1 脳卒中後の上肢運動機能評価の現状と今後の方向性

Functional Assessment of Upper Extremity for Patients with Stroke : Current Perspectives and Future Directions

天野 暁^{*1, 2}

Satoru Amano

Key words : Fugl-Meyer Assessment / Action Research Arm Test / 評価特性 / 遠隔評価 / 検者盲検化

要旨

現在の脳卒中リハビリテーション領域の上肢機能関連研究においては、Fugl-Meyer Assessment (FMA) と Action Research Arm Test が重要な位置を占めている。両ツールともに、本邦における使用環境も整っており、通常の臨床業務での利用も推奨される。仮に FMA の実施時間が負担になるのであれば、短縮版 FMA を導入することで、臨床業務とのバランスが取れる可能性がある。臨床研究デザインを評価視点で一段階引き上げたい場合には、適切な信頼性が確認された遠隔評価システムの導入を検討することによって、評価者盲検化を達成できる可能性がある。

はじめに

脳血管障害に由来する麻痺は、発症者のその後の生活の多くを変えてしまう。医療技術などの進歩により救える命は着実に増えているものの、結果として脳卒中リハビリテーションに対する需要は増加し、同時に期待も膨らんでいる。これは脳卒中による死亡率の低下に伴って、患者と医療者が発症後の生活の質 (quality of life : QOL) に目を向ける余裕ができたことも意味している。患者の生活は、循環機能、呼吸機能、下肢機能、上肢機能、嚥下機能、言語機能など多くの要因に影響を受け

る。その中でも、近年のリハビリテーション領域の研究において特に注目されている機能の1つが上肢機能ではないだろうか。これは、ここ5年間で報告された脳卒中後の上肢機能改善を目的とした、大規模で厳密な臨床試験の報告数の相対的な多さ¹⁾からの認識である。それら臨床試験の目的は治療介入の効果を検討することであり、その中核となるのが評価である。評価ツールは研究目的を映し出す鏡であり、適切なツールの選択は多くの視点と労力を要する重要なプロセスである。ただ、脳卒中後の上肢機能にフォーカスした評価ツールは多種多様であり、国や地域によっても浸透しているツールが異なる²⁾うえ、研究者の置かれた環境や信念からも影響を受ける。多くの条件の影響を受け、多くの選択肢がある評価ツールにおいて、個別のツールに着目するのは難しいが、今回は evidence-based medicine (EBM) に大きく貢献した近年の厳密で大規模な臨床試験に着目し、この領域のトップランナーたちの判断 (ツール選択) を参

*1 新潟医療福祉大学リハビリテーション学部 作業療法学科

*2 兵庫医科大学リハビリテーション医学教室
【連絡先】〒950-3198 新潟県新潟市北区鳥見町1398 新潟医療福祉大学リハビリテーション学部 作業療法学科 天野 暁
E-mail : amano@nuhw.ac.jp
DOI : 10.2490/jjrmc.57.774

表 1 近年の大規模で厳密な臨床研究で用いられた評価ツール (文献 1, 3~14 より筆者作成)

Year	Authors	Trial acronym	Baseline motor function tool	Primary endpoint tool
2016	Winstein et al. ⁷⁾	ICARE	Fugl-Meyer Assessment	Wolf Motor Function Test
2016	Kwakkel et al. ³⁾	EXPLICIT	Fugl-Meyer Assessment	Action Research Arm Test
2016	Saposnik et al. ⁶⁾	EVREST	Chedoke-McMaster	Wolf Motor Function Test
2016	Muresanu et al. ⁵⁾	CARS	Action Research Arm Test	Action Research Arm Test
2016	Levy et al. ⁴⁾	EVEREST	Fugl-Meyer Assessment	Fugl-Meyer Assessment, Arm Motor Ability
2017	Yelnik et al. ¹⁰⁾	AMOBES	Fugl-Meyer Assessment	Fugl-Meyer Assessment
2017	Brunner et al. ⁹⁾	VIRTUES	Action Research Arm Test	Action Research Arm Test
2017	Adie et al. ⁸⁾		Action Research Arm Test	Action Research Arm Test
2018	Harvey et al. ¹¹⁾	NICHE	Fugl-Meyer Assessment	Fugl-Meyer Assessment
2018	Pomeroy et al. ¹²⁾		Action Research Arm Test	Action Research Arm Test
2019	Rodgers et al. ¹⁴⁾	RATULS	Action Research Arm Test	Action Research Arm Test
2019	Cramer et al. ¹³⁾		Fugl-Meyer Assessment	Fugl-Meyer Assessment

*文献 1 Table 1 を参考に、評価ツールに着目して作成した。

考とすることで話を進めていくこととする。

近年の厳密な大規模研究

2020 年に Lancet Neurology に報告された Stinear らの報告¹⁾が参考になる。彼女らは、脳卒中リハビリテーション領域における 2014 年以降に公表された多施設ランダム化比較試験 (randomized controlled trial : RCT) で最終的に 100 名以上が割り振られた大規模な研究、かつ評価者を盲検化した厳密な試験を対象にしたレビューを実施しており、そこでは機能的な随意運動を評価する目的の研究が集められている。結果として 15 本の臨床試験が選択され、そのうち 12 本が上肢機能を対象にした報告であった。そこで、その 12 本の報告において適格基準で採用されたベースライン運動機能基準ツール (baseline motor function tool) と primary endpoint tool を Stinear らの報告を参考に整理し直した (表 1³⁻¹⁴⁾)。表 1 をみると Fugl-Meyer Assessment (FMA) と Action Research Arm Test (ARAT) の使用頻度が高いことがすぐにわかる。これらのツールが占める割合は、baseline motor function tool で 92%, primary end-

point tool では 83% であった。両ツールとも開発から 40 年程度かそれ以上経過しており、この領域では古くから使われてきた歴史あるツールである。その長い使用過程で、両ツールともに他のツールに比べ多くの評価特性検討を重ね、臨床試験で使用するうえで要求される一定の評価特性基準を満たしているとして、2011 年の時点ですでに脳卒中後の上肢機能評価ツールのゴールドスタンダード扱いをされている¹⁵⁾。また、2016 年に開催された第 1 回 Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable¹⁶⁾ (脳卒中やその後のリハビリテーション治療の国際的な専門家グループの集会) における評価関連のコンセンサスに基づく判断でも、国際生活機能分類 (International Classification of Functioning, Disability and Health : ICF) における心身機能・身体構造 (body function and structure) 領域では FMA、そして活動 (activity) 領域では ARAT が急性期・回復期・慢性期を通してその使用を推奨されている¹⁷⁾。筆者らも、これらのツールの国際的な評価特性検討に貢献し、かつ本邦の臨床でも広く活用されるようにと、ツールの日本語化とその後の評価特性検討研究を実施してきた。

そこです、それらの研究に至った背景について触れておきたい。

海外の健康関連尺度の利用における近年の留意点

FMA の国内利用は、1975 年の開発報告¹⁸⁾ 後かなり早い段階から始まっている。ARAT の使用は少し遅れるものの、2000 年代からの活用は散見される。ただ、1980～1990 年代のリハビリテーション医療分野において、研究者が使用したい評価手段を使用する際には、独自に日本語翻訳して使用することが多く、その翻訳の質や手順を問われることはまれであった。しかしながら、その後は患者による自己申告型の評価ツールを中心に、言語や文化が異なる国でそのツールを使用するために必要とされる適切な翻訳手順というものが徐々に認識されるに至った¹⁹⁾。2010 年にもなると、Consensus-based Standards for the Selection of Health Measurement Instruments (COSMIN) という今や健康関連尺度の開発や評価特性検討の新たな国際基準となった指針のチェックリストが公開された²⁰⁾。そのチェックリストにおいては、言語や文化を超えた妥当性に関して、その翻訳手続きに順翻訳 (forward translation) や逆翻訳 (back translation) が含まれていることや、それらの翻訳の整合性の確認の必要性が記載されており、その後は FMA, ARAT, Wolf Motor Function Test (WMFT), Motor Activity Log (MAL) などの医療者が患者を前にして採点を実施する運動関連尺度においても上記のような厳密な翻訳手続きが国際的に実践されるようになった。そして、その翻訳版においても (すでに原版で検討された特性や導入された解析手法であっても)、また新たに評価特性検討を経て適切な特性を確認することで、その翻訳ツールを適切に臨床導入することが可能になるといわれている²¹⁾。加えて、1980 年代や 1990

年代と比べ 2000 年代以降では、リハビリテーション医療領域の評価特性検討で実際に用いられている統計学的手法も、(古典的テスト理論が適用された場合においても) 変化をみせている。これらが、国際的な評価特性検討の蓄積があり、かつ国内における一定以上の研究利用を認めた後も、FMA と ARAT に関する評価研究を実施した大きな理由の一部である。

FMA と ARAT の本邦における臨床流通をめざした試み

筆者らによる日本語版 FMA²²⁾ と日本語版 ARAT²³⁾ の作成における翻訳手続きは、国内ですでに流通していた健康関連 QOL 測定ツール、Medical Outcomes Study Short Form-36 (SF-36[®]) がその日本語版を作成する際に導入した手順¹⁹⁾ に準じて行われた。翻訳手続きにおけるこの手法の有用性は、日本語版 WMFT²⁴⁾ と日本語版 MAL²⁵⁾ 作成においても触れられている。また、これらの手順は、COSMIN が推奨している順翻訳、逆翻訳、整合性の確認などの手順にも従っており、現在の国際的な指針からも外れていない。翻訳において留意したのは適切な妥当性をもつとされる手続きだけではなく、翻訳対象としたマニュアルである。最初に報告された FMA と ARAT の開発論文には実施方法と採点方法に関する十分な記載がなく、評価者や施設を超えた標準化が困難という問題点があった。そして、その解決を図ろうとした研究者らが、詳細なガイドブック²⁶⁾ を作成し、そのガイドブックをもとに評価特性研究を実施し良好な評価特性結果を報告している²⁷⁾。筆者らは彼らの試みに賛同し、そのマニュアルと研究結果を適切だと判断した後に彼らの書籍を翻訳対象とした日本語版作成を開始し、順翻訳と逆翻訳の内容が完全に一致したと判断されるまで翻訳は繰り返された。そして、最終的に出来上がった翻訳版を

用いて横断的単施設試験が実施され、臨床利用に耐え得る評価特性を確認することができた (FMA intraclass correlation coefficient [ICC]: 0.809~0.983 [$p < 0.001$, non-simultaneous inter-rater reliability] and 0.991~0.999 [$p < 0.001$, simultaneous inter-rater reliability]), ARAT ICC: 0.974~0.990 [$p < 0.001$, non-simultaneous inter-rater reliability] and 0.994~0.998 [$p < 0.001$, simultaneous inter-rater reliability])^{22, 23}。このように、本邦におけるこれらのツールの使用環境も十分に整っていると考えられるため、より一般的な臨床利用を推奨したい。

遠隔評価による 評価者盲検化の可能性

FMA と ARAT が現在の上肢機能に関連する脳卒中リハビリテーション領域の研究において重要な位置を占めていることはすでに述べた通りであるが、EBM の礎になるほど重要なデータとして扱われるためには、RCT であることや一定以上の対象者数規模であることなど以外にも、評価を運営するうえで達成しなければならない要素がある。それが、盲検化された評価 (blinded assessment) である。リハビリテーション医療という領域においては、医療者が患者を目の前にしてその健康状態を直接評価する評価様式のものが多く、そこでは医療者の主観的な判断も役割を担うことになる。そのため、評価者の患者割り付けなどに対するバイアスへの取り組みが重要となると認識されている。しかしながら、そのような一定以上の経験も必要となる直接評価を外部に委託することは難しく、多施設試験ではさらにその実施可能性が低下してしまうことになる。そこで、この評価者盲検化困難という問題を部分的に解決するため、筆者らはビデオ情報を用いた遠隔評価に着目し、「遠隔」検者間信頼性を調査する横断的単施設試験を実施し

た。本研究では、あらかじめ標準化された撮影手順と評価手法に従うことで、患者を直接観察して判定した場合と、それをもとにしたビデオ情報を判定した場合で、高い再現性 (ICC: ≥ 0.980 , $p < 0.001$) を確認することができた²⁸。本システムを用いることで、endpoint 評価を患者がどちらの群に割り付けられたかを知らない第三者が行うことにより盲検化し、「前向き・無作為・オープン・結果遮蔽試験」いわゆる PROBE モデル (Prospective, Randomized, Open-label, Blinded Endpoint) を達成できた研究報告²⁹も存在する。この活用例のように、本研究における遠隔評価システムを導入することで、脳卒中リハビリテーション領域における評価者盲検化の実行可能性が高まる可能性があると考えている。

短縮版 FMA のもつ可能性

FMA は脳卒中後の運動機能を評価するツールとしてゴールドスタンダード扱いされており、この領域の研究における使用率も群を抜いているが²⁾、研究現場ではなく日々の臨床現場において FMA が使われることは国際的にみても滅多にないと捉えられている³⁰。この要因として、FMA が一般診療において使用するには所要時間が長いという指摘があり、2007 年にその短縮版が Hsieh ら³⁰によって開発されている。上肢運動項目においては、オリジナルの 33 項目が 6 項目にまで短縮されており、その所要時間は 5~6 分間程度とルーチン評価としての可能性が開けている。また、国内におけるルーチン評価として利用頻度の高い Brunnstrom Recovery Stage (BRS) における判定基準の曖昧さや国際的理解の不足に対し、FMA の国際的浸透度や判定基準の明確さを鑑みた場合に、短縮版 FMA は将来性のあるツールと捉えることができるのではないだろうか。しかしながら、この短縮版の存在が本邦においてあまり知られていない現状と

評価特性研究の不足を背景に、筆者らは日本語版 FMA 研究のデータを用いた評価特性研究を実施し、臨床適用可能なレベルの信頼性 (ICC : 0.994, $p < 0.001$) と誤差範囲 (limits of agreement, $-0.81 \sim 0.95$) などを確認しているため³¹⁾、今後の本邦における脳卒中後の運動機能を評価するルーチン評価の選択肢の 1 つと考えてよい状態となったと考えている。

上肢運動機能評価の今後の方向性

FMA や ARAT はその所要時間や費用においても臨床研究における実行可能性が高く、そのデータの臨床的意味の解釈などにおいても多くの研究者や臨床家のコンセンサスを得ることができる。しかしながら、これらのツールにおける採点システムは医療者の主観的判断に由来する部分が多くあり、臨床研究においては一定の評価者教育が重要となってくる。また、人間が動作の質を判断するにあたり、(再現性を高めるため) その採点システムは FMA では 3 段階、ARAT で 4 段階にまで単純化されている。これらの特性は、より質的な運動機能の変化を客観的に評価したいと研究者が考えた場合に不十分なものと捉えられた。そのような背景の中、脳卒中後の上肢リハビリテーションという領域における運動機能アウトカムは、ここ 10 年間で大きな発展をみせている。まず、2010 年以降のロボット治療の台頭を追い風として、ロボット機器を用いた運動学的評価の勢いが増した。しかしながら、この手法は各関節の動きを個別に捉えるような分析ではなく、操作された手先具の動きを運動学的パラメータによって示すものが多かった。加えて、この手法は固有の高価なロボット機器に依存しているため、使用アウトカムが国や施設を超えて広く共有されることが少なかった。そのような中、現在では慣性計測装置 (inertial measure-

ment unit : IMU) などを備えた人体装着型 (多軸) センサー (wireless wearables) や、Kinect などの光学式動作解析システム (optical systems)、機械学習を利用した人体部位推定技術の活用報告が散見されるようになった。しかしながら、マーカーを用いた高精度な光学式モーションキャプチャーと比べると、これらのシステムは計測精度、範囲、サンプリング周波数などにおいて不十分とされることも多く、2018 年に開催された第 2 回 Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable においても、動作の質を評価するためには現状では不適切なレベルとされ、引き続き評価特性のエビデンス蓄積が望まれている³²⁾。

本論文発表内容に関して申告すべき COI はなし。

文 献

- 1) Stinear CM, Lang CE, Zeiler S, Byblow WD : Advances and challenges in stroke rehabilitation. *Lancet Neurol* 2020 ; **19** : 348-360
- 2) Santisteban L, Térémetz M, Bleton JP, Baron JC, Maier MA, Lindberg PG : Upper limb outcome measures used in stroke rehabilitation studies : a systematic literature review. *PLoS One* 2016 ; **11** : e0154792
- 3) Kwakkel G, Winters C, van Wegen EE, Nijland RHM, van Kuijk AA, Visser-Meily A, de Groot J, de Vlugt E, Arendzen JH, Geurts ACH, Meskers CGM, EXPLICIT-Stroke Consortium : Effects of unilateral upper limb training in two distinct prognostic groups early after stroke : The EXPLICIT-stroke randomized clinical trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2016 ; **30** : 804-816
- 4) Levy RM, Harvey RL, Kissela BM, Winstein CJ, Lutsep H, Parrish TB, Cramer SC, Venkatesan L : Epidural electrical stimulation for stroke rehabilitation : results of the prospective, multicenter, randomized, single-blinded trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2016 ; **30** : 107-119
- 5) Muresanu DF, Heiss WD, Hoemberg V, Bajenaru O, Dinu Popescu CD, Vester JC, Rahlfs VW, Doppler E, Meier D, Moessler H, Guekht A : Cerebrolysin and recovery after stroke (CARS) : A randomized, placebo-controlled, double-blind, multicenter trial. *Stroke* 2016 ; **47** : 151-159
- 6) Saposnik G, Cohen LG, Mamdani M, Pooyania S,

- Ploughman M, Cheung D, Shaw J, Hall J, Nord P, Dukelow S, Nilanont Y, de Los Rios F, Olmos L, Levin M, Teasell R, Cohen A, Thorpe K, Laupacis A, Bayley M : Efficacy and safety of non-immersive virtual reality exercising in stroke rehabilitation (EVREST) : a randomised, multicentre, single-blind, controlled trial. *Lancet Neurol* 2016 ; **15** : 1019-1027
- 7) Winstein CJ, Wolf SL, Dromerick AW, Lane CJ, Nelsen MA, Lewthwaite R, Yong Cen S, Azen SP : Effect of a task-oriented rehabilitation program on upper extremity recovery following motor stroke : The ICARE randomized clinical trial. *JAMA* 2016 ; **315** : 571-581
 - 8) Adie K, Schofield C, Berrow M, Wingham J, Humphries J, Pritchard C, James M, Allison R : Does the use of Nintendo Wii Sports™ improve arm function? Trial of Wii™ in Stroke : a randomized controlled trial and economics analysis. *Clin Rehabil* 2017 ; **31** : 173-185
 - 9) Brunner I, Skouen JS, Hofstad H, Aßmus J, Becker F, Sanders AM, Pallesen H, Kristensen LO, Michielssen M, Thijs L, Verheyden G : Virtual reality training for upper extremity in subacute stroke (VIRTUES) : A multicenter RCT. *Neurology* 2017 ; **89** : 2413-2421
 - 10) Yelnik AP, Quintaine V, Andriantsifanetra C, Wannepain M, Reiner P, Marnef H, Evrard M, Meseguer E, Devailly JP, Lozano M, Lamy C, Colle F, Vicaut E : AMOBES Group : AMOBES (active mobility very early after stroke) : A randomized controlled trial. *Stroke* 2017 ; **48** : 400-405
 - 11) Harvey RL, Edwards D, Dunning K, Fregni F, Stein J, Laine J, Rogers LM, Vox F, Durand-Sanchez A, Bockbrader M, Goldstein LB, Francisco GF, Kinney CL, Liu CY : Randomized sham-controlled trial of navigated repetitive transcranial magnetic stimulation for motor recovery in stroke. *Stroke* 2018 ; **49** : 2138-2146
 - 12) Pomeroy VM, Hunter SM, Johansen-Berg H, Ward NS, Kennedy N, Chandler E, Weir CJ, Rothwell J, Wing A, Grey M, Barton G, Leavey N : Functional strength training versus movement performance therapy for upper limb motor recovery early after stroke : a RCT. Efficacy and Mechanism Evaluation. Southampton (UK) : NIHR Journals Library, UK, 2018
 - 13) Cramer SC, Dodakian L, Le V, See J, Augsburg R, McKenzie A, Zhou RJ, Chiu NL, Heckhausen J, Cassidy JM, Scacchi W, Smith MT, Barrett AM, Knutson J, Edwards D, Putrino D, Agrawal K, Ngo K, Roth EJ, Tirschwell DL, Woodbury ML, Zafonte R, Zhao W, Spilker J, Wolf SL, Broderick JP, Janis S : Efficacy of home-based telerehabilitation vs in-clinic therapy for adults after stroke : A randomized clinical trial. *JAMA Neurol* 2019 ; **76** : 1079-1087
 - 14) Rodgers H, Bosomworth H, Krebs HI, van Wijck F, Howel D, Wilson N, Aird L, Alvarado N, Andole S, Cohen DL, Dawson J, Fernandez-Garcia C, Finch T, Ford GA, Francis R, Hogg S, Hughes N, Price CI, Ternent L, Turner DL, Vale L, Wilkes S, Shaw L : Robot assisted training for the upper limb after stroke (RATULS) : a multicentre randomised controlled trial. *Lancet* 2019 ; **394** : 51-62
 - 15) Baker K, Cano SJ, Playford ED : Outcome measurement in stroke : a scale selection strategy. *Stroke* 2011 ; **42** : 1787-1794
 - 16) Bernhardt J, Borschmann K, Boyd L, Carmichael ST, Corbett D, Cramer SC, Hoffmann T, Kwakkel G, Savitz S, Saposnik G, Walker M, Ward N : Moving rehabilitation research forward : Developing consensus statements for rehabilitation and recovery research. *Int J Stroke* 2016 ; **11** : 454-458
 - 17) Kwakkel G, Lannin NA, Borschmann K, English C, Ali M, Churilov L, Saposnik G, Winstein C, van Wegen EE, Wolf SL, Krakauer JW, Bernhardt J : Standardized measurement of sensorimotor recovery in stroke trials : Consensus-based core recommendations from the Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable. *Int J Stroke* 2017 ; **12** : 451-461
 - 18) Fugl-Meyer AR, Jääskö L, Leyman I, Olsson S, Steglind S : The post-stroke hemiplegic patient. I. a method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med* 1975 ; **7** : 13-31
 - 19) Fukuhara S, Bito S, Green J, Hsiao A, Kurokawa K : Translation, adaptation, and validation of the SF-36 Health Survey for use in Japan. *J Clin Epidemiol* 1998 ; **51** : 1037-1044
 - 20) Mokkink LB, Terwee CB, Patrick DL, Alonso J, Stratford PW, Knol DL, Bouter LM, de Vet HCW : The COSMIN checklist for assessing the methodological quality of studies on measurement properties of health status measurement instruments : an international Delphi study. *Qual Life Res* 2010 ; **19** : 539-549
 - 21) Streiner DL, Norman GR, Cairney J : Health Measurement Scales : A Practical Guide to Their Development and Use. Oxford University Press, Oxford, 2015
 - 22) Amano S, Umeji A, Uchita A, Hashimoto Y, Takebayashi T, Takahashi K, Uchiyama Y, Domen K : Clinimetric properties of the Fugl-Meyer assessment with adapted guidelines for the assessment of arm function in hemiparetic patients after stroke. *Top Stroke Rehabil* 2018 ; **25** : 500-508
 - 23) Amano S, Umeji A, Uchita A, Hashimoto Y, Takebayashi T, Takahashi K, Uchiyama Y, Domen K : Clinimetric properties of the action research arm test for the assessment of arm activity in hemiparetic patients after stroke. *Top Stroke Rehabil* 2020 ; **27** : 127-136
 - 24) 高橋香代子, 道免和久, 佐野恭子, 竹林 崇, 蜂須賀研二, 木村哲彦 : 新しい上肢運動機能評価法・日

- 本語版 Wolf Motor Function Test の信頼性と妥当性の検討. 総合リハビリテーション 2008 ; **36** : 797-803
- 25) 高橋香代子, 道免和久, 佐野恭子, 竹林 崇, 蜂須賀研二, 木村哲彦 : 新しい上肢運動機能評価法・日本語版 Motor Activity Log の信頼性と妥当性の検討. 作業療法 2009 ; **28** : 628-636
- 26) Platz T, Pinkowski C, van Wijck F, Johnson G : ARM—Arm Rehabilitation Measurement : Manual for Performance and Scoring of the Fugl-Meyer Test (arm Section), Action Research Arm Test, and the Box-and-Block Test. Deutscher Wissenschafts-Verlag, 2005
- 27) Platz T, Pinkowski C, van Wijck F, Kim IH, di Bella P, Johnson G : Reliability and validity of arm function assessment with standardized guidelines for the Fugl-Meyer Test, Action Research Arm Test and Box and Block Test : a multicentre study. Clin Rehabil 2005 ; **19** : 404-411
- 28) Amano S, Umeji A, Uchita A, Hashimoto Y, Takebayashi T, Kanata Y, Uchiyama Y, Domen K : Reliability of remote evaluation for the Fugl-Meyer assessment and the action research arm test in hemiparetic patients after stroke. Top Stroke Rehabil 2018 ; **25** : 432-437
- 29) Takebayashi T, Takahashi K, Amano S, Uchiyama Y, Goshō M, Domen K, Hachisuka K : Assessment of the efficacy of ReoGo-J robotic training against other rehabilitation therapies for upper-limb hemiplegia after stroke : Protocol for a randomized controlled trial. Front Neurol 2018 ; **9** : 730
- 30) Hsieh YW, Hsueh IP, Chou YT, Sheu CF, Hsieh CL, Kwakkel G : Development and validation of a short form of the Fugl-Meyer motor scale in patients with stroke. Stroke 2007 ; **38** : 3052-3054
- 31) Amano S, Umeji A, Takebayashi T, Takahashi K, Uchiyama Y, Domen K : Clinimetric properties of the shortened Fugl-Meyer Assessment for the assessment of arm motor function in hemiparetic patients after stroke. Top Stroke Rehabil 2020 ; **27** : 290-295
- 32) Kwakkel G, Van Wegen E, Burridge JH, Winstein CJ, van Dokkum L, Murphy MA, Levin MF, Krakauer JW : Standardized measurement of quality of upper limb movement after stroke : Consensus-based core recommendations from the second stroke recovery and rehabilitation roundtable. Int J Stroke 2019 ; **14** : 783-791