

原 著

利き手・非利き手での到達把持動作での予測的な戦略の検討

～ Preshaping 出現時点に着目して～

田 丸 佳 希¹⁾²⁾ 内 藤 泰 男²⁾ 西 川 隆²⁾ 松 下 太¹⁾ 杉 原 勝 美¹⁾
西 田 齊 二¹⁾ 川 上 永 子¹⁾ 北 山 淳¹⁾ 銀 山 章 代¹⁾ 上 田 任 克¹⁾

¹⁾ 四條畷学園大学リハビリテーション学部

²⁾ 大阪府立大学大学院総合リハビリテーション学研究科

キーワード

利き手・巧緻動作・Preshaping

要 旨

本研究の目的は3つある。一つは、健常成人を対象に、利き手・非利き手の到達把持動作期間中の Preshaping 出現時点の比較。二つ目は、利き手と非利き手の STEF 遂行時間の比較。三つ目は Preshaping 出現時点と STEF 遂行時間の検討である。結果、Preshaping 出現時点は利き手が、非利き手よりも有意に遅延していた。STEF 遂行時間では、利き手が非利き手よりも遂行時間が有意に速かった。また、これら Preshaping 出現時点と STEF 遂行時間では負の相関を示した。利き手は、非利き手よりも運動経験が豊富であることから予測的な Preshaping 出現が遅れていても Feed-Forward による誤差が少なく、運動表出は円滑と行えていると考えられた。非利き手では、運動経験が利き手よりも劣る為、Preshaping を早期に出現させ、視覚・体性感覚による Feed-Back により調整する必要性が生じていることが考えられた。

1. はじめに

作業療法士はリハビリテーション場面で、上肢に介入する機会が多く、手指巧緻動作能力の評価では、簡易上肢機能検査 (STEF)¹⁾、Purdue Pegboard test²⁾などが広く使用されている。しかし、これらの評価は、課題の遂行時間に着目されており、巧緻動作を捉える上で、様々な要因が混在し、巧緻動作能力を低下させている要因を抽出することは困難である。巧緻動作の構成要素において、和才らは、“Spacing:手を正しい方向に動かす機能”、“Timing:正しい時間的調整を行う機能”、“Grading:正しい力加減を行う機能”の基礎的な要素が存在することを述べており、これらを客観的に評価する必要性を述べている³⁾。すなわち物体接触の前段階である運動プログラムへの着目が重要であることを指摘している。これら予測的な運動プログラムの段階としては、ヒトが物体に手を伸ばし到達するまでの間に、その対象物の形状や作業目的に応じた手の形状づくりが行われる Preshaping がある⁵⁾。本研究では、Preshaping の健常

成人における利き手と非利き手の Preshaping の違いを検討することと、巧緻動作能力を捉える上で、予測的な上肢操作段階に関連性があるのかを検討した。

2. 方 法

健常成人5名(男性3名、女性2名、平均年齢22.4 ± 2.5歳)を対象とした。被験者には、書面および口頭にて、研究目的と方法、および測定に伴う利益不利益などを説明し、同意を得た上で実験の参加協力を得た。倫理的原則としては、ヘルシンキ宣言に基づいた。

被験者には事前に Edinburg-Handedness-Inventory 検査を行い、全員が右利きであった。

1) Preshaping 出現時点の判断

Sangole ら⁶⁾の Preshaping 研究手法に基づいて到達把持動作中での橈骨茎状突起の接線速度が Peak-Velocity の時点を Preshaping 出現時点とした。Preshaping 出現時点の代表例を図1に示す。これら

Preshaping 出現時点を到達把持動作開始から物体接触までの全期間に対し、百分率にて算出した。

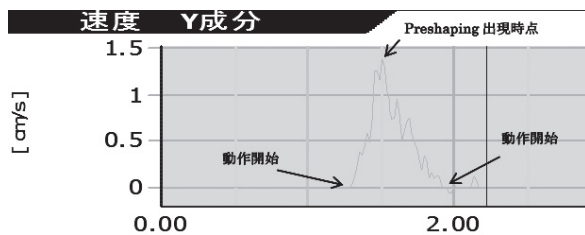


図1 橈骨茎状突起の接線速度の推移

2) STEF 遂行時間の抽出方法

STEFとは、大型から小型の計10種類の物品があり、規定された個数を開始位置から目的位置まで出来るだけ早く運び、その遂行時間を計測し、点数化を行うという検査である。本研究では、遂行時間の詳細指標として、点数化を行わず STEF 遂行時間を抽出した。

3. 実験装置

Preshaping 出現時点の抽出には、デジタルムービーカメラ Xacti (DMX-CG11 SANYO 社製 サンプル周波数 60Hz) を使用し、到達把持動作を記録した。記録データの解析には3次元動作解析装置(Frame-DIAS IV -System DKH 社製)を用いて行った。巧緻動作能力は、STEF (SAKAI mede 社製)を使用した。

4. 実験環境

開始姿勢は、机座位で両足底接地し、椅子の背から背中を離れた姿勢であり、上肢はテーブル上に前腕回内位で全指を軽度屈曲させ、全指尖をテーブル上面に接触させた位置とした。シングルマーカーは橈骨茎状突起に貼り付けた(図2)。目標物は立方体(縦11cm・横11cm・幅6cm)1個を用い、被験者の正面前方、距離は各被験者の上肢長(肩峰～橈骨茎状突起)の90%の位置とした。デジタルビデオカメラは、被験者の両側面、両側前方面の計4台設置した(図3)。



図2 シングルマーカーの位置

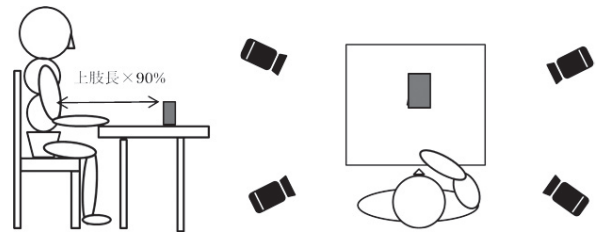


図3 開始姿勢とビデオカメラの設置位置

5. 実験方法

全被験者に Edinburg-Handedness-Inventory 検査を行い、利き手と非利き手の判断をする。その後、橈骨茎状突起にシングルマーカーを貼り、立方体への到達把持動作を実施し、その時の動作をビデオカメラにて記録する。動作開始から物体接触までの期間を100%とした中で、Preshaping 出現時点がどの時点で出現していたのかを抽出する。また実施回数は両側共に3回とし、その平均値を Preshaping 出現時点の代表値とした。その後、利き手・非利き手共に STEF を実施し、各項目の遂行時間を記録した。それら全項目の和を各被験者の3施行の平均値を算出し、それら全被験者平均値を代表値として検討した。

6. 分析方法

統計学的処理は、SPSS ver.12 (IBM 社製)を用い、利き手・非利き手の Preshaping 出現時点の比較・STEF 遂行時間の比較を対応のある t 検定。Preshaping 出現時点と STEF 遂行時間を Spearman の順位相関係数を用いて行った。それぞれ統計学的有意水準は5%未満とした。

7. 結果

- ① Preshaping 出現時点は全被験者の利き手平均値 ($68.8 \pm 4.9\%$) と、非利き手平均値 ($58.6 \pm 8.2\%$) を比較すると、利き手が非利き手よりも有意に延長していた ($P < 0.03$) (図4)。
- ② STEF 遂行時間は全被験者の利き手平均 (61.9 ± 2.2 点)、非利き手平均 (70.4 ± 2.7 点) を比較すると、利き手が非利き手よりも有意に遂行時間は速かった ($p < 0.02$) (図5)。
- ③ Preshaping 出現時点と STEF 遂行時間では、利き手が $r = -0.592$ ($P < 0.05$) 負の相関を示した(図6)。

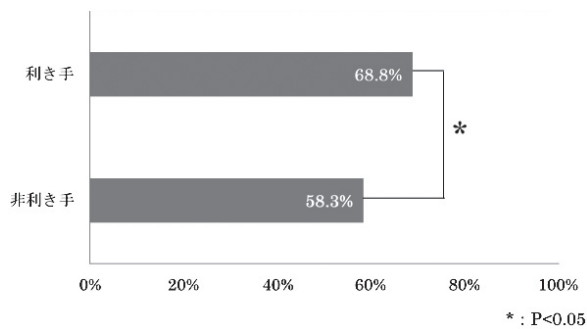


図4 利き手・非利き手の Preshaping 出現時点の比較

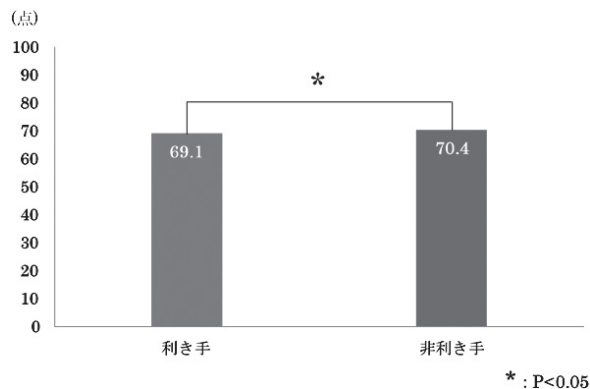


図5 利き手と非利き手の STEF 遂行時間の比較

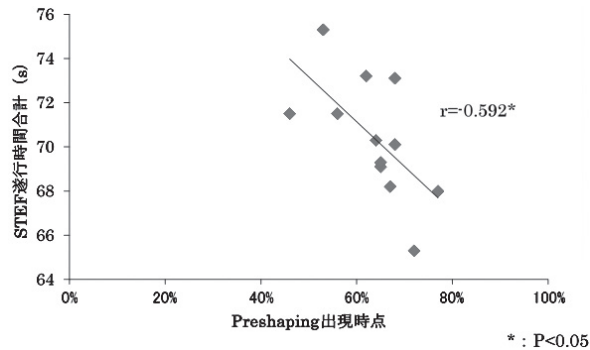


図6 Preshaping 出現時点と STEF 遂行時間の相関図

考 察

利き手は、非利き手と比較して巧緻性が高いことが周知されており、本 STEF 遂行時間においても同様の結果である。村田ら⁷⁾は、健常成人を対、機能的・形状的・また自己認識の調査結果を基に、上肢では利き手側が優位となる一側優位性の存在が述べられている。これらは利き手が普段の生活の中で、使用量も多く、運動経験が高い事を示している。これら利き手と非利き手の巧緻動作を捉えるにあたり、物体接触の前段階に出現する Preshaping に着目して検討した結果、利き手が非利

き手よりも、Preshaping 出現時点は延長し、物品接触の直前に出現する傾向がみられた。Preshaping の表出に関して、Arbib ら⁸⁾は、操作対象の位置、大きさ、形、軸方向に関する知覚情報に基づいて、腕を伸ばす運動と手指を操作する運動が互いに協調しながら並列的に制御されていると述べている。また、小池ら⁹⁾は、対象物を掴む為の手の形状作りは、対象物の形状・サイズだけでなく、力学的特徴や道具としての機能を考慮し、繰り返し動作を基に学習経験が関与すると述べられている。宇野ら¹⁰⁾は、把持動作の情報処理のスキームを想定し、視覚情報から意図的に応じた内部表象が脳内に形成され、運動指令がなされる。また視覚と体性感覚が統合し、Preshaping が出現すると述べている。このことから運動経験の多い利き手では、操作対象の特徴や、それらを正確に実行できる動作パターンが構築され、Feed-Ford 戦略として表出されている為、Preshaping 出現時点が物体直前でも処理が可能となっていると考えられる。反対に非利き手では、正確な把持の為には、Feed-Ford として Preshaping を早期に出現させて、その後の視覚・体性感覚の Feed-Back を受けながら調整している為 Feed-Back 期間が長く必要としていると考えられた。

これら Preshaping 出現時点と、STEF 遂行時間においては、負の相関関係が存在していたことから、巧緻動作能力を評価するにあたり、遂行時間や物体接触後の操作能力以外にも、予測的な上肢操作戦略である運動プログラムが関与している事が推察された。

ま と め

1. 健常成人 5 名を対象に手指巧緻動作を細分化し、到達把持の動作開始から物品接触までに出現する Preshaping を利き手と非利き手で比較した。
2. Preshaping 出現時点の利き手と非利き手では、利き手が非利き手よりも出現時点が延長しており、利き手では物体接触により近づいた時点で出現していた。
3. Preshaping 出現時点と STEF 遂行時間には利き手・非利き手共に負の相関を認めた。Preshaping 出現時点が物品の間際に出現している者ほど STEF 遂行時間が短いといった負の相関を示した。
4. 本研究結果から、運動経験の多い、利き手では、巧緻動作能力は高いが、接触後の操作性のみではなく、物体接触までの期間に運動の調整時間が少なくても行えることから、Preshaping 出現時間が延長していた。

非利き手では運動経験が少ない分, 運動調整としての Feedback 期間を確保するために早期に出現していたと考えられた.

謝 辞

本稿の一部は, 第3回日本作業療法研究学会にて報告した. 本研究を進めるに当たり, ご協力いただいた皆様に深謝いたします.

文 献

- 1) 金子 翼, 生田宗博: 簡易上肢機能検査の試作. 理学療法と作業療法, 8: 197-204, 1974.
- 2) Tiffin J: Purdue Pegboard Examiner Manual. Science Research Associated, 1968.
- 3) 和才嘉昭, 嶋田智明: 測定と評価 (リハビリテーション医学全書 5). 医歯薬出版, 東京, 1991, pp.312-328.
- 4) 福意武史, 井上桂子, 常久謙太郎: 上肢巧緻性評価機器の開発. 川崎医療福祉学会誌, 17: 389-394, 2008.
- 5) Jeannerod, M.: The Timing of Natural Prehension Movements. Journal of Motor Behavior. 16:235-254, 1984.
- 6) Sangole P. Archana, Mindy F. Levin.: Palmar arch modulation in patients with hemiparesis after a stroke. Exp Brain Res. 199:59-70, 2009.
- 7) 村田 伸, 松尾奈々, 溝田勝彦: 上下肢の一側優位性に関する研究. West Kyushu Journal of Rehabilitation. Sciences 1:11-14, 2008.
- 8) Arbib, M.A., T. Iberall, D. Lyon.: Coordinated control programs for movements of the hand. Exp, Brain Res, suppl, 10:111-129, 1985.
- 9) 小池 武, 片山正純, 伊藤宏司: 対象物把持の為の手の形状生成モデル 電子情報通信学会技術研究報告 NC96 155-208, 1997.
- 10) 宇野洋二: 視覚・体性感覚と運動制御のモデル. 電子情報通信学会誌 76(11), 1228-1233, 1993.

Prediction strategy in reaching phase with dominant hand and non-dominant hand.

～ with a focus on appearance Preshaping time ～

Yoshiki Tamaru ^{1) 2)} Yasuo Naito ²⁾ Takashi Nishikawa ²⁾ Futoshi Matsushita ¹⁾
Katsumi Sugihara ¹⁾ Saiji Nishida ¹⁾ Eiko Kawakami ¹⁾ Atsushi Kitayama ¹⁾
Akiyo Kanayama ¹⁾ Tadayoshi Ueda ¹⁾

¹⁾ Faculty of Rehabilitation Shijonawate Gakuen University

²⁾ Graduate school of comprehensive Rehabilitation Osaka Prefecture University

Key words

dominant hand, elaborate, preshaping

Abstract

This study has three purposes. One examined the comparison at the Preshaping appearance time of the dominant hand and non-dominant hand, Two examined the comparison at the STEF accomplishment time of dominant hand and non-dominant hand, Three examined the Preshaping appearance time and elaborate operation capability, and relevance. In Pre-shaping, a dominant hand was more significantly than a non-dominant hand delayed. As for the STEF accomplishment time, dominant was significantly quicker in accomplishment time than a non-dominant hand. Preshaping appearance time and STEF execution time had negative correlation. With its dominant hand, just before contact was considered that it can perform movement processing smoothly from movement experience being abundant. With non-dominant hand, since movement experience was inferior to dominant hand, it was thought according to making Pre-shaping appear at an early stage that it was adjusting for vision and somatic sensation information.

