

令和 6 年 6 月 19 日現在

機関番号：31310

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K10821

研究課題名（和文）運動表象のオノマトペは本当に運動効率を変えるのか - 高次脳機能から真偽を探る -

研究課題名（英文）Can Onomatopoeia modulate the efficiency of human movement? - insights gained from higher brain function-

研究代表者

古林 俊晃 (FURUBAYASHI, Toshiaki)

東北文化学園大学・健康社会システム研究科・教授

研究者番号：80583963

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：運動には、力強さ、速さ、パワーや巧緻性のある動作と協調するタイミングといった運動形態がある。ヒトはこれらの運動を行う時、その運動を表象するオノマトペ（OP）を用いることで、その運動が円滑になることを経験する。この経験的効果生理学的検証を行うことが本研究の目的である。そのため、力強さと速さを表象するOPを用い運動課題を行わせ、中枢神経系の賦活状態を経頭蓋磁気刺激法やF波を用いて観察した。規定の出力レベルを発揮するためにOPは、一次運動野の負荷を軽減させ、脊髄前角細胞で興奮性を高める可能性を示唆した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

我々が行う日常の活動において、高い筋力発揮を求められる場面や巧緻性の高い運動ではむしろ力の発揮レベルを抑制した方がよい場合もある。実践すべき運動をイメージしやすいオノマトペを用いることで運動を上手に制御できることが明確に証明できれば、上手な力の入れ方が分からなかったり、タイミングの取り方が苦手であったり、リラックスできずに力み過ぎで運動が上手にできない場合の改善策として、オノマトペを積極的に用いらせる根拠にもなる。体育やスポーツの指導場面だけでなく、リハビリテーションや福祉領域の介護の場面でも応用可能となるはずである。

研究成果の概要（英文）：Movements include motor forms such as strength, speed, and timing that are coordinated with movements of power and dexterity. When humans perform these forms of movements, they experience that the use of onomatopoeia (OP), which represents the movements, facilitates the movements. The purpose of this study is to physiologically examine this experiential effect. To this end, the participants were asked to perform a motor task using OPs that represent strength and speed, and the activation state of the central nervous system was observed using transcranial magnetic stimulation and F waves. The results suggest that the OP may reduce the load on the primary motor cortex and increase excitability in the anterior horn cells of the spinal cord in order to exert the prescribed power level.

研究分野：運動生理学

キーワード：オノマトペ 運動制御 中枢神経系

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

運動には、筋力のみならず、速さやパワー、タイミングといった物理的な要素に基づく運動形態の分類がある。これらの要素を含む運動を行う時に、我々は無意識のうちに特定のオノマトペ（擬態語：OP）を発していることがある。強い筋力発揮時に大きな声を発することで、それが増強する Shout 効果が知られている。この時の声は具現化された言語ではない。これに対し、OP はある程度、具現化された言語であり、もし運動に関連する OP を上手に活用すれば、様々な運動を効果的に制御できるようになるはずである。しかし OP による運動効果の生理学的検証は十分には行われていない。そこで申請者は、ある運動といくつかの OP を用い、OP には運動との特異性があり、ある運動にはある特定の OP が有効であり、別の OP では効果は生じないこと、OP を発するにはタイミングが重要な要因となること、OP 発声時の歯の噛み締め効果（遠隔促進）や 腹腔圧の変化（単位時間における腹圧と呼吸量）が影響することを生理学的に検証してきた（研究業績：基盤研究 C）。しかし実際には、同じ条件、同じ OP を発声していながら、運動の効果が顕著に向上する場合とそうでない場合があり、申請者を困惑させた。これは、OP による運動の効果が、先述した要因（自律神経系を含む下位運動ニューロン系）だけで説明できるほど単純なものではないことを示している。そこで申請者は、OP という音象化された言語がどのように運動関連脳領域に投射され、運動プログラムを賦活させるのかを、より高次な脳機能の側面から検証する必要があると考えた。近年、運動に関する OP の言葉の表象が上側頭溝後部で賦活されたとする研究成果が報告された（Kanero J et al. Plos One. 2014 9:e97905）。しかし依然として、OP がどのように実際の外界への働きかけ（運動）に繋がるのかは不明であった。

2. 研究の目的

本研究は、OP が運動効率を変化させる理由の究明を大きなテーマに掲げた。OP という音象化された言語がどのように大脳皮質一次運動野や脊髄前角細胞といった運動の発現に関わる中枢神経系を賦活させるのかを経頭蓋磁気刺激法や F 波法などの非侵襲的技法を駆使し高次な脳機能の側面から検証し、OP による運動効率の変化についての生理学的証拠を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

【運動条件】本研究で用いる運動形態を 筋力発揮の強さ（力量）と 速さに制限し実験を進めた。これに対する OP として 「Gu」：力強さの表象、「Su」：速さの表象の 2 種を選択し、デジタル握力計による握力発揮課題を行わせた。

【中枢神経系の活動性】OP を用いることによる中枢神経系の興奮性状態を、以下の非侵襲的技

法により検討した。実験協力者には予め Edinburgh 利き手テストを実施し、右利きのデータのみを評価した。

(1) OP による大脳皮質一次運動野の興奮性の記録

大脳皮質一次運動野の興奮性を経頭蓋磁気刺激法 (TMS 法) により検証した。単発の TMS により大脳皮質一次運動野の手指領域を刺激し、その興奮性 (Motor evoked potential : MEP) を第一背側骨間筋から表面筋電図にて記録した。本実験では握力発揮のレベルを 60% 最大随意収縮とし、Go 刺激の後、できる限り素早く握力計を握らせた。この課題は単に力任せに行う運動課題ではなく、適度に運動レベルを制御する過程も含まれる。OP の想起と握力発揮のタイミングは実験協力者に一任したが、2 種の OP は単に発声するのではなく、Gu と Su の OP が表象するイメージを強く認識させた。TMS は反応開始の合図の Go 刺激から実際の運動が生じるまで 50 ms 間隔でランダムに提示した。評価は OP を用いた時 (2 種) と OP を用いない時の MEP の大きさ (握力発揮課題時の MEP 値 / 安静時の MEP 値) を経時的に評価した。

(2) OP による脊髄前角細胞の興奮性の記録

誘発筋電図の一つである F 波法により検証した。F 波は、末梢神経の運動神経に一過性の電気刺激を与えることで、その軸索を上行する逆行性インパルスが脊髄前角細胞を興奮させ、そこで生じる順行性インパルスによる複合筋活動電位である。F 波を用いることより OP による脊髄前角細胞の興奮性を定量的に計測することができる。F 波を誘発するために、刺激強度を 120% M-max (刺激時間 : 0.2 秒) 刺激頻度を 30 回 (0.5 Hz) とし、尺骨神経を手首上で刺激した。本実験では、40 , 60 と 80% 最大随意収縮発揮時のイメージ中における F 波の振幅値を M 波のそれと比較し評価した。

4 . 研究成果

(1) OP による大脳皮質一次運動野の興奮性について

3 つの条件 (2 種の OP と OP なし) において、いずれも Go 刺激から握力発揮開始までの反応時間に差はなく、握力レベルでは 3 つの条件下で差はなかったものの、Su を用いた時に握力設定の目標値に対する精度が高くなっていった。大脳皮質一次運動野の TMS による MEP は、Go 刺激後、OP なしでは時間経過とともに増加する傾向を示すのに比し、2 種の OP を用いた時にはその促進のレベルが減弱していた。

(2) OP による脊髄前角細胞の興奮性について

振幅 F/M 比は OP を用いない時に比し、60% 最大随意収縮発揮レベル以上で Gu そして Su の順で高くなる傾向を示していた。

(3) OP による大脳皮質一次運動野と脊髄前角細胞の関連性

今回の研究では、運動出力レベルが同じでも、運動の力量と速さに見合う OP を用いたことで、OP を用いない時に比し、大脳皮質一次運動野の興奮性が減弱し、脊髄前角細胞の興奮性が

強まる傾向を示していた。このことは、運動に見合った OP が、運動の精度を高めるために、大脳皮質一次運動野の過剰な興奮を抑制し、かつ運動出力レベルを維持させるために脊髄の興奮性を高めていることを推察させる。また一方で、OP を用いることで、脳内のさまざまな運動制御システムからの情報を統合し、最終的な運動指令を脊髄へ出力する大脳皮質一次運動野の負荷が軽減するのであれば、精度の高い緻密な練習を繰り返す競技者に時折みられるイップス(局所性ジストニア)の発症を抑制することに繋がるのではないかと考えている。OP に関する運動関連脳領域等の情報処理機構を解明することを目的に、現時点で、OP に伴う運動関連脳電位をいくつかの脳領域で検証中である。いずれにせよ、本研究の結論を導くためには、多くの検証が必要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔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 古林俊晃、沼田純希
2. 発表標題 オノマトペが運動に及ぼす効果と中枢神経系の経時的変化
3. 学会等名 日本スポーツ精神医学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古林俊晃、沼田純希、寺尾安生、宇川義一
2. 発表標題 運動に関連した擬音語が大脳皮質運動野の興奮性に及ぼす影響
3. 学会等名 第51回日本臨床神経生理学会大会
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
---------	---------