

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：27401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K06874

研究課題名（和文）把握運動における道具使用の有無と課題難易度の観点からみた利き手形成機序の解明

研究課題名（英文）Existential reason of human handedness examined from tool-use during grasping tasks and task difficulty

研究代表者

青木 朋子（Aoki, Tomoko）

熊本県立大学・共通教育センター・教授

研究者番号：50433412

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）：利き手と非利き手の運動特性の特徴を、道具の有無、道具使用の慣れ、課題の難易度の3つの観点から調べた。健康な右利き・左利き健常者を対象に、箸、止血用ハサミあるいは指によって、3軸フォースセンサーを配備した物体を把握し、ターゲットポジションまで移動させる課題を行い、物体に作用する3軸方向の力を測定した。3次元モーションシステム計測を用いて、物体や手指の位置情報を調べた。また、腕の筋活動も測定した。その結果、右利き者と左利き者の両方において、利き手では不慣れた道具の課題に要する時間が他の条件より長く、非利き手では使い慣れた道具に要する時間が他の条件よりも長くなること等が明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

「利き手」は人間の96%に見られる現象である。利き手は非常に身近な現象にもかかわらず、そのメカニズムはほとんど解明されていない。多くの先行研究において、利き手は非利き手よりも優れた運動能力を持つことが報告されているが、どのような運動課題において利き手と非利き手の違いが最も明確になるのかは、依然として不明である。そこで、本研究では、利き手あるいは非利き手によって、物体を把握し、移動させる課題を「道具の有無」、「使い慣れた道具とそうでない道具」、「課題の難易度」の異なる条件で行い、物体の移動に要する時間、物体や手指の位置、筋活動等を調べた。

研究成果の概要（英文）：The motor characteristics of dominant and non-dominant hands were investigated from the three perspectives of (1) tool-use, (2) familiarity to the use of tools and (3) task difficulty. We measured the forces acting on an object using 3 axes force sensor. The positions of the object and hand were examined using 3D motion capture system. Muscle activities in the arms were also measured. Interestingly, in both right- and left-handed subjects, for the dominant hand the unfamiliar tool condition took longer than the other conditions to perform the task, while for the non-dominant hand the familiar tool condition took longer than the other conditions to perform the task. These results suggest that tool use and familiarity with tool use have a strong influence on differences in motor skills between dominant and non-dominant hands.

研究分野：応用人類学

キーワード：利き手 道具 把握運動 指 難易度

1. 研究開始当初の背景

ヒトの身体は、一見、左右対称に見えるが、実際には心臓や肺、大脳半球等の左右非対称が存在する。ヒトの行動レベルでの顕著な左右非対称に、一方の手を選択的に用いる、利き手の存在がある。しかしながら、このいわば当たり前の現象が、どのような機序によって形成されるのかは未だ不明である。ヒトでは人種や文化に関わらず、約 90%が右利き、残りの約 10%が左利きである (Goble & Brown 2008)。また、右利きの 96%では、言語機能が左半球優位である (Knecht et al. 2000)。そのため、これまで利き手の形成と言語機能の左半球優位の関連性について多くの議論がなされてきた。つまり、人類の祖先が約 200 万年前に道具の作製・使用を始めたことに伴って、ヒトでは右利きが進化し、道具の作製・使用方法を伝達するための言語の必要性が高まったことで、右手の運動を制御する左半球が言語も制御するようになった、というのである (Corballis 2003)。しかしながら、ヒト以外の霊長類にも利き手が存在すること (Boesch 1991)、ヒト以外の霊長類でもブローカの言語野は左半球の方が大きいこと (Cantalupo & Hopkins 2001) が報告されており、利き手の形成と言語能力の発達との因果関係ははっきりとしない。

手の左右差と課題の難易度について定量的に調べた先行研究は極めて少なく、どのような条件下で利き手・非利き手の差が顕著なのかははっきりしない。Provins & Magliaro (1993) は、書字課題では握力発揮課題に比べて左右差が大きかったと報告している。一方、Hausmann et al. (2004) は、示指の単純なタッピング課題における左右差は、4 指の連続したタッピング課題に比べて大きかったと報告している。こうした知見を考え合わせると、手指の左右差は、タッピングのような実験課題における難易度よりもむしろ習熟した道具使用動作で強調される可能性が考えられる。

2. 研究の目的

本申請研究では、道具使用の有無、使い慣れた道具とそうでない道具、正確性を要する難しい課題とそうでない課題の異なる条件で把握運動を実施し、把握物体に対して発揮される 3 軸方向の作用力分析、3 次元動作解析と、さらには筋電図解析を行い、異なる条件下で手の左右差がどのように変化するかを調べ、利き手の機能的潜在性について検証することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 被験者

18~22 歳の右利き健常若年者 14 名、左利き健常若年者 12 名を被験者とした。すべての被験者に対して、実験の内容と実験の際に起こりうる危険性について十分に説明した上で実験参加の同意を得た。ここでは、分析が終了した右利き 10 名、左利き 7 名の被験者のデ

一夕の結果を報告する。

(2) 実験手順

被験者には、右手あるいは左手を用いて、スタートポジションに置かれた把握物体(32g)を指先、箸あるいは止血用ハサミで摘み上げた後、移動させ、ターゲットポジションに置くように指示した。右手の場合、スタートポジションは被験者の右側(ターゲットポジションからの距離は10cm)に、左手の場合は左側に設置した。道具使用なしの条件では指先で、道具使用ありの条件では箸あるいは止血用ハサミで、物体を把握・操作するよう指示した。使い慣れた道具の条件では、箸は標準的なサイズ(長さ:23cm、末端の直径:6cm、先端の直径:3cm、重量:3g)を使用した。使い慣れていない道具の条件では、止血用ハサミを使用した。また、ターゲットの大きさは、正確性を要する条件では3.5(幅)×3(奥行)cm、正確性を比較的必要としない条件では7.5(幅)×3(奥行)cmとした。つまり、利き手・非利き手(2条件)×道具使用の有無・道具の慣れ(3条件)×正確性の高・低(2条件)の計12条件を実施した。条件はランダム順とし、各条件3試行を実施した。そして、3試行のうち、物体と指(あるいは道具)が接触してから離れるまでの所要時間が最も短い試行を分析に用いた。

(3) 実験装置

把握物体には1台の3軸フォースセンサーを配備し、作用力を測定した。課題時の尺側手根屈筋および短橈側手根伸筋の筋電図を測定した。また、3次元モーション計測システムを用いて、物体把握課題時の被験者の手、物体及びターゲットの位置情報を測定した。被験者の手の甲4点、手首2点(尺骨茎状突起と橈骨茎状突起)、把握物体4点、ターゲット5点の計15ヵ所に、LEDマーカー(直径3mm)を取り付けた。9台のカメラによって計測点のxyz座標を算出した。実験終了後に、個々の被験者に、各条件の主観的な難易度を1(非常に簡単)から5(非常に難しい)の5段階で点数をつけてもらった。

4. 研究成果

右利き者・左利き者の両方において、利き手では、不慣れな止血用ハサミの条件で物体を移動するのに要した時間が指および箸の条件よりも有意に長くなった。一方、非利き手では、箸の条件で所要時間が指および止血用ハサミに比べて有意に長くなること、止血用ハサミは指よりも所要時間が有意に長くなることが明らかとなった。利き手と非利き手の間の有意差は箸の条件のみにしか見られなかった。さらに、利き手・非利き手にかかわらず、ターゲットが小さい正確性を要する条件では、ターゲットが大きい正確性をそれほど要しない条件に比べて所要時間が有意に長くなることも明らかになった。これらの結果から、物体の把握・移動に要する所要時間からみた運動機能においては、非利き手に対する利き手の運動機能の優位性は、道具、特に、使い慣れた箸を使用した条件でのみでのみ見られることが明

らかとなった。また、利き手においては、使い慣れていない止血用ハサミを使用した際の所要時間が指と箸に比べて長いのに対し、非利き手においては使い慣れている箸の所要時間が箸および止血用ハサミの所要時間が指に比べて長かったことは大変興味深い。

物体を把握・移動した際の把握力の最大値は、右利き者・左利き者の両方において、利き手・非利き手の両方の条件で、止血用ハサミの値が指および箸に比べて有意に強かった。止血用ハサミの条件では不必要に強い力が発揮されており、これは道具の操作に不慣れだったことが原因の一つとして考えられる。

主観的難易度は、右利き者・左利き者の両方において、利き手においては、止血用ハサミの点数が指および箸に比べて有意に高く、被験者が止血用ハサミの条件を難しいと感じていたことが明らかとなった。一方、非利き手においては、箸の条件の点数が指および止血用ハサミに比べて有意に長く、箸の条件を難しいと感じていたことがわかった。また、利き手と非利き手の比較では、箸と止血用ハサミの条件で、非利き手の点数が利き手よりも高かった。つまり、主観的難易度の結果は、所要時間の結果と共通点が多く、右利き者・左利き者の両方において、利き手では止血用ハサミ、非利き手では箸の条件を難しいと感じていたことが明らかとなった。しかしながら、利き手と非利き手の比較では、箸と止血用ハサミの両方で有意差が認められ、所要時間の結果とは一致しなかった。

尺側手根屈筋においては、右利き者と左利き者の両方で、非利き手の箸の条件で指および止血用ハサミに比べて強い筋活動(RMS:平方二乗根)が見られた。また、利き手・非利き手間の比較においては、箸の条件で非利き手の方が利き手に比べて有意に強い筋活動が認められた。また、正確性を要する条件では、正確性を要しない条件に比べて有意に強い筋活動が認められた。

短橈側手根伸筋においては、右利き者では、利き手で箸を用いたときに、指および止血用ハサミに比べて有意に強い筋活動が認められたが、非利き手では道具条件間に有意差は見られなかった。左利き者では、利き手と非利き手の両方で、箸の条件で指および止血用ハサミに比べて有意に強い筋活動が見られた。右利き者と左利き者の両方で、どの道具条件においても利き手と非利き手の間に有意差は認められなかった。今回の分析では、動作中全体の筋活動を調べたため、今後は3次元動作解析に結果と同期させ、より細かいタイミングでの筋活動について検証する必要がある。

3次元動作解析で得られた座標データから、ターゲットと物体の距離を調べたが、有意差は認められなかった。今後は、残りの被験者のデータを分析するとともに、より詳細な指標を分析し、フォースセンター、筋電図、3次元動作解析のデータを同期させ、検証する必要がある。

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 2件）

1. 発表者名 Tomoko Aoki
2. 発表標題 Effects of Tool Use on Differences Between Dominant and Non-dominant Hands
3. 学会等名 The 16th International Congress of Physiological Anthropology (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tomoko Aoki, Marc H. Schieber
2. 発表標題 Effects of tool use on differences between dominant and non-dominant hands in right-handed and left-handed individuals
3. 学会等名 The 33rd Annual Meeting of the Society for the Neural Control of Movement (国際学会)
4. 発表年 2024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		
米国	University of Rochester		