

令和元年6月27日現在

機関番号：33908

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K13008

研究課題名（和文）トランポリン浮遊中の脳活動

研究課題名（英文）Brain activity during trampoline jumping

研究代表者

荒牧 勇（Aramaki, Yu）

中京大学・スポーツ科学部・教授

研究者番号：40414023

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）：本研究は、スポーツ活動中の非日常的な脳のはたらきを明らかにするために、モバイル脳波計を用いてトランポリンでの垂直跳躍中の脳活動計測・解析を試みた。脳波計と加速度計を同時計測し、加速度計のデータからトランポリン跳躍における離地、頂点到達、着地の時刻を同定し、脳波データを切り出して時間周波数解析を行った。

全ての被験者は、トランポリン跳躍における上昇局面よりも下降局面の方が長いと回答し、主観的な時間知覚の変容が観察された。脳波解析の結果から、この主観的な知覚の変容と頂点到達時に観察された感覚運動リズム成分の増加が関連している可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ダイナミックなスポーツ中の脳活動計測・解析を試みた研究である。トランポリンの垂直ジャンプにおいて、下降局面の方が上昇局面よりも主観的な時間知覚が長いことに着目してそのメカニズムをモバイル脳波計を用いた脳機能計測・解析から明らかにしようとした。

こうした試みは、スポーツという非日常的な体験での知覚の変容や脳の働きを明らかにすることでスポーツの理解を深め、国民のスポーツへの興味関心を高めることが期待される。

研究成果の概要（英文）： In this study, we attempted to measure and analyze brain activity during vertical jump with trampoline using a mobile electroencephalograph in order to clarify unusual brain activity during sports activities. Electroencephalogram (EEG) and accelerometer were simultaneously measured. The time of separation, top arrival, and landing in the trampoline jump was identified from the data of the accelerometer. Then the time frequency analysis of the EEG data was carried out.

All subjects reported a change in subjective time perception in which the time of the downward phase was longer than the time of the upward phase in trampoline jumping. From the result of the EEG analysis, the possibility in which this change of the subjective perception was related to the increase in the sensorimotor rhythm component observed in reaching the top was indicated.

研究分野：スポーツ科学 神経科学

キーワード：トランポリン 脳波

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

道具を使うスポーツやレジャーでは、しばしば我々の身体を持つ運動可能性を超えた速度や力が発生し、非日常的な体験とそれに伴う知覚や認知の変調を引き起こす。例えば、Stetsonらは、紐なしのバンジージャンプ(ネットに着地する)をすると、すべての被験者において、落下中の時間の経過を遅く感じるスローモーション効果が生じるという興味深い報告をしている(Stetsonら, Plos One, 2007)。こうした主観的な時間知覚の変調はどのような脳内メカニズムによるものだろうか。

主観的な時間の長さ知覚の形成には、脳の内部時計のクロック周波数が関連すると考えられている。これまで、脳活動を計測する脳波を用いて、アルファ波のピーク周波数(Glicksohnら, NeuroQuantology, 2009)や脳波パターンから評価する脳の覚醒(Vigilance)レベル(Minkwitzら, Behavioral and Brain Functions, 2012)などが調べられてきた。しかし、こうした研究では、タスクとして単純なタッピング間隔の変動など、実験室内でできるものを用いられており、先のバンジージャンプ研究で報告されるような被験者自身が内観として感じるほどの主観的時間知覚変化と脳活動の関係は調べられていない。これには1)従来の脳波計がケーブルにつながれており、大きな空間移動を伴う脳波が計測できないこと2)バンジージャンプなどのタスクでは、脳波解析が可能となる数の繰り返し試行が困難である、という2つの理由が考えられる。

2. 研究の目的

上述した2点の限界を克服するために、本研究は、モバイル脳波計を用いて、トランポリン連続ジャンプ中の脳活動を計測・解析することを試みた。トランポリンでは、数十回の連続ジャンプが可能のため、繰り返し計測が可能であり、また、1秒間から2秒間程度空中に浮いているため、空中に浮いている間は、比較的きれいな脳波が計測できると考えたのがその理由である。

トランポリンでは、「ジャンプ上昇中よりも下降中のほうが時間を長く感じる」という主観的な時間の長さ知覚の変調が内観として報告されることが多い。このトランポリン中の主観的な時間知覚の変調のメカニズムを明らかにするために、トランポリン中の脳活動をモバイル脳波計により計測し、上昇中と下降中の脳波を比較検討することを本研究の目的とした。

3. 研究の方法

被験者は、C大学体操部の7名であった。トランポリン垂直跳躍中の脳波を計測するために、64chモバイル脳波計(EEGO Sports、ANT Neuro、オランダ)を用いた。被験者は電極のついたヘッドキャップを装着し、電極と有線につながれた脳波アンプおよびタブレットをランニング用小型リュックサックに入れ背負った。被験者は加速度計(DL-111とDL2000、エスアンドエムイー、日本)を腰部に装着した。脳波計と加速度計を同期計測し、サンプリング周波数は脳波計を2000Hz、加速度計を1000Hzとした。

被験者は、競技用トランポリン上で垂直ジャンプを行った。離地から着地までが1秒間以上になる跳躍を10回連続で飛ぶことを1セッションとした。セッション間の休憩を1分として、各被験者5セッション行った。また、安静時開眼、安静時閉眼での脳波をそれぞれ1分間計測した。

計測したデータについて、特に、跳躍の上昇中と下降中の脳波の差異、頂点到達時の脳活動などについて探索的に解析を進めた。具体的な解析手順としては、以下の通りである。脳波解析に先立ち、同時計測した加速度計のデータから、垂直ジャンプの離地と着地のタイミングを

同定し、両者の時刻が1秒間以上空中に浮いているジャンプについて、離地と着地の時刻の間をその跳躍の頂点にいる時刻とした。

計測したトランポリン跳躍中の脳波データはEEGLABによる解析を行った。各セッションのデータを500Hzにダウンサンプリングした後、5つのセッションのデータを統合した。アルファ波帯域とローベータ波帯域に注目して解析するために、5Hzのハイパスフィルターと15Hzのローパスフィルターをかけた。加速度計により同定した、跳躍の頂点の時刻を中心に前後500msecをエポックとして切り出した。このエポック化したデータについて時間周波数解析をおこなった。

4. 研究成果

現在までに得られている結果の中で興味深いのは、跳躍の頂点到達時間の付近(-100msから100msにかけて)で、12Hzから15Hzにまたがる感覚運動リズム(SMR)の増強が観察されることである。この結果は、跳躍の頂点付近でSMRが出て集中力が高まることが、本研究で全ての被験者が回答した、「下降局面の方が上昇局面よりも時間が長い」という主観的時間の増加と関連する可能性を示唆している。この点について、今後もデータ解析を継続し詳細に検討していく。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

1. 彦坂幹斗 荒牧勇 一次運動野への陽極tDCSがジャンプ力に及ぼす影響 中京大学体育研究所紀要 32, 2018 (査読なし)
2. 荒牧勇 スポーツの脳構造画像解析 計測と制御 56(8), 563-567, 2017 (査読あり)
3. Mizuno T and Aramaki Y. Cathodal transcranial direct current stimulation over the Cz increases joint flexibility. Neuroscience Research. 114: 55-61, 2016. (査読あり)

〔学会発表〕(計14件)

1. 大須理英子、森田とわ、田中悟志、磯谷悠子、倉重宏樹、近藤国嗣、大高洋平、荒牧勇 脳卒中回復期における小脳灰白質の容積変化 日本心理学会第82回大会(仙台国際センター)2018.9.25
2. 荒牧勇 アスリートの脳画像研究 第41回日本神経科学大会 ランチョンセミナー(ATR-BAIC)(神戸コンベンションセンター)2018.7.27.
3. 荒牧勇 スポーツの脳構造画像解析 第55回運動障害研究会(大日本住友製薬株式会社東京本社会議室)2018.1.20.
4. 宮原祥吾、荒牧勇 熟練投手のコントロール能力と脳灰白質容積の関係、第5回日本野球科学研究会、(神戸大学百年記念館)2017.12.17
5. 岩井 優依, 浅倉 靖志, 谷川 浩平, 菊地 豊, 美原 盤, 手塚 由美, 荒牧勇, 平柳 公利, 池田 佳生, 河島 則天 定期的な短期集中リハビリにより立位・歩容の改善、小脳皮質の容積増加を認めた脊髄小脳変性症の1例 第11回パーキンソン病・運動障害疾患コンgres(東京)2017.10.28.
6. 宮原祥吾、原田 健次、新海 陽平、稲葉 泰嗣、荒牧勇 投手の投球コントロール能力と脳灰白質容積の関係 第68回日本体育学会(静岡大学)2017.9.9
7. 原田健次、下嶽進一郎、荒牧勇 陸上競技長距離選手と短距離選手における動機づけ傾向の違い第68回日本体育学会(静岡大学)2017.9.9

8. 彦坂幹斗、荒牧勇 一次運動野への陽極 tDCS がジャンプ力に及ぼす影響 第 11 回 Motor Control 研究会 (中京大学) 2017.8.24
9. 荒牧勇 脳科学でアスリートをサポートする TMDU SPORTS MEDICINE SYMPOSIUM 2017 ~ 東京オリンピック・パラリンピックに向けて~ (東京医科歯科大学) 2017.3.11.
10. 荒牧勇 「脳をみれば能力が分かる？」脳構造画像解析による脳相学 第 4 回脳情報学セミナー (静岡大学浜松キャンパス) 2017.1.31.
11. 新海陽平、中川恵理、吉本隆明、北田亮、定藤規弘、荒牧勇 アーチェリー競技者の試合時の実力発揮能力と運動前野灰白質容積の関係 第 10 回 Motor control 研究会(慶應大学日吉)2016.9.3
12. 荒牧勇 アスリート脳の Voxel-based Morphometry. 第 10 回 Motor control 研究会シンポジウム「脳のトレーナビリティ」(慶応大学日吉) 2016.9.2.
13. 新海陽平、荒牧勇 アーチェリー競技者の試合時の実力発揮力と島皮質灰白質容積の関係 第 67 回日本体育学会 (大阪体育大学) 2016.8.25
14. 荒牧勇 スポーツと voxel-based morphometry (VBM) 第 39 回脳科学ライフサポート研究センター・セミナー (電気通信大学) 2016.6.21.

〔図書〕(計 3 件)

1. 荒牧勇 (2017) “脳を見れば能力がわかる？脳構造画像解析による脳相学” (分担執筆、pp.138-143、宮崎真ら編 日常と非日常からみるこころと脳の科学、コロナ社、200 ページ) 2017 年 10 月 20 日
2. 荒牧勇 (2017) “運動・スポーツと脳・神経の関係”(分担執筆、pp.44、高橋健夫、大築立志ら編 基礎から学ぶスポーツ概論改訂版、大修館書店、186 ページ) 2017 年 4 月 1 日
3. 荒牧勇 (2107) “運動・スポーツと脳・神経の関係”(分担執筆、pp.44、高橋健夫、大築立志ら編 基礎から学ぶスポーツリテラシー改訂版、大修館書、186 ページ) 2017 年 4 月 1 日

〔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：
 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：
 国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等
 なし

6 . 研究組織

(1)研究分担者

なし

(2)研究協力者

研究協力者氏名：松本 実（国立スポーツ科学センター）

ローマ字氏名：Matsumoto Minoru

研究協力者氏名：原田 健次（中京大学大学院）

ローマ字氏名：Harada Kenji

研究協力者氏名：新海 陽平（中京大学大学院）

ローマ字氏名：Shinkai Yohei

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。