脳卒中片麻痺患者における麻痺側下肢筋力と 移動能力の関係

—膝伸展筋力・脚伸展筋力の比較—

*Relationship between Muscle Strength of the Affected Lower Limb and Locomotion
Ability of Hemiplegic Stroke Patients
—A Comparison of Knee Extensor Strength and Leg Extensor Strength—*

川端 悠士¹⁾ 林 真美¹⁾ 南 秀樹¹⁾ 溝口 桂¹⁾

YUJI KAWABATA, RPT¹⁾, MAMI HAYASHI, RPT¹⁾, HIDEKI MINAMI, RPT¹⁾, KATSURA MIZOGUCHI, RPT¹⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation Medicine, Shuto General Hospital, JA Yamaguchi Prefectural Welfare Federation of Agricultural Cooperative: 1000-1, Kogaisaku, Yanai City, Yamaguchi Pref, 742-0032, Japan. TEL+81 820-22-3456
E-mail: pro-1031@abeam.ocn.ne.jp

Rigakuryoho Kagaku 26(3): 377-380, 2011. Submitted Dec. 13, 2010. Accepted Feb. 3, 2011.

ABSTRACT: [Purpose] We investigated which muscle strength related best to the locomotion ability of hemiplegic stroke patients: the knee extensor strength as an open kinetic chain, or the leg extensor strength as a closed kinetic chain. [Subjects] The subjects were 23 hemiplegic stroke patients. [Method] We used a hand-held dynamometer to measure the knee extensor strength, a commercially available meter to measure leg extensor strength, and the totals of the three items of transfer to bed/wheelchair, ambulation, and stairs of the Functional Independent Measure to assess locomotion ability. [Results] The correlation coefficient of leg extensor strength and locomotion ability was significantly higher than the correlation coefficient of knee extensor strength and locomotion ability. [Conclusion] These results suggest that leg extensor strength is more useful than knee extensor strength as a measure of the muscle strength of the affected lower limb of hemiplegic stroke patients.

Key words: hemiplegic stroke, knee extensor strength, leg extensor strength

要旨:〔目的〕脳卒中片麻痺患者を対象に開放性運動連鎖としての膝伸展筋力と閉鎖性運動連鎖としての脚伸展筋力のどちらが移動能力との関連が強いかを検討した。〔対象〕脳卒中片麻痺患者 23 例とした。〔方法〕膝伸展筋力の評価には Hand Held Dynamometer を、脚伸展筋力の評価には市販体重計を用い、移動能力の評価には Functional Independence Measure の移乗、歩行および階段昇降の 3 項目の合計点を使用した。〔結果〕脚伸展筋力と移動能力間の相関係数は膝伸展筋力と移動能力間の相関関係よりも有意に高かった。〔結語〕脳卒中片麻痺患者の麻痺側下肢筋力評価には膝伸展筋力評価よりも脚伸展筋力評価の方が有用であると考えられた。

キーワード: 脳卒中片麻痺, 膝伸展筋力, 脚伸展筋力

¹⁾ JA 山口厚生連 周東総合病院 リハビリテーション科: 山口県柳井市古開作 1000-1 (〒742-0032) TEL 0820-22-3456

受付日 2010 年 12 月 13 日 受理日 2011 年 2 月 3 日

I. はじめに

一般に脳卒中片麻痺患者における運動麻痺は質的变化としてとらえられ、麻痺側の筋力測定では拮抗筋との同時収縮や異常筋緊張のため真の運動機能の評価が困難であるとされてきた¹⁾。そのためわが国では片麻痺患者の麻痺側運動機能評価にMMT (Manual Muscle Test) を代表とする筋力評価法を用いることは疑問視され、BRS (Brunnstrom Recovery Stage) や上田12gradeなどが用いられてきた。潮見らの脳卒中患者を対象とした運動機能評価法の利用状況に関する調査でも、質的評価であるBRSの使用頻度は高く「必ず使っている」・「時々使っている」が80%以上を占めるのに対し、量的評価であるHHD (Hand-held Dynamometer) やトルクマシンによる筋力測定の使用頻度は20%程度である²⁾。

一方で近年、従来の定説であった筋力強化運動が痙縮等の陽性兆候を増悪させるといった仮説が否定され、麻痺肢の筋力強化運動により筋力・日常生活動作能力の改善が可能であることが多くのデータ統合型研究で明らかにされている³⁾。2009年に公表された脳卒中治療ガイドライン2009でも麻痺側下肢の筋力トレーニングはグレードAと強く推奨されている⁴⁾。このように脳卒中片麻痺患者における筋力強化運動の重要性が見直され、量的指標でとらえた麻痺側下肢筋力とADL動作能力の関連が強いことがすでに多く報告されている⁵⁾。

下肢筋力の測定方法は測定対象筋群、筋収縮様式、関節角度特性、運動様式 (Open Kinetic Chain : OKC・Closed Kinetic Chain : CKC) が異なり、このことにより多様な方法が報告されてきた。片麻痺患者においても麻痺側下肢筋力と歩行能力の関連について、膝伸展筋力 (OKC)⁶⁾あるいは脚伸展筋力 (CKC)⁷⁾のうち単一の運動様式で検討した報告は多い。片麻痺患者に効果的な筋力強化運動を施行するにあたり、これらのOKC・CKCといった運動様式の相違と移動能力の関連について明らかにする必要があるが、我々の渉猟範囲ではそれを検討した報告は無い。CKCにおける筋力強化運動は筋出力

特性や関節運動が起立・歩行といった運動課題に近く運動学習効果も期待できる⁸⁾と思われるが、脳卒中片麻痺患者を対象としてその有用性を検討した報告は無い。そこで本研究では機能的自立度評価法 (Functional Independence Measure : FIM) の運動項目のうち、「車椅子-ベッド間移乗」、「歩行」、および「階段昇降」の3項目の自立度を移動能力の指標として、膝伸展筋力あるいは脚伸展筋力のどちらが移動能力との関連が強いかを横断的に分析することを目的とする。

II. 対象と方法

1. 対象

対象はJA山口厚生連周東総合病院へ入院し理学療法対象となった、脳卒中片麻痺患者23例 (発症後1ヶ月以内) でテント上一側性病変を有する初発例とした。麻痺側下肢の運動麻痺の程度がBRSでⅢ以上 (共同運動により膝関節単関節での分離運動が困難な例は除く) であることを対象者の条件とし、意識障害、認知機能低下、高次脳機能障害、および運動器障害により麻痺側膝伸展筋力および麻痺側脚伸展筋力の測定が困難な場合は対象から除いた。なお対象者には研究の趣旨を説明し同意を得た。対象者の属性を表1に示した。

2. 方法

OKCにおける麻痺側膝伸展筋力測定は、JTECK社製Power Track IITM COMMANDER (HHD) を用い、山崎ら⁹⁾の方法に準じて行った。固定ベルトを用いた山崎らの方法では級内相関係数 (Intraclass correlation coefficient : ICC) が0.993と高い検者内再現性が報告されている。測定は端座位で下腿を下垂させ、センサーアタッチメントを内外果直上に装着し、測定中はセンサーアタッチメントがずれないように検者が固定した。膝を伸展した際に膝関節屈曲90°となるように固定ベルトの長さを調節し、下腿後方の支柱に固定した。測定は1回の

表1 対象患者属性

性別：男性13例，女性10例
年齢：75.0 ± 7.0歳
診断名：脳梗塞20例，脳出血3例
麻痺側：右14例，左9例
運動麻痺 (BRS)：Ⅲ6例，Ⅳ5例，Ⅴ9例，Ⅵ3例
感覚機能 (SIAS-S) 下肢触覚：3点14例，2点7例，1点2例
下肢深部感覚：3点16例，2点4例，1点3例
筋緊張 (SIAS-T)：3点15例，2点5例，1点3例
発症後経過日数：10.7 ± 4.7日

Mean ± SD, SIAS-S: Stroke Impairment Assessment Set-Sensation, SIAS-T: Stroke Impairment Assessment Set-Tone

練習の後、3回行いその最大値を個人の代表値として用いた。測定値(N)と下腿長(m)から関節モーメントを算出し、体重で除した値を膝関節伸展筋力(Nm/kg)とした。

CKCにおける麻痺側脚伸展筋力測定は、市販体重計を使用し、村田ら¹⁰⁾の方法に準じて行った。本法では片麻痺患者においても高いICC(0.963)が報告されている。測定姿勢は治療台(高さ45 cm)上端座位とし、膝関節屈曲90°となるように足底を体重計に置いた状態で治療台端-膝窩間を拳1個分空けさせた。測定開始の合図とともに、麻痺側下肢で体重計を垂直方向に3秒間押させた。体幹の矢状面・前額面での動きは制限せず、殿部を治療台から離さないように留意した。測定は1回の練習の後、3回行った。測定3回における最大値を代表値(kg)とし、これを体重で除した値を脚伸展筋力(kgf/kg)とした。麻痺側脚伸展筋力測定に関しては、今回使用した方法の他にStrength Ergo240¹¹⁾や市販体重計と骨盤ベルトを使用した仰臥位での計測方法¹²⁾が報告されているが、姿勢、筋収縮様式、関節角度特性といった運動様式以外の要素を、膝伸展筋力測定におけるそれと統一する目的で、座位・膝関節屈曲90°における等尺性収縮での測定とした。CKC運動は体重負荷による荷重を含む動作として定義付けられることもある¹³⁾が、一方で荷重は必ずしも必要な要素ではないとしているものもある¹⁴⁾。本研究で使用した座位で体重計を押す動作は、体重負荷による荷重を含む運動ではないが、体軸への荷重要素を持ち、遠位部が固定された状態で多関節にまたがる複数筋群が活動する運動である。よって本研究では村田らの市販体重計を使用した下肢運動機能評価法をCKC運動として捉え、脚伸展筋力の指標として用いた。なお麻痺側膝伸展筋力・麻痺側脚伸展筋力測定はいずれも1名の検者が行い、測定の順序はランダムとした。筋力測定に際しては血圧上昇のリスクを考慮し、1回の筋収縮時間を3秒とし、休止期を30秒以上設けた。

移動能力評価としてはFIM運動項目における「車椅子-ベッド間移乗」、「歩行」および「階段昇降」の3項目の合計点(7点満点×3項目、21点満点)を用いた。対象者の能力の偏りによる天井効果あるいは床効果出現のリスクを軽減するため、移動(歩行)動作の自立度に加え、移動動作より自立が容易な車椅子-ベッド間移乗動作、困難な階段昇降の自立度を加えた指標を移動能力評価の指標とした。

Shapiro-wilk検定を使用し麻痺側膝伸展筋力と麻痺側脚伸展筋力の正規性を確認した後、麻痺側膝伸展筋力、麻痺側脚伸展筋力それぞれにおいて3回の測定値間の級内相関係数(ICC(1, 1))を算出し、測定値の検者内信頼性について検討した。また移動能力と麻痺側膝伸展筋力および麻痺側脚伸展筋力との関連性についてSpearmanの順位相関係数を算出し検討した。さらに麻痺側膝伸展筋力と-移動能力指標との間の相関係数(r_1)、および麻

痺側脚伸展筋力と移動能力指標との間の相関係数(r_2)に対し、Fisherのz変換を行った後、各z値の差を検討した。なお統計処理にはSPSS11.5 for Windowsを使用し、有意水準は5%未満とした。膝伸展筋力と脚伸展筋力の測定値は平均値±標準偏差を、FIM3項目については中央値をそれぞれの代表値とした。

III. 結 果

膝伸展筋力、脚伸展筋力の平均値はそれぞれ 0.66 ± 0.3 Nm/kg, 29.8 ± 12.7 kgf/kgであった。移動能力の指標としたFIM3項目の自立度の中央値は、車椅子-ベッド間移乗6点、歩行4点、階段昇降3点であった。

膝伸展筋力、脚伸展筋力における3回の測定値間のICC(1, 1)はそれぞれ0.90(95%信頼区間0.82-0.95), 0.95(95%信頼区間0.91-0.98)と、いずれも高い再現性を示した。膝伸展筋力と移動能力の間に中等度($r_1=0.56$, $p<0.01$)の、脚伸展筋力と移動能力との間に強い相関が認められた($r_2=0.85$, $p<0.01$)。膝伸展筋力と脚伸展筋力との間には有意な相関は認められなかった。z値の差の検定により、脚伸展筋力・移動能力間の相関係数 r_2 は膝伸展筋力・移動能力間の相関係数 r_1 に比較して有意に高値を示した($z=1.97$, $p<0.05$)。

IV. 考 察

脳卒中片麻痺患者の移動能力における麻痺側下肢運動機能の重要性については、諸家により報告されている^{14,15)}。また感覚機能や協調性といった他の身体機能と比較しても麻痺側下肢筋力が日常生活動作能力に与える影響は大きいことが示されており^{16,17)}、脳卒中片麻痺患者における麻痺側下肢の筋力測定は臨床的意義が高いと考えられる。しかしながらOKC・CKCといった異なる運動様式における筋力と移動能力との関係を、同一の脳卒中片麻痺患者を対象として検討した報告は無く、本研究ではこの点について検討した。

結果から麻痺側脚伸展筋力は麻痺側膝伸展筋力よりも移動能力との関連が強く、脳卒中片麻痺患者における麻痺側運動機能の評価には膝伸展筋力評価よりも脚伸展筋力評価が有用であることが明らかとなった。一般に加齢や廃用性変化による筋力低下例では下肢筋力の代表値として膝伸展筋力が使用され、下肢支持力を反映する指標となる。しかしながら今回対象とした脳卒中片麻痺患者のように運動麻痺により筋力低下の程度が個々の筋で異なる場合、膝伸展筋力を下肢筋力の代表値として使用することが困難となる。平木らは末梢神経損傷患者を対象とした検討で、抗重力筋群に選択的に筋力低下を呈する症例においては、単一筋群の筋力評価のみではなく脚全体の伸展力の評価の併用が必要であると述べている

が¹⁹⁾、本研究から片麻痺患者においても、膝伸展筋力といった単一筋群の筋力評価のみでなく、脚伸展筋力の評価が必要であることが示唆された。

临床上、座位で十分な膝関節伸展運動が困難であっても、起立や歩行といった荷重時には膝関節伸展筋群の収縮が可能な片麻痺患者をしばしば経験する。このように片麻痺患者の運動障害は基本的には随意運動の障害であり、随意運動は最も困難な課題の一つである。一方で荷重時のようなautomaticな筋活動が起こりやすい環境では比較的強い筋活動を引き出すことが可能である²⁰⁾。体重計を使用した座位膝関節90°屈曲位での脚伸展筋力評価はより荷重位に近い運動様式であり、片麻痺患者にとって筋活動を引き出しやすい環境であるのに対し、膝関節90°屈曲位での膝関節伸展等尺性収縮は随意運動を伴う片麻痺患者にとって困難な運動様式である。健常成人を対象として膝伸展筋力・脚伸展筋力の関連について検討した報告²¹⁾では、膝関節屈曲90°では膝伸展筋力・脚伸展筋力間に強い相関関係を認めたとされているが、本研究では90°膝屈曲位での膝伸展筋力・脚伸展筋力間に有意な相関関係は認められなかった。これは前述した片麻痺患者の筋力発揮特性によるものと考えられ、今回の結果に影響を与えた一因と考えられる。

また結果から片麻痺患者を対象に移動能力の向上を目的として筋力強化運動を施行する場合、脚伸展筋力の強化が重要であることが示唆された。今後はランダム化比較試験などの実験デザインを使用し、脚伸展筋力強化の片麻痺患者における移動能力改善効果について縦断的に検証する必要がある。

本研究における限界として脚伸展筋力の測定方法が挙げられる。今回用いた脚筋力測定方法は先行研究で高い信頼性・基準関連妥当性が報告されており⁹⁾、本研究においても測定値間の高い検者内再現性が確認された。本研究では筋収縮様式・関節角度特異性、姿勢(座位・臥位)筋緊張の相違による影響を除く目的で、脚伸展筋力測定を膝関節伸展筋力測定と同様の座位膝関節90°屈曲位での等尺性収縮にて行った。本法は市販の体重計を使用して簡易な測定が可能であり、临床上も使用しやすいと考えられる。しかしながら他の脚伸展筋力測定法^{11,12)}に比較して骨盤の固定性が不十分であり、さらには体幹・対側下肢の肢位についても規定されていないため、体幹の姿勢保持能力など脚伸展筋力以外の要素を含んだ指標である可能性がある。今後はこれらの点を考慮した脚伸展筋力測定方法での検討が必要である。

引用文献

- 1) BoBath B: 片麻痺の評価と治療(紀伊克昌訳)。医歯薬出版、東京、1997、pp29-30.
- 2) 潮見泰蔵、今井 樹: 脳卒中における評価と理学療法効果。理学療法ジャーナル、2003、37(8): 639-646.
- 3) Ada L, Dorsch S, Canning CG: Strengthening interventions increase strength and improve activity after stroke: a systematic review. *Aust J Physiother*, 2006, 52(4): 241-248.
- 4) 脳卒中合同ガイドライン委員会: 脳卒中治療ガイドライン2009, 協和企画、東京、2009、pp271-340.
- 5) Kim CM, Eng JJ: The relationship of lower-extremity muscle torque to locomotor performance in people with stroke. *Phys Ther*, 2003, 83(1): 49-57.
- 6) Bohannon RW: Knee extension power, velocity and torque: relative deficits and relation to walking performance in stroke patients. *Clin Rehabil*, 1992, 6(2): 125-131.
- 7) 平木幸治、山崎裕司、青木詩子・他: 脳卒中片麻痺患者の麻痺側脚伸展筋力の回復過程。高知リハビリテーション学院紀要、2002、3: 13-17.
- 8) 佐々木誠、山上弘義、白鳥常男: 等速性脚伸展筋力増強訓練と等速性膝伸展筋力増強訓練とのトレーニング効果の比較。PTジャーナル、1998、32(5): 367-372.
- 9) 山崎裕司、長谷川輝美: 固定用ベルトを装着したダイナモメーターによる等尺性膝伸展筋力の測定—検者内再現性の検討—。高知リハビリテーション学院紀要、2001、3: 1047-1050.
- 10) 村田 神、大田尾浩、有馬幸史・他: 脳卒中片麻痺患者における市販体重計を用いた下肢荷重力評価の検討。理学療法ジャーナル、2005、39(12): 1101-1105.
- 11) 立石圭祐、山田純生、大森 豊・他: Strengthengo240による脚伸展筋力測定の信頼性について。理学療法学、2001、28(7): 329-331.
- 12) 山崎裕司、大森圭貢、青木詩子・他: 市販体重計を用いた脚伸展筋力の測定。理学療法ジャーナル、1998、32(7): 542-543.
- 13) Fitzgerald GK: Open versus closed chain kinetic exercise: issues in rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstructive surgery. *Physical Therapy*, 1997, 77(12): 1747-1754.
- 14) Snyder-Mackler L: Scientific rationale and physiological basis for the use of closed kinetic chain exercise in the lower extremity. *J Sport Rehabil*, 1996, 5(1): 2-12.
- 15) Flansbjerg U-B, Downham D, Lexell J: Knee muscle strength, gait performance, and perceived participation after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 2006, 87(7): 974-980.
- 16) Nasciutti-Prudente C, Oliveira FG, Houri SF, et al.: Relationships between muscular torque and gait speed in chronic hemiparetic subjects. *Disabil Rehabil*, 2009, 31(2): 103-108.
- 17) Canning CG, Ada L, Adams R, et al: Loss of strength contributes more to physical disability after stroke than loss of dexterity. *Clin Rehabil*, 2004, 18(3): 300-308.
- 18) Lin SI: Motor function and joint position sense in relation to gait performance in chronic stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil*, 2005, 86(2): 197-203.
- 19) 平木幸治、山崎裕司、森尾裕志・他: 脚伸展筋力の臨床的意義—大腿神経、仙骨神経領域に筋力低下を認めた4症例を対象として—。理学療法学、2001、28(4): 192-197.
- 20) 吉尾雅春: 筋力、医歯薬出版株式会社、東京、2004、pp164-175.
- 21) 市橋則明、日高正巳、浦野由紀子・他: 脚伸展動作と膝伸展動作の運動学的分析。理学療法学、1997、24(6): 341-349.