

平成 30 年 6 月 6 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01589

研究課題名(和文) バドミントンの構えからストロークまでの運動神経科学研究

研究課題名(英文) Neuroscientific study of badminton stroke production

研究代表者

須田 和裕 (Suda, Kazuhiro)

東京工業大学・リベラルアーツ研究教育院・准教授

研究者番号：70192135

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：相手の動きを認知、判断し瞬間的に打ち込む特性があるバドミントンに関する運動神経科学的知見は未だ不十分である。そこでバドミントンのビデオクリップと脳波(事象関連電位)を用いて実験を行った。実験の結果からバドミントン熟練者は外界からの情報をより多く取り込み処理することが示唆された。また今回実験に用いたビデオクリップに音は含まれなかったが、できれば音声が含まれている方がいいことがもう一つの実験から示唆された。

研究成果の概要(英文)：When playing badminton, recognition of shuttle flight and decision of hitting in short time is necessary. But only few neuroscientific studies has been reported. We measured brain wave (event related potential) when participant responded by pushing button at the time of shuttle hitting in video clip. The results suggest that badminton experts tend to collect more information during hitting the shuttle compared to non experts. Other experiment suggests the importance of sound in the video clip.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：バドミントン ビデオ P300 運動関連脳電位 音刺激

1. 研究開始当初の背景

バドミントンは、緩急を使い分ける様々なショットやフットワーク、対戦相手との駆け引きの技術を必要とし、パワーや瞬発力とともに持久力を含む複雑で非常に激しいスポーツである。すなわち相手の動きを判断し瞬間的に打ち込んだり、防御したりするところにバドミントンの動きの特徴がある。今日までのバドミントンの動きに関する運動神経科学的研究はショットやフットワークに関する筋電図学的研究や動作分析に関する研究が多く報告されているが、「相手の動きを認知・判断し瞬間的に打ち込む」までの過程に関する運動神経科学的知見は未だ不明確な現状にある。それゆえバドミントン競技において持続的な筋緊張を保持した構えから飛んでくるシャトルを瞬間的に正確に捉えるまでの脳内の処理系から運動神経、筋系にいかなる変容をきたしているかを詳細に検討してみるべきスポーツ科学的価値があると考えられる。特に幼少時から青年期までの期間、十数年にわたってバドミントンの動きの特徴である相手の動きを判断し瞬間的に打ち込んだり、防御したりする動作を積み重ねると脳内の感覚-運動処理系や運動神経系にいかなる変容を生じさせているかを明らかにすることはバドミントン競技のトレーニング法の解明や、競技者のコンディション改善に多いに役立つと考える。さらに長期にわたってバドミントンの練習に励んできた青少年の脳・運動神経系にどのような変容を起こしているか知ることは学校教育の観点からもきわめて重要であると思われる。

2. 研究の目的

競技者と非競技者が持続的な筋緊張を保持した構えから飛んでくるシャトルを瞬間的に正確に捉えるのに対応して脳内の情報処理に関連するリソースの配分や、注意状態がどのように変化するかをとらえる。そこでこれらを反映すると考えられている P300 電位、CNV などの脳電位にいかなる特徴ある反応を示すかを明らかにする。また長期的にバドミントン競技を継続してきた競技者は脳内の感覚-運動処理系にどのような変容が生じているかを明らかにする。

3. 研究の方法

(1)

1) 実験参加者

被験者は 30 名 (男性 19 名、女性 11 名、平均年齢 23.6 ± 9.3) で、全員、視覚 (矯正視力を含む)、触覚、運動機能に異常は見られなかった。そのうち、16 名 (男性 11 名、女性 5 名、平均年齢 22.1 ± 9.9) は現在、バド

ミントン部に所属している、または過去に 1 年以上継続してバドミントンのトレーニングを行ったことのある熟練者で、残りの 14 名 (男性 8 名、女性 6 名、平均年齢 25.4 ± 8.6) は過去にバドミントン、またはテニス、卓球のトレーニング経験はないが、他の競技経験のある非熟練者であった。

2) 実験装置

被験者は実験室の PC モニターの前に座り、両手にレスポンス用のスイッチを持った。事前に測定した被験者の頭皮に電極用のペーストを塗り、その上に脳波測定用の電極を張り付けた。

3) 実験手順

実験は 3 条件 (Target 課題、Select 課題、Simple 課題) を行った。



上図に実験画面の例を示す。それぞれの条件について被験者はボタン押しによる反応をした。Target 課題では、被験者はバドミントンの動画を見て、スマッシュの飛ぶ方向が左か右かをボタンによって回答した。Select 課題では画面の中央付近に出てくる矢印の方向が左か右かを判断してボタンで回答した。Simple 課題では事前に出てくる矢印の方向を教示された状態で、矢印が出てきたらボタンを押して反応した。Target 課題と Select 課題では 20 試行を 3 回、Simple 課題では 30 試行を 2 回の 60 試行を行った。それぞれの連続試行の間では十分にレストを取った。

4) EEG 測定、データ処理

EEG の測定は国際 10-20 法に基づく 12 か所の電極から行った。また、同時に眼電図 (electrooculogram、EOG) を左眼窩上下から記録し、眼球運動によるアーチファクトの検出に利用した。また、脳波の基準電極として両耳、アース電極として左鎖骨に電極を設置した。測定範囲はバドミントンのスマッシュのインパクトの瞬間を基準にして、基準前 2000ms と基準後 1000ms の合計 3000ms を 1 試行分の結果として保存した。

測定されたデータから EOG や体動などによるアーチファクトによる影響があるものを除いて、残りのデータを再加算処理した。20 試行以上で再加算処理を行えた被験者のデータのみを利用し、ここから P300 の振幅と潜時を記録した。

5) 統計分析

得られた P300 の振幅と潜時について、バドミントン経験（熟練者、非熟練者）×条件（Target 課題、Select 課題、Simple 課題）×電極位置の 3 要因について 3 元配置分散分析を行った。各水準で有意差が得られたときは多重比較を行い、要因間で交互作用が見られたときは単純効果の下位検定を行った。すべての検定で有意水準は 5%未満とした。多重比較にはボンフェローニ検定を採用した。

(2)

(1) の実験はビデオ映像を使って行ったが、音の情報はないビデオだった。そこで音だけをもちいた実験を試みることにした。これには運動関連脳電位を用いた。

1) 実験参加者

競技経験は特に問わず男性 5 名、女性 4 名、平均年齢 31.75 ± 13.6 歳の健常者であった。全員、視覚（矯正視力を含む）、触覚、運動機能に問題は見られなかった。

2) 実験装置

被験者は実験室の PC モニターの前に座り、利き手にレスポンス用のスイッチを持った。事前に測定した被験者の頭皮に電極用のペーストを塗り、その上に脳波測定用の電極を貼り付けた。

3) 実験手順

音刺激は時間経過が分かりやすい、アルペンスキーのスタート場面の音を使用した。被験者にはまず標準的な運動関連脳電位の測定として無音状態で 5 秒以上空けて親指によるボタン押し動作を行わせた。つぎにアルペンスキーのスタート音なる中で自由なタイミングでボタン押しをさせた。さらにアルペンスキーのスタート音の内、中間に鳴る最も高い音に合わせてボタン押しをさせた。最後に音刺激だけを聞かせ、何も反応しないという課題も行わせた。これらの課題は順番をランダムにして行わせた。それぞれの課題は 60 回ずつ行わせた。

4) EEG 測定、データ処理

EEG の測定は国際 10-20 法に基づく 12 か所

の電極から行った。また、同時に眼電図 (electrooculogram、EOG) を左眼窩上下から記録し、眼球運動によるアーチファクトの検出に利用した。また、脳波の基準電極として両耳、アース電極として左鎖骨に電極を設置した。測定範囲はボタン押しの筋電図の立ち上がりを基準とし、その 2000msec 前から 1000msec 後までの 3000msec を分析対象とした。

測定されたデータから EOG や体動などによるアーチファクトによる影響があるものを除いて、残りのデータを加算処理し運動関連脳電位を得た。得られた運動関連脳電位から振幅、潜時を計測し課題間で比較検討した。

5) 統計分析

得られた運動関連脳電位の振幅と潜時について、課題×電極部位の 2 要因について 2 元配置分散分析を行った。各水準で有意差が得られたときは多重比較を行い、要因間で交互作用が見られたときは単純効果の下位検定を行った。すべての検定で有意水準は 5%未満とした。多重比較には Shaffer の検定を採用した。

4 . 研究成果

(1)

実験の結果、P300 の振幅はバドミントンに関する課題でのみ、熟練者が非熟練者よりも大きく、一般的な認知課題については有意差が見られなかった。一方で、P300 の潜時については経験による有意差が本研究では見られなかった。ここから、熟練者は非熟練者よりもバドミンントンのプレー中に外界からの情報をより多く取り込んで、その情報を処理することができるということが示唆された。そしてその情報処理によってその後のプレーの選択や予測をより正確に行うことができるようになるということが考えられる。つまり、バドミンントンのトレーニングを積むことによって脳内ではバドミンントンのプレーに必要な情報に注意を向けることができるようになったということである。この仮説を立証するためには眼球運動の計測やより空間解像度の高い脳活動測定、そして実際のプレー中の脳活動の記録を行うことが必要であると考えられる。それによって、より詳細にバドミンントンの特有の知的活動のメカニズムを明らかにすることができれば、将来、バドミンントンの競技レベルの向上につなげることができるのではないかと考えられる。

(2)

実験の結果、音刺激のある条件で音刺激がない条件に比べ運動関連脳電位のうち NS' と呼ばれる成分の立ち上がり有意に早いことが分かった。これは音刺激がある場合、手指の運動に関連する中枢神経系の活動がより

早く開始するものと考えられた。

現状では高速ビデオから静止画を切り出してそれを動画に再構成している。このように作成しているビデオクリップに音を入れることは困難である。しかし、今後、音をいれることが可能になった際には音を入れたビデオクリップを作成することも選択肢のひとつとして考えていきたい。

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 0 件)

〔学会発表〕(計 2 件)

SUDA, K., ORIHASHI, Y., FUMOTO, M.,
HIGASHIURA, T., KODERA, T., USUI, S.,
NISHIHIRA, Y. P300 POTENTIAL INDUCED BY
BADMINTON SMASH RECEIVE VIDEO CLIP.
European College of Sport Science 2017.
Book of Abstracts, ECSS 2017, pp.
613-614, Jul. 2017.

後藤 晶絵、麓 正樹、碓井外幸、須田和裕 . 音刺激に対する随意運動時の運動関連脳電位, 第 171 回日本体力医学会関東地方会, 2018 .

〔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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

須田 和裕 (SUDA, Kazuhiro)
東京工業大学・リベラルアーツ研究教育
院・准教授
研究者番号：70192135

(2) 研究分担者

西平 賀昭 (NISHIHIRA, Yoshiaki)
筑波大学・体育系・名誉教授
研究者番号：20156095

麓 正樹 (Fumoto, Masaki)
東京国際大学・人間社会学部・教授
研究者番号：40339180

碓井 外幸 (USUI, Sotoyuki)
東京国際大学・人間社会学部・教授
研究者番号：60389822