

要介護高齢者における呼吸筋力と身体能力との関係 ～最大呼気筋力は体幹屈曲筋力評価への応用できるか？～

Relations of respiratory muscular strength and physical performance in elderly persons who need care

堀 江 淳¹⁾²⁾ 村 田 伸¹⁾ 熊 谷 祥 子³⁾
長山亜里沙³⁾ 堀 川 悦 夫²⁾

JUN HORIE¹⁾²⁾, SHIN MURATA¹⁾, SYOKO KUMAGAYA³⁾
ARISA NAGAYAMA³⁾, ETSUO HORIKAWA²⁾

要旨： [目的] 呼吸筋力（最大呼気圧（MEP）と最大吸気圧）と身体能力の関係を明確にすることにより，MEP が体幹屈曲筋力評価として応用可能性を有しているのかをパイロットスタディーとして検討すること。[対象] 要介護高齢者20名（男性10名，女性10名），平均年齢76.3±10.0歳を対象とした。[方法] 呼吸機能，呼吸筋力，歩行能力（最大歩行速度，Timed Up and Go テスト（TUG）），10秒椅子立ち上がりテスト（CS-10），四肢筋力（握力，膝伸展筋力）を測定した。[結果] %MEP は，最大歩行速度，TUG，CS-10，%膝伸展筋力とは有意な相関が認められ，%握力とは有意な相関が認められなかった。[結語] 今回，身体能力評価に用いた最大歩行速度，TUG，CS-10は，体幹筋力（背筋群のみでなく腹筋群においても）の影響を強く受けることが報告されており，それら身体能力と呼吸筋力，特に%MEP と身体能力の関係が強かったことから，文部科学省新体力テストによる「上体起こし」が不可能な要介護高齢者の客観的体幹屈曲筋力の評価などに用いることができるのではと考えられた。

Abstract: [Purpose] The purpose of this study was to articulate the relationship between maximal respiratory muscular strength and physical performance in elderly persons who need care, as well as to investigate the use of respiratory muscular strength as a physical performance assessment. [Subjects] The subjects were 20 elderly people (10 males, 10 Females, age: 76.3±10.0 years) who need care. [Methods] The endpoints of the present study were as follows: respiratory muscular strength, grip strength, muscle strength of the quadriceps, the timed up and go test (TUG), maximal walking time, and the 10-seconds chairstand test (CS-10). [Results] There were significant correlations between %MEP and muscle strength of the quadriceps, TUG, and CS-10. There were no significant correlations between MEP and grip strength. [Conclusions] We suggest that it is useful to use %MEP as a trunk flexion muscle strength assessment in elderly people who need care.

受付日：平成22年10月4日，採択日：平成23年1月10日

1) 西九州大学リハビリテーション学部

Department of Rehabilitation Sciences, Nishikyushu University

2) 佐賀大学大学院医学系研究科

Graduate School of Medicine, Saga University

3) ひらまつ病院リハビリテーション科

Department of Rehabilitation, Hiramatsu Hospital

Key words: 最大呼吸筋力 (maximal respiratory muscular strength), 日常生活動作能力 (ADL), 体幹屈曲筋筋力 (trunk flexion muscle strength)

I. はじめに

呼吸筋力評価は、測定機器のマウスピース部より最大呼気、最大吸気を行わせることで測定する評価である。呼吸筋力評価の特徴として、測定手技が簡便で、高価な機器を必要とせず、測定者の習熟した技術、被測定者の検査法に対する高い理解力などが不要であることが挙げられ、多くの臨床や福祉の場面で実施が可能な検査法であると言える。更に、測定機器は小さく、研究施設に限らず臨床や在宅など場所を選ぶことなく実施が可能であることも特徴と言える。そこで、努力性呼気に関与する筋が、体幹屈曲筋であるという共通性に着目し、最大呼気筋力 (MEP) が、客観的な体幹屈曲筋力として活用できないかと考えた。

体幹筋力の低下は、脊柱変形をきたし、日常生活動作 (ADL)、生活の質 (QOL) の低下要因となる (高畑ら 2006; 白田 2004; 白木 2001; 武政ら 2001)。一般的に体幹筋力は、伸展筋力が屈曲筋力の1.5倍あるとされ、加齢による体幹筋力低下は伸展筋に顕著に起こることが報告されている (森 2002)。しかし、腹直筋、腹横筋、内、外腹斜筋などの腹筋群は、腹腔内圧を高め腰椎安定性に重要な役割を担うことから (White et al 1990)、伸展筋力だけでなく屈曲筋力の機能維持、向上が姿勢を安定には必要不可欠であり、ADL 能力、高い QOL に大きな影響を与えることが推測されている。このようなことから、体幹筋力を客観的に評価することは、能力障害の問題因子を抽出、解釈する上で非常に重要であると言えるが (田口 2004)、臨床場面において客観的に評価されることは少ない。体幹筋力評価法として、簡便的で、かつ幅広い対象者に実施することが可能な徒手筋力テスト (MMT) が、臨床上最も広く用いられている方法である。しかし、評価尺度が順序尺度と大まかであるため測定値の客観性に欠け、微細な変化をとらえることができない。また、MMT「2」以下の高齢者の体幹筋力評価としては、ほとんどその数値に意味を持たないと考える。

一方、測定値が数値化され、測定データとして客観性の高い方法として、トルクマシーンをを用いて行う方法があり、臨床研究においてエビデンスを提供する手段としては非常に価値が高い (Bayramoglu et al. 2001; Rantanen 2001; Keller et al. 1999; 湯浅ら 2006)。しかし、実施には高価な機器を必要とし、簡便性に欠け

るというデメリットがある。これら現状に対し、牧野ら (2002) は呼吸機能と体幹筋力との相関から、呼吸機能が体幹筋力評価として活用できないかを検討したが、有意な相関が認められず活用できないことを報告している。

このような理由により、臨床現場において体幹筋力を客観的に評価することは難しく、更に体幹筋力の詳細な評価が求められる著明な脊柱変形や腰痛を有する要介護高齢者に対し実施できないことをよく経験する。

そこで、本来であれば直接測定した体幹屈曲筋力と MEP の関係から、MEP が体幹屈曲筋力評価法として活用可能であるかを検討すべきであるが、要介護高齢者の体幹屈曲筋力を客観的に評価することは前述したとおり難しく、論理の飛躍は否めないが、今回、体幹屈曲筋力の影響を受けることが予測されている身体能力 (最大歩行速度、Timed Up and Go テスト、CS-10) (White; 三浦ら 2001) と MEP の関係から、MEP が体幹屈曲筋力評価法として活用できないかをパイロットスタディーとして検討した。

II. 対象と方法

1. 対 象

通所型リハビリテーション施設通所中で、文部科学省新体力テストでの「上体起こし」が不可能な要介護高齢者20名 (男性10名、女性10名、平均年齢 76.3 ± 10.0 歳) を対象とした。要介護度の内訳は、要支援1が3名、要支援2が2名、要介護1が5名、要介護2が8名、要介護3が2名であった。除外対象は、歩行が不可能な者、呼吸器疾患の診断がなされている者、その他重篤な内科的疾患を有する者、研究に同意が得られない者、研究の主旨が理解できない者とした。なお、要介護高齢者とは、介護保険法による要支援または要介護認定を受けている者とした。

対象への説明と同意の方法は、研究の主旨、目的、方法などの概要を口頭、および文書にて説明後、研究内容を理解し、研究参加の同意が得られた場合のみ実施することとした。その際、参加は任意であり、測定に同意しなくても何ら不利益な対応を受けることはないこと。また同意後も常時同意を撤回できること、撤回後も何ら不利益を受けることがないことを説明した。また、本研究は、西九州大学研究倫理審査委員会にお

いて、研究の倫理性の審査を受け、その承認を得て実施した。

2. 方法

主要測定項目は、呼吸筋力 (MEP, 最大吸気筋力 (MIP)), 歩行能力 (最大歩行速度, TUG), CS-10 とし、副次的測定項目は、呼吸機能, 上下肢筋力 (握力, 膝伸展筋力) とした。測定順序は、同一日にランダムに実施した。

a) 呼吸筋力

呼吸筋力は、呼吸筋力計 (マイクロメディカル社製 micro RPM) にて、それぞれの口腔内圧を測定し最大呼気口腔内圧を MEP (cmH₂O), 最大吸気口腔内圧を MIP (cmH₂O) とした。測定は、2 回実施し、最良値を体重で除した値を %MEP, %MIP とした。

b) 歩行能力

最速歩行速度は、11mの平地を最速で歩行するよう指示し、中間の 5 m を測定区間としてストップウォッチにて測定し、最速歩行速度 (m/sec) を算出した。TUG は、椅座位から立ち上がり、3 m 先の目標物で方向転換し着座するまでの時間 (sec) をストップウォッチにて測定した。

c) CS-10

40cmの背もたれのない椅子に両膝を握り拳一つ分くらい開いて浅く座り、少し前かがみで両手は胸の前で組み胸に付けた姿勢から、「始め」の合図で両膝が完全に伸展するまで立ち上がり、すぐに元の座位姿勢に戻る回数 (回) を 10 秒間測定した。

d) 呼吸機能

呼吸機能は、簡易型スパイロメーター (ミナト社製 Autospiro AS507) にて Flow-Volume 測定を行い FVC, %FVC, FEV_{1.0}, FEV_{1.0}% を測定した。呼吸機能検査は 2 回実施し、その最良値を採用した。

e) 上下肢筋力

上肢筋力は、デジタル式握力計 (竹井機器工業製) にて握力を測定し、下肢筋力は股関節、膝関節 90° 屈曲座位で椅子に固定した徒手筋力測定装置 (アニマ社製 μTAS MT-1) にて大腿四頭筋等尺性最大筋力を測定した。測定は左右 2 回ずつ行い、それぞれの最大値を足したものを体重で除し %握力, %膝伸展筋力とした。

3. 統計学的分析方法

統計学的分析方法は、%MEP と各々の測定値の関係を Person の積率相関係数を用いて分析した。%MEP の影響因子の解析は、%MEP を従属変数、%膝伸展

筋力, 最大歩行速度, TUG, CS-10 を独立変数としたステップワイズ法による重回帰分析で行った。その際 の多重共線性の確認は、分散インフレ係数を用いて行 った。なお測定値の表記は平均値±標準偏差とし、 帰無仮説の棄却域は有意水準 5 % 未満とした。統計解 析ソフトは SPSS version17.0 を使用した。

Ⅲ. 結 果

%MEP は $0.59 \pm 0.34 (\%)$, %MIP は $0.59 \pm 0.29 (\%)$, %握力は $0.62 \pm 0.21 (\%)$, %膝伸展筋力は $0.62 \pm 0.19 (\%)$, 最大歩行速度は $0.78 \pm 0.45 (\text{m/秒})$, TUG は $18.2 \pm 10.3 (\text{秒})$, CS-10 は $3.6 \pm 1.6 (\text{回})$ で あ っ た (表 1)。%MEP は、%最大歩行速度 ($r=0.68$, $p=0.002$), TUG ($r=-0.50$, $p=0.036$), CS-10 ($r=0.62$, $p=0.004$), %膝伸展筋力 ($r=0.60$, $p=0.005$) の間に有意な相関が認められたが、%握力とは有意な

表 1 呼吸筋力, 上下肢筋力, 歩行能力, 10秒椅子立ち上がり テストの測定値

	平均	標準偏差
MIP, cmH ₂ O	33.0	16.9
%MIP	0.59	0.30
MEP, cmH ₂ O	52.6	19.8
%MEP	0.93	0.33
最速歩行速度, m/秒	0.78	0.45
TUG, 秒	18.2	10.3
CS-10, 回	3.6	1.6
FVC, ml	2126.5	833.6
%FVC, %	80.6	12.1
FEV _{1.0} , ml	1582.0	661.7
FEV _{1.0} %, %	75.0	11.0
%握力	0.62	0.21
%膝伸展筋力	0.62	0.19

MIP: 最大吸気口腔内圧, MEP: 最大呼気口腔内圧
 %MIP: 最大吸気口腔内圧/体重, %MEP: 最大呼気口腔内圧/体重
 %握力: 握力/体重, %膝伸展筋力: 膝伸展筋力/体重
 TUG: Timed Up and Go テスト, CS-10: 10秒椅子立ち上がりテスト

表 2 呼吸筋力 (%MIP, %MEP) と身体能力との相関

	%MIP 相関係数	%MEP 相関係数
最速歩行速度	0.06	0.68**
TUG	-0.32	-0.50*
CS-10	0.06	0.61**
%FVC	0.08	0.16
FEV _{1.0} %	-0.44	-0.44
%握力	0.64**	0.34
%膝伸展筋力	0.30	0.60**

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

%MEP: 最大呼気口腔内圧/体重, %握力: 握力/体重, %膝伸展筋力: 膝伸展筋力/体重

TUG: Timed Up and Go テスト, CS-10: 10秒椅子立ち上がりテスト

相関が認められなかった。一方、%MIP は、%握力 ($r=0.64$, $p=0.002$) とは有意な相関が認められたが、最大歩行速度、TUG、CS-10、%膝伸展筋力とは有意な相関が認められなかった (表 2)。%MEP を従属変数、%膝伸展筋力、最大歩行速度、TUG、CS-10 を独立変数としたステップワイズ法での重回帰分析による %MEP の影響因子は、最大歩行速度が求められ、 $\%MEP=0.46 \times \text{最大歩行速度} + 0.58$ ($R^2=0.45$, $p=0.002$) の多重共線性に問題のない有意な回帰式が得られた。

IV. 考 察

%MEP は、%握力とは相関が認められなかったものの、最大歩行速度、TUG、CS-10、%膝伸展筋力と有意な相関が認められた。

高い歩行能力には、筋力、筋協調性、深部感覚などの相互作用による静的バランス能力と動的バランス能力が関与し、うまく共同して働くことが要求される。本研究の歩行能力の測定項目の一つである TUG は、動的バランス評価として一般的ではあるが、瞬発的歩行能力の評価としても活用できることが考察される。歩行時の筋活動として、体幹筋では脊柱起立筋の作用が重要であるが、拮抗筋である腹筋群の作用も重要であると考えられる。腹筋群の作用が重要である機序として、腹筋群の収縮にて腹腔内圧を高め前方から脊柱 (腰椎) の安定性を高める効果があるとされる (White 1990)。また、三浦ら (2001) は、歩行時の腹筋群の筋活動について立脚期での外腹斜筋の活動を報告しており、歩行時の上肢の振りに対応する体幹回旋に重要な役割を果たしていると論じている。このように腹筋群の活動により、脊柱の動揺を制限し、動的バランスを安定させることは、歩行の安定性を高め、更に歩行速度を速めた時の歩行の効率性に作用することが考えられる。その結果、瞬発的歩行能力が高まることに繋がるものと考えられる。本研究で、%MEP が TUG と有意な負の相関を認めた要因として、体幹屈曲筋力の強さが、動的バランス能力、瞬発的歩行能力の評価である TUG の測定値に反映されたと考えられる。このように、体幹屈曲筋が %MEP に関連を持っていることが示唆され、体幹屈曲筋の筋力評価として %MEP の活用の可能性が示されたものと考えられる。

最大歩行速度に関しても同様の考察がなされ、%MEP が体幹屈曲筋の筋力評価としての有用性が示唆される結果が得られた。これらのことは、%MEP の影

響因子の検討からも考察でき、最大歩行速度がその影響因子として、比較的予測精度の高い回帰式を伴って挙げられたことから裏付けられる。

次に CS-10 は、Jones ら (1999) の研究を、中谷ら (2002a, 2002b, 2003c) が日本人高齢者の簡易下肢筋力評価法として開発した CS-30 を改良したものであるが、評価手段が椅座位からの立ち上がりであるため下肢筋筋力以外に、体幹筋筋力、特に脊柱起立筋が重要な役割をはたす筋であることが報告されている (染谷ら 2005)。一方、脊柱の支持性を考えた場合、拮抗筋である体幹屈曲筋が脊柱の支持性に働く上で重要であることは前述したが、更に座り込み時の体幹屈曲時に腹直筋や内・外腹斜筋が活動することは多く報告されている (Requet et al. 1994; Farfan 1975)。特に Nouwen ら (1987) は体幹屈曲に伴う脊柱起立筋の Flexion Relaxation Phenomenon によって生じる、脊柱靱帯群の負担を干渉するために腹直筋が重要な役割を果たしていることを考察している。このように、体幹屈曲筋は椅座位からの立ち上がり動作に多いに関与することが推測される。本研究で、%MEP が CS-10 の回数と正の相関が認められたことは、%MEP が体幹屈曲筋の筋力に影響され CS-10 の回数に反映したものと考察される。

以上、%MEP と体幹筋との関係が推測される身体能力との関係をみてきたが、%MEP がそれら身体能力と相関を認めたことは、体幹伸展筋、体幹屈曲筋の影響を受けることが示唆され、特に体幹屈曲に作用する筋である腹直筋、腹横筋、内、外腹斜筋と同様に作用する、強制呼気の呼気筋力評価法として用いられる %MEP は体幹屈曲筋筋力評価として活用できる可能性を有していることが示唆された。

%MIP は、%握力と有意な相関が認められたものの、%膝伸展筋力、最大歩行速度、TUG、CS-10 とは相関を認めなかった。これは最大吸気筋力評価に用いられる %MIP は、最大吸気の筋である横隔膜、外肋間筋、斜角筋、胸鎖乳突筋、大胸筋、小胸筋などの評価であり、上肢運動に関与する筋が含まれることから、上肢筋力としての %握力との相関が認められたものの、下肢、体幹筋力の影響を強く受ける最大歩行速度、TUG、CS-10 などには相関が認められなかったものと考えられる。

呼吸筋筋力評価は、呼吸機能検査と違い複雑な吸気、呼気のコントロールが不要であるため、理解力の悪い高齢者においても比較的容易に測定できる評価法であ

ると、多くの高齢者に呼吸機能、呼吸筋力検査を実施した著者らの臨床的印象がある。このことから、比較的幅広い高齢者を対象として評価が可能であると考ええる。本研究は、脊柱変形が著明な高齢者や腰痛を訴える要介護高齢者に対する臨床的かつ客観的な体幹屈曲筋の筋力評価法として活用可能であると考ええる。

本研究の限界は、体幹筋力の客観的評価を実施していないため、体幹筋力の影響が予測される身体能力から間接的に推測したに過ぎず、考察の域を脱していない。そのことから、考察での論理の飛躍も否めない。今後は、「上体起こし」ができないような要介護高齢者の客観的な体幹筋力評価法を模索し、MEPの関係からの体幹屈曲筋力評価としてのMEP活用可能性の検証を進めていきたい。

文 献

- Bayramoglu M, Akman MN, Kilinç S, et al. (2001) Isokinetic measurement of trunk muscle strength in woman with chronic low-back pain. *Am J Phys Med Rehabil* 80: 650-655.
- Farfan HF (1975) Muscular mechanism of the lumbar spine and the position of power and efficiency. *Orthop Clin North Ame* 6: 135-144.
- Jones CJ, Rikli RE, Beam WC (1999) A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport* 70: 113-119.
- Keller A, Johansen JG, Hellesnes J, et al. (1999) Predictors of isokinetic back muscle strength in patients with low back pain. *Spine* 24: 275-280.
- 牧野均, 白土修 (2002) 慢性腰痛症患者における体幹筋力と呼吸機能の関係—新たな体幹筋力評価と増強訓練の開発に向けて—. *日本腰痛学会雑誌* 8: 173-178.
- 三浦雄一郎, 土屋美智子, 大島学, ら (2001) 歩行時の体幹筋の筋活動. *理学療法学* 28 (suppl 2): 252.
- 森論史 (2002) 骨粗鬆症患者における脊柱変形とADL低下の関連. *腰痛学会誌* 8: 58-63.
- 中谷敏昭, 灘本雅一, 三村寛一, ら (2002a) 日本人高齢者の下肢筋力を簡便に評価する30秒椅子立ち上がりテストの妥当性. *体育学研究* 47: 451-461.
- 中谷敏昭・川田裕樹・灘本雅一 (2002b) 若年者の下肢筋パワーを簡便に評価する30秒椅子立ち上がりテスト (CS-30テスト) の有効性. *体育の科学* 52: 65-69.
- 中谷敏昭, 灘本雅一, 三村寛一, ら (2003c) 30秒椅子立ち上がりテスト (CS-30テスト) 成績の加齢変化と標準値の作成. *臨床スポーツ医学* 20: 349-355.
- Nowen A, Van Akkerveken PF, Versloot JM (1987) Patterns of muscular activity during movement in patients with chronic low back pain. *Spine* 12: 777-782.
- Paquet N, Malouin F, Richards CL (1994) Hip-spine movement interaction and muscle activation patterns during sagittal trunk movements in low backpain patients. *Spine* 19: 596-603.
- Rantanen P (2001) Physical measurements and questionnaires as diagnostic tool in chronic low back pain. *J Rehabil Med* 33: 31-35.
- 白木正孝 (2001) 亀背の内科的QOL. *Osteoporosis Jpn* 9: 489-492.
- 白田久美子 (2004) 特集; 骨粗鬆症とQOL; 心理面とQOL. *骨粗鬆症治療* 3: 151-156.
- 染矢富士子, 三秋泰一 (2005) 椅子の高さの違いが立ち上がり動作の下肢・体幹筋の筋活動に与える影響. *金大医保つるま保健学会誌* 29: 101-104.
- 田口孝行 (2004) 体幹筋力の評価と筋力増強の実践. *理学療法* 21: 483-489.
- 高畑雅彦, 武田直樹, 三浪明男 (2006) 骨粗鬆症性脊椎骨折後における姿勢異常と体幹筋筋力低下が日常生活動作と生活の質に及ぼす影響. 第21回健康医科学研究助成論文集21: 65-73.
- 武政龍一, 賛田隆正, 山本博司 (2001) 臨床的見地から見た体幹筋力測定結果の解釈—腰椎後方手術後の体幹筋力の推移と臨床的意義—. *日本腰痛会誌* 7: 40-44.
- White A and Panjabi M (1990) *Clinical biomechanics of the spine*. New York, Lippincott-Raven.
- 湯浅敦智, 伊藤俊一, 川島康洋, ら (2006) 体幹回旋筋力および可動域に関する基礎研究—体幹筋力評価機器 Tergumed の信頼性について—. *北海道理学療法士会誌* 23: 15-18.