■原 著

高齢者に対する腰痛予防を目的とした8週間の 体幹エクササイズの効果

—エクササイズの筋持久力に与える効果—

*The Effect of 8 Weeks of Trunk Exercises for Prevention of Low Back Pain on Elderly People
—Effect on Trunk Back Muscle Endurance—*

鈴木 哲^{1,2)} 栗木 鮎美¹⁾ 石部 豪³⁾
元平 智子⁴⁾ 高橋 正弘¹⁾ 楢崎 慎二⁵⁾

TETSU SUZUKI, RPT^{1,2)}, AYUMI KURIKI, RPT¹⁾, GO ISHIBE³⁾, TOMOKO MOTOHIRA, RPT¹⁾,
MASAHIRO, TAKAHASHI, RPT¹⁾, SHINJI NARAZAKI, MD⁵⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Kasaoka Daiichi Hospital: 1945 Yokoshima, Kasaoka, Okayama 714-0043, Japan.
TEL +81 865-67-0211

²⁾ Doctoral Program, Rehabilitation Graduate School of Health Science and Technology, Kawasaki University of Medical Welfare

³⁾ Kasaoka Daiichi Hospital Health Care Center

⁴⁾ Yuai Elder Healthcare Facility

⁵⁾ Department of Orthopaedic Surgery, Kasaoka Daiichi Hospital

Rigakuryoho Kagaku 24(2): 221-226, 2009. Submitted Oct. 3, 2008. Accepted Nov. 13, 2008.

ABSTRACT: [Purpose] We examined the effect of trunk exercise for prevention of low back pain on trunk back muscle endurance of elderly people. [Subjects] Twenty-four people (74 ± 5.1 years old) participated in this study. They were assigned to an exercise group or a control group. [Methods] The endurance parameters included the holding time of the Trunk Holding Test (THT) and electromyographic fatigability (IMF, MF-Slope) was also evaluated. [Results] Although a significant change in electromyographic fatigability was not observed after eight weeks of exercise in either group, THT increased significantly only in the exercise group. [Conclusion] The results suggest that the exercises conducted in this study were effective for improvement of THT that is one of the risk factors for low back pain.

Key words: elderly people, trunk back muscle endurance, trunk exercise

要旨: [目的] 高齢者に対し、腰痛予防を目的に体幹エクササイズを実施し、その効果を体幹背部筋の筋持久力から検討した。[対象] 高齢者24名 (74 ± 5.1 歳) で、エクササイズ群 (Exe群) 13名とコントロール群 (Con群) 12名の2群に分けた。[方法] 筋持久力をTrunk Holding Testの保持時間 (THT) と腰部多裂筋の筋電図学的筋疲労から評価した。[結果] 8週後、2群とも筋電図学的筋疲労に有意な変化はなかったが、THTはExe群においてのみ有意に向上した。[結語] 実施したエクササイズによる腰痛のリスクファクターであるTHTの保持時間向上効果が示唆された。

キーワード: 高齢者、体幹筋持久力、体幹エクササイズ

¹⁾ 笠岡第一病院リハビリテーション科：岡山県笠岡市横島1945 (〒714-0043) TEL 0865-67-0211

²⁾ 川崎医療福祉大学大学院 医療技術学研究科リハビリテーション学専攻博士後期課程

³⁾ 笠岡第一病院健康管理センター ⁴⁾ 介護老人保健施設ゆうあい リハビリテーション科 ⁵⁾ 笠岡第一病院 整形外科

受付日 2008年10月3日 受理日 2008年11月13日

I. はじめに

我が国の1ヶ月の腰痛有病率は、30～60歳代で男女ともに約30%、70歳代の男性は28%、女性は47%と、幅広い世代で腰痛は多い¹⁾。また原因の不特定性、高い再発率²⁾から、高齢者のADLを慢性的に低下させる一因となっている。高齢者は若年者に比べ身体機能の予備力も低く、腰痛による短期間の活動性低下や臥床によっても、容易に廃用症候群を引き起こす。そのため高齢者に対する一次的・二次的な腰痛の予防や、腰痛後の効果的な治療が重要である。

腰痛に関する研究の中には、体幹背部筋の筋持久力に着目したものがある。Sorensenら³⁾は、腰痛発症のリスクファクターの一つとして、体幹背部筋の筋持久力評価法として広く利用されているTrunk Holding Test (THT)⁴⁻⁶⁾の保持時間の低下を挙げている。さらに腰痛既往者においてもTHTの保持時間の低下が報告されている⁷⁾。また近年、客観的な筋持久力の評価法として筋電図が用いられるようになり、THTの保持時間と腰部多裂筋における筋電図学的筋疲労との相関が報告されている⁶⁾。加えて、腰部多裂筋の筋萎縮は腰痛の再発率に相関することも報告され⁸⁾、一次的・二次的な腰痛予防の観点からも体幹背部筋の筋持久力改善の必要性は高い。

そのため多くの研究者が体幹背部筋の筋持久力の向上を目的としたエクササイズの効果을報告しているが^{4,9-11)}、高齢者を対象としたものはみあたらない。さらにそれらのエクササイズの負荷量は中等度～高負荷と様々である。一般にエクササイズは高負荷であればその効果も高いとされる。しかしLathamら¹²⁾やEttingerら¹³⁾は、高齢者に対する高負荷エクササイズによるリスクの増大と継続性の低さを指摘している。そこで中等度の負荷でエクササイズを実施し、高齢者の体幹背部筋の持久力向上がみられれば、エクササイズ中のリスクも低くコントロールでき、高齢者の腰痛予防や腰痛後の運動療法に有用であるといえるだろう。

またバランス能力の低下も腰痛のリスクファクターの一つとして報告され¹⁴⁾、腰痛後の運動療法や腰痛予防エクササイズによるバランス能力の向上が求められる。加えて、近年、脊椎疾患治療の患者立脚型アウトカムとして健康関連QOLを評価することが推奨されている¹⁵⁾。

今回、我々は高齢者に対し腰痛予防の観点から、体幹背部筋持久力・バランス能力・健康関連QOLの向上を目的に8週間の体幹エクササイズを実施した。そし

てエクササイズの効果을体幹背部筋持久力、バランス能力、健康関連QOLの観点から検討した。ここでは、実施したエクササイズの体幹背部筋持久力に与える効果について述べる。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、地域で独立した生活を営む高齢者24名（男性7名：75.5±6.2歳 女性17名：73.4±4.2歳）であった。対象者は、本院と本院併設のスポーツジムにてポスター・パンフレット・口頭での勧誘にて集めた。対象者を、エクササイズに参加したエクササイズ群13名（男性4名 女性9名）と、測定調査のみに参加したコントロール群11名（男性3名 女性8名）の2群に分類した。過去3ヶ月以内の腰痛既往者、神経学的徴候のあるもの、極端な脊椎の変形のある者は事前に除外した。また医学的に運動が適さないと判断された者も除外対象とした。事前に、全ての対象者に研究の趣旨・方法・リスクを説明し同意を得た。また本院の倫理委員会の許可を得た。

2. 方法

評価項目は、対象者の属性、体幹背部筋の筋持久力の2項目とした。対象者の属性はエクササイズ期間前に1回調査した。体幹背部筋の筋持久力はエクササイズ期間前・8週後の計2回評価した。

対象者の属性は、年齢、性別、身長、体重の4項目を調査した。

体幹背部筋の筋持久力として、THTの保持時間と、テスト施行時における腰部多裂筋の筋電図学的筋疲労を評価した。

THTはMoffroidらの研究⁴⁾を参考に行った。対象者は高さ20 cm程度の台上で腹臥位になり、両側の上前腸骨棘を結ぶ線まで上部体幹を床上へ下ろし、台と骨盤・下腿をベルトで固定した。検者の合図と共に、体幹を下肢と一直線になるように伸展させその肢位を保持させた。検者はその際の保持時間をストップウォッチにて最大3分間計測した。測定終了は、頭部の揺れ幅が上下約5 cmになった時点、または本人がその肢位をこれ以上保持できないと訴えた時点とした。頭部の揺れ幅は床に垂直に設置したメジャーを使用し、検者の目視により計測した。

筋電図学的筋疲労の指標の測定・算出は、先行研究^{6,9)}を参考に以下の手順で行った。まずTHT時の腰部多裂筋の筋活動を、表面筋電図(VitalRecorder 2: キッセイコム

テック株式会社製)を使用し測定した。電極はL5の側方かつ後上腸骨棘とL1-2間の2点を結ぶ線と平行に筋腹上に、アース電極は上前腸骨棘上に設置した。電極間距離は2 cm, バンドパスフィルターは10~500 Hz, サンプリング周波数の設定は1,000 Hzとした。検者は被験者が安定した体幹伸展保持を行った時点で筋電図の測定を開始した。本研究の対象者は高齢者であり長時間のTHTの保持が困難なものも予想されたため、Royらの研究⁹⁾を参考に測定時間は30秒間とした。筋電図の解析には、BIMUTAS II (キッセイコムテック株式会社製)を使用した。そして先行研究⁶⁾に従い、測定開始からの筋活動に対し、1秒毎の周波数解析(高速フーリエ変換:1024-point)を行い、その後回帰直線を算出し、直線のY切片をInitial Median Frequency (IMF), 直線の傾きをMedian Frequency Slope (MF-Slope)とした。一般にType 1は低周波帯に、Type 2は高周波帯に対応するとされ、筋線維のタイプによりパワースペクトルは変化する。つまり筋持久力に関与するType 1の比率が高いほどIMFは低い値となる。また筋疲労時には、筋疲労前に比べ、高い周波数成分が減少し低い周波数成分が増加するため周波数全体では低下する。そのため筋持久力が低いほど、MF-Slopeは急な傾きを示すことになる。

エクササイズは8週間実施した。ACSMのガイドライン^{17,18)}を参考に、エクササイズは週に2回実施し、エクササイズ実施日の間隔は最低1日空けることとした。内容は、ストレッチ、体幹筋持久力エクササイズ、バランスエクササイズから構成され、1回の所要時間は30~45分間であった。バランスエクササイズは4週後から導入した。全てのエクササイズは、運動指導士・理学療法士の監視・指導のもとに実施した。

ストレッチは、ウォームアップ・クールダウンを目的に、エクササイズの開始時、また終了時にそれぞれ5~10分間行った。対象筋は、体幹・下肢筋とし、静的ストレッチにて実施した。

体幹筋持久力エクササイズの負荷量は以下の手順で決定した。まずエクササイズ期間前に、各被験者に対し腰部多裂筋の最大随意収縮時(Maximal Voluntary Contraction: MVC)の筋活動と、図1に示した4種類のエクササイズ時における筋活動を測定した。使用した筋電図、筋電図解析ソフト、電極貼付部位、フィルターの設定等は、筋電図学的筋疲労の指標の測定・算出時と同様であった。MVC測定は、前述のTHTの肢位にて、被験者に検者による両側肩甲骨部への抵抗下で最大随意収縮の体幹伸展をおこなわせ、その際の筋活動を測定した。4種類のエクササイズ時における筋活動の測定

は、図1に示した各エクササイズ時の肢位を保持し、その際の筋活動を測定した。各筋活動の測定は2回実施し、測定時間は5秒間とした。また各測定は、理学療法士の指導のもと適度な練習を行った後に実施し、疲労の影響を避けるため各測定間には2~3分程度の休息を挟んだ。その後、MVC、各エクササイズ時の筋活動を全波整流し、中間3秒間の平均積分値を算出した。また偏りを軽減するために、測定1回目と2回目の平均値を算出し、MCV、各エクササイズ時の筋活動とした。次に、被験者ごとに各エクササイズ時の腰部多裂筋の筋活動を、MVCを基準に正規化し%MVCを算出した。そして、4種類のエクササイズの中から腰部多裂筋の筋活動が40~60%MVCとなるものを、実施エクササイズとして被験者ごとに設定した。そして、ストレッチの後に20~25分間実施した。エクササイズ中に体幹が屈曲・伸展・回旋の最終域になる事は腰部の関節や筋への過度なストレスを生じさせるため、避けたほうがよいとされている¹⁹⁾。そのためエクササイズは、骨盤中間位での等尺性収縮にて、腰部に中等度の疲労感(自覚的運動強度のレベルが12~13:ややきつい)を感じるまで、もしくは最大1分程度、各肢位を保持することを基本とした。これを1セットとし、10~15セット実施した。また各セット間に30秒~1分程度の休息をとった。

バランスエクササイズは、4週間後から導入し、8週間後までの4週間、筋持久力エクササイズ後に10~15分間実施した。内容は、バランスボールを使用し、バランスボール上で座位になり、片脚を膝屈曲位で挙上する、腰を回旋させる、ボール上で弾む、ボール上でのブリッジなどの運動を実施した(図2)。

統計学的処理にはStat View (ver.5.0)を使用した。エクササイズ期間前におけるエクササイズ群とコントロール群の差は対応のないt検定により比較した。エクササイズ効果の検討は、各群内にてエクササイズ期間前と8週後の各評価項目を対応のあるt検定により比較した。さらに2群間におけるエクササイズ期間前・8週後の各評価項目の数値・変化率を対応のないt検定により比較した。それぞれ有意水準は5%未満とした。また各データの検討は研究から脱落したものを除いて行った。

III. 結 果

エクササイズ期間前、属性、筋持久力の各測定項目においてエクササイズ群とコントロール群の間に有意な差はみられなかった(表1)。

図1 体幹筋持久力エクササイズ

A：四つ這い片手掌上保持 B：四つ這い片脚掌上保持
C：四つ這い片手片脚掌上保持 D：ブリッジ

図2 バランスボールエクササイズ

A：腰部前後・左右回旋運動 B：片脚掌上保持
C：両脚掌上保持 D：ボール上ブリッジ

表1 エクササイズ期間前におけるエクササイズ群とコントロール群の比較

		エクササイズ群 (n=10)	コントロール群 (n=11)	2群比較
対象者の属性	年齢 (歳)	74.5 ± 4.9	73.4 ± 5.4	NS
	身長 (cm)	154.0 ± 7.8	151.5 ± 5.2	NS
	体重 (kg)	54.2 ± 5.1	56.8 ± 8.1	NS
筋持久力	IMF (Hz)	107.9 ± 26.0	91.0 ± 15.5	NS
	MF-Slope	-0.49 ± 0.41	-0.43 ± 0.33	NS
	Time (s)	66.7 ± 48.3	59.9 ± 34.3	NS

Mean±SD Times : THT保持時間

NS : not significant

2群ともエクササイズ期間前後におけるIMF, MF-Slopeに有意な変化はみられなかった。THTの保持時間は、エクササイズ群ではエクササイズ期間前と比べ8週後に有意に増加したが、コントロール群では有意な変化はみられなかった。またエクササイズ群におけるTHTの保持時間の変化率はコントロール群に比べ大きい値を示し、2群間に有意な差がみられた(表2)。

IV. 考 察

エクササイズ期間前、属性、筋持久力の各測定項目においてエクササイズ群とコントロール群との間に有意な差はみられなかった。両群の各測定項目は近似していたが、各項目の標準偏差が大きいため有意差が認められない可能性も考えられた。

8週後、両群ともIMF, MF-Slopeには有意な変化がな

かったが、エクササイズ群においてはTHTの保持時間が有意に向上したことから、実施したエクササイズによる高齢者の体幹背部筋の筋持久力向上効果が示された。

エクササイズ期間後、両群ともIMF, MF-Slopeに有意な変化がなかった理由として以下のことが考えられる。Royら⁹⁾やKankaanpaaら¹⁰⁾は、若年者を被験者として、高負荷なエクササイズを実施し、それぞれ10週間後、12週間後に、IMF, MF-Slopeの有意な改善を報告している。Mannionら^{11,20)}は、本研究と類似した中等度の負荷量で、若年者の体幹背部筋に対し3ヶ月間エクササイズを実施した結果、IMF, MF-Slopeの改善や筋肥大・筋組成の変化はみられず、THTの保持時間と腰部脊柱起立筋の筋活動・筋力が向上したと報告している。本研究で対象とした高齢者は若年者と比べ、筋肥大に関与するサテライト細胞や運動単位数が減少し、循環

表2 体幹背部の筋持久力に対するエクササイズ効果

		エクササイズ群 (n=10)	コントロール群 (n=11)	2群比較
IMF (Hz)	初期	107.9 ± 26.0	91.0 ± 15.5	NS
	8 週後	105.1 ± 16.1	96.5 ± 16.6	NS
	8 週 / 初期 (%)	97.9 ± 11.9	109.3 ± 22.3	NS
MF-Slope	初期	-0.49 ± 0.41	-0.43 ± 0.33	NS
	8 週後	-0.53 ± 0.34	-0.41 ± 0.31	NS
	8 週 / 初期 (%)	163.0 ± 112.3	261.2 ± 421.6	NS
Time (s)	初期	66.7 ± 48.3	59.9 ± 34.3	NS
	8 週後	100.7 ± 63.7	70.9 ± 35.4	NS
	8 週 / 初期 (%)	183.3 ± 78.3	106.3 ± 41.3	*

Mean±SD Times : THT 保持時間

NS : not significant * : p<0.05

や成長ホルモンなど内分泌系が低下している²¹⁾。そのため高齢者に対し中等度の負荷にてエクササイズを実施し、腰部多裂筋の筋肥大・筋組成の変化にともなう IMF, MF-Slope の改善効果を得るには、8 週間では不十分であり、より長期間のエクササイズの実施が必要なる可能性が考えられた。

8 週後、エクササイズ群にみられた THT の保持時間の向上は、神経因子による筋力の向上が関与していると考ええる。Mannion ら^{11,20)}は、前述の研究の中で、エクササイズによる腰部脊柱起立筋の筋活動と筋力の向上効果、およびそれらの有意な正の相関を報告し、THT の保持時間の増加は神経因子による筋力向上が関与していると考えられている。さらに THT における体幹伸展は、被検筋として設定した腰部多裂筋だけでなく、股関節周囲筋や他の脊柱起立筋群の活動に影響を受ける²²⁾。今回、筋力や腰部多裂筋以外の筋に対する効果を検討していないため定かでは無いが、THT の保持時間の向上に、腰部多裂筋を含む複数の筋群の筋活動や協調性の向上が関与した可能性がある。

THT は、再現性や信頼性、またより客観的な筋持久力評価法である周波数解析を用いた筋電図学的筋疲労の指標との有意な相関も報告されており⁴⁻⁶⁾、体幹背部筋の筋持久力評価法として広く利用されている。Sorensen らは THT を使用し体幹背部の筋持久力を評価し、THT の保持時間の低下は腰痛発生のリスクファクターである事を報告している³⁾。そして腰痛既往者は、健常者と比べ THT の保持時間が低下していることも報告され⁷⁾、腰痛予防・治療として体幹筋持久力の向上が重要とさ

れている。一般にエクササイズは高負荷であれば効果も高いが、Latham ら¹²⁾や Ettinger ら¹³⁾は、高齢者に対する高負荷エクササイズによるリスクの増大と継続性の低さを指摘している。本研究では中等度の負荷 (40 ~ 60%MVC) で 8 週間の体幹エクササイズを実施し、腰痛後の治療や予防に関与する THT の保持時間の向上効果を示した。これは実施したエクササイズの腰痛後の治療や予防への適応の可能性を示唆している。

謝辞 本研究に対し多大なるご協力を賜った被験者の皆様および笠岡第一病院職員の皆様、そしてご指導を賜った川崎医療福祉大学の渡邊進先生に深謝いたします。

引用文献

- 1) 福原俊一：RDQ 日本語版マニュアル。福原俊一（編），医療文化社，東京，2004，pp28-31.
- 2) Troup JDG, Martin MLJW: Back pain in industry—a prospective survey. *Spine*, 1981, **6**: 61-69.
- 3) Sorensen FB: Physical measurements as risk indicators for low back trouble over a one-year period. *Spine*, 1984, **9**: 106-119.
- 4) Moffroid MT, Haugh LD, Haig AJ, et al.: Endurance training of trunk extensor muscles. *Phys Ther*, 1993, **73**: 10-17.
- 5) Alaranta H, Hurri H, Heliovaara M, et al.: Non-dynamometric trunk performance tests: reliability and normative data. *Scand J Rehab Med*, 1994, **26**: 211-215.
- 6) Ng JKF, Richardson CA: Reliability of electromyographic power spectral analysis of back muscle endurance in healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil*, 1996, **77**: 259-264.
- 7) Nicolaisen T, Jorgensen K: Trunk strength, back muscle endur-

- ance and low back pain. *Scand J Rehab Med*, 1985, **17**: 121-127.
- 8) Hides JA, Jull GA, Richardson CA: Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. *Spine*, 2001, **26**: E243-E248.
- 9) Roy SH, Luca CJD, Emley M, et al.: Spectral electromyographic assessment of back muscle in patients with low back pain undergoing rehabilitation. *Spine*, 1995, **20**: 38-48.
- 10) Kankaanpää M, Taimela S, Airaksinen O: The efficacy of active rehabilitation in chronic low back pain. *Spine*, 1999, **24**: 1034-1042.
- 11) Mannion AF, Taimela S, Muntener M, et al.: Active therapy for chronic low back pain—part 1. Effects on back muscle activation, fatigability, and strength. *Spine*, 2001, **26**: 897-908.
- 12) Latham NK, Anderson CS, Lee A, et al.: A randomized controlled trial of quadriceps resistance and vitamin D in frail older people: the frailty interventions trial in elderly subjects (FITNESS). *J Am Geriatr Soc*, 2003, **51**: 291-299.
- 13) Ettinger WH, Burns R, Messier SP, et al.: A randomized trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education program in older adults with knee osteoarthritis, the fitness arthritis and seniors trial (FAST). *JAMA*, 1997, **277**: 25-31.
- 14) Takala E-P, Viikari-Juntura E: Do functional tests predict low back pain? *Spine*, 2000, **25**: 2126-2132.
- 15) Bombardier C: Spine focus issue introduction: Outcome assessments in the evaluation of treatment of spinal disorders: summary and general recommendations. *Spine*, 2000, **25**: 3097-3099.
- 16) 村上雅也, 荒川美穂, 川上康子・他: 高齢者の意欲と生活動作能力の関連. *理学療法—臨床・研究・教育*, 2007, **14**: 58-62.
- 17) American College of Sports Medicine: ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, 5th edition, Williams & Wilkins, Baltimore, 1995, pp153-234.
- 18) American College of Sports Medicine: 運動処方の指針—運動負荷試験と運動プログラム, 第7版. 南江堂, 東京, 2006, pp134-269.
- 19) McGill SM: 腰痛—最新のエビデンスに基づく予防とリハビリテーション—. 吉沢英造 (訳), ナップ, 東京, 2005, pp87-128.
- 20) Mannion AF, Dumas GA, et al.: The influence of muscle fiber size and type distribution on electromyographic measures of back muscle fatigability. *Spine*, 1998, **23**: 576-584.
- 21) 山崎俊明: 高齢者の骨格筋機能と運動療法. *PTジャーナル*, 2007, **41**: 13-23.
- 22) McKeon MD, Albert WJ, Neary JP: Assessment of neuromuscular and haemodynamic activity in individuals with and without chronic low back pain. *Dynamic Medicine*, 2006, **5**: 6.