車椅子 8 の字駆動テストの開発へ向けた予備的検討 Development of the Figure-of-8 Wheelchair Propulsion Ability Test: a Pilot Study

亀ヶ谷忠彦¹⁾, 藤田 貴昭²⁾, 相馬 正之³⁾

Tadahiko Kamegaya, OTR, PhD¹⁾, Takaaki Fujita, OTR, PhD²⁾, Masayuki Soma, RPT, PhD³⁾

要旨: [目的] 車椅子の方向転換や加速・減速といった駆動のスキルの評価に用いる測定・評価法の絶対信頼性および相対信頼性を、健康成人を対象として検証すること。

[方法] 検者は作業療法士 2 名、被検者は健康成人 36 名（男性 15 名、女性 21 名、平均年齢 21.3 ± 0.6 歳）とした。車椅子に着座した被検者は 8 の字型の測定コースを上肢駆動、最大の努力で走行し、測定コースの走行に要した時間が測定された。測定値の絶対信頼性は Bland-Altman 分析、相対信頼性は級内相関係数（2.1）を用いて検討した。

[結果] 測定値の系統誤差として比例誤差を認めたが加算誤差は認めなかった。測定値の級内相関係数（2.1）は 0.999, 95% 信頼区間は 0.999–1.000 であった。

[結語] 本研究で開発された車椅子駆動速度の測定・評価法は測定値が内包する誤差の特性が確認され、また高い検者間信頼性を示した。

キーワード: 車椅子シーティング, 車椅子駆動能力, 測定・評価法

Abstract: [Purpose] To examine the absolute reliability and relative reliability of a method for measuring and evaluating the wheelchair propulsion skills of turning, accelerating, and decelerating manual wheelchairs among healthy adults.

[Method] Two occupational therapists performed the tests on 36 healthy adults (men: 15; women: 21; mean age: 21.3 ± 0.6 years). In the figure-of-8 type of measured course, each participant propelled a wheelchair with arm propulsion and maximum effort. Examiners measured the time required for participants to propel the established course using a stopwatch. The absolute reliability of the measurement value was examined using the Bland-Altman analysis, and the relative reliability was examined using the intraclass correlation coefficient (2.1).

[Results] A proportional bias was found as a systematic bias of the measured value; however, no fixed bias was observed. The intraclass correlation coefficient (2.1) of the measured values was 0.999, with 95% confidence interval of 0.999–1.000.

[Conclusion] The measurement and evaluation method developed in this study confirmed the error characteristics in the measured values and showed a high inter-tester reliability.

Key words: wheelchair seating, wheelchair propulsion ability, measurement and evaluation method

受付日: 2020年 8 月 7 日, 採択日: 2020年10月 8 日

¹⁾ 東京家政大学 健康科学部リハビリテーション学科: 〒350-1398 埼玉県狭山市稲荷山 2-15-1

Department of Rehabilitation, Faculty of Health Sciences, Tokyo Kasei University

電話番号: 04-2955-6076 E-mail: kamegaya-t@tokyo-kasei.ac.jp

2-15-1 Inariyama, Sayama, Saitama, 350-1398 Japan

Tel.: +81(0)4 2955 6076 E-Mail: kamegaya-t@tokyo-kasei.ac.jp

²⁾ 福島県立医科大学 新医療系学部設置準備室

Preparing Section for New Faculty of Medical Science, Fukushima Medical University

³⁾ 東北福祉大学 健康科学部リハビリテーション学科

Department of Rehabilitation, Faculty of Health Sciences, Tohoku Fukushi University

I. はじめに

人口の急速な高齢化や生活習慣病の増加に伴って車椅子利用者の数は急伸している¹⁾。根拠に基づいた医療 (evidence based medicine) が求められる今日、車椅子シーティング (以下、シーティング) もその実践の効果を科学的根拠に基づいて検証することが必要とされている²⁾。車椅子利用者にとって車椅子は日常生活における移動手段であり、また必要不可欠な生活用具でもある。生活用具としての車椅子に求められる役割は多岐に渡るが、中でも車椅子の走行性を左右する車椅子駆動能力の評価はシーティングにおいて重要な位置を占めている。車椅子に関連するスキルのテスト (Wheelchair skills tests) に関するシステマティック・レビュー³⁾によれば、シーティングの研究において車椅子駆動能力は最も多く採用された効果指標であり、そのいくつかは車椅子の駆動速度 (以下、車椅子駆動速度) に焦点を当てている⁴⁻⁶⁾。

車椅子利用者は日常生活において、直線的に車椅子を駆動することに加え、方向転換や加速・減速といった駆動のスキルが求められる。車椅子駆動能力の評価法を開発した先行研究^{7,8)}では、車椅子駆動速度は直線路の測定区間で測定されてきた。しかし方向転換や加速・減速といった駆動のスキルを評価するためには、直線的なコースに加え、障害物の回避やカーブ路に沿った駆動を求めるコースが設定される必要がある。いくつかの先行研究では4本のポールを3m間隔⁹⁾、3本のポールを2mおよび3m間隔¹⁰⁾で並べたコースをスラローム走行する課題、またスタート地点から2.5m^{11,12)}あるいは5m⁸⁾の離れた地点に置かれたコーンを回ってスタート地点まで戻る課題が設定されている。学会報告では4m間隔で設置された2つの目標物を8の字を描くように周る課題が紹介されている¹³⁻¹⁵⁾。いずれの研究においても特徴的なコースが設定されているが、各々のコースが設定された目的や根拠について十分な説明はみられず、また測定・評価法の信頼性も検証されていない。そこで筆者らは、車椅子の方向転換や加速・減速といった駆動のスキルの評価に用いる信頼性を備えた評価法を開発することが必要と考えた。本研究はその予備的検討として、先行研究の知見を基に障害物の回避やカーブ路に沿った駆動を求める測定コースを考案し、そのコースを用いて車椅子駆動速度を測定する手法の信頼性を、健常成人を対象に検証した。

II. 対象と方法

1. 対 象

検者は作業療法士2名 (臨床経験20年, 12年)、被検者は本研究への協力に同意が得られた健常成人36名 (男性15名, 女性21名, 平均年齢 21.3 ± 0.6 歳, 座位下腿長 40.2 ± 2.2 cm) とした。シーティングの対象とされる高齢者、障害者は障害の程度によって測定時の姿勢や遂行できる課題に差が生じることが予測された。そのため本研究の被検者は、検者の指示を十分に理解し、課題を安全かつ確実に遂行することができる若年健常成人とした。本研究の内容は東京家政大学健康科学部研究倫理委員会の審査を受け承認された (審査番号 SKE2020-05)

2. 方 法

1) 測定方法

測定に用いた車椅子はアルミ製スタンダード車いす自走型 AR-101 (松永製作所社製)、車椅子クッションは5 TC-045 (タカノハートワークス社製) であった。車椅子のフットサポート・シート間距離は、車椅子クッションを設置した状態で各被検者の座位下腿長に適合させた。

本研究では、カーブ路を含む測定区間で被検者の車椅子駆動能力を評価するため、Figure-of-8 Walk Test¹⁶⁾を参考に図1に示す測定コースを考案した。カーブ路における歩行能力を評価する Figure-of-8 Walk Test¹⁶⁾では、2本のコーンが5フィート (約1.5m) の間隔を置いて設置されていたが、車椅子駆動能力を評価した先行研究⁸⁻¹⁵⁾ではコーン、スタートライン等の複数の目標物が2mから5mの間隔をおいて設置されていた。本研究では先行研究を参考として、また日常生活で求められる車椅子の加速・減速も併せて評価するためには目標物の間に5m程度の間隔が必要と考え、2本のコーンは5mの間隔をおいて設置した。測定は平坦な床面を有する屋内の一室で行われた。2本のコーンを結んだ直線の間地点に、19mm幅で白色のビニールテープを用いて同直線と直交する白線を引き、測定区間の開始・終了地点 (以下、走行開始・終了地点) とした (図1)。被検者は車椅子に着座した後、股部を車椅子のシート奥へ詰めて座り、股関節・膝関節90°屈曲位、足関節底背屈0°を目安に上体を直立させた姿勢をとった。続いて被検者は左右の手で車椅子のハンドリムを把持し、車椅子の両側のキャスターを走行開始・終了地点の線上に位置させ、走行開始の指

示が出されるまで静止した状態で待機した。被検者が車椅子を駆動する方法は上肢駆動とし、駆動中は背部をバックサポートから離さないよう求めた。被検者には「走行始め」の合図とともに車椅子をできる限り速く駆動し、2本のコーンに接触することがないように注意しながら両コーンを8の字を描くように回り、再び走行開始・終了地点まで戻るよう指示した。測定区間を走り終えて再び走行開始・終了地点を通過する際は、車椅子を減速させることなく、それまでの速度を保ちながら駆動するよう指示した。2名の検者は走行開始・終了地点を挟んで並び立ち、車椅子のキャストが走行開始地点を離れてから再び走行開始・終了地点を通過するまでの所要時間（以下、駆動時間）をデジタルストップウォッチで測定した。走行開始・終了地点まで戻った車椅子が白線に対して斜め方向へ走行しながら通過した場合、一侧のキャストが白線を通過したタイミングで測定を終了した。測定の精度は0.1秒とし、0.1秒未満の数値は四捨五入した。駆動時間を車椅子駆動速度の指標とし、時間が短いほど車椅子駆動速度が速いものと解釈した。本研究では本法を車椅子 8 の字駆動テストと称した。

図1 車椅子 8 の字駆動テストの測定コース

2本のコーンを5mの間隔において設置し、それらの中間地点を測定区間の開始・終了地点（以下、走行開始・終了地点）とした。被検者は車椅子に着座し、車椅子のキャストを走行開始・終了地点の白線上に位置させた。被検者は走行開始の合図とともに、上肢駆動、最大の努力で車椅子を駆動し、2本のコーンの周りを8の字を描きながら1周した。検者は車椅子のキャストが走行開始・終了地点を離れてから再び走行開始・終了地点を通過するまでの所要時間をデジタルストップウォッチで測定した。

2) 統計解析

従来、リハビリテーション領域における測定・評価法の開発研究では級内相関係数などを用いて相対信頼性を検討した報告が多く見られる¹⁷⁾。しかし、相対信頼性を検討するのみでは測定値が内包する誤差、中でも測定値の真の値から構造的・系統的乖離をもたらす系統誤差の有無や程度を明らかにすることはできず、今日の測定・評価法開発ではBland-Altman分析を用

いて絶対信頼性を検討することが推奨されている¹⁷⁾。本研究では測定値の相対信頼性の検討には級内相関係数（Interclass Correlation Coefficient：以下、ICC）を用い、2名の検者によって測定された値から検者間信頼性の指標となるICC（2,1）とその95%信頼区間を算出した。測定値の絶対信頼性は、Bland-Altman分析を用いて測定時に2名の検者から得られた測定値における誤差の有無、種類および範囲を検討した。系統誤差（加算誤差、比例誤差）については、まず2名の検者から得られた2つの測定値の差（difference、以下 d ）を y 軸、2つの測定値の平均値を x 軸にプロットしたBland-Altman plotを作成し、散布図の分布様態を確認した。続いて2つの測定値の差（ d ）の95%信頼区間を以下の式¹⁷⁾より算出し、その範囲が0を含まない場合は加算誤差が存在すると判断した。以下の式では、2つの測定値の差の平均は $\bar{d}$ 、2つの測定値の差の標準偏差は SD_d 、標本数は n 、自由度 $n-1$ の t 値は t と示されている。

$$\bar{d} \text{ の } 95\% \text{ 信頼区間 : } \bar{d} \pm t \times \sqrt{\frac{SD_d}{n}}$$

比例誤差の有無はBland-Altman plotにプロットされた2変数、すなわち2つの測定値の差（ d ）と2つの測定値の平均値のデータ群について回帰分析を行い、回帰の有意性を検定するとともに回帰直線の傾きを求めた。回帰が有意と判断された場合は比例誤差が存在すると判定した。

測定値はShapiro-Wilk検定を用いて分布の正規性を確認した。

統計解析にはIBM SPSS Statistics version 26 for windows（日本IBM社製）を用い、有意水準は5%（ p 値 < 0.05 ）とした。

III. 結果

2名の検者から得られた測定値は、一方の検者においては 16.8 ± 3.4 秒、他方の検者においては 16.8 ± 3.5 秒であった。Shapiro-Wilk検定によって求められた有意確率は一方の検者において0.31、他方の検者において0.24であり、両検者の測定値は正規分布することが確認された。

2名の検者から得られた測定値の検者間信頼性の指標であるICC（2,1）は0.999、95%信頼区間は0.999 - 1.000であった。

2名の検者から得られた測定値をもとに作成されたBland-Altman plotを図2に示す。2つの測定値の差

図2 測定値の Bland-Altman plot

の95%信頼区間は下限値 -0.06 、上限値 0.03 であり、加算誤差は認められなかった。Bland-Altman plot の回帰分析の結果より、回帰直線の有意性は $p < 0.001$ 、回帰直線の傾きは -0.02 と算出された。

IV. 考 察

本研究では、車椅子の方向転換や加速・減速といった駆動のスキルの評価に用いる信頼性を備えた測定・評価法を開発するため、その予備的検討として車椅子 8 の字駆動テストを考案し、健常成人を対象としてその信頼性を検証した。

Bland-Altman 分析を用いて車椅子 8 の字駆動テストの測定値の絶対信頼性を検討した結果、2つの測定値の差の95%信頼区間は下限値 -0.06 、上限値 0.03 であり、上限値と下限値との間に0が含まれることから加算誤差は存在しないものと判断した。Bland-Altman plot について回帰分析を行った結果、回帰式に有意性が認められた($p < 0.001$)ため比例誤差が存在するものと判断した。加算誤差は真の値の大小にかかわらず正・負の特定方向に生じる誤差、比例誤差は真の値の大きさに比例して大きくなる誤差である¹⁷⁾。本研究の結果より、車椅子 8 の字駆動テストの測定値には正・負の特定方向へ偏って生じる誤差が生じない一方、測定値が大きくなるに従って測定誤差が大きくなることが示唆された。検者間信頼性の指標である ICC (2.1) を用いて測定・評価法の相対信頼性を検討した結果、ICC (2.1) の値は 0.999 、95%信頼区間は $0.999 - 1.000$ と示された。ICC は 0.7 以上であれば信頼性が

高いと判定される¹⁸⁾ことから、車椅子 8 の字駆動テストは高い検者間信頼性を備えた評価法と考えられた。

本研究で開発された車椅子 8 の字駆動テストの特徴は、車椅子駆動の方向を転換するスキルを評価するために8の字の測定コースを採用した点、車椅子の加速・減速させるスキルを評価するために2本のコーンを5mの間隔をおいて設置した点、また被検者へ最大の努力による駆動を求めた点である。本テストの測定値の妥当性は今後、被検者の心身機能や日常生活活動能力などシーティングで評価される他の事項との関連を検証することによって明らかにされていく必要がある。本研究で開発された測定・評価法は検者内信頼性が検証されておらず、同一の検者が同一の被検者へ繰り返し測定を行った場合における測定値の一致度は明らかではない。今後は本測定・評価法の検者内信頼性が検証される必要がある。本研究は健常成人を対象に実施されたことから、今後は日常的に車椅子を使用している高齢者、障害者を対象に、測定条件の慎重な統制と安全に対する配慮のもとで測定・評価法の信頼性を検証する必要がある。

V. 結 語

本研究で開発された車椅子 8 の字駆動テストは、測定値が内包する誤差の特性が確認され、また高い検者間信頼性を示したことから、測定上の誤差を考慮することによって今後の臨床実践や研究へ応用することが可能と考えられた。今後の課題は、本テストの測定値と車椅子利用者の心身機能や日常生活活動能力などとの関連を検証すること、日常的に車椅子を使用している高齢者、障害者を対象に本テストの信頼性を検証することである。

引用文献

- 1) 田中マキ子：ポジショニング学 ー 体位管理の基礎と実践。中山書店、東京、2013、29.
- 2) 日本シーティング・コンサルタント協会：車椅子シーティング実践ガイドライン2019. https://seating-consultants.org/wp-content/uploads/2019/12/wcseating2019_12_26.pdf (2020/8/7引用)
- 3) Kilkens O, Post M, Dallmeije A, Seelen H, et al. Wheelchair skills tests: a systematic review. Clin Rehabil, 2003, 17(4): 418-430.
- 4) Agre J, Findley T, McNally M, et al: Physical Activity Capacity in Children with Myelomeningocele. Arch Phys Med Rehabil, 1987, 68(6): 372-377.
- 5) Findley T, Agre J: Ambulation in the Adolescent with Spina

- Bifida. II. Oxygen Cost of Mobility. Arch Phys Med Rehabil, 1988, 69(10): 855-861.
- 6) Simmons S, Schnelle J, MacRae P, et al.: Wheelchairs as Mobility Restraints: Predictors of Wheelchair Activity in Nonambulatory Nursing Home Residents. J Am Geriatr Soc, 1995, 43(4): 384-388.
- 7) Askari S, Kirby R, Parker K, et al.: Wheelchair Propulsion Test: Development and Measurement Properties of a New Test for Manual Wheelchair Users. Arch Phys Med Rehabil, 2013, 94(9): 1690-1698.
- 8) 森田智之, 浅沼満, 廣瀬秀行・他: 車椅子駆動能力評価方法の信頼性と日常生活活動自立度との関連の検討. リハビリテーション・エンジニアリング, 2014, 29(4): 219-225.
- 9) 牧野健一郎, 吉本奈美, 和田太・他: 脳卒中片麻痺患者における下肢駆動型車椅子の有用性. リハビリテーション医学, 2003, 40(9): 617-620.
- 10) 坂野裕洋, 植松光俊, 江西一成・他: 高齢障害者における操作機種別電動車いす操作特性の検討. 愛知県理学療法学会誌, 2007, 19(3): 119-123.
- 11) 浅井結, 木村美穂, 渡辺和恵・他: 体幹回旋運動のマシーントレーニングが車椅子駆動能力に及ぼす影響 ―介護老人保健施設に入所中の車椅子自走者を対象に―. 理学療法科学, 2006, 21(3): 281-285.
- 12) 木村美穂, 浅井結, 渡辺和恵・他: 体幹回旋運動のマシーントレーニングが車椅子駆動能力に及ぼす影響 ―片手片足駆動者と両手駆動者との比較―. 理学療法科学, 2007, 22(2): 239-243.
- 13) 市来詩織, 新井由美子, 網本和: 要介護高齢者における車椅子操作能力の評価とリハビリテーションに関する検討. 理学療法科学, 2007, 34 (suppl-2.2): 647.
- 14) 和田圭亮, 齋藤隆哉, 網本和: 8字車椅子駆動テスト(スラロームテスト)における体幹回旋と視野狭窄が与える影響. 理学療法科学, 2007, 34 (suppl-2.2): 648.
- 15) 大田原遥, 伊藤貴史, 石井健史・他: 脳卒中片麻痺患者に対する座面角度調整が車いす駆動スキルに与える影響 ―スラロームテスト・三次元動作解析装置を用いた比較検討―. 車椅子シーティング研究, 2019, 4: 99.
- 16) Hess R, Brach J, Piva S, et al.: Walking Skill Can Be Assessed in Older Adults: Validity of the Figure-of-8 Walk Test. Phys Ther, 2010, 90(1): 89-99.
- 17) 下井俊典: 評価の絶対信頼性. 理学療法科学, 2011, 26(3): 451-461.
- 18) 対馬栄輝: SPSSで学ぶ医療系データ解析. 東京図書, 東京, 2007, 212.