

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 29 日現在

機関番号：32689

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K12656

研究課題名(和文) 弓道の離れをモデルとした筋弛緩制御の脳機構解析

研究課題名(英文) Neural mechanism of muscle relaxation during Japanese archery

研究代表者

彼末 一之 (Kanosue, Kazuyuki)

早稲田大学・スポーツ科学学術院・教授

研究者番号：50127213

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：随意運動が行われる直前には、運動準備電位という頭皮上の陰性電位変化(運動準備電位)が生じることが知られている。この運動準備電位は、収縮時のみならず、筋弛緩を行う際にも生じる。本研究では、アーチェリーの動作時および、筋の弛緩が必要とされる弓道動作時の運動準備電位を測定した。被験者(アーチェリー16名、弓道17名)は、射る動作を40回行い、その際に64箇所から脳派を取得し、加算平均により運動準備電位を求めた。その結果、アーチェリーではパフォーマンスの良い被験者ほど運動準備電位の振幅値が大きく準備電位の開始時間が遅くなることが明らかになった。さらに、弓道時では、その振幅値、時間には個人差が見られた。

研究成果の概要(英文)：Movement-related cortical potentials (MRCP) is a negatively sloping cortical potential, setting in around 2 s prior to a voluntary movement. It is also known that MRCP is observed preceding volitional contraction and relaxation. In the present study, we examined how MRCP observed during sports-specific movement such as Archery and Japanese archery which required muscle relaxation. Participants (Archery; n=16, Japanese archery; n=17) performed 40 shots with EEG system (64 channel) on the scalp and EMG recordings of right limb. During Archery shot, as a result, larger RP amplitudes and later RP onsets were observed in relatively skilled group. During Japanese archery, there are individual differences in MRCP amplitude and latency.

研究分野：スポーツ神経科学

キーワード：運動準備電位 MRCP 運動抑制 協調動作

1. 研究開始当初の背景

日常生活やスポーツ動作において、筋のリラックス（弛緩）は重要である。基礎的な研究により、筋弛緩は脳活動のアクティブなプロセスであると知られているが、スポーツ現場における筋弛緩時にも同様の制御機構がはたらくのだろうか。また、筋弛緩をより効率良く体得することは出来ないのだろうか。

これまで、スポーツ動作やリハビリテーションにおける研究では、“収縮の制御”に目を向けられがちであり、表裏一体にある弛緩は、単なる収縮の終わりであると捉えられてきた。本研究では、運動制御研究における盲点でもある弛緩の制御機構を脳活動および学習メカニズムという点から包括的に解明し、運動制御の研究に新しい視点を提供する意義深いものである。これまでに申請者は、“筋弛緩は他肢に影響を及ぼす（筋活動を低下させる）”ことを報告した（Kato et al., 2014）。したがって、スポーツ動作において強制的にある筋を弛緩しようとしても、他肢への影響により動作が安定しないことが予想される。しかしながら、一流のアスリートは、動作を安定させつつ、弛緩すべき筋を適切に制御している。これらの点から本研究を着想し、熟練者と非熟練者とは、筋弛緩の制御機構が異なるという仮説を検証するための実験デザインとなっている。

本研究では、筋電図に加え、脳活動を優れた時間分解能で計測する脳波、一次運動野の抑制機構を調べることができる二連発 TMS を用いて、スポーツに関わる筋弛緩の脳活動を明らかにする。さらに、脳活動を修飾する tDCS を併用し、筋弛緩を学習する過程を促進（あるいは抑制）させ、そのパフォーマンスの変化とともに脳活動の変化を評価する。これにより、筋弛緩のパフォーマンスに関連する脳活動を多角的視点で解明することができるだろう。

神経科学の分野では、障害や疾病等により中枢神経系のごく一部が機能しなかったヒトを対象とすることで、様々な神経機構を明らかにしてきた歴史がある。ある中枢神経系の損傷とそれによる動作の障害の観察から、その動作に必要な神経機構を探るといった論理である。本研究ではこれとは逆に、トップアスリートを対象とすることで卓越した動作（弛緩）に、神経メカニズムがどのように関わるかという視点も併せ持つ。また、このような知見はスポーツだけでなく、楽器演奏やリハビリテーションの領域でも貴重なものとなるであろう。さらに、ヒューマンインターフェースや日常生活動作遂行能力を維持・増進させるトレーニング法の開発、スポーツアスリートの競技能力向上（弛緩を体得するトレーニング方法の開発）などへの応用

が期待できる。

2. 研究の目的

本研究では、まずスポーツ現場における弛緩時の脳活動を、脳波を用いて測定する。アーチェリーおよび筋弛緩が必要とされる弓道をモデルとし、その動作時に観測される運動準備電位の動態を明らかにする。運動制御の神経科学的理解およびスポーツのトレーニング法において、筋弛緩の制御およびその体得という新たな視点を提供し、スポーツスキルの向上や運動機能障害の治療にも役立つ重要な知見になるであろう。

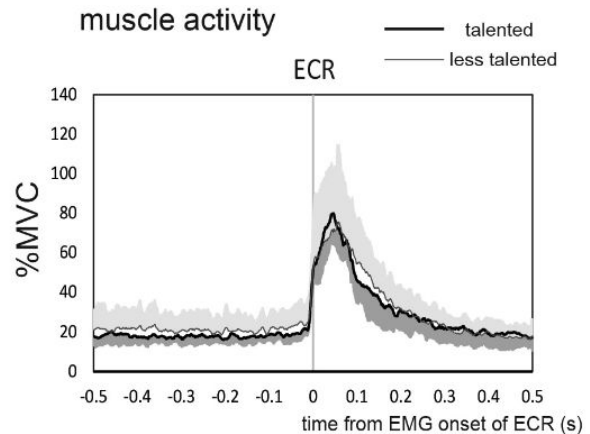
3. 研究の方法

筋弛緩時には、脳波上に準備電位が観測されることが知られている。アーチェリーおよび弓道の熟練者を対象に、被験者（アーチェリー16名、弓道17名）は、弓を射る動作を40回行い、その際に64箇所から脳派を取得し、加算平均により運動準備電位を求めた。運動準備電位の振幅および開始時間を評価し、パフォーマンス（スコア等）との相関を評価した。

4. 研究成果

アーチェリー動作における筋活動は、成績の上位群と下位群との間に有意な差は認められなかった（図1）。

図1



運動準備電位は、パフォーマンスの良い被験者ほど振幅値が大きく準備電位の開始時間が遅くなることが明らかになった（図2）。具体的には、運動前野（PMC）、体性感覚野（SSC）、一次運動野（M1）および後頭頂皮質（PMC）の運動準備電位の振幅値が大きくなり（図3）、その開始時間が早まった（図4）。

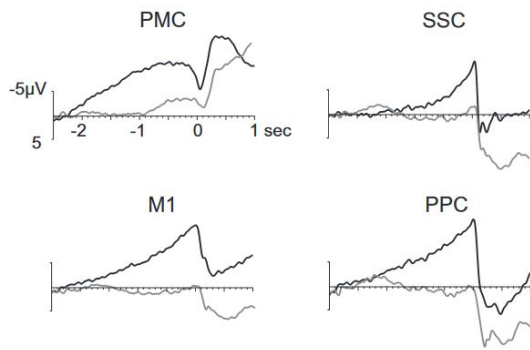


図 2

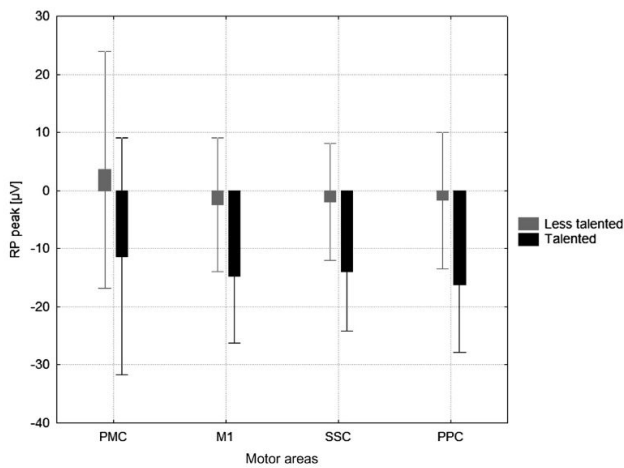


図 3

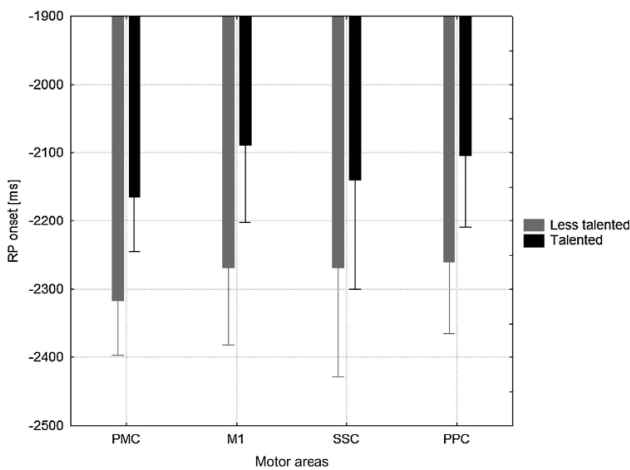


図 4

以上の結果より、あるスポーツ動作を上手に行える人は、各々の動作タイミングのバラツキが少ないことが予測される。これらは、動作時のバラツキの少なさ（いわゆるルーティン）の重要性と関係しているのかもしれない。一方で、弓道時では、同様の結果は得られなく、その振幅値、時間には個人差が見られた。

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 1 件)

Tobias Vogt, Kouki Kato, Stefan Schneider, Stefan Türk, Kazuyuki Kanosue.

Central neuronal motor behaviour in skilled and less skilled novices -approaching sports-specific movement techniques.

Human Movement Science.

〔学会発表〕(計 件)

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 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 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

彼末一之 (KANOSUE Kazuyuki)

早稲田大学, スポーツ科学学術院, 教授

研究者番号: 50127213

(2)研究分担者

正木宏明 (MASAKI Hiroaki)

早稲田大学, スポーツ科学学術院, 教授

研究者番号: 80277798

加藤孝基 (KATO Kouki)

早稲田大学, スポーツ科学学術院, 助手

研究者番号: 10750771

(3)連携研究者

(4)研究協力者