

原 著

上肢巧緻性評価機器の開発

— 臨床適応の検討 —

福意武史^{*1} 井上桂子^{*1} 常久謙太郎^{*2}

要 約

手の巧緻性は、スペーシング、タイミング、およびグレーディングという3つの基礎的要素により発揮される。しかしながら、3つの要素を同時に評価する方法はない。そこで我々は、新しい評価機器の開発を行っている。今回は、開発中の評価機器を患者の評価に用い、その妥当性について検討した。我々は、2名の巧緻性障害を有する患者に対し本評価機器による評価を行い、その結果を基に立案した治療を実施した。その結果、2名の患者とも、問題点として挙げた基礎的要素が改善し、併せて包括的上肢機能評価法の得点も改善した。以上より、本評価機器と包括的上肢機能評価法の評価結果は、訓練前後で一致して反応しており、本評価機器の評価には妥当性があると考えられた。

はじめに

リハビリテーション医学や作業療法において、巧緻性とは手の動きにおける滑らかさと技巧性を意味する。鎌倉¹⁾は、巧緻性とは手で小さな客体を操作する能力だという。石田²⁾は、巧緻性とはスムーズな手の運動パターンだという。上肢機能の包括的評価において、巧緻性は作業療法士が考慮すべき重要な要素である³⁾。巧緻性は、スペーシング、タイミング、そしてグレーディングという3つの基礎的要素から成る。スペーシングは、手を正しい方向に動かす機能である。タイミングは、手の運動において正しい時間調整を行う機能である。グレーディングは、手の運動において正しい力加減を行う機能である。巧緻性を十分に評価するためには、この3つのすべての要素を客観的に検出する評価方法を開発しなければならない⁴⁾。

従来、医療や工学分野で巧緻性の一般的な定量分析が行われてきた。発光ダイオードを用いた投影軌跡法や筋電図を用いた運動学分析などが挙げられるが、近年はビデオカメラを用いた運動解析が盛んである。そして、多くの作業療法士は、患者の運動機能を評価するために、標準化された巧緻性テストを使用する⁵⁾。しかしながら依然として、3つの要素を同時に検出する評価方法はない。

我々は、1998年に巧緻性の3要素を同時に検出で

きる新しい評価機器の開発に着手し、1999年にその機器が完成した。そして、本評価機器の妥当性と信頼性について健常者を通して検討した。その結果、本評価機器が手の巧緻性の評価に有効であることが示唆された⁶⁾。

今回我々は、巧緻性障害を有する2名の患者に対し、その評価方法として本評価機器を用いた。そして、その臨床適応について検討した。

開発した評価機器

評価機器(図1)は、コントロールボックス、プリンター、第1スイッチ、および第2スイッチから成る。コントロールボックスは、高さ13.5 cm、横幅28.5 cm、奥行き30.0 cmである。プリンターは、高さ19.0 cm、横幅40.0 cm、奥行き50.0 cmである。第1スイッチは、高さ10.0 cm、横幅25.0 cm、奥行き35.0 cmである。装置の総重量は約20.0 kgである。

第1スイッチの中央には10.0 cm四方のパネルがあり、それは横13・縦13・計169の区画に分けられており、それぞれにセンサーが埋め込まれている。中央のセンサーは赤く塗られており、被検者が指で押すターゲットになっている。第1スイッチのセンサーは、圧センサーとタッチセンサーの機能を持っている。圧センサーは、被検者の指圧を最小100 gの精度で最大99 kgまで検出する。タッチセンサーは、被検者が指で押した位置を検出し、また押した

*1 川崎医療福祉大学 医療技術学部 リハビリテーション学科 *2 専門学校 川崎リハビリテーション学院 作業療法学科
(連絡先) 福意武史 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学

E-Mail: fukutake@mw.kawasaki-m.ac.jp

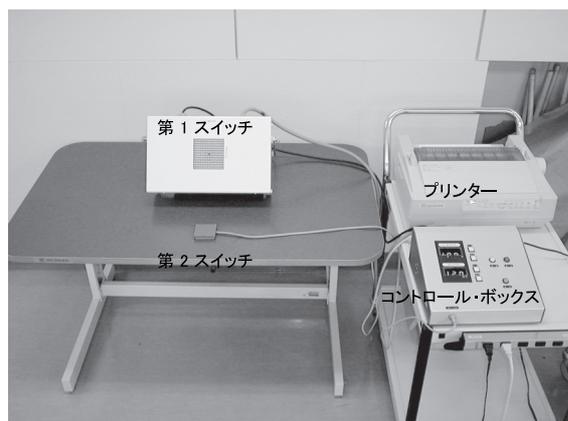


図1 評価機器



図2 評価風景

時間を最小0.01秒の精度で検出する。同様に、第2スイッチもタッチセンサーの機能を持ち、被検者が指で押した時間を最小0.01秒の精度で検出する。

コントロールボックスに内蔵されたスピーカーからは、一定の時間間隔で異なる2つの刺激音が流れる。評価者は、刺激音が流れる時間間隔、および評価時間(手の反復移動回数)を自由に設定できる。

プリンターは、第1スイッチのターゲットからずれたマス目(スペーシング)、指先が第2スイッチから離れ第1スイッチに触れるまでの時間(タイミング)、および第1スイッチを押した時の指圧(グレーディング)を検査結果として印字する。

手続きと課題

第1と第2スイッチは、机上の正面に配置される。被検者は、椅子に座り正面の評価機器に向かう(図2)。評価者は、被検者の右側に座り、実験の目的と手続きについて説明する。被検者は、一定間隔で発せられる異なる2つの刺激音に合わせ、2つのスイッチを人差し指の先端で交互に押しながら手を反復移動させる。

課題の条件は、スペーシングでは、被検者が第1スイッチの中央のターゲットをいつもずれないように押すことである。タイミングでは、被検者が第1スイッチと第2スイッチを刺激音の鳴った時に押し、手の反復移動はいつも同じリズムとスピードで行うことである。グレーディングでは、被検者が第1スイッチをいつも同じ指圧で押すことである。

被検者は、手続きの理解を確実にするために、本検査を行う前に短い時間の練習が与えられる。検査後には、プリンターからスペーシング、タイミング、およびグレーディングのデータが印字される。

測定

過去の健常者を通した検討では、その予備実験の結果、刺激音の鳴る時間間隔は比較的難易度が高かった120回/分と180回/分の2方法とし、1検査における反復移動回数は疲労の影響が起らない30回とした。今回、対象となった患者を被検者として予備実験を行った。その結果、健常者に用いた条件は患者にとっては難易度が高すぎて、遂行が困難あるいは不可能であった。そこで、適当であろうと考えられた条件、すなわち刺激音の鳴る時間間隔は60回/分とし、反復移動回数は20回とした。

スペーシングのデータは、ターゲットからずれたマス目の20回の合計値とした。タイミングのデータは、人差し指が第2スイッチから離れ第1スイッチに触れるまでの時間の20回の標準偏差を平均値で除した変動係数とした。グレーディングのデータは、第1スイッチを押す指圧の20回の標準偏差を平均値で除した変動係数とした。

比較に用いた他の評価

前述したように3つの要素を同時に検出する評価方法はないが、本評価機器の有効性を検討するために、他の巧緻性評価を比較に用いた。

用いた評価は、上肢機能を包括的に評価する簡易上肢機能検査(STEF; Simple Test for Evaluating Hand Function)であった。STEFは、金子らにより考案され標準化されている検査器具で、作業療法分野で広く使用されている⁷⁾。検査は、10種類の下位検査で構成され、それぞれ大きさや形、それに重さや素材などが異なる検査材料を用いて、それぞれの運搬速度を測定するものである。検査項目ごとに健常者データにより算出された10段階の評定基準が設定されており、総計100点を満点とする。合計得点は年齢区分ごとの標準値が表示され、検査合計得

点をそれと対比することで障害の程度が精査できる。また、各下位検査には差の指標が示されており、これは検査・再検査を行った場合に差があるか否かをチェックするために用いられる。

対象と方法

対象は、患者およびその主治医に本実験の趣旨と方法を説明し、被検者になることに同意を得られた2名の患者であった。症例1は、65歳の右手利きの女性で、小脳出血を発症し、同日当院に入院し開頭血腫除去術を受けた患者であった。作業療法は発症後2週間で開始され、左手に強い失調症状を認めた。症例2は、39歳の両手利きの男性で、前頭骨開放骨折と脳挫傷を受傷し、同日当院に入院し開頭血腫除去術を受けた患者であった。作業療法は受傷後3週間で開始され、右手に強い協調不全を認めた。

本評価機器とSTEFを用いた評価は、症状が回復期に入り本格的な巧緻性訓練を導入する時点、および退院が決まり作業療法が終了する時点の2回行った。巧緻性訓練は、導入時の評価で得られた情報を基にプログラム立案され実施された。症例1は、発症後2ヶ月で患手である左手に対し導入時評価が行われ、2.5ヶ月間巧緻性訓練が行われた。症例2は、受傷後1ヶ月で患手である右手に対し導入時評価が行われ、20日間巧緻性訓練が行われた。

STEFと同様に障害の程度を知る目的で、本評価機器を用いた評価の健常者データをとり標準値を算出した。対象は、巧緻性障害を有さない右手利きの健常者で、症例1および症例2に年齢に近い2群であった。症例1に対比する群は、男4名、女7名の計11名で、平均年齢は57.4±5.8歳であった。症例2に対比する群は、男4名、女6名の計10名で、平均年齢は32.8±4.8歳であった。

結 果

1. 症例1

症例1の左手に対する導入時評価と最終評価の結果、および左手の健常値を表1に示した。導入時の

STEFの得点は58点で、正常域を脱し健常者平均値より38点低く、上肢機能障害が認められた。STEFの得点を10種類の下位検査ごとに見ると、小立方を運搬する検査が10点満点中2点、中立方を運搬する検査が3点であり、他の下位検査に比べて特に低かった。本評価機器によるスペーシングのデータは34で、ずれたマス目の総数すなわち方向づけの乱れは健常者平均値より5倍多かった。本評価機器によるタイミングのデータは0.56で、変動係数すなわち時間調整の乱れは健常者平均値より約4倍大きかった。本評価機器によるグレーディングのデータは0.48で、変動係数すなわち力加減の乱れは健常者平均値より0.12大きかったが1標準偏差値内であった。

以上より、症例1は中等度の巧緻性障害を有するが、その原因には第1にスペーシングの障害、次いでタイミングの障害が多く関与していると推測された。そして、巧緻性訓練プログラムは、特にスペーシングとタイミングを改善させる方法が立案され実施された。具体的には、ペグボードで手の方向づけを改善する訓練、およびスピードやリズムを調整しながら物を把持し移動させる訓練などが取り入れられた。

最終評価時のSTEFの得点は81点で、健常者平均値より15点低かったが正常域に近いところまで改善した。下位検査の得点は、すべての検査で改善し、10点から7点になった。そして、訓練前後の得点を差の指標でチェックすると、すべての検査が「早くなった」と判定された。中でも、導入時評価で低かった小立方と中立方を運搬する検査の改善度合いが高かった。本評価機器によるスペーシングのデータは21で、依然として健常者平均値より低い。ずれたマス目の総数は導入時より13マス少なくなった。本評価機器によるタイミングのデータは0.36で、依然として健常者平均値より低い。変動係数は導入時より0.20小さくなった。本評価機器によるグレーディングのデータは0.32で、健常者平均値内まで改善した。

表1 症例1の評価結果

左手	導入時評価	最終評価	健常値
STEF	58	81	96(88~100)
本評価スペーシング	34	21	6.8±6.7
本評価タイミング	0.56	0.36	0.13±0.11
本評価グレーディング	0.48	0.32	0.36±0.23

※健常値：STEF→60歳代の健常者平均値(正常域)

本評価→健常者データによる平均値±標準偏差値

2. 症例 2

症例 2 の右手に対する導入時評価と最終評価の結果、および右手の健常値を表 2 に示した。導入時の STEF の得点は 81 点で、正常域を脱し健常者平均値より 19 点低く、上肢機能障害が認められた。STEF の得点を 10 種類の下位検査ごとにみると、金円盤を運搬する検査が 5 点と低く、その他の検査は 8 点か 9 点であった。本評価機器によるスペーシングのデータは 6 で、ずれたマス目の総数は健常者平均値より著明に多かった。本評価機器によるタイミングのデータは 0.29 で、変動係数は健常者平均値より 0.17 大きかった。本評価機器によるグレーディングのデータは 0.41 で、変動係数は健常者平均値より 0.18 大きかった。

以上より、症例 2 は軽度の巧緻性障害を有するが、その原因にはスペーシングの障害が最も大きく関与し、タイミングとグレーディングの障害も小さいながらも関与していると推測された。そして、巧緻性訓練プログラムは、特にスペーシングを改善させる方法が立案され実施された。具体的には、難易度の高いペグボードや筆記用具を用いた線引き、および書字訓練などが取り入れられた。

最終評価時の STEF の得点は 97 点で、健常者平均値より 3 点低かったが正常域に接近するまで改善した。下位検査の得点は、すべての検査で改善し、10 点か 9 点になった。そして、訓練前後の得点を差の指標でチェックすると、6 つの検査が「早くなった」と判定された。導入時評価で悪かった金円盤を運搬する検査は、5 点が 9 点になり、改善度合いが特に高かった。本評価機器によるデータは、すべての要素で健常者平均値に近いところまで改善した。特に、訓練プログラムの焦点であったスペーシングの改善度合いが著しかった。

考 察

我々は、上肢巧緻性評価機器を開発するにあたり、その妥当性について検証する必要がある。妥当性の検証には、基準関連妥当性の検討が行われる。基準

関連妥当性は、黄金基準 (gold standard) との一致性や相関の度合いによって評価される⁸⁾。しかし、我々が開発中の評価には黄金基準がない。我々の過去の検討⁶⁾では、健常者を被検者とした実験が行われた。そこでは、スペーシング、タイミング、およびグレーディングの 3 要素のうち、特にその 1 つが重要であろうと思われた独自の評価法を考案した。そして、本評価機器の評価結果とそれらの評価結果との一致性について検討を行った。その結果、本評価機器が巧緻性評価に有効であることが示唆されたが、考案した対比評価法の測定精度に問題があることも窺われた。そして、妥当性の検討方法自体を再考し実施する必要があることが考えられた。

そこで今回、実際に巧緻性障害を有する患者に対し、本評価機器による巧緻性評価を行い、それで焦点化された問題点に特化した治療プログラムを立案し実施しようと考えた。そして、その治療プログラムを行うことで、よりよく巧緻性障害が改善されたならば、妥当性があるといえるのではないかと考えた。すなわち、本評価機器による巧緻性評価の結果と標準化された包括的巧緻性評価の結果とが訓練前後で一致して反応するならば、構成概念妥当性があるといえるのではないかと考えた。

症例 1 は、本評価機器による巧緻性評価の結果に基づき、特にスペーシングとタイミングの改善を目指した治療プログラムを実施した。その結果、この 2 要素はよく改善し、かつ包括的巧緻性評価である STEF の得点は中等度障害レベルから正常域近くまで改善した。症例 2 は、特にスペーシングの改善を目指した治療プログラムを実施した。その結果、スペーシングは他の 2 要素より顕著に改善し、かつ STEF の得点は後 1 点で正常になるまで改善した。以上のように、本評価機器と STEF の評価結果は、訓練前後で一致して反応しており、本評価機器の評価には妥当性があると考えられた。仮に、特化した要素が改善したにも係わらず STEF の得点が改善しなかったり、その逆の事態が起こったならば妥当性はなかったといえるのではないかと。

表 2 症例 2 の評価結果

右手	導入時評価	最終評価	健常値
STEF	81	97	100 (98~100)
本評価スペーシング	6	0	0.4±0.8
本評価タイミング	0.29	0.17	0.12±0.13
本評価グレーディング	0.41	0.19	0.23±0.13

※健常値：STEF→30歳代の健常者平均値(正常域)

本 評 価→健常者データによる平均値±標準偏差値

現在、スペーシング、タイミング、およびグレーディングの3要素を客観的データとして検出する評価法は依然としてない。そのため、STEFのような包括的評価法が臨床で多く用いられる。今回のSTEFの結果を下位検査ごとに見ると、症例1と症例2とも、得点の高いものや低いものがあつたり、訓練前後での改善度合いに差があつたりした。しかし、それがなぜそうなつたのかは分からない。ペグボードも、代表的な評価法である。通常ペグボードの得点は、課題遂行量で算出される。すなわち、3要素の何に問題があり何に問題がないのかという質は問われない。これでは、巧緻性障害の原因を見極め訓練することはできない。巧緻性障害の病態はさまざまであり、評価でそれらを見極めた上で、スペーシング、タイミング、およびグレーディングのそれぞれにおいて訓練を段階づけることが大切である⁹⁾。今回の研究を通し、本評価機器による巧緻性評価は、臨床において巧緻性障害を要素に分析し把

握する点、および治療プログラムを立案し実施する点において有用であることが窺われた。今後も、機器の改良を行うと伴に、症例数を増し検討し続けたいと考える。

結 語

作業療法士は、巧緻動作における3つの基礎的要素を同時に検出し得る評価モデルを開発しなければならない。作業療法士は、臨床検討と専門知識を通して、その評価を基に3つの要素を効率的に高め、巧緻動作を改善させる系統的治療法を確立しなければならない。これからも我々は、巧緻性障害の評価法と治療法を確立するための作業を続ける予定である。

本研究は、平成10年度の川崎医療福祉大学プロジェクト研究(代表 福意武史)の助成により行った。

文 献

- 1) 鎌倉矩子: 巧緻性向上—作業療法技法を中心に。総合リハビリテーション, 20(9), 955-960, 1992。
- 2) 石田暉: 巧緻性訓練。千野直一 編, 現代リハビリテーション医学, 第2版, 金原出版, 東京, 227-229, 2004。
- 3) Oxford Grice K, Vogel KA, Le V, Mitchell A, Muniz S and Vollmer MA: Adult norms for a commercially available nine hole peg test for finger dexterity, *The American Journal of Occupational Therapy*, 57(5), 570-573, 2003。
- 4) 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, 第2版, 医歯薬出版, 東京, 312-328, 1991。
- 5) Gallus J, Mathiowetz V: Test-retest reliability of the purdue pegboard for persons with multiple sclerosis. *The American Journal of Occupational Therapy*, 57(1), 108-111, 2003。
- 6) 福意武史, 井上桂子, 常久謙太郎: 上肢協調性評価機器の開発 — Spacing, Timing, Grading の3要素の同時検出 —。川崎医療福祉学会誌, 11(1), 205-209, 2001。
- 7) 古川昭人: 上肢の動作能力測定(STEF, MFT)。金子翼 編, 作業療法学全書第3巻作業療法評価法, 改訂第2版, 協同医書出版, 東京, 83-87, 2003。
- 8) SKETCH 研究会統計分科会: 第II部妥当性研究。楠正 編, 臨床データの信頼性と妥当性, 初版, サイエントリスト社, 東京, 103-105, 2005。
- 9) 福意武史: なぜペグボードを使うか? — 巧緻動作訓練のreasoning —。古川宏 編, 作業療法のとらえかた, 第1版, 文光堂, 東京, 47-60, 2005。

(平成19年10月31日受理)

**Development of an Apparatus for Hand Dexterity Evaluation
— Study of a Clinical Adaptation —**

Takeshi FUKUI, Keiko INOUE and Kentarou TUNEHISA

(Accepted Oct. 31, 2007)

Key words : hand dexterity, evaluation, apparatus, clinical adaptation

Abstract

Hand dexterity encompasses three basic elements: spacing, grading and timing. However, there are no methods to evaluate all three elements at the same time. Therefore we are developing a new apparatus for hand dexterity evaluation. We used the apparatus for evaluation of patients and examined the validity. We evaluated two patients using the apparatus and treated the patient based on the evaluation results. As a result, the dexterity elements of the two patients were improved. In addition, the result of apparatus evaluation was in accord with the result of another comprehensive evaluation. We supposed that the apparatus evaluation was effective in a clinical evaluation.

Correspondence to : Takeshi FUKUI

Department of Rehabilitation, Faculty of Health Science and
Technology, Kawasaki University of Medical Welfare
Kurashiki, 701-0193, Japan
(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.17, No.2, 2008 389-394)