

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：37111

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K17594

研究課題名（和文）視覚運動パフォーマンス向上を目的とした運動視訓練法の効果検証とその神経機構の解明

研究課題名（英文）Effect of motion vision training for improving visuomotor performance.

研究代表者

呉屋 良真（GOYA, Ryoma）

福岡大学・スポーツ科学部・助教

研究者番号：10879745

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：ボールや相手選手の動きに基づいてプレーをする球技競技のパフォーマンス(視覚運動)発揮には、視覚情報処理の中でも、物体の動きの速度や方向を弁別する運動視が貢献する。本研究は、視覚運動を向上させるための運動視訓練法の構築とその効果検証を行うことを目的としていた。視覚運動の評価は、運動の複雑さを排除し容易に順化できる課題を用いた。運動視の評価にはランダムドット刺激を用いた。運動視訓練にも同刺激を採用し、実験参加者の反応を伴わない注視課題とした。同一参加者に対して運動視訓練を一定期間実施し、その前後の視覚運動と運動視の評価時に脳波計測することで、運動視や視覚運動が向上するかを検討することを目指した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題では、球技競技のパフォーマンスを高めるための新たな方策を模索するため、運動視トレーニングがボールや相手選手の動きに基づいて行われる視覚運動のパフォーマンスを向上させるかについて検討すること、そして、向上させた場合にそのメカニズムについて脳波の観点から検討することを目指していた。スポーツパフォーマンス向上の一因を、脳の視覚情報処理の観点から明らかにすることができれば、よりよいトレーニングプログラム作成への寄与が期待される。

研究成果の概要（英文）：Visual information processing in the brain, especially motion vision, contributes to exertion ball-game sports performance and visuomotor performance. The purpose of this study was to develop a training methodology for improving the motion vision and to verify its effect. We evaluated the visuomotor performance using a continuous visuomotor task that eliminates the complexity of motion and can be easily acclimatized. We asked the participants to discriminate the motion direction of random dot kinematogram stimulus for evaluating the motion vision. We adopted to the same stimulus for motion vision training as the motion direction discrimination task. We aimed to examine whether motion vision and visuomotor performance could be improved due to a several times of motor vision training and to measure EEG before and after the motion vision training so as to clarify its mechanism.

研究分野：スポーツ脳情報科学

キーワード：運動視 視覚情報処理 視覚背側経路 視覚トレーニング

1. 研究開始当初の背景

ボールや相手選手の動きに基づいてプレーをする球技競技のパフォーマンス発揮には、視覚情報処理の中でも、物体の動きの速度や方向を弁別する運動視が大きく貢献する。運動視は動くドット群により作り出される動きを弁別する課題で、同一方向に動くドットの割合(運動コヒーレンス)によって定量評価することができ、運動コヒーレンスに依存して視覚応答が高くなることガサルを対象とした研究で明らかとなっている。このことから“動き”に対する視覚応答を高めることで視覚運動パフォーマンスが向上すると考えられるが、これを立証した報告はない。

2. 研究の目的

それぞれの競技に適した練習やトレーニングがあるように、運動視(視機能)トレーニングについても競技種目特異的な視覚刺激呈示方法があると考えられる。本研究では、ボールや相手選手の動きに基づく運動である視覚運動のパフォーマンスが、運動視トレーニングで向上するのか、向上した場合、そのメカニズムを脳波の観点から検討することを目的とした。

3. 研究の方法

運動視トレーニングの前後に、動きに対する視覚応答と視覚運動課題を実施することで、そのトレーニング効果の定量評価を試みた。

運動視トレーニングには、動くドット群により作り出される運動方向(ランダムドットキネマトグラム刺激)であるか一定の運動方向を持たずランダムな動きであるかを弁別する課題とした(図1)。後述の視覚運動課題の視標が左方向に移動することから、「左方向(運動コヒーレンス80%)」か「運動方向を持たないか(運動コヒーレンス0%)」を選択肢とし、実験参加者には可能な限り素早く回答することを求めた。これは、漫然と二択を回答させるのではなく、運動方向を持つか否かを強く意識して回答してもらうためである。さらに、ランダムドットキネマトグラム刺激のドットスピードを変化させることで、視覚刺激に対する慣れを防ぎ、様々な強度の情報を与えることで視覚応答の賦活を促すことを目指した。また、視覚刺激の呈示方法は、画面中央の注視点から直径視角8度を除く全画面とした。

動きに対する視覚応答の測定にもランダムドットキネマトグラム刺激を用い、同一方向に動くドットの割合(運動コヒーレンス)を様々な刺激強度(恒常法)で呈示し(図2)、実験参加者の弁別可能な運動コヒーレンス閾値を求めた。運動視トレーニングにより、左方向の運動コヒーレンス閾値のみが改善されるかを確かめるため、視覚応答の測定では、上・下・左・右方向に動く視覚刺激を呈示した。運動視トレーニングによる全画面刺激が、どの視野領域の運動コヒーレンス閾値に効果をもたらすのかを調査するため、円環状に呈示し、3つの条件を設定して検証した。

視覚運動課題は、液晶画面右端の様々な高さから左端に向かって等速直線運動をする視標を、画面左端にあるカーソルで捉える課題とした(図4)。カーソルは、実験参加者がフォースセンサーにかける圧の加減で上下動した。視標の速さを3条件設定し、課題成績を視覚運動パフォーマンスとして評価した。

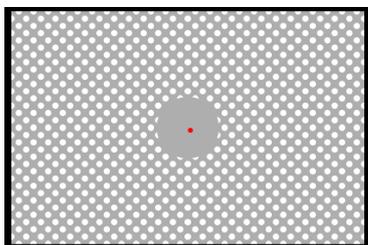


図1. 運動視トレーニング

画面内の白いドットが左方向もしくはランダムに動く。実験参加者には、可能な限り素早く回答するように求めた。

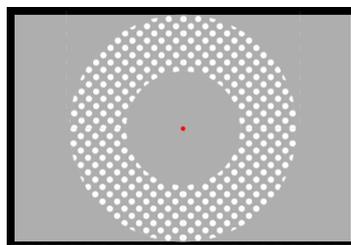


図2. 動きに対する視覚応答(運動方向弁別課題)

円環状に配置されたドットが上下左右いずれかの方向に動く。様々な視野領域の動きに対する視覚応答を確かめるため、円環の大きさ条件を3つ設定した。上手は最も大きい条件であり、円環の外周は視角16度である。

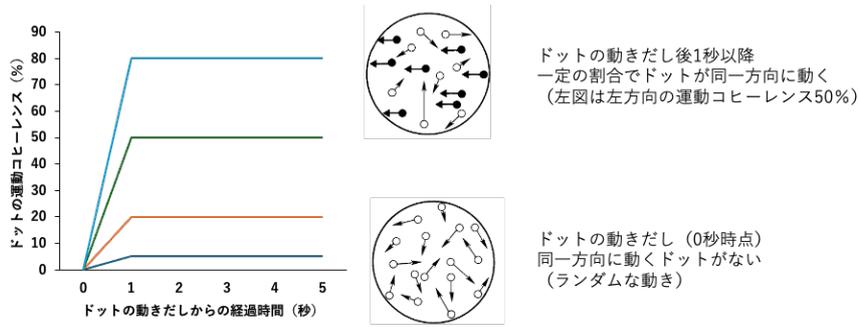


図 3. ランダムドットキネマトグラム刺激の運動コヒーレンスの時間的変化

運動視トレーニング・運動コヒーレンス閾値の測定は恒常法で実施した。上図は運動コヒーレンス閾値測定時に予め設定した刺激強度における時間的変化を示している。円環状の視覚刺激はランダム方向に動きながら呈示されるが、1秒で設定した刺激強度まで運動コヒーレンスが上昇し、それ以降はその運動コヒーレンスを維持した。

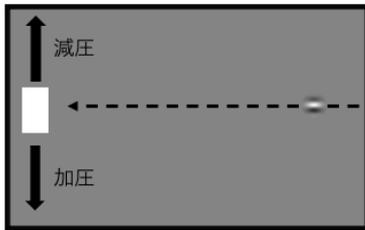


図 4. 視覚運動パフォーマンスの評価

画面右端のランダムな高さから出現し、左端に向かって等速直線運動をする視標を、画面右端にあるカーソル（左図の白い長方形）を操作して捉える（ヒットさせる）課題である。視標にヒット、もしくは左端に到達（ミス）するとすぐに画面右端に新たな視標が出現する。

4. 研究成果

同一実験参加者に、連続した3日間の運動視トレーニングを実施し、その前後に動きに対する視覚応答と視覚運動課題を実施してもらった。今回の結果は、連続した3日間の運動視トレーニングを完遂した実験参加者1名の結果を紹介する。動きに対する視覚応答（運動方向弁別課題、図3）では、視角12度の円環条件でのみ運動コヒーレンス閾値が低下した（Pre・Post: 16.2%・5.4%、動きの情報が少なくても、ドットの運動方向が分かった。図5）。

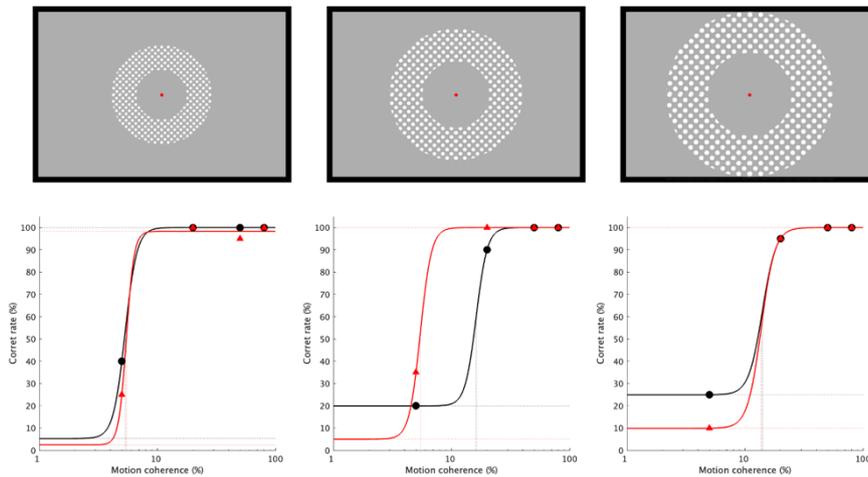


図 5. 連続した3日間の運動視トレーニング前後の運動方向弁別課題の結果

縦軸は正しく視覚刺激の運動方向を正しく回答できた割合（正答率）、横軸は視覚刺激の運動コヒーレンスの割合を示している。図の上部に円環の大きさ条件の模式図を示している。また、図下部のグラフは、黒は運動視トレーニング前、赤は運動視トレーニング後の結果を示している。4つの運動コヒーレンスをランダムに呈示し、それぞれの正答率をプロットしフィッティング処理を行い、弁別可能な運動コヒーレンス閾値を算出した。視角8・16度（左・右）の円環条件における運動コヒーレンス閾値は、運動視トレーニングによる改善効果はみられなかった

視覚運動課題の低速度・中速度条件におけるヒット率には改善がほとんどみられなかったものの (Pre・Post 低速度: 95.8・97% ; Pre・Post 中速度: 87.7・90.1%)、高速度条件におけるヒット率にも改善がみられた (図 6、Pre・Post: 55.3・65.3%)。

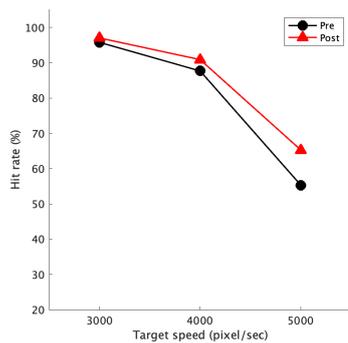


図 5. 連続した 3 日間の運動視トレーニング前後の

視覚運動課題の視標の移動速度別の結果

縦軸は視標をカーソルで捉えることができた割合 (ヒット率)、横軸は視標の移動速度を示しており、数値が大きいほど移動速度が速いことを意味する。黒は運動視トレーニング前、赤は運動視トレーニング後の結果を示している。高速度条件では、運動視トレーニングの効果と考えられるヒット率の向上が観察された。

サンプル数が 1 であるため推測の域を出ないが、極めて好意的に解釈すると、連続した 3 日間の運動視トレーニングは視覚運動パフォーマンスの改善をさせる効果がある可能性があることがわかった。ただし、すべての円環の大きさ条件において運動コヒーレンス閾値の改善がみられなかったことから、偶発的に視覚運動課題のヒット率が向上している可能性も否定できない。前者の可能性を裏付けるため、今後は、運動視トレーニングの日数を 10 日間程度実施し、5・7・10 日目と運動コヒーレンス閾値と視覚運動パフォーマンスの時間的変化を調査する必要がある。また、トレーニング群と対照群 (トレーニングを実施しない集団) を設けて検証する必要もある。さらにそれらのメカニズムに迫るためには、脳波だけでなく、視覚運動課題遂行中のフォースセンサーに圧をかける手に筋電計を貼付し、視標にアプローチする際の筋の立ち上がりを観察することも必要になるかもしれない。弁別可能な運動コヒーレンス閾値や視覚運動課題の課題成績といった現象だけでなく、脳波や筋電図といった生理学的指標をいくつか組み合わせて、そのメカニズムに迫っていきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Takami Ayaka, Goya Ryoma, Aoyama Chisa, Komiyama Takaaki, Kawajiri Toshitaka, Shimegi Satoshi	4. 巻 4
2. 論文標題 Daily fluctuations in visual motion discriminability contribute to daily fluctuations in continuous visuomotor performance	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Sports and Active Living	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fspor.2022.1009763	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小見山高明、呉屋良真、青山千紗、七五三木聡
2. 発表標題 運動時の視知覚修飾の神経科学的メカニズム
3. 学会等名 第76回日本体力医学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 呉屋良真、田中智彦、七五三木聡
2. 発表標題 サッカー競技者と卓球競技者の運動視
3. 学会等名 第76回日本体力医学会大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------