高齢な女性腰椎圧迫骨折患者における 腰部体幹筋の脂肪浸潤程度について

Characteristics of fat infiltration in the lumbar trunk muscles in elderly female patients with lumbar compression fracture.

藤本 貴大¹⁾, 田中 繁治²⁾

TAKAHIRO FUJIMOTO¹⁾, SHIGEHARU TANAKA²⁾

要旨：高齢女性腰椎圧迫骨折患者を対象に、腰部多裂筋（以下：LM）および脊柱起立筋（以下：ESM）、大腰筋（以下：PM）の脂肪浸潤率を定量的な方法で計測し、筋肉の脂肪浸潤程度に特徴が見られるかを検討した。計測には、MRI画像を利用した。MRI画像は、第1腰椎から第1仙骨上縁までの椎体上縁と椎体中間位計11箇所を利用した。脂肪浸潤率は、各筋の横断面積とその面積に占める脂肪浸潤面積の比率とした。計測には、Image J1.47を利用した。結果、全11箇所のLMおよびESMの脂肪浸潤率は、13.9～26.5%であった。PMは0.4～2.0%であり、LMおよびESMと比較し有意に低値であった（ $p<0.01\sim0.001$ ）。各筋の脂肪浸潤率とBMIとは、有意な相関関係は認められなかった。同一筋内全11箇所における脂肪浸潤率の多重比較では、有意差は認めなかった。また、骨折部と非骨折部に分け比較した場合の結果も有意差は認めなかった。以上のことより、本研究の高齢女性腰椎圧迫骨折患者におけるLMおよびESMの脂肪浸潤率は、限局的ではなく腰椎全域で10%以上生じていることが明らかとなった。

キーワード：腰椎圧迫骨折、腰椎多裂筋、脂肪浸潤率、高齢女性

Abstract: The aim of this study was to examine the fat infiltration ratio in the lumbar multifidus (LM), erector spinae muscles (ESM), and psoas major (PM) in elderly female patients with lumbar compression fracture. Subjects were fourteen elderly females aged 65 or over who have been diagnosed with lumbar compression fracture. A total of 11 levels per individual, corresponding to the axial sectional planes through the upper endplate and middle endplate of each lumbar vertebra (L) and the upper margin of the first sacral vertebra (S), were measured LM, ESM, and PM cross-sectional area (CSA). The images were transferred to the Image J. The fat infiltration ratio was a value obtained by dividing the fat infiltration area at CSA (muscle and fat). Range of the fat infiltration ratio in LM and ESM were 13.9~26.5%, and that of PM was 0.4~2.0%. The fat infiltration ratio in LM and ESM were significant higher than that of PM ($p<0.01\sim0.001$). The fat infiltration ratio of each muscle did not demonstrate significant correlations with body mass index. There were no significant differences in the fat infiltration ratio of 11 levels in the same muscle. The difference in fat infiltration ratio were compared by classifying the fracture and non-fracture. There were no significant differences in the mean, the left and the right in both each muscles. These results suggested that LM and ESM fat infiltration rate in patients with lumbar compression fracture of this study was observed as a whole rather than a focal fatty infiltration.

Key words: Lumbar compression fracture, the lumbar multifidus, fat infiltration rate, Elderly female

受付日：2015年12月21日，採択日：2016年7月28日

¹⁾ 社会医療法人金田病院 リハビリテーション科：岡山県真庭市西原63（〒719-3193）TEL：0867-52-1191

E-mail：f5jlm4t@gmail.com

Department of Rehabilitation Kaneda Hospital, Medical Corporation, Nishibara 63, Maniwa-city, Okayama 719-3193, Japan.

²⁾ 専門学校川崎リハビリテーション学院 理学療法学科

Department of Physical Therapy, Kawasaki Junior College of Rehabilitation

I. はじめに

椎体圧迫骨折は高齢者に多く、疼痛や椎体変形が生じれば脊柱アライメントの異常を引き起こし、日常生活動作能力の低下^{1,2)}、生活の質低下^{3,4)}に関連し、さらに生命予後の短縮⁵⁾に影響することが報告されている。

通常、脊椎は生理的彎曲を形成し、この生理的彎曲は姿勢を維持するうえで最もエネルギー効率が良いとされる。福田ら⁶⁾は、高齢女性の腰椎前彎角度減少により脊椎全体の前傾角度の増加、胸椎の後彎角度や仙骨後彎角度の増加と関連し、歩行機能低下にも関連すると報告している。そのため、脊柱アライメントにおいて、適切な腰椎前彎維持は重要と考えられる。

また、脊柱および骨盤アライメントは、筋活動とも関連するとされ⁷⁾、腰椎を含む椎体圧迫骨折治癒後の運動療法に背筋運動が有効とされている。背筋運動は、背筋力を上昇させ椎体骨折率を有意に低くすること、生理的彎曲の再建に加え疼痛遷延の改善に有効とされる⁸⁾。さらに、体幹の中でも腰椎骨盤領域には体重や重力によって産生される大きな力が加わり、その負荷に対抗し腰椎の安定性を保つためには筋力が必要となる。したがって、腰椎圧迫骨折患者の腰椎安定性には、骨と靱帯のみだけでなく筋による関与が重要と考えられる。

これまで筋量や筋力は身体活動量や加齢との関連が示されており、その評価方法には非侵襲的な方法としてCT法やMRI法、超音波法による筋横断面積(cross sectional area 以下; CSA)⁹⁻¹¹⁾が使用されている。また近年、実質的な筋収縮組織以外の脂肪組織増加となる質的变化も筋萎縮とともに筋力と負の相関関係が認められている¹²⁻¹⁴⁾。加えて、筋肉の脂肪浸潤は機能障害とも関連する可能性が報告され¹⁵⁾、高齢者の大腿四頭筋の脂肪浸潤増加は、移動能力の制限とも関連することが報告されている¹⁶⁾。そのため、脊椎安定性に関わる体幹筋においても質的变化となる脂肪浸潤程度を評価することは重要と考えられる。

体幹筋の脂肪浸潤に関して、加齢により腰部脊柱起立筋で脂肪浸潤しやすいことが報告されている¹⁷⁾。背筋群の中で多裂筋は、椎体分節的安定性に重要な体幹深層筋とされている。腰痛や椎間板ヘルニア患者では、疼痛部位となる腰椎高位の片側で限局的な腰部多裂筋の脂肪浸潤を認め、脊柱起立筋ではこの限局的な脂肪浸潤は認められていない¹⁸⁾。これには、腰部多裂筋は、腰神経後枝内側枝が単根性に支配されている解剖学的

特徴が一つに影響している可能性も考えられる。つまり、腰部多裂筋のCSAの評価については、骨折や関節損傷部により限局的な形態的变化が生じることが推測される。そのため、腰部多裂筋の脂肪浸潤評価には、各椎体に加え左右差についても比較することも重要と考える。

腰椎圧迫骨折患者を対象とした背筋群の脂肪浸潤についてKimら¹⁹⁾は、MRI画像の第4腰椎5腰椎間の画像を用いて、腰部多裂筋の脂肪浸潤程度を半定量的な目視によるグレード分類(軽度; 10%未満, 中等度; 10~50%未満, 重度; 50%以上)で検討している。その結果、脊椎圧迫骨折患者は健常者と比べ腰部多裂筋の脂肪浸潤が中等度に分類された者が有意に多かったと報告している。つまり、腰椎圧迫骨折患者の多裂筋脂肪浸潤程度は高いことが考えられる。しかしながら、腰椎圧迫骨折患者を対象とし、腰部多裂筋の各椎体および左右それぞれでの定量的な計測による検討はされていない。そこで、各腰椎での腰部多裂筋の質的变化がどの程度生じているかという基礎的な理解を得ることは重要であると考えられる。本研究では、MRI画像を利用し、腰椎圧迫骨折患者の腰部多裂筋、腰部脊柱起立筋、大腰筋の脂肪浸潤程度を各腰椎左右別に定量的な方法で計測し、腰椎全域の脂肪浸潤程度の特徴を検討することとした。

II. 対象と方法

1. 対 象

対象は、受傷前に生活機能の自立していた65歳以上の女性で、初発の単椎体腰椎圧迫骨折と診断され、保存的加療を行った14名とした。患者の基本属性は、年齢 76.4 ± 10.2 歳、身長 155.1 ± 7.8 cm、体重 53.4 ± 9.2 kg、腰椎圧迫骨折部位は第1腰椎5名、第2腰椎2名、第3腰椎4名、第4腰椎2名、第5腰椎1名であった(椎体骨折判定基準での定量的評価法による内訳: 楔状椎8名、魚椎5名、扁平椎1名)。なお、本研究は社会医療法人緑社会金田病院倫理試験審査会の承認を受け、対象患者には学術的使用に関する同意を入院時に口頭で説明し書面にて同意を得た後に実施した。

2. 方 法

1) MRI 画像による筋脂肪浸潤率の計測

すべてのMRI画像(TOSHIBA社製 Vantage Titan 3 T)は、第1腰椎上縁から第5腰椎までの上縁と腰椎上下縁の中間位および仙骨上縁の計11画像とした。

図1. MRI画像における腰部多裂筋 (LM), 腰部脊柱起立筋 (ESM), 大腰筋 (PM)

MRI画像は、T2強調画像 (fast spin echo, repetition time: 4000msec, echo time: 90msec, field of view: 180×180, matrix: 256×400) を取得した。T2強調画像は、主として組織の水分含有量の差を反映した画像であり、水分を多く含んだ組織が高信号に描出される。骨格筋は、T2強調画像では低信号に、脂肪は高信号に描出される。つまり、計測する筋肉の関心領域 (Region of interest; 以下 ROI) において、高信号に描出される部分を脂肪浸潤部と判断できる。

脂肪浸潤の計測方法は、Ramson ら²⁰⁾の先行研究を参考に行った。各筋肉の ROI および脂肪浸潤の計測には、画像処理ソフトウェア Image J1.47を用いて計測した。各筋肉の ROI は、水平面の MRI 画像を用いて解剖学的指標を参考にした。計測する筋肉は、腰部多裂筋、腰部脊柱起立筋、大腰筋とした (図1)。これらの筋肉は、左右ともに2回計測した。

各筋肉の ROI 計測には、すべて1名の理学療法士が行った。各 ROI は、ウインドウ幅やウインドウレベルを変化させ描写し、各 ROI における pixel あたりの面積を筋断面積とした。各筋断面積 ROI における脂肪浸潤面積の計測は、0から255の256階調で数値化した 8 bit gray scale にて120以上を脂肪浸潤部と判断し、その面積の総和を脂肪浸潤面積とした。そして、筋断面積から脂肪浸潤面積を除いた値を算出し、百分率で表したものを脂肪浸潤率とした^{18, 20)}。

統計学的分析には、左右ともに2回計測した値の平均値を左右値とし、その左右値をさらに平均した値を代表値として使用した。

3. 統計解析

統計処理に関し、正規性は Shapiro-Wilk の正規性検定を用いて確認した。しかし、すべての値で帰無仮説は棄却されず正規性を確認できなかったため non-

parametric 検定を用いることとした。

腰部多裂筋、腰部脊柱起立筋および大腰筋の各腰椎の左右差比較は、Wilcoxon の符号付順位検定を用いた。

腰部多裂筋、脊柱起立筋および大腰筋脂肪浸潤率の同一筋内11箇所での差の比較には、代表値を使用し Kruskal-Wallis 検定を行い、多重比較には Steel-Dwass 法を用いた。

また、腰部多裂筋、脊柱起立筋および大腰筋の同一箇所における3筋群間の脂肪浸潤率比較には、代表値を Friedman 検定を行い、多重比較には Steel-Dwass 法を用いた。

骨折部と非骨折部での比較は、腰椎上縁部位と腰椎中間位に分け、代表値ならびに左右値別で Mann-Whitney の U 検定を用いた。

各筋肉の脂肪浸潤率と BMI の関係を調べるために、Spearman の順位相関係数を用いて行った。なお、すべての統計学解析は、統計ソフト EasyR3.1.2 を使用し、測定値は平均±標準偏差で表示し、有意確率は5%未満とした。

III. 結果

腰部多裂筋、腰部脊柱起立筋、大腰筋の各腰椎代表値および左右値での脂肪浸潤率を表1に示す。

各腰椎での左右値比較において、腰部多裂筋はすべての箇所で有意な左右差は認められなかった。一方、腰部脊柱起立筋では、第1腰椎上縁および中間位 (ともに $p < 0.001$)、第2腰椎上縁 ($p < 0.01$)、第3腰椎上縁 ($p < 0.01$) および中間位 ($p < 0.05$)、仙骨上縁 ($p < 0.001$) で有意な左右差が認められた。大腰筋では、仙骨上縁で有意な左右差が認められた ($p < 0.05$)。

同一筋内全11箇所の脂肪浸潤率代表値による比較では、腰部多裂筋、腰部脊柱起立筋、大腰筋ともに同一筋内では有意差を認められなかった。

腰部多裂筋、腰部脊柱起立筋、大腰筋の同一箇所脂肪浸潤率代表値における3筋群間の比較では、腰部多裂筋と腰部脊柱起立筋に有意差は認められなかった。一方で、腰部多裂筋と脊柱起立筋は、大腰筋と比べすべての箇所で有意な高値が認められた (表2)。

骨折部と非骨折部での比較は、腰椎上縁および中間位での比較では、各筋ともに代表値ならびに左右値別比較で有意差は認められなかった (表3)。

BMI と各筋のすべての椎体箇所の脂肪浸潤率代表

表 1. 各筋の代表値および左右値別での脂肪変性率

			代表値	右値	左値	P 値
腰部多裂筋	L 1	上縁	14.1±13.3	14.7±13.3	13.5±13.7	0.326
		中間位	16.8±12.5	16.6±13.5	17.0±12.3	0.391
	L 2	上縁	17.8±13.3	17.2±13.7	18.4±13.7	0.502
		中間位	17.7±17.0	20.0±24.3	15.3±11.6	0.626
	L 3	上縁	19.8±15.5	18.8±16.4	20.9±15.1	0.268
		中間位	21.9±17.2	22.0±18.4	21.9±17.1	1.000
	L 4	上縁	23.5±15.3	21.8±17.3	25.2±15.6	0.502
		中間位	20.0±15.8	20.2±16.3	19.8±15.6	0.952
	L 5	上縁	22.6±17.9	22.8±18.7	22.4±17.5	0.834
		中間位	20.1±15.1	19.8±16.0	20.4±14.8	0.780
S 1	上縁	26.5±11.3	26.9±13.3	26.0±9.8	0.855	
腰部脊柱起立筋	L 1	上縁	17.9±17.7	14.2±16.1	21.6±20.1	***
		中間位	17.4±16.8	14.5±15.1	20.4±18.8	***
	L 2	上縁	17.4±17.2	14.6±15.2	20.2±19.5	**
		中間位	13.9±20.6	19.3±21.3	19.8±17.3	0.068
	L 3	上縁	17.2±14.4	15.1±14.0	19.3±15.4	**
		中間位	19.8±13.9	18.0±13.1	21.6±15.4	*
	L 4	上縁	17.6±11.7	16.2±10.6	19.0±13.3	0.091
		中間位	16.9±11.9	16.4±13.0	17.3±13.2	0.670
	L 5	上縁	19.7±16.0	18.6±16.5	20.7±17.0	0.295
		中間位	19.6±16.8	17.8±15.8	21.4±18.4	0.069
S 1	上縁	24.7±22.6	18.9±23.7	27.8±24.9	***	
大腰筋	L 1	上縁	1.1±1.6	1.1±1.9	1.2±1.5	0.965
		中間位	1.2±2.1	0.7±1.3	1.7±3.0	0.142
	L 2	上縁	1.2±2.1	1.7±3.2	0.8±1.2	0.415
		中間位	2.0±4.0	1.9±3.9	2.1±4.1	0.266
	L 3	上縁	1.2±1.5	1.0±1.4	1.4±1.6	0.068
		中間位	1.5±2.5	1.6±2.7	1.5±2.5	0.563
	L 4	上縁	0.9±1.7	0.7±1.7	1.0±1.8	0.076
		中間位	1.4±1.8	1.3±2.2	1.5±2.1	0.415
	L 5	上縁	0.9±1.4	0.8±2.0	1.0±1.4	0.124
		中間位	0.9±1.7	0.6±1.4	1.2±2.3	0.097
S 1	上縁	0.4±0.8	0.1±0.3	0.7±1.4	*	

平均±標準偏差 単位：%

L：腰椎 S：仙骨 中間位：椎体上縁と下縁の中間

***p<0.001. **p<0.01. *p<0.05. (右値 vs 左値)

表 2. 同一箇所における 3 筋群間の比較結果

			L 1 上縁	L 1 中間位	L 2 上縁	L 2 中間位	L 3 上縁	L 3 中間位	L 4 上縁	L 4 中間位	L 5 上縁	L 5 中間位	S 1 上縁
大腰筋	対	脊柱起立筋	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
大腰筋	対	多裂筋	***	***	***	**	***	***	***	***	***	***	***
脊柱起立筋	対	多裂筋	0.770	0.945	0.890	0.995	0.869	1.000	0.657	0.890	0.857	0.977	0.305

***p<0.001. **p<0.01.

L：腰椎 S：仙骨 中間位：椎体上縁と下縁の中間

表3. 骨折部と非骨折部の腰部多裂筋, 腰部脊柱起立筋, 大腰筋における脂肪浸潤率比較

			骨折部	非骨折部	P 値
腰部多裂筋	上縁	代表値	16.6±12.1	21.5±15.1	0.314
		右値	16.6±13.5	21.1±16.1	0.472
		左値	16.7±11.5	21.9±15.1	0.231
	中間位	代表値	17.8±12.5	19.7±15.9	0.879
		右値	16.5±13.4	20.5±18.5	0.668
		左値	19.1±12.2	18.8±14.7	0.799
腰部脊柱起立筋	上縁	代表値	17.2±12.1	19.5±17.4	0.976
		右値	14.1±11.8	16.5±17.0	0.826
		左値	20.2±13.4	21.4±19.7	0.726
	中間位	代表値	15.9±1.1	17.9±17.0	0.777
		右値	13.5±10.3	15.3±19.3	0.766
		左値	18.4±12.5	20.5±17.2	0.983
大腰筋	上縁	代表値	1.2±1.6	0.9±1.5	0.509
		右値	1.3±1.9	0.8±1.9	0.207
		左値	1.0±1.5	1.0±1.5	0.951
	中間位	代表値	1.1±1.9	1.5±2.6	0.790
		右値	0.7±1.3	1.3±2.7	0.653
		左値	1.4±2.6	1.7±2.9	0.976

単位: %

中間位: 椎体上縁と下縁の中間

表4. 腰部多裂筋, 腰部脊柱起立筋, 大腰筋の脂肪浸潤率と BMI との相関関係

	L 1		L 2		L 3		L 4		L 5		S 1
	上縁	中間位	上縁	中間位	上縁	中間位	上縁	中間位	上縁	中間位	上縁
腰部多裂筋	0.108	0.266	0.046	0.086	-0.156	0.007	0.081	0.099	-0.297	-0.248	-0.437
腰部脊柱起立筋	0.103	0.020	0.015	-0.178	-0.495	-0.477	-0.235	-0.143	-0.429	-0.455	-0.222
大腰筋	-0.135	-0.024	0.122	0.024	0.055	-0.170	0.043	-0.342	-0.034	-0.061	0.085

L: 腰椎 S: 仙骨 中間位: 椎体上縁と下縁の中間

値とは, 有意な相関関係は認められなかった (表4)。

IV. 考 察

本研究では腰部多裂筋以外に, 腰部脊柱起立筋と大腰筋を計測した。腰部脊柱起立筋は, 脊柱のトルク生成と方向性の制御能力に関わり脊柱全体の剛性を高める。そして, 大腰筋は, 腰部多裂筋と協調筋として骨盤前傾と腰椎前彎に作用する²¹⁾。そのため, 腰椎前彎に関わり可動性低下や骨盤帯の姿勢変化に起因している筋肉として計測した。これらの筋における腰椎11箇所計測した脂肪浸潤率代表値の結果は, 腰部多裂筋14.1~26.5%, 脊柱起立筋13.9~24.7%, 大腰筋0.4~2.0%となった。この結果は, 本研究で対象とした腰椎全域の脂肪浸潤率を定量的に確認できたと考えている。

筋肉の脂肪浸潤に関して, その一因に加齢や不活動

による影響以外に骨折や関節損傷による反射抑制, 疼痛抑制によっても生じるとされる²²⁾。本研究では, 骨折部と非骨折部に分け, 腰部多裂筋の代表値および左右値別で比較した。結果, すべての値で骨折部と非骨折部では有意差は認められなかった。この結果は, 腰部脊柱起立筋および大腰筋でも同様の結果となった。本研究の対象患者については, 骨折に関係なく腰椎多裂筋および腰部脊柱起立筋, 大腰筋の脂肪浸潤が生じていると考えられた。また, 本研究の腰椎圧迫骨折患者は, 椎体骨折判定基準での定量的評価法による内訳で, 楔状椎および魚椎が多かった。つまり, 椎体後方への影響が少ないことが考えられ, 神経根への圧迫や損傷による影響が少なかったことが一つに考えられた。

次に, 各筋肉の形態学的特徴として, 各椎体レベルで異なるとされる。腰部多裂筋は尾側に向かうに従い増加し, 腰仙椎移行部で最大となる。一方で, 脊柱起

立筋は、腰部多裂筋とは逆に尾側に向かって減少する。大腰筋は、第4腰椎と5腰椎間に筋腹があるとされる。しかしながら、本研究のすべての筋肉の脂肪浸潤率においても、第1腰椎から仙骨上縁までの同一筋内での比較において有意差は認められなかった。よって、脂肪浸潤率には、筋形態学的な特徴と関係なく腰椎全域で同程度に脂肪浸潤が生じていることが認められた。以上のことより、骨折による急性的な影響は少なく、腰痛や椎間板ヘルニア患者のような限局的な腰部多裂筋脂肪浸潤と異なった脂肪浸潤の影響と考えられた。

この腰部多裂筋および腰部脊柱起立筋の10%以上の脂肪浸潤率には、腰椎可動域低下が一因と考えられる。加齢に伴い腰椎伸展可動域は、男性と比較し女性で低下し、腰椎前彎の減少をとまうことが報告されている^{23, 24)}。Andersonら¹⁷⁾は、特に女性は加齢により腰部脊柱起立筋において脂肪浸潤しやすいとしている。この腰椎前彎減少は、体幹伸展筋活動の低下を生じさせることが考えられる。本研究の対象者は、76.4歳と高齢女性であり、加齢にともなう腰椎可動域制限と腰椎前彎の減少も考えられる。そのため、加齢に伴う腰椎前彎の低下と腰背部筋の筋活動低下を反映し、腰部多裂筋および腰部脊柱起立筋の10%以上の脂肪浸潤率結果となった可能性が考えられた。

また、筋肉の脂肪浸潤率に関して、Fukumotoら¹³⁾は体脂肪率やBMIなどでは予測できないと報告している。本研究では、体脂肪率と有意な相関関係にあるBMIと各筋肉の脂肪浸潤率代表値には有意な相関関係は認められなかった。このことは、BMIと各筋肉の脂肪浸潤率に関係性は低いことを支持する結果と考えられた。

筋肉の脂肪浸潤率の左右値比較では、腰部多裂筋では有意な左右差は認められなかった。一方で、脊柱起立筋脂肪浸潤率は、L1上縁からL3中間位で有意な差を認めた。よって、腰部脊柱起立筋の左右差に加え、脊柱起立筋および腰部多裂筋の腰椎全域の脂肪浸潤の増加は、体重や重力によって産生される大きな負荷に対抗し、脊柱の安定性を保つための筋力が低下し、脊椎およびそれに関わる関節への過剰なストレスが加わりやすい状態であった可能性が考えられた。

各腰椎における同一箇所での脂肪浸潤率を多重比較検定した結果は、腰部多裂筋および腰部脊柱起立筋は大腰筋と比べ全箇所でも有意に高率を認めた。脂肪浸潤程度の違いの一つには、Type線維の違いがあり筋活動低下にともない筋Type I線維の比率が高いほど組織

変化しやすいという報告がある¹⁵⁾。そのため、本研究においてType I線維の分布比率が高い腰部多裂筋および腰部脊柱起立筋は、Type II線維の分布比率が高い大腰筋と有意に異なる脂肪浸潤率になったと考えられた。

本研究の限界として、腰部圧迫骨折患者を対象に行ったが、健常者との比較がなく、サンプルサイズが小さいことから腰部圧迫骨折患者の腰背部筋における脂肪浸潤程度の一般化には慎重に適応する必要がある。さらに本研究では、筋脂肪浸潤率に絞っての計測を行い、実際の体幹筋機能として筋力との関連は不明である。また、骨盤アライメントの評価およびそれに寄与する筋群の活動を評価していないため、10%以上の腰部多裂筋および腰部脊柱起立筋の脂肪浸潤率が生じている因子についての検証は不十分であり、今後のさらなる研究が必要と考える。

引用文献

- 1) 八木宏明, 砥上恵幸, 富永俊克・他: 脊椎圧迫骨折患者における椎体骨折数と移動および日常生活動作能力との関係についての検討. 日本職業・災害医学会誌, 2012, 60: 353-356.
- 2) 森論史: 骨粗鬆症患者の椎体圧迫骨折, 脊椎変形とADL低下の関連. 日本腰痛学会誌, 2002, 8: 58-63.
- 3) Hagino H, Nakamura T, Fujiwara S, et al.: Sequential change in quality of life for patients with incident clinical fractures: a prospective study. Osteoporos Int, 2009, 20(5): 695-702.
- 4) Silverman SL, Minshall ME, Shen W, et al.: The relationship of health-related quality of life to prevalent and incident vertebral fractures in postmenopausal women with osteoporosis: results from the Multiple Outcomes of Raloxifene Evaluation Study. Arthritis Rheum, 2001, 44(11): 2611-2619.
- 5) Bliuc D, Nguyen ND, Milch VE, et al.: Mortality risk associated with low-trauma osteoporotic fracture and subsequent fracture in men and women. JAMA, 2009, 301(5): 513-521.
- 6) 福田敦美, 原田和宏, 二瓶健司・他: 女性高齢者における脊柱湾曲角度と身体諸機能・転倒歴の関連性. 理学療法学, 2013, 40(7): 465-472.
- 7) Claus AP, Hides JA, Moseley GL, et al.: Different ways to balance the spine: subtle changes in sagittal spinal curves affect regional muscle activity. Spine, 2009, 34(6): 208-214.
- 8) Fujiwara S, Kasagi F, Masunari N, et al.: Fracture prediction from bone mineral density in Japanese men and women. J Bone Miner Res, 2003, 18: 1547-1553.
- 9) Sinaki M, Itoi E, Wahner HW, et al.: Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: a prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. Bone, 2002, 30: 836-841.

- 10) Bliuc D, Nguyen ND, Milch VE, et al. : Mortality risk associated with low-trauma osteoporotic fracture and subsequent fracture in men and women. *JAMA*, 2009, 301(5): 513-521.
- 11) Singer KP, Breidahl P. : The Use of Computed Tomography in Assessing Muscle Cross-sectional Area and Strength. *Aust J Physiother*, 1987, 33(2): 75-82.
- 12) Fukunaga T, Roy RR, Shellock FG, et al. : Specific tension of human plantar flexors and dorsiflexors. *J Appl Physiol*, 1996, 80(1): 158-165.
- 13) Fukumoto Y, Ikezoe T, Yamada Y, et al. : Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-age and elderly persons. *Eur J Appl Physiol*, 2012, 112(4): 1519-1525.
- 14) Delmonico MJ, Harris TB, Visser M, et al. : Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *Am J Clin Nutr*, 2009, 90(6): 1579-1585.
- 15) 光武翼, 中田裕治, 大石豪・他 : 頸椎症性神経根症患者における頸部伸筋群の脂肪浸潤と平行機能との関係 : MRIを用いた頸部多裂筋および僧帽筋上部繊維の筋内脂肪計測. *理学療法学*, 2014, 41(2) : 66-74.
- 16) Visser M, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, et al. : Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2005, 60(3): 324-333.
- 17) Anderson DE, D'Agostino JM, Bruno AG, et al. : Variations of CT-based trunk muscle attenuation by age, sex, and specific muscle. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2013, 68(3): 317-323.
- 18) Pezolato A, de Vasconcelos EE, Defino HL, et al. : Fat infiltration in the lumbar multifidus and erector spinae muscles in subjects with sway-back posture. *Eur Spine J*, 2012, 21(11): 2158-2164.
- 19) Kim JY, Chae SU, Kim GD, et al. : Changes of paraspinal muscles in postmenopausal osteoporotic spinal compression fractures: magnetic resonance imaging study. *J Bone Metab*, 2013, 20(2): 75-81.
- 20) Ranson C, Burnett A, Kerslake R, et al. : An investigation into the use of MR imaging to determine the functional cross sectional area of lumbar paraspinal muscles. *Eur Spine J*, 2006, 15(6): 764-773.
- 21) 石井慎一郎 : 骨盤帯を中心とした運動連鎖の理解. *理学療法*, 2015, 32(11) : 973-980.
- 22) Richardson C, Hodges PW, Hodges PW. : 腰痛に対するモーターコントロールアプローチ—腰椎骨盤の安定性のための運動療法. 斎藤昭彦 (訳), 医学書院, 東京, 2008, 107-126.
- 23) Dreischarf M, Albiol L, Rohlmann A, et al. : Age-related loss of lumbar spinal lordosis and mobility—a study of 323 asymptomatic volunteers. *PLOS One* 2014; 9(12): e116186.
- 24) Amonoo-Kuofi HS. Changes in the lumbosacral angle, sacral inclination and the curvature of the lumbar spine during aging. *Acta Anatomica*, 1992, 145: 373-377.