高齢者と若年者の体幹筋活動の比較

——背臥位及び立位での体幹筋活動について——

*Comparison of the Activities of the Trunk Muscles of Elderly and Young Adults:
Activities of the Trunk Muscles in Both the Supine and Standing Positions*

和田 良広^{1,2)} 桜庭 景植³⁾ 鈴木 良雄⁴⁾ 鹿倉 二郎⁴⁾
窪田 敦⁵⁾ 洪 定男⁶⁾

YOSHIHIRO WADA^{1,2)}, KEISYOKU SAKURABA³⁾, YOSHIO SUZUKI⁴⁾, JIRO SIKAKURA⁴⁾, ATSUSHI KUBOTA⁵⁾, SADAOKO KOH⁶⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Miyota Central Memorial Hospital: 1416 Miyota-mati Kitasaku-gun, Nagano 389-0206, Japan.
TEL+81 267-32-4711 E-mail: rihabiri@miyotahp.or.jp

²⁾ Department of Sports Science, Graduate School of Health and Sports Science, Juntendo University

³⁾ Department of Sports Medicine, Graduate School of Health and Sports Science, Juntendo University

⁴⁾ Department of Health and Sport Science, Graduate School of Health Science, Juntendo University

⁵⁾ Department of Sports Medicine, School of Health and Sport Science, Juntendo University

⁶⁾ Koh Orthopaedic Clinic

Rigakuryoho Kagaku 28(5): 689-693, 2013. Submitted Feb. 18, 2013. Accepted May 28, 2013.

ABSTRACT: [Purpose] The purpose of this study was to investigate the differences in activities of the trunk muscles (mainly local muscles) between young adults and elderly adults in the supine and standing positions. [Subjects] The participants were 30 young adults (17 men and 13 women, mean $\pm$ SD age 25.4 ± 5.0 , height 175.4 ± 8.2 cm, weight 64.2 ± 7.9 kg) and 35 elderly adults (20 men and 15 women, mean $\pm$ SD age 76.8 ± 8.4 , height 161.1 ± 6.9 cm, weight 57.8 ± 7.9 kg). [Method] Using ultrasonography, the thicknesses of the trunk muscles at rest and under voluntary contraction were measured in both the supine and standing positions. In addition, changes in the thicknesses of these muscles in the standing position were recorded for one minute. [Results] The young adults were able to contract the local muscles of the trunk both in the standing and supine positions, whereas the elderly adults had difficulty contracting these muscles when standing. The thicknesses of the local muscles of the young adults did not change during the one-minute standing task while they decreased significantly in the elderly adults. [Conclusion] The results suggest that when standing, elderly people have difficulty contracting the local muscles voluntarily, because they tend to concentrate more on keeping postural balance. The fact that the thickness of the local muscles of elderly people decreases with time suggests that they cannot maintain contraction of these muscles.

Key words: elderly adults, local muscles, ultrasonography

要旨:〔目的〕若年群と高齢群の体幹筋活動の相違を明らかにすることである。〔対象〕若年群 30 名, 高齢群 35 名とした。〔方法〕超音波診断装置を用いて, 背臥位と立位での安静時及び意図的収縮時の体幹筋厚, 1 分間の立位保持中の体幹筋厚を測定した。〔結果〕1) 意図的収縮では, 若年群は背臥位及び立位で local muscles を収縮させることができたが, 高齢群は立位での収縮が困難であった。2) 1 分間の立位保持では, 若年群の筋厚には変化はなかったが, 高齢群は筋厚が有意に減少した。〔結語〕高齢群は姿勢により local muscles を意図的に収縮させることが困難であった。また時間経過と共に local muscles の筋厚が減少することが明らかとなり高齢群は local muscles の持続収縮を行えない可能性が示唆された。

キーワード: 高齢者, local muscles, 超音波診断装置

¹⁾ 御代田中央記念病院 リハビリテーション科: 長野県北佐久郡御代田町御代田 4107-40 (〒398-0206) TEL 0267-32-4711

²⁾ 順天堂大学大学院 スポーツ健康科学研究科 スポーツ科学博士前期課程

³⁾ 順天堂大学大学院 スポーツ医科学研究科 スポーツ医学

⁴⁾ 順天堂大学大学院 スポーツ健康科学研究科

⁵⁾ 順天堂大学大学院 スポーツ医科学研究科 スポーツ医学

⁶⁾ コウ整形外科クリニック

I. はじめに

近年、医療や健康増進・介護予防の分野で体幹筋に着目したトレーニングに注目が集まっている。このトレーニングの目的は、日常生活上の基本動作や歩行及びスポーツ等の様々な運動能力の基礎として考えられている体幹のmobility (可動性)とstability (安定性)について、特にstabilityに関与するといわれているlocal musclesの活動を高めることであるとされている¹⁾。local musclesについては、体幹筋を機能別にlocal musclesとglobal musclesに分類したBergmark²⁾らによる報告の中で説明されている。local musclesとは脊柱近傍の比較的深層に起始・停止をもち、脊柱運動の制御と剛性を与え力学的安定性の維持に作用するものであり、横突間筋、棘間筋、腰部多裂筋、腹横筋などがこれに該当する。global musclesとは骨盤と胸郭を結び、力を直接伝達させ、体幹運動を司る役割を持つ。浅層に位置する胸最長筋の胸部や腰方形筋外側線維、腹直筋、内腹斜筋、外腹斜筋がこれに該当すると説明している。Richardsonら³⁾はこのlocal musclesを活性化させ脊柱の安定性を高めることが障害予防や運動パフォーマンスの向上に繋がると報告しFerreiraら⁴⁾は、亜急性期以降の腰痛者には脊柱の安定性を目的とした運動が他の運動よりも有効であることを報告している。その一方で、local musclesに対する具体的な評価方法やトレーニング方法についての報告は十分に行われておらず、どの時期にどのようなトレーニングをすることが脊柱安定性の改善に有効であるかについてのエビデンスが少ないという指摘もある⁵⁾。このような背景から、local musclesに対する適切なトレーニング方法を選択するためには、どのような状況下でlocal musclesが活動しているのかを明らかにすることは重要である。

そこで本研究は、年齢差によるlocal musclesの相違点を明らかにするために、若年群と高齢群に対して背臥位及び立位での外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋の筋厚測定を安静時と口頭指示に対する意図的収縮時に、また1分間の立位保持中の筋厚測定を行った。筋厚測定には超音波診断装置を使用した。筋厚変化と筋活動との関連についてMcmeeken⁶⁾らは、local musclesである腹横筋厚に関して、超音波診断装置と筋電図を用いて両者の関連性を検証し、筋厚の増加に比例して筋電図による筋活動が増加することに強い相関があることを報告している。この報告をふまえて、本研究でも超音波診断装置を用いた筋厚測定を実施し若年群と高齢群の筋厚変化を比較、検討することとした。

II. 対象と方法

1. 対象

若年群は日常生活を送るうえで支障となる痛みや疾患を有しない30名(男性17名、女性13名)。年齢: 25.4 ± 5.0 歳、身長: 175.4 ± 8.2 cm、体重: 64.2 ± 7.9 kgであった。高齢群は、通所リハビリテーションに通う介護保険対象者で、診断名に身体麻痺、認知症の記載がなく、基本動作(寝返り、起き上がり、立ち上がり、立位保持、歩行)において介助を有しない35名(男性20名、女性15名)。年齢: 76.9 ± 8.5 歳、身長: 161.1 ± 6.9 cm、体重: 57.8 ± 7.9 kgであった。介護度は要支援1から要介護度2までであった。

本研究は、順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科研究等倫理委員会(順大院ス倫第22-31号)の承認のもと行われた。また、本研究の目的、内容、方法、得られたデータの活用方法、個人情報の管理等について、対象者に対し文書および口頭で説明し同意を得られた対象者のみに実施した。

2. 方法

体幹筋厚測定は、超音波診断装置(ALOKA製)を使用し、表層画像が測定できるリニアプローブを用いて周波数は8 MHzに設定した。筋厚はエコー輝度の高い線上に描出される筋膜で挟まれた幅を基準として超音波診断装置内のマーキング装置にてポインティングし、表示された数値(mm)を採用した。

筋の同定については、画面上で外側から一層目を外腹斜筋、二層目を内腹斜筋、三層目を腹横筋とした。測定箇所は臍レベルの水平線と前腋下線上の交点から前内方にマーキングを行い、その部位にプローブを置き、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋が最も摘出しやすい位置、臍部から外側10 cm付近とした。

背臥位での測定は、ベッド上で股関節45°、膝関節60°屈曲位で上肢は体側に置いた安楽肢位とした。立位での測定は上肢を体側に自然下垂させ、足部間隔は両側の上前腸骨棘の幅を測定後、後方から見て両踵内側幅が上前腸骨棘と一致するように設定した。また足先は踵内側と第一中足指節間関節内側を結ぶ線が平行になるように設定した。

local musclesの収縮方法は、骨盤底筋群とlocal musclesとの連動性を報告したSapsford^{7,8)}らによる先行研究をもとに「排尿を止めるように腹部に力を入れる」という口頭指示を採用した。この方法は、従来収縮を促すことが困難であったlocal musclesの収縮を誘導することを目的とした指示方法であるが、実際に排尿中に行うのではなく模擬的に下腹部に力を入れることによりlocal musclesの収縮を促す方法である。

測定は、背臥位及び立位での安静時と口頭指示による

意図的収縮を促した際の外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋の筋厚を測定し安静時を基準とした筋厚変化について比較した。また立位では時間経過に伴う筋厚変化を捉えるために立位開始時、10秒後、20秒後、30秒後、60秒後の外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋を測定し立位開始時を基準とした筋厚変化を比較した。統計処理はStat View5.0を使用し、安静時と意図的収縮時の筋厚の比較はpaired t-test、1分間立位保持時の筋厚の比較には一元配置分散分析後に多重比較を行いそれぞれ5%未満を有意水準とした。

III. 結 果

背臥位における若年群の筋厚変化について、外腹斜筋は安静時 6.22 ± 1.20 mm、意図的収縮時 5.39 ± 1.63 mm で筋厚が有意に減少した ($p<0.01$)。内腹斜筋は安静時 9.42 ± 2.44 mm、意図的収縮時 11.81 ± 4.33 mm で筋厚が有意に増加した ($p<0.01$)。腹横筋は安静時 3.88 ± 1.29 mm、意図的収縮時 6.77 ± 2.22 mm で筋厚が有意に増加した ($p<0.01$)。高齢群は、外腹斜筋は安静時 3.06 ± 0.91 mm、意図的収縮時 3.08 ± 0.85 mm で両者間に有意差はなかった。

意差はなかった。内腹斜筋は安静時 5.87 ± 2.01 mm、意図的収縮時 7.12 ± 2.46 mm で筋厚が有意に増加した ($p<0.01$)。腹横筋は安静時 2.68 ± 0.91 mm、意図的収縮時 3.06 ± 1.29 mm で筋厚が有意に増加した ($p<0.01$) (表1)。

立位における若年群の筋厚変化は、外腹斜筋は安静時 6.61 ± 1.43 mm、意図的収縮時 5.79 ± 1.23 mm で筋厚が有意に減少した ($p<0.01$)。内腹斜筋は安静時 10.93 ± 3.22 mm、意図的収縮時 13.00 ± 4.06 mm で筋厚が有意に増加した ($p<0.01$)。腹横筋は安静時 4.11 ± 1.52 mm、意図的収縮時 5.44 ± 2.09 mm で筋厚が有意に厚くなった ($p<0.01$)。高齢群は、外腹斜筋は安静時 2.94 ± 0.92 mm、意図的収縮時 2.77 ± 0.85 mm で両者間に有意差はなかった。内腹斜筋は安静時 5.78 ± 1.36 mm、意図的収縮時 5.90 ± 1.49 mm で両者間に有意差はなかった。腹横筋は安静時 2.35 ± 0.55 mm、意図的収縮時 2.41 ± 0.68 mm で両者間に有意差はなかった (表2)。

また1分間の立位保持中の筋厚変化は、若年群はlocal musclesの筋厚に有意な差はみられなかったが、高齢群は開始時からの時間経過とともに筋厚が有意に減少した (表3)。

表1 意図的収縮時の体幹筋厚—背臥位

	外腹斜筋		内腹斜筋		腹横筋	
	安静	収縮	安静	収縮	安静	収縮
若年者	6.22 ± 1.20	$5.39 \pm 1.63^{**}$	9.42 ± 2.44	$11.81 \pm 4.33^{**}$	3.88 ± 1.29	$6.77 \pm 2.22^{**}$
高齢者	3.06 ± 0.91	3.08 ± 0.85	5.87 ± 2.01	$7.12 \pm 2.46^{**}$	2.68 ± 0.91	$3.06 \pm 1.29^{**}$

平均値 $\pm$ 標準偏差 (mm)。** : $p<0.01$ (安静と収縮の比較)。

表2 意図的収縮時の体幹筋厚—立位

	外腹斜筋		内腹斜筋		腹横筋	
	安静	収縮	安静	収縮	安静	収縮
若年者	6.11 ± 1.43	$5.79 \pm 1.23^{**}$	10.93 ± 3.22	$13.00 \pm 4.06^{**}$	4.11 ± 1.52	$5.44 \pm 2.09^{**}$
高齢者	2.94 ± 0.92	2.77 ± 0.85	5.78 ± 1.36	5.90 ± 1.49	2.35 ± 0.55	2.41 ± 0.68

平均値 $\pm$ 標準偏差 (mm)。** : $p<0.01$ (安静と収縮の比較)。

表3 1分間立位時の体幹筋厚

		開始時	10秒後	20秒後	30秒後	60秒後
若年者	外腹斜筋	6.95 ± 1.33	7.00 ± 1.23	7.13 ± 1.42	7.07 ± 1.31	6.90 ± 1.47
	内腹斜筋	11.57 ± 3.02	11.76 ± 3.12	11.26 ± 2.77	11.53 ± 3.12	11.34 ± 3.66
	腹横筋	4.45 ± 1.31	4.38 ± 1.33	4.53 ± 1.55	4.32 ± 1.31	4.40 ± 1.43
高齢者	外腹斜筋	2.91 ± 0.88	2.85 ± 0.86	$2.78 \pm 0.94^{**}$	$2.69 \pm 0.94^{**}$	$2.75 \pm 0.87^{**}$
	内腹斜筋	5.73 ± 1.34	5.70 ± 1.39	$5.64 \pm 1.46^{**}$	$5.48 \pm 1.54^{**}$	$5.38 \pm 1.58^{**}$
	腹横筋	2.39 ± 0.54	$2.28 \pm 0.61^{**}$	$2.08 \pm 0.60^{**}$	$1.97 \pm 0.61^{**}$	$1.93 \pm 0.63^{**}$

平均値 $\pm$ 標準偏差 (mm)。** : $p<0.01$ (開始時との比較)。

IV. 考 察

本研究では年齢差による local muscles の相違点を明らかにするために、若年群と高齢群に対して背臥位及び立位での安静時と口頭指示による意図的収縮を促した際の体幹筋の筋厚を測定し安静時を基準とした筋厚変化について比較した。また立位での時間経過に伴う体幹筋の筋厚変化を捉えるために立位開始時、10秒後、20秒後、30秒後、60秒後の体幹筋厚を測定し立位開始時を基準とした筋厚変化を比較した。結果、背臥位では若年群・高齢群共に安静時に比べ意図的収縮時の local muscles の筋厚が有意に増加し、立位では高齢群の筋厚に差がみられなかったことから、高齢群の local muscles は背臥位では意図的に収縮させやすく立位では収縮させる事が困難である事が示唆された。高齢群の立位保持について高畑ら⁹⁾は、体幹筋力の低下により腹腔内圧による脊柱安定化が働きにくくなっていることを報告し股関節や膝関節での代償が強くなっていることを示した。腹腔内圧に関与する local muscles については、腹横筋は横断的な筋走行で横隔膜、骨盤底筋群と共に腹腔内圧の上昇に関与し、脊柱の安定性を得ていることが報告されている¹³⁾。脊柱安定性における local muscles の役割については Cholewicki¹¹⁾らが、低負荷活動中に関与する local muscles の重要性を報告し、Hodgesら¹²⁾は四肢の運動に先行して local muscles が収縮することを示し、脊柱安定性に関与する local muscles の重要な役割を述べている。また、伊藤ら¹¹⁾の報告から、従来は腹直筋や脊柱起立筋といった global muscles が脊柱安定性に関与するとされてきたが、近年の研究から local muscles が重要であることが報告されこれらに対するアプローチが重要視されている。実際のアプローチ方法については Richardsonら¹⁴⁾は段階分けしたトレーニング方法を報告しているが、これは段階1として抗重力支持機能を加えず、段階2で重力負荷刺激を漸増させるものとしている。背臥位では若年群、高齢群共に安静時に比べ意図的収縮時の local muscles の筋厚が有意に増加したが、立位では高齢群の筋厚に差がみられなかったという本研究の結果と照らし合わせても、高齢群のトレーニングは背臥位から開始することが望ましいと考える。

次に1分間立位時の筋厚の変化について、若年者は1分間の立位保持で local muscles の筋厚に変化がなかったが、高齢者は時間経過とともに筋厚が減少することが明らかになった。高畑ら⁹⁾は、高齢者の立位姿勢について、脊柱起立筋が過負荷となり除負荷となった腹筋群は廃用性萎縮を引き起こしていることを報告し、腹腔内圧による脊柱安定性が働きにくくなっていることを指摘した。本研究では local muscles と立位姿勢との関連についての検討は行っていないが、臨床現場で観察できる高齢者の持続的な立位保持が困難な理由の一因として、高齢者が

local muscles の収縮を持続的に行えないことが関与している可能性を示唆した。

意図的収縮時の global muscles である外腹斜筋について、若年群では有意に減少する結果となっている。Hodgesら¹⁵⁾は体幹筋に対して低レベルの収縮では内腹斜筋と腹横筋について一定の関連があることを示し、Madillら¹⁷⁾は、骨盤底筋群の収縮に対して外腹斜筋の収縮率が内腹斜筋、腹横筋に比べて小さかったことを筋電図測定で明らかにしている。今回採用した口頭指示は local muscles の収縮を促すための手法であり外腹斜筋活動には関与しなかったことが推測される。また、立位では local muscles の筋厚増加によって姿勢保持に関与していた global muscles の活動が抑制された可能性が考えられる。しかし、背臥位における global muscles の活動については低レベルの収縮でも筋厚と筋活動との間での関連性が見られなかったという報告¹⁵⁾もあり、筋活動があっても筋の伸張により筋厚に変化が現れない可能性もあり、更なる追研究として超音波診断装置と表面筋電図の使用による検討が必要である。

引用文献

- 1) 宮下 智：レッドコード・グループエクササイズ。三輪書店、東京、2009、52-56。
- 2) Bergmark A: Stability of the lumbar spine. a study in mechanical engineering. Acta Orthop Scand Suppl, 1989, 230: 1-54.
- 3) Ferreira PH, Ferreira ML, Maher CG: Specific stabilization exercise for spine and pelvic pain. Aust J Physiother, 2006, 52(2): 79-88.
- 4) Richardson C, Hodges P, Jull G, et al.: Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain. 齊藤昭彦(訳)、エンタプライズ、東京、1999、pp12-13.
- 5) 白井康正：科学的根拠（Evidence Based Medicine）に基づいた腰痛診療のガイドラインの策定に関する研究。http://minds.jcqh.or.jp（閲覧日2009年9月1日）
- 6) McMeeken JM, Beith ID, Newham DJ: The relationship between EMG and change in thickness of transversus abdominis. Clin Biomech, 2004, 19(4): 337-342.
- 7) Sapsford PR, Hodges PW: Contraction of the floor muscles during abdominal maneuvers. Arch Phys Med Rehabil, 2001, 82(8): 1081-1088.
- 8) Sapsford PR, Hodges PW: Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscles during voluntary exercises. NeuroUrol Urodyn, 2001, 20(1): 31-42.
- 9) 高畑雅彦：骨粗鬆症性脊椎骨折後におこる姿勢異常と体幹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、2006：65-73。
- 10) Hodges PW: Long term effects of specific spine. 2001, 26: 243-248.
- 11) Cholewicki J: Mechanical stability of the in vivo lumbar spine, implications for injury and low back pain. Clin Biomech, 1996, 11(1): 1-15.

-
- 12) Hodges PW, Richardson CA: Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Exp Brain Res*, 1997, 114(2): 362-370.
 - 13) 伊藤俊一, 隈元庸夫: 腰部脊柱安定化エクササイズによる腰痛治療と再発予防. *Orthopaedics*, 2008, 21(6): 49-56.
 - 14) Richardson C, Hodges PW, Hides J: Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization: a motor control approach for the treatment and prevention of low back pain. Churchill Livingstone, New York, 2004, pp77-92.
 - 15) Hodges PW, Pengel MH, et al.: Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle Nerve*, 2003, 27(6): 682-692.
 - 16) Madill SJ, Mclean L: Relationship between abdominal and pelvic floor muscle activation and intravagial pressure during pelvic floor muscle contractions in healthy continent women. *Neurourol Urodyn*, 2006, 25(7): 722-730.