフォーマンス成否への重要なファクターである。ボールゲームの経験者は一般人に比べて、空間認識能力と関連のある「積み木検査」の成績が有意に高いという報告があるが、ボールゲームでは、人やボールの位置関係を一時的に把握しつつ動作を行うことが考えられることから、空間認識能力は視覚や空間に関する情報を一時的に保持しながら別な行動をする際に活用される記憶の概念である、視空間性ワーキングメモリ (以下 WM) に依存している可能性がある。

目的：ボールゲーム熟練者は非熟練者に比べ、日ごろから空間認識能力を活用して競技を行っているため、熟練者の方が、空間認識能力に関係するとされるテストの成績と視空間性 WM テストの成績が高いことが推測でき、その差について明らかにする。また、空間性 WM テストを活用する際に活動が多く見られる右前頭前野背外側領域 (rDLPFC) と空間認識の際に活動が多く見られる右後頭頂皮質 (rPPC) へ経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) を実施し、ボールゲーム経験の差による空間認識能力に関係テスト (Kohs 立方体テスト、メンタルローテーションテスト) と視空間 WM に関するテスト (N-back テスト) 実施における rDLPFC と rPPC の役割について明らかにする。さらに、視空間性ワーキングメモリと空間認識能力は依存関係にあるのか、またその際のボールゲームの熟練度による差異について検証する。

方法：競技経験 5 年以上で現在もレギュラー選手として活動するボールゲームの熟練者 14 名とボールゲーム経験がほとんどない非熟練者 14 名を被験者として設定し、N-back テストと Kohs 立方体テストを行い成績の差を調べた (実験 1)。ボールゲーム経験が 10 年以上で、全国大会クラス以上の大会にレギュラーとして参加した経験のあるボールゲームの熟練者 8 名と非熟練者 8 名を被験者として設定し、rDLPFC と rPPC に tDCS を行い、N-back テストと Kohs 立方体テストを行った (実験 2)。ボールゲームの熟練者 12 名、非熟練者 12 名に対し、N-back テストとメンタルローテーションテストを実施し、正答率と反応時間を測定した。その際、rDLPFC と rPPC の関与について明らかにするため、被験者に対して tDCS を行った (実験 3)。

結果：(実験 1) ボールゲーム経験による N-back テストと Kohs 立方体テストの成績差はいずれも見られなかった。(実験 2) tDCS を施し、N-back テストと Kohs 立方体テストを実施した結果、熟練者群の N-back テストにおいてのみ rDLPFC に対する tDCS の効果が見られた。また、ボールゲーム経験による成績、tDCS の効果、作用部位への各影響は見られなかった。(実験 3) N-back テストにおいて熟練者と非熟練者それぞれで rDLPFC、rPPC とともに刺激の有無による有意な差が見られた。メンタルローテーションテストでは、rDLPFC の熟練者と非熟練者それぞれで刺激の有無による有意な差

が見られた。また熟練者は rDLPFC でのみ刺激の有無による有意な差が見られ、rPPC よりも rDLPFC の関与が大きいことが示唆された。N-back テスト、メンタルローテーションテストともにボールゲーム経験による成績、tDCS の効果、作用部位への各影響は見られなかった。

考察：本研究からは、ボールゲーム経験が視空間性 WM と空間認識能力の成績、脳活動の部位に影響を及ぼしているということは立証できなかった。しかしながら、本来 rDLPFC の関与が大きいとされる視空間性 WM 課題において rDLPFC だけでなく rPPC も大きく関与し、また、本来 rPPC の関与が大きいとされる空間認識に関する課題においては rDLPFC も関与することを示唆していることから、視空間性 WM と空間認識能力は互いに依存している関係にあると考えられる。このことは、訓練が可能な視空間性 WM を向上させることにより、訓練が困難な空間認識能力を向上できる可能性を示唆するものである。熟練者に関しては rPPC の関与が大きいとされる空間認識に関する課題においても rDLPFC を中心にして処理している可能性があり、ボールゲーム選手においては rDLPFC が特に重要な部位である可能性がある。

審査結果の要旨

博士論文題目 ボールゲーム選手の空間認識能力と視空間性ワーキングメモリ.....

所属専攻・分野名 医科学 専攻・ 運動学 分野.....

学籍番号..... 氏名 高野 淳 司.....

本研究は、ボールゲームの熟練者と非熟練者における空間認識能力と視空間性ワーキングメモリとの関係、熟練度による成績、反応時間の差、および tDCS（経頭蓋直流電気刺激装置）を使用しての熟練度による、空間認識能力と視空間性ワーキングメモリの脳内処理機構の相違について実験的に検証したものである。

ボールゲームの熟練者と非熟練者に対し、空間認識能力に関連するテストとして kohns 立方体テストとメンタルローテーションテストを、視空間性ワーキングメモリに関連するテストとして N-back テストを実施した。その際、空間認識の際に活動が多く見られる右後頭頂皮質(rPPC)と、視空間性ワーキングメモリを活用する際に活動が多く見られる右前頭前野背外側領域(rDLPFC)へ tDCS を行った。その結果、ボールゲーム経験の差が視空間性ワーキングメモリと空間認識能力の正答率、反応時間、および脳活動の部位に影響を及ぼしているということは立証されなかった。しかしながら、本来 rDLPFC の関与が大きいとされる視空間性ワーキングメモリのテストにおいて rDLPFC だけでなく rPPC も大きく関与し、また、本来 rPPC の関与が大きいとされる空間認識に関するテストにおいて rDLPFC も関与することを示唆していることから、視空間性ワーキングメモリと空間認識能力は互いに依存している関係にあることが示唆された。また、熟練者に関しては rPPC の関与が大きいとされる空間認識に関する課題において、rDLPFC を中心にして処理していることが示唆された。

これまで、非侵襲的な脳刺激方法で空間認識能力について検討を試みた研究は存在しておらず、本研究は当該分野において先駆的な研究であると言える。また、空間認識能力はこれまで訓練が困難であると考えられてきたが、本研究では空間認識と視空間性ワーキングメモリが相互に依存する様相を示していることから、視空間性ワーキングメモリの訓練が、空間認識能力の向上に寄与できる可能性を示唆するものであり、非常に意義深い研究であると考えられる。よって、本論文は博士（医学）の学位論文として合格と認める。