

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：32607

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2023

課題番号：20K23269

研究課題名(和文)脳卒中後慢性期上肢運動麻痺に対するCI療法の運動学的効果の検討

研究課題名(英文)Clinical practice of kinematic arm assessment for hemiparetic patients after stroke

研究代表者

天野 暁 (Amano, Satoru)

北里大学・医療衛生学部・准教授

研究者番号：20880892

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：脳卒中後に上肢運動麻痺を呈した成人患者における動作を、運動学的変数で表現する臨床研究が実施された。上肢運動能力評価である Action Research Arm Test に対して、「他人と共有されない場合のある主観的」運動学的変化を「多くの医療者間で共有されやすい客観的な運動学的変数」に置き代える試みは、見込みのある結果に至った。特に、多軸加速度計を導入した動作分析的検討においては、課題の種類によって医療者が注目すべき関節レベルの動きが明らかになった。これらの情報を臨床還元することで、エビデンスのある既存治療の効果をより明確に患者側に伝えることができるようになると思われる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究結果は、物品の操作課題に関連する運動要素が、治療において重要な指標となり得ることを示している。本研究は、特に、脳卒中後の腕や手のリハビリテーションの個別化医療の進展に寄与すると思われる。それは、個別の患者の運動機能状態に合わせた、特定の運動要素に焦点を当てたリハビリテーション(個別にカスタマイズされたプログラム)を提供することにつながると考えるからである。その結果として、すでに確立されたエビデンスのある治療効果が最大化されて、患者の生活の質が向上することにつながると考えられる。また、特定の運動要素に焦点を当てた訓練機器やプログラムの開発が促進される可能性もある。

研究成果の概要(英文)：A clinical study using kinematic variables for arm assessment was conducted to express the detailed movements of adult patients with upper limb motor paralysis after stroke. The attempt to replace "subjective" kinematic changes that may not be shared with others with "objective kinematic variables that are easily shared among many medical professionals" in the Action Research Arm Test, which is used to evaluate upper limb motor ability, has produced promising results. In particular, a motion analysis study using a multi-axis accelerometer revealed joint-level detailed movements that medical professionals should pay attention to depending on the type of task. We believe that by providing this information into clinical practice, the effectiveness of existing evidence-based treatments can be more clearly communicated to patients.

研究分野：rehabilitation

キーワード：Action Research Arm Test 運動学的アウトカム

1. 研究開始当初の背景

(1) 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 20 年間で急速な発展を見せている。まず、臨床にて使用するアウトカムにおいて、どれだけ適切な評価特性検討が確認されたかという視点を持って評価ツールを認識することが推奨されるようになり、評価特性値を解釈する基準や指針が共有されるようになった。その結果、適切な特性結果が確認され、測定概念の真の値を測定できると広く判断される確立したツールが「ゴールドスタンダード」という言葉を伴って認識されるようになり、2010 年を超えた頃より、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としては、Action Research Arm Test (ARAT) と Fugl-Meyer Assessment (FMA) がそれと認識されるに至った。そのため、他の見込みのある上肢運動機能関連のアウトカムにおいても、適切なデザインでの評価特性検討報告が望まれている。また、すでにゴールドスタンダード評価として立ち位置をもつ ARAT や FMA においてもより期待される運動学的効果を明らかにするために、より研究デザインや統計解析の質を高めた評価特性研究が期待されている。

(2) 加えて、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ーで示すものがあった。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はなかった。そのような中、現在では上肢評価での利用性の高い加速度・角速度センサー等を含む人体装着型多軸センサーや、モーションキャプチャシステムを利用した上肢の姿勢評価の試験的取り組みの報告が散見されるようになった。しかしながら、それらの技術を用いて動作レベルの運動学的変数に着目した、脳卒中患者に対する実践的報告は不足している。特に、ARAT や FMA のような既存のゴールドスタンダード評価と組み合わせた実践報告への有用性は高く見積もられており、ARAT や FMA に伴った客観的な動作レベルの運動学的変数の確立は、CI 療法のような高いエビデンスを有する治療においても有用な治療効果検討試験につながると思われる。

2. 研究の目的

(1) 脳卒中に由来する上肢運動麻痺に対する運動学側面を持った既存の評価ツールに対する、適切な質を伴った評価特性検討。具体的には、ARAT の運動難易度に着目した短縮実施、FMA の運動難易度に着目した短縮実施、上肢の両手運動を評価することが可能な Test D'évaluation Des Membres Supérieurs Des Personnes Âgées (TEMPA)、臨床的に意味があるとされる運動的違い (minimal clinically important difference, MCID) に対する評価特性検討が含まれる。

(2) 脳卒中に由来する上肢運動麻痺に対する ARAT 評価に伴った、動作レベルの運動学的変数に着目した評価の臨床的実践。具体的には、9 軸加速度計を用いた運動学的変数や肩、肘、手関節の三関節位置から成る平面(上肢三角形; Human Arm Triangle) の単位法線ベクトルに対する検討が含まれる。

3. 研究の方法

(1) i) ARAT において、運動実施難易度の順列に基づいた短縮実施をした場合としなかった場合に分け、脳卒中による片麻痺患者 30 名において、信頼性や一致度を評価した。加えて、運動実施難易度の順列に基づいた短縮実施を行なった場合の ARAT と、FMA, Motor Activity Log (MAL), Box and Block test (BBT) における併存的妥当性を検討した。ii) 運動実施難易度の順列に基づいて、33-item から 6-item に短縮された FMA の信頼性・一致度を、脳卒中による片麻痺患者 30 名において検討した。また、6-item FMA の併存的妥当性を、ARAT, BBT, MAL との関連度から検討した。iii) TEMPA を用いた両手運動評価の信頼性を脳卒中による片麻痺患者 30 名において検討した。iv) Stroke Impact Scale (SIS) をアンカーとして、121 名の脳卒中による片麻痺患者において、10 週間の治療介入(ロボット治療・CI 療法など)前後の ARAT, FMA, MAL に対する MCID を算出した。

(2) i) 9 軸加速度計を用いた ARAT 評価を、脳卒中による片麻痺患者 30 名において実施した。主な運動学的変数は、加速度、角度速度、関節可動域とし、ARAT 動作の質的 rating 得点を説明するための検討を行なった。ii) 上肢の姿勢評価として、脳卒中片麻痺症例に対して Human Arm Triangle の単位法線ベクトルを ARAT に導入し、ARAT 動作の質的 rating 得点を説明するための検討を行なった。

4. 研究成果

(1) i) 並行形式の信頼性 (Spearman's rho) は, 評価者間で 0.99 (95% CI, 0.99~0.99) であった (図1). 個別項目の一致度の 95% CI 下限についても, 計画値 (0.8) を超えた. 併存的妥当性の値は, FMA, BBT, および MAL で計画値 (0.8) を超えた. ii) 評価者間信頼性に関しては, 級内相関係数は 0.994 (95%信頼区間: 0.988~0.997) であった. 短縮版 FMA の評価者間の平均差は 0.07 であり, limits of agreement は-0.81~0.95 と計算された (図2). 運動関連の測定値との関係性は, Spearman's rho はすべて 0.91 よりも高かった. 一方, 感覚と関節運動/痛み の評価結果に関しては, Spearman's rho は 0.25~0.50 の範囲であった. iii) 機能評価スコアの加重カッパ係数は, 総合計スコア, 両手合計スコアでそれぞれ 0.87, 0.91 であった. 合計スコアには, 統計的に有意な系統的不一致は検出されなかった (図3). iv) SIS subscale に基づく MCID 検討では, MAL の AOU(使用量) と QOM(動作の質) の両方のスケールにて, 群間比較における有意差を確認した. 推定 MCID 値は, AOU scale では 0.89, QOM scale では 0.77 と算出された.

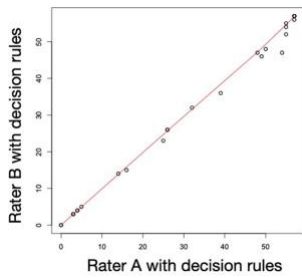


図 1

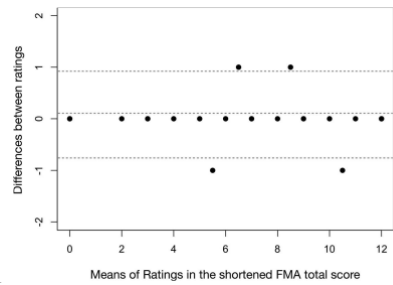


図 2

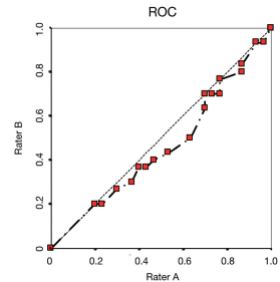
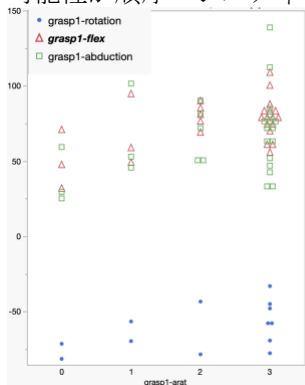


図 3

(2) i) ARAT の掴み系課題(Grasp)に関しては, 肩屈曲, 肘伸展, 骨盤の前傾・側屈, 肘関節の屈曲, 肩 関節の内旋などが, ARAT 得点の増減と関与する可能性を確認している. また, ARAT の握り系課題(Grip)に関しては骨盤の前傾, そして前腕関節の回内・回外, 手関節の屈曲・伸展の動きが ARAT 得点の増減と関与する可能性を確認している. 特に, 運動難易度が高いとされる 10cm ブロックの移動課題においては, 肩関節内旋と屈曲の動きが説明変数として機能する可能性が順序ロジスティック回帰分析においても示唆された (図4).



効果に対する尤度比検定

要因	パラメータ数	自由度	尤度比カイ2乗	p値(Prob>ChiSq)
grasp1-rotation	1	1	4.68219934	0.0305*
grasp1-flex	1	1	4.15777356	0.0414*
grasp1-abduction	1	1	2.07651714	0.1496

予測変数	推定値	95%信頼区間			Z	p	オッズ比	95%信頼区間	
		下限	上限	標準誤差				下限	上限
rotation	0.0931	0.00824	0.2054	0.0480	1.94	0.052	1.098	1.008	1.23
flexion	0.1453	0.00533	0.3302	0.0791	1.84	0.066	1.156	1.005	1.39
abduction	-0.0678	-0.17717	0.0241	0.0492	-1.38	0.168	0.934	0.838	1.02

図 4

ii) 脳卒中患者と健常コントロール参加者の上肢姿勢データ (Human Arm Triangle の単位法線ベクトル) を時間で正規化し, 1, 25, 50, 75, 100%時点での 3つの三角形およびその平面の単位法線ベクトルを示すことが可能であった. また, ベクトルの向きにより, 視覚的に姿勢を捉えることができた (図5). グラスからグラスへ水を移す課題において, 3点と採点した脳卒中患者 2 回目では, 前腕は回内せず, 肩関節外転と手関節掌屈による代償を伴っていたことが, 3つの単位法線ベクトルによって示された. これによって作解析を併用することはARATにおいても重要であり, これらの客観的な視点を加えることは, 運動学的に詳細な情報を医療者に提供し, 効果的な治療を選択する助けになると考える.

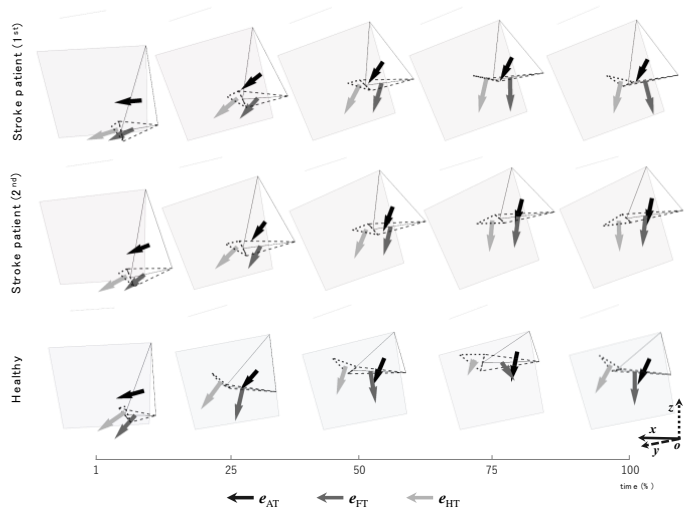


図 5

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 6件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Amano Satoru, Umeji Atsushi, Takebayashi Takashi, Takahashi Kayoko, Uchiyama Yuki, Domen Kazuhisa	4. 巻 27
2. 論文標題 Clinimetric properties of the shortened Fugl-Meyer Assessment for the assessment of arm motor function in hemiparetic patients after stroke	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Topics in Stroke Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 290 ~ 295
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/10749357.2019.1701176	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Amano Satoru	4. 巻 57
2. 論文標題 脳卒中後の上肢運動機能評価の現状と今後の方向性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine	6. 最初と最後の頁 774 ~ 780
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2490/jjrmc.57.774	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 梅地 篤史、天野 暁、橋本 幸久、内山 侑紀、道免 和久	4. 巻 40
2. 論文標題 小児脳梗塞後患者に対する2度のmodified Constraint-induced movement therapyの経験	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 作業療法	6. 最初と最後の頁 107 ~ 113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32178/jotr.40.1_107	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Amano Satoru, Umeji Atsushi, Takebayashi Takashi, Takahashi Kayoko, Uchiyama Yuki, Domen Kazuhisa	4. 巻 44
2. 論文標題 Psychometric properties of the TEMPA for the assessment of arm motor activity capacity in hemiparetic Japanese patients after stroke	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Disability and Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 4421 ~ 4428
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09638288.2021.1910352	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Amano Satoru, Umeji Atsushi, Takahashi Kayoko, Takebayashi Takashi, Uchiyama Yuki, Domen Kazuhisa	4. 巻 45
2. 論文標題 Psychometric properties of the Action Research Arm Test using decision rules for skipping items in hemiparetic patients after stroke: a retrospective study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Disability and Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 4471 ~ 4477
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09638288.2022.2153177	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takebayashi Takashi, Takahashi Kayoko, Amano Satoru, Goshō Masahiko, Sakai Masahiro, Hashimoto Koichi, Hachisuka Kenji, Uchiyama Yuki, Domen Kazuhisa	4. 巻 53
2. 論文標題 Robot-Assisted Training as Self-Training for Upper-Limb Hemiplegia in Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Stroke	6. 最初と最後の頁 2182 ~ 2191
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1161/STROKEAHA.121.037260	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Uchiyama Yuki, Takebayashi Takashi, Takahashi Kayoko, Amano Satoru, Goshō Masahiko, Sakai Masahiro, Hashimoto Koichi, Hachisuka Kenji, Domen Kazuhisa	4. 巻 31
2. 論文標題 Estimating the minimal clinically important difference of upper extremity outcome measures in chronic stroke patients with moderate to severe impairment: a cross-sectional study	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Topics in Stroke Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 409 ~ 417
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/10749357.2023.2259649	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計12件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 天野 暁, 梅地 篤史, 竹林 崇, 橋本 幸久, 道免 和久
2. 発表標題 脳卒中後上肢麻痺を有する患者に対するFugl-Meyer assessmentとaction research arm testにおける遠隔身体機能評価の信頼性
3. 学会等名 日本作業療法学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 天野 暁, 梅地 篤史, 竹林 崇, 高橋 香代子, 道免 和久
2. 発表標題 日本語版TEMPAに対する脳卒中患者における併存的妥当性の検討
3. 学会等名 新潟医療福祉学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 天野 暁, 梅地 篤史, 竹林 崇, 高橋 香代子, 道免 和久
2. 発表標題 日本語版Action Research Arm Testの階層性に基づく評価実施の適切性検討
3. 学会等名 日本作業療法学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 天野 暁
2. 発表標題 脳卒中の上肢機能評価 多くの医療者と共有できる臨床ツールを知ろう
3. 学会等名 新潟県作業療法学会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田口 晴貴, 佐々木 秀一, 天野 暁, 黒崎 空, 神保 武則
2. 発表標題 脳血管障害患者の回復期施設における上肢運動機能回復: Fugl-Meyer assessmentにおける時間的推移
3. 学会等名 日本作業療法学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐々木秀一, 天野暁, 軽部敦子
2. 発表標題 回復期リハビリテーション病棟における脳卒中後の上肢運動機能レベルに応じた手の使用頻度の変化
3. 学会等名 日本リハビリテーション医学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 梅地 篤史, 天野 暁, 道免和久
2. 発表標題 脳卒中後重度上肢麻痺に対するロボット療法を含む複合療法の反復実施：症例報告
3. 学会等名 日本リハビリテーション医学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 天野 暁, 梅地 篤史, 竹林 崇, 高橋 香代子, 道免和久
2. 発表標題 日本語版TEMPAに対する一般化可能性理論アプローチ：脳卒中患者に対する単施設横断試験
3. 学会等名 日本リハビリテーション医学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山岡 洸, 丸山 祥, 久保 雅昭, 天野 暁, 寺山 靖夫
2. 発表標題 慢性期重度上肢麻痺に対して運動機能改善を目指してボツリヌス投与後に複合的アプローチを実施した実践経験：症例報告
3. 学会等名 神奈川県作業療法学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 杉浦 隼太, 天野 暁, 竹井 隆晟, 落合 俊太, 山岡 洸, 廣瀬 卓哉, 丸山 祥
2. 発表標題 日本語版 Action Research Arm Test 遂行時間スケールにおける基準データの算出：健常者における予備的検討
3. 学会等名 日本リハビリテーション医学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山岡 洸, 天野 暁, 丸山 祥, 廣瀬卓哉, 石川弘明
2. 発表標題 日本語版Action Research Arm Testにおける評価者教育標準化に対する試み
3. 学会等名 日本作業療法学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 千葉 周平, 天野 暁, 佐々木 秀一, 田口 晴貴, 神保 武則
2. 発表標題 急性期脳梗塞患者に対する初期臨床症候診断分類と麻痺側の上肢運動機能改善との関連
3. 学会等名 日本作業療法学会
4. 発表年 2023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
---------	---------