

国際医療福祉大学審査学位論文(博士)

大学院医療福祉学研究科博士課程

円背を有する女性における腹部引き込み運動が
腹部体幹筋厚に及ぼす影響

平成 29 年度

保健医療学専攻・理学療法学分野・応用理学療法学領域

学籍番号：15S3067 氏名：屋嘉比章紘

研究指導教員：久保晃教授

副研究指導教員：石坂正大講師

円背を有する女性における腹部引き込み運動が
腹部体幹筋厚に及ぼす影響
屋嘉比章紘

要旨

本研究では、健常女性と円背高齢者を対象に円背姿勢の腹部引き込み運動が腹部体幹筋厚変化に影響を与えることを明らかにした。

研究Ⅰでは、健常女性 58 名を対象に円背条件を設定して腹部体幹筋厚の変化を明らかにした。背臥位条件と円背条件の全ての運動課題で腹部引き込み運動が筋厚を有意に厚くした。また、腹直筋と内腹斜筋においては、円背条件において腹部引き込み運動が影響を与えた。

研究Ⅱでは、円背高齢者を軽度円背群 29 名と中等度円背群 29 名に分け腹部体幹筋厚の変化を明らかにした。軽度円背群と中等度円背群の間で主効果はなかった。軽度円背群、中等度円背群ともに腹部引き込み運動が腹部体幹筋厚の変化に影響を与えることが明らかになった。

研究Ⅲでは、安静時の腹部体幹筋厚は、健常女性が有意に筋厚は厚くなった。また、腹部引き込み運動の筋厚変化率は健常女性と比較しても有意差はみられず、円背高齢者でも腹部引き込み運動は筋厚変化に影響を与えることが明らかになった。

今後、腹部引き込み運動の効果について縦断研究を行い、その効果について検証していく必要がある。

キーワード

円背，腹部引き込み運動，腹部体幹筋厚，超音波

Influence of Abdominal Draw-in Exercise on Abdominal trunk muscle thickness in the women with kyphosis

Akihiro Yakabi

Abstract

The purpose of this study was to clarify the influence of abdominal draw-in exercise on abdominal trunk muscle thickness in women with kyphosis and healthy adults in kyphosis posture.

In Study I, we set a kyphosis condition for 58 healthy adult females to clarify the change of abdominal trunk muscle thickness. Abdominal draw-in exercise significantly increased muscle thickness at all exercise tasks of supine position condition and kyphosis condition. In the rectus abdominis muscle and the internal oblique muscle, abdominal draw-in exercise was affect in the kyphosis condition.

In Study II, we divided the kyphosis patients into 29 mild kyphosis groups and 29 moderate kyphosis groups to clarify the change in abdominal trunk muscle thickness. There was no interaction between the mild kyphosis group and moderate kyphosis group. It was suggested that abdominal draw-in exercise is instructive for change of abdominal trunk muscle thickness in the kyphosis group.

In Study III, the abdominal trunk muscle thickness at rest was significantly thicker in healthy women. In addition, there was no significant difference in muscle thickness change rate in abdominal draw-in exercise compared to healthy women, and it became clear that abdominal draw-in exercise affects muscle thickness change even in elderly people.

In the future, it is necessary to conduct a longitudinal study on the effect of abdominal draw-in exercise and to verify its effect.

Keywords

Kyphosis , Abdominal Draw-in Exercise , Abdominal trunk muscle thickness , Ultrasound-imaging

第1章 序論

1.1 研究の背景・概要

A. 円背(脊柱後弯症)について

円背とは、脊柱後弯変形症であり、特に女性に多くみられ、骨粗鬆症による椎体変形を原因とする脊柱変形や背筋力の低下、体幹伸展可動性の制限、農作業などの労働、生活環境など様々な要因が影響すると考えられている¹⁾。加齢に伴う脊柱湾曲変化にて疫学的調査を行うと湾曲の加齢的变化はあるが、標準偏差の増大、すなわち、個人差の拡大が著しく、標準値に定説はない²⁾との報告もある。円背姿勢の発生頻度として、有田ら³⁾は21%、大坪⁴⁾は105名中100名、安藤⁵⁾は62%、Milneら⁶⁾は男性で42%、女性で48%の高齢者に円背がみられたと報告しており、最も多い高齢者の姿勢変化である^{7,8)}と言われている。これらの研究は、1990年代以前の報告であり、2015年に65歳以上の高齢者人口が3395万人⁹⁾で全人口の26.8%となった日本において、現在の円背高齢者の数はさらに増加しており、今後も円背高齢者の数は増加すると推測できる。

坂光ら¹⁾は、円背湾曲角度によってバランス能力や歩行能力が異なるということを報告している。また、高度の円背例では、胸郭の変形や肺機能の低下、拘束性換気障害、慢性呼吸不全を認めることもある^{10,11)}と報告しており、円背姿勢により二次的に起こる障害に対してもアプローチが必要であると考え。伊藤ら⁸⁾は円背の強い高齢者は呼吸筋力とPEFが低下しており、呼吸運動では腹部の動きが小さく、胸部優位の呼吸パターンを示したと報告しており、腹部優位の呼吸パターンの習得や姿勢制御筋と呼吸との協調性向上に着目したプログラムが必要であると報告している。

円背に対する治療法として竹光²⁾は、大部分の患者が後期高齢以後であることから、99.9%保存的対症的であると報告しており、前屈作業の制限、仰臥位での受動的後弯矯正と腰部伸筋の能動的訓練、姿勢矯正訓練、TLSO装具、杖、歩行器使用等が勧められるが、筋力訓練と装具の有効性についてはまだ客観的evidenceは得られていないとも報告されている。また、竹光²⁾は、傍脊柱筋力の低下は後弯を増悪させ、痛みを誘発するため、湾曲異常と脊柱筋力は常に合わせて配慮していく必要があると報告している。そのことから、円背姿勢の運動療法としては、背筋群の筋力トレーニングが一般的であると考えられている。

B. 腹部引き込み運動の定義

第 1 章 1-1 A. で述べたように, 円背姿勢の運動療法としては, 背筋トレーニングが一般的に行われてきたが, 背筋トレーニングは, 脊柱変形の進行を抑えたりすることが主な目的になっており, 背筋トレーニングだけでは, 二次的に生じた歩行やバランス能力低下, 呼吸器疾患に対するアプローチにはなっていない.

そこで, 本研究では, 腹部を動かす運動に着目した. ここ数年, 慢性腰痛予防¹²⁻¹⁶⁾や体幹姿勢制御やバランス能力への効果も示されている. 腹部引き込み運動は, 骨盤や脊柱を動かさずに下腹部を引き込む運動であり, 体幹浅部筋の活動を抑えながら腹横筋の筋活動を促す方法¹⁷⁾である. しかし, この運動の指導においては, 深部にある腹横筋の筋収縮を確認することが難しい. さらに, 腹横筋の分離した活動を促すことのできる口頭指示も明確になっていない¹⁸⁾.

本研究では, 腹部を動かす運動である, 腹部引き込み運動の定義を, 胸郭可動域測定装置を用いて臍レベルで装着し, 安静呼気の腹囲周径よりも減少した場合を腹部引き込み運動とした.

C. 筋厚測定

本研究では、筋活動の評価として、超音波画像診断装置を使用した。工藤は、超音波の大きな特徴として、筋や腱の収縮が観察できることであり、数値化も可能である。このことは、動作時や運動時における軟部組織の治療を行う理学療法士にとって、重要な意味をもつと述べている。また、超音波画像診断装置の利点は、X線検査やMRIと比較すると、①非侵襲的に行うこと、②特別な検査室を必要としないこと、③高画質の画像を得られることと述べられている¹⁹⁾。超音波画像診断装置は、持ち運びが可能であり、移動してすぐに、かつ病室やリハビリテーション室でも使用可能であることも特徴もある²⁰⁾。先行研究では、腹横筋筋厚と腹横筋活動変化には相関関係があることが報告されている^{21, 22)}。

本研究では、高齢者の姿勢変化で発生頻度の高い円背に対して、腹部引き込み運動が腹部体幹筋厚を増加させるエビデンスを確立することを目的とし、超音波画像診断装置を使用して腹部体幹筋厚の変化を明らかにする。超音波画像診断装置は非侵襲的に評価ができ、持ち運びも簡便であるため、利便性の高い装置である。超音波画像診断装置を用いて、円背姿勢高齢者の腹部体幹筋厚の評価を行い、円背姿勢の程度に合わせた運動療法を選択し、実施させることは、円背姿勢高齢者に対する効率的なリハビリテーションを行う上で重要である。また、円背によって生じる呼吸器障害、歩行障害、バランス障害などの二次的障害へアプローチすることは、ADL, QOL 向上に繋がり、社会的に意義があると考えられる。

1.2 本研究の新規性と仮説

新規性

円背患者の脊柱アライメントに関する先行研究では、通常重心線は膝関節の前方を通過するが、円背姿勢の高齢者では重心線は膝関節の後方に位置すると報告されている²³⁾。また、円背姿勢では背筋群や大腿直筋、腓腹筋などの筋群が持続的に活動しており、筋の易疲労性や筋萎縮、筋痛を誘発する恐れがあり、二次的に筋力(筋パワー)の低下を呈する⁷⁾と報告されており、円背患者の体幹の運動療法としては、背筋トレーニングが中心であった。近年の先行研究⁸⁾では、脊柱後弯の増大により腹筋群の筋長が短縮し、筋の長さ—張力関係から収縮効率が低下する。これにより円背高齢者は腹筋群の収縮が弱まり、横隔膜を押し上げられず、腹部を縮小する動きが減少し、胸部優位の呼吸パターンを示したとの報告など、腹部体幹筋群へのアプローチの重要性も述べられてきた。また、太田ら²⁴⁾は、青年群と比較して、腹直筋は壮年群以降、外腹斜筋および内腹斜筋は中年群以降で有意に低値を示した。しかし、腹横筋はいずれの年代間にも有意差が認められず、腹横筋は腹筋群の中では加齢による影響が小さく、歩行可能な高齢者においては維持していることが示唆されたことから、より一層、腹部体幹筋へのアプローチの重要性が報告されている。先行研究において、円背高齢者の腹部体幹筋トレーニングとしてのエビデンスがないのが現状である。

そこで、本研究の新規性として、円背を有する女性を対象として、腹部の動きに着目した腹部引き込み運動が腹部体幹筋厚へ与える影響について検討した。

仮説

腹部体幹筋群は、腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋の4つの筋に分けられ、その中でも、腹直筋と外腹斜筋はグローバル筋であり、内腹斜筋の後部線維と腹横筋はローカル筋とされている¹⁴⁾。グローバル筋は、椎骨に直接付着せず、多分節を横断する表在に位置する大きな体幹筋であり、脊柱運動のトルクを発生する筋であると報告されており、ローカル筋は、脊柱分節性の安定性を高めるために不可欠であると報告されている。円背を有する高齢者においては、円背姿勢を保持するため、ローカル筋の活動は維持されるか、または増加すると予想される。

1.3 本研究の目的と概要

本研究では、腹部体幹筋厚を指標にして、腹部引き込み運動が円背を有する高齢者の腹部体幹筋に与える影響を明らかにし、円背を有する高齢者の腹部体幹筋の運動療法の一助とすることを目的とした(図1に研究概要を示す)。

第2章では、健常女性の円背条件における腹部引き込み運動が腹部体幹筋厚に与える影響を検討し、腹部体幹筋厚変化について明らかにすることを目的とした。

第3章では、円背高齢女性における腹部引き込み運動が腹部体幹筋厚に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

第4章では、研究IとIIで得た健常成人女性と円背高齢女性の体幹筋厚の変化を比較し、加齢変化が体幹運動に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

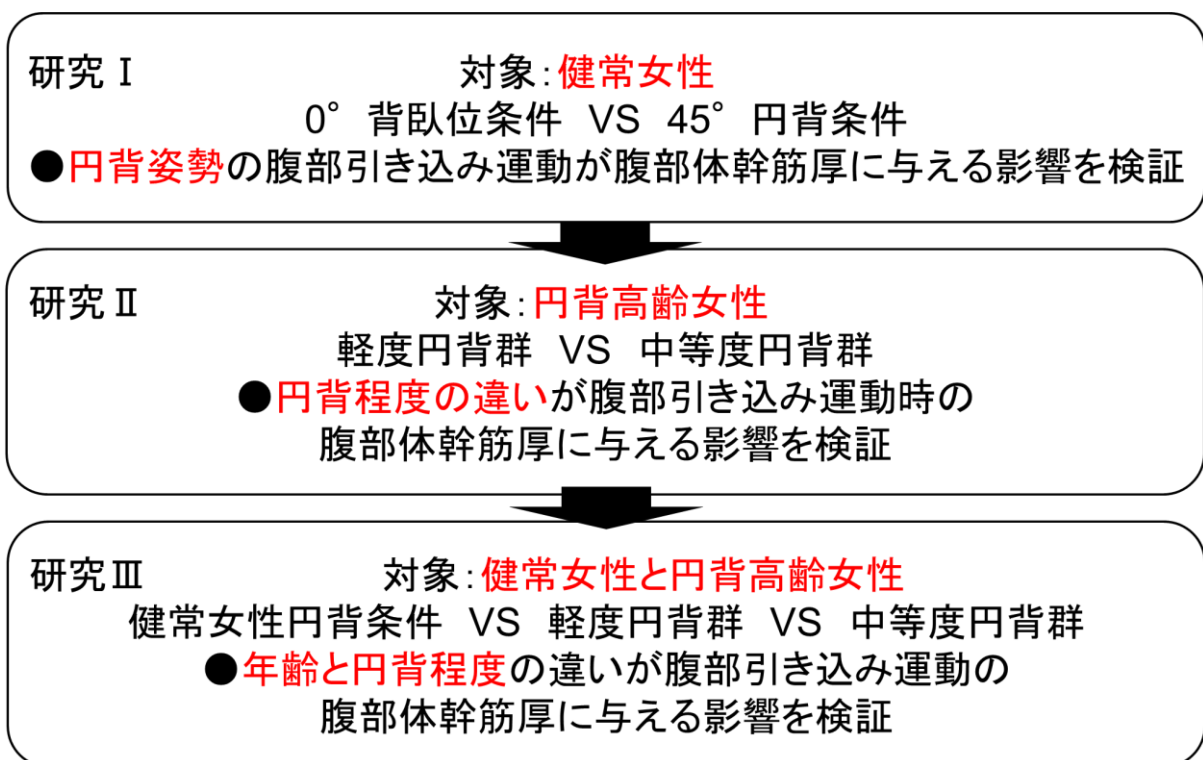


図1 研究概要

1.4 倫理的配慮

本研究は、ヘルシンキ宣言に基づき、倫理委員会にて承認を受けた上で実施し、対象者または、ご家族に十分に説明を行った後、書面による同意を得たうえで行った。研究Ⅰは、国際医療福祉大学倫理委員会の承認番号（15-Io-117）を得た。研究Ⅱは、国際医療福祉大学病院倫理委員会の承認番号（13-B-235）を得た。

また、本研究では、記載すべき経済的な利益関係や利益相反はない。

第2章 研究 I

健常女性の円背条件において腹部引き込み運動が
腹部体幹筋厚に及ぼす影響

2.1 - 目的

研究 I では疑似円背をつくり, 健常女性円背条件における腹部引き込み運動が腹部体幹筋厚に与える影響を明らかにした. 運動課題は, 安静呼気, 最大呼気, 腹部引き込み運動, 腹部突き出し運動の 4 種類とした.

2.2 - 対象

対象は, 大学生および理学療法士, 作業療法士, 言語聴覚士の女性スタッフからの機縁応募とした健常成人女性 31 名 (平均年齢 23.2 ± 2.4 歳, 身長 1.58 ± 0.06 m, 体重 51.5 ± 5.6 kg, BMI 20.6 ± 1.9 kg/m²) とした. 対象者には, 口頭および書面での同意を得た. また, 除外基準は, 呼吸器疾患または脊柱に既往歴がある者は除外した. なお, 倫理審査では, 国際医療福祉大学倫理委員会の承認番号 (15-Io-117) を得た.

2.3 - 方法

測定機器は、超音波画像診断装置(sonosite 社製, リニア型プローブ, Bモード)と胸郭可動域測定装置(竹井機器工業株式会社, 品番:T. K. K. 3345)を用いた。胸郭可動域装置は、胸郭に一周するように水平にワイヤ式リニアエンコーダーを巻き付けることで、ワイヤが伸び縮みし、その周囲長がパソコンに表示される。本研究では、その胸郭可動域測定装置を背臥位で臍帯部に巻くことで、腹囲周径を測定した。

姿勢条件は、 0° 背臥位条件(図 2)と三角ウェッジ(PATTERSON MEDICAL 社製)を用いて三角ウェッジの下端と肩甲骨下角が重なるように姿勢を調整し 45° 円背条件(図 3)を設定した。 45° の円背条件は、Milne ら²⁵⁾の式を用いて円背指数を算出し、寺垣ら²⁶⁾の円背指数の平均値を参考に円背指数の平均値が 13.8 ± 1.9 となり軽度円背から中等度円背の範囲内にあることを確認したため、 45° の角度を円背条件とした。 0° 背臥位条件と 45° 円背条件のそれぞれにおいて、①安静呼気、②最大呼気、③腹部突き出し運動、④腹部引き込み運動の計 8 条件を実施した。

対象者の測定前の条件として、日常生活以上の激しい運動を避け、測定前の 5 分間は安静臥位をとり、痛みの有無、体調不良の訴えがある対象者は計測から除外した。

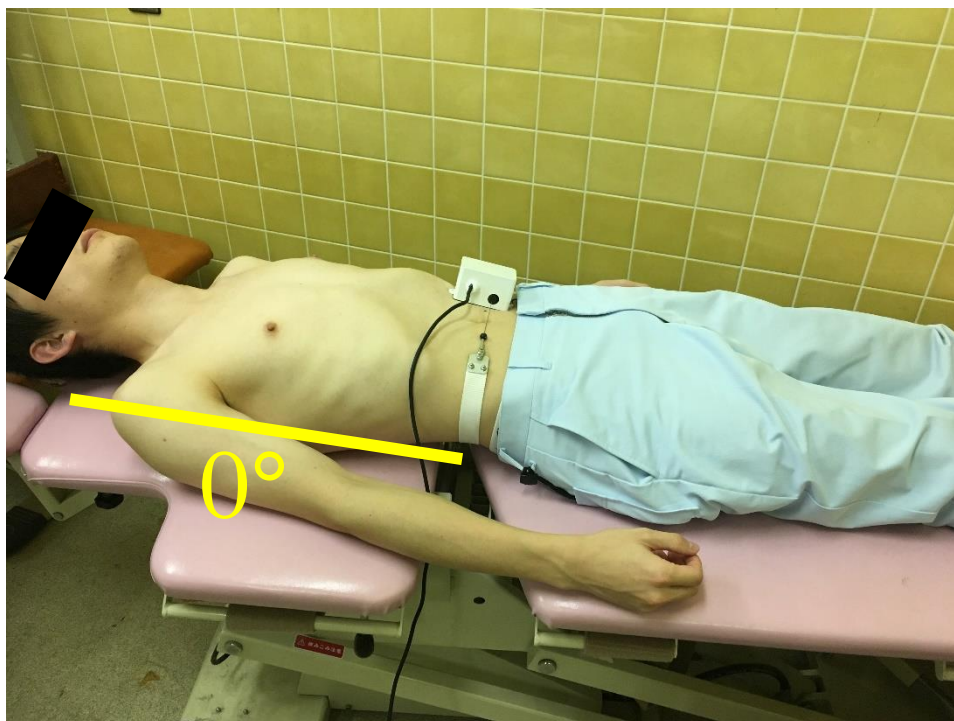


図 2 0° 背臥位条件



图 3 45° 円背条件

測定項目としては、腹部体幹筋厚(腹直筋, 外腹斜筋, 内腹斜筋, 腹横筋)と腹囲周径を測定した。体幹筋厚の測定は, 三津橋ら²⁷⁾の先行研究を参考に超音波画像診断装置を用いて計測した。撮影には 5-10MHz のリニアプローブを使用し, 筋厚撮影に一般的に用いられる B モードを使用し筋厚を測定した。測定部位は上記の 4 つの筋が同時に撮影 (図 4) できる臍の高さで、短軸方向で前腋窩線と臍を結ぶ線の間を測定部位とした。また, 超音波画像診断装置で得られた画像データは, sonosite image manager でデータ変換し, ImageJ で筋厚の数値を算出した。腹囲周径は, 胸郭可動域測定装置を用いて, 超音波画像診断装置のプローブと重ならないよう臍の高さに装着した。また, 腹部引き込み運動と腹部突き出し運動の定義は, 胸郭可動域測定装置を臍下で装着し, その数値を確認しながら安静呼吸よりも腹囲周径が減少した場合を腹部引き込み運動, 増加した場合を腹部突き出し運動とした。

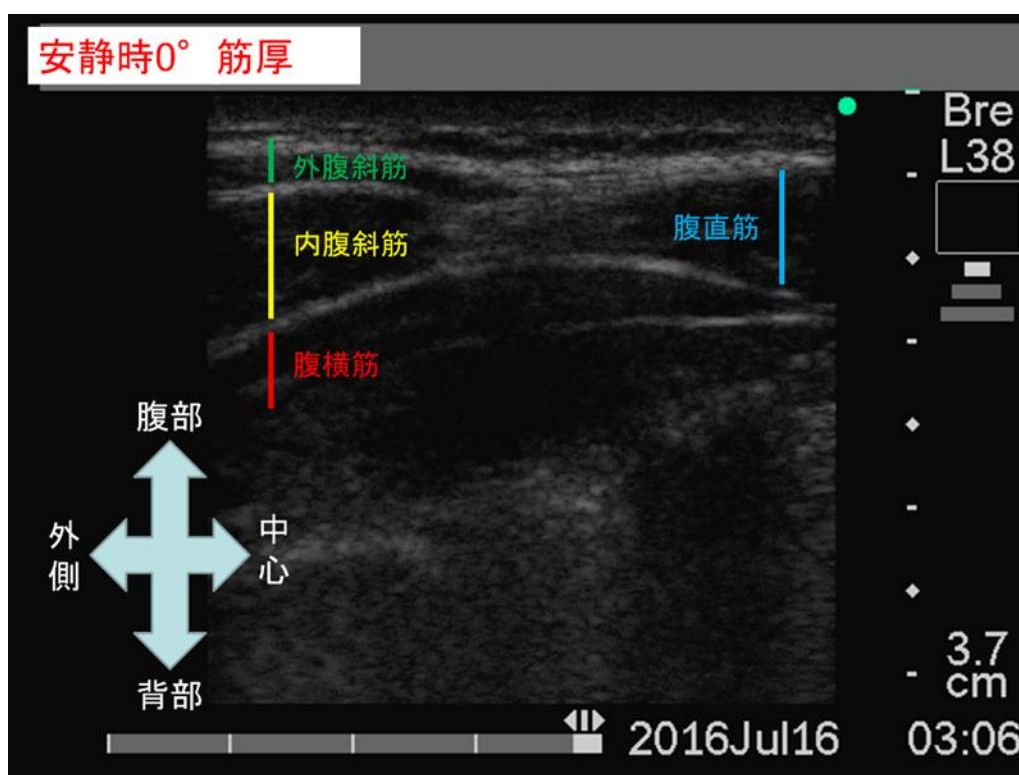


図 4 超音波画像診断装置の筋厚測定写真

それぞれの運動課題は、背臥位となり、股関節と膝関節中間位とした。①安静呼吸は『いつも通りの呼吸をして下さい』と指示し、安静呼吸の安静呼吸位での筋厚と腹囲周径を測定した。②最大呼吸は『大きく息を吸って、思いっきり息を吐いて下さい』と指示し、最大吸気位から 3 秒後の筋厚と腹囲周径を測定した。③腹部突き出し運動は『息を吸って、吐くときにお腹を突き出して下さい』と指示し、3 秒間実施してもらい、その時点の筋厚と腹囲周径を測定した。④腹部引き込み運動は『息を吸って、吐くときにお臍の下を凹ませて下さい』と指示し、3 秒間実施してもらい、その時点の筋厚と腹囲周径を測定した。それぞれの運動課題は、対象者が獲得できるまで数回練習して計測を行った。0° 背臥位条件と 45° 円背条件の各運動課題と各筋厚については、Shapiro-Wilk 検定を用いて、正規分布であることを確認した。その後、運動条件と各筋厚の関係について二元配置分散分析反復測定法を用いた後、多重比較検定 (Bonferroni 法) を行った。有意水準は全て 0.05 とした。また、検者間信頼性として、2 名の検者が 1 回の測定を実施し、ICC(2, 1) を算出し、0.73 以上であった。統計ソフトは SPSS Statistics 19 (IBM SPSS Japan, Inc, Tokyo, Japan) を用いた。

2.4 - 結果

各筋の 0° 背臥位条件と 45° 円背条件の運動課題別(表 1)の下位検定の Bonferroni 結果を中心に記載する。

腹直筋の 0° 背臥位条件と 45° 円背条件の間で交互作用がみられ, 45° 円背条件の腹部引き込み運動で有意に筋厚が厚くなった. 0° 背臥位条件では, 腹部引き込み運動が他の運動条件よりも有意に筋厚が厚くなった. 45° 円背条件では, 腹部引き込みが他の運動条件よりも有意に筋厚が厚くなった. 最大呼気は安静時と腹部突き出し運動よりも有意に筋厚が厚くなった. 安静時は腹部突き出し運動より有意に筋厚が厚くなった.

外腹斜筋の 0° 背臥位条件と 45° 円背条件の間に交互作用はみられなかった. 0° 背臥位条件では, 腹部引き込みが他の運動課題よりも有意に筋厚が厚くなった. 最大呼気は安静時と腹部突き出し運動よりも有意に筋厚が厚くなった. 45° 円背条件では, 腹部引き込みと最大呼気が安静呼気と腹部突き出しよりも有意に筋厚が厚くなった.

内腹斜筋の 0° 背臥位条件と 45° 円背条件の間で交互作用がみられ, 45° 円背条件の腹部引き込み運動で有意に筋厚が厚くなった. 0° 背臥位条件では, 腹部引き込みと最大呼気はそれぞれ安静呼気と腹部突き出しよりも有意に筋厚が厚くなった. 45° 円背条件では, 腹部引き込みが他の運動条件よりも有意に筋厚が厚くなった. 最大呼気は安静時と腹部突き出し運動よりも有意に筋厚が厚くなった.

腹横筋の 0° 背臥位条件と 45° 円背条件の間で交互作用がみられ, 45° 円背条件の最大呼気で有意に筋厚が厚くなった. 0° 背臥位条件では, 腹部引き込み運動が他の運動条件よりも有意に筋厚が厚くなった. 最大呼気は安静時と腹部突き出し運動よりも有意に筋厚が厚くなった. 安静呼気は腹部突き出し運動よりも有意に筋厚が厚くなった. 45° 円背条件では, 腹部引き込み運動と最大呼気が安静呼気と腹部突き出し運動よりも有意に筋厚が厚くなった.

すべての筋において, 腹部引きこみ運動が筋厚を厚くした. また, 腹直筋と内腹斜筋においては 45° の円背条件で腹部引きこみ運動が筋厚を有意に厚くした.

表 1 0° 背臥位条件と 45° 円背条件の運動条件別の各筋厚の比較

		平均値±標準偏差 単位(cm)				p値		
		安静呼吸	最大呼吸	腹部突き出し	腹部引き込み	運動条件	円背条件	交互作用
腹直筋	0°背臥位条件	0.63±0.11 ^{**}	0.75±0.10 ^{†‡}	0.65±0.16 [‡]	0.85±0.16	<0.05	n.s	<0.05
	45°円背条件	0.63±0.13 ^{**}	0.82±0.18 ^{†‡}	0.54±0.07 [‡]	0.92±0.20			
外腹斜筋	0°背臥位条件	0.31±0.06 ^{**}	0.40±0.10 ^{†‡}	0.34±0.09 [‡]	0.47±0.12	<0.05	<0.05	n.s
	45°円背条件	0.34±0.07 ^{**}	0.46±0.11 [†]	0.35±0.09 [‡]	0.49±0.14			
内腹斜筋	0°背臥位条件	0.58±0.11 ^{**}	0.80±0.19 [†]	0.64±0.15 [‡]	0.80±0.19	<0.05	n.s	<0.05
	45°円背条件	0.63±0.18 ^{**}	0.84±0.19 ^{†‡}	0.57±0.17 [‡]	0.94±0.22			
腹横筋	0°背臥位条件	0.28±0.04 ^{**}	0.48±0.09 ^{†‡}	0.38±0.09 [‡]	0.60±0.17	<0.05	n.s	<0.05
	45°円背条件	0.34±0.09 ^{**}	0.54±0.16 [†]	0.35±0.07 [‡]	0.60±0.16			

二元配置分散分析反復測定法. 運動条件 : p<0.05 円背条件 : p<0.05 交互作用 : p<0.05
Bonferroni : p<0.05 * :vs最大呼吸 † :vs腹部突き出し ‡ :vs腹部引き込み n.s:有意差なし

2.5 - 考察

研究 I では、健康成人女性の 45° 円背条件で円背姿勢が及ぼす腹部体幹筋厚への影響を検討した。

本研究では、腹部引き込み運動が最大呼気、腹部突出し運動より筋厚を厚くさせることが明らかとなった。0° 背臥位条件、45° 円背条件のどの条件でも、全ての筋において、腹部引き込み運動が他の運動課題よりも筋厚が厚くなった。また、腹直筋と内腹斜筋と腹横筋では交互作用がみられた。腹直筋と内腹斜筋においては 45° 円背条件において、腹部引き込み運動で筋厚が厚くなった。これは、三角ウェッジを入れて、円背条件をつくり出したことで、腹直筋と内腹斜筋が働きやすい条件になったと考えられる。金剛ら²⁸⁾は、腹直筋は体幹屈曲初期に大きく活動し、屈曲後期では減少していくと報告している。そのことを考慮すると、45° 円背条件の運動課題では呼気時に体幹屈曲が生じやすくなり、それに伴い腹直筋の筋活動が上昇し、筋厚が厚くなったと考えられる。内腹斜筋に関しては、走行と付着部を考えると骨盤が後傾することによって、その付着部が伸張されることで筋厚が厚くなったと考える。また、外腹斜筋に関しては、三角ウェッジを使用することで骨盤が後傾することで外腹斜筋の筋長が短くなり、腹直筋と内腹斜筋のように筋厚が厚くならなかったと考えられる。腹横筋に関しては、45° 円背条件において、最大呼気で胸腰筋膜が伸張されたことで筋厚が厚くなったと考えられる。

健康女性では、筋の弾性や収縮力が保たれており、三角ウェッジを入れることで、腹直筋と内腹斜筋と腹横筋が働きやすくなり、筋厚が厚くなったと考えられる。しかし、円背を有する高齢者は、長期間の姿勢変化により、筋の走行や筋緊張の状態も健康者とは異なる筋厚変化が予測される。そのため、研究 II において、実際に円背を有する高齢者を対象に体幹筋厚の観察を行った。

2.6 - 結語

健常成人女性において、 0° 背臥位条件と 45° 円背条件の2条件において安静呼気、腹部引き出し運動、腹部突き出し運動、最大呼気の4つの運動課題の筋厚変化を検討した。 0° 背臥位条件と 45° 円背条件のどの条件でも、腹部引き込み運動が全ての筋で有意に筋厚を厚くした。腹直筋と内腹斜筋に関しては、 45° 円背条件で腹部引き込み運動が有意に筋厚を厚くすることが明らかとなった。

第3章 研究Ⅱ

円背を有する高齢女性における腹部引き込み運動が腹部体幹筋厚に及ぼす影響

3.1 - 目的

研究Ⅰの健常女性の 0° 背臥位条件と 45° 円背条件のどの条件でも, 全ての筋において, 腹部引き込み運動が筋厚を厚くさせた. そこで, 研究Ⅱでは, 円背を有する高齢女性を対象に腹部引き込み運動が腹部体幹筋厚に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした.

3.2 - 対象

対象は, 入院中かつリハビリテーションを行っている高齢者, または, 外来リハビリテーションを実施している高齢者で研究参加に書面による同意を得た 57 歳から 91 歳の円背を有する高齢者 58 名とした. また, 除外基準は, 呼吸器疾患または運動課題について理解が困難な認知症を有する者, 立位, 背臥位姿勢が困難である者, 研究参加するに当たり痛みの生じる可能性のある者は除外した. なお, 倫理審査は, 国際医療福祉大学病院倫理委員会の承認番号 (13-B-235) を得た.

3.3 - 方法

測定機器は、胸郭可動域測定装置(竹井機器工業株式会社, 品番:T. K. K. 3345), 超音波画像診断装置(sonosite 社, リニア型プローブ, Bモード), 自在曲線定規(ドラパス株式会社製, 60 cm, 図 5), 体組成計(Inner Scan 50V 形式:BC-622)を用いた。初めに, 対象者には, 測定前の日常生活動作以上の激しい運動を 10 分以上避け, 5 分間の安静臥位をとり条件を一定にした。次に, 対象者には体組成計で体重, BMI, 筋肉量の測定と握力を計測した。次に, 対象者に安静立位と安静座位で, 自在定規を用いて C7 から L4 棘突起までの脊柱の彎曲に合わせ, その形状を紙上にトレースした。その測定を 3 回実施した。トレースした彎曲の C7 と L4 を結ぶ線を L(cm), 直線 L から彎曲の頂点までの距離を H(cm)とし(図 6), Milne ら²⁶⁾の式を用い, その割合を円背指数($H/L \times 100$)として算出した。算出した円背指数は, 寺田ら²⁷⁾の軽度脊柱後弯を 12.7 ± 3.6 , 中等度脊柱後弯を 17.9 ± 2.5 , 重度脊柱後弯を 22.3 ± 2.5 を参考に, 本研究では, 軽度円背の円背指数 12 を基準に円背指数 12 未満を軽度円背群とし, 円背指数 12 以上を中等度円背群とした。軽度円背群と中等度円背群はそれぞれ 29 名とした。



図 5 自在定規

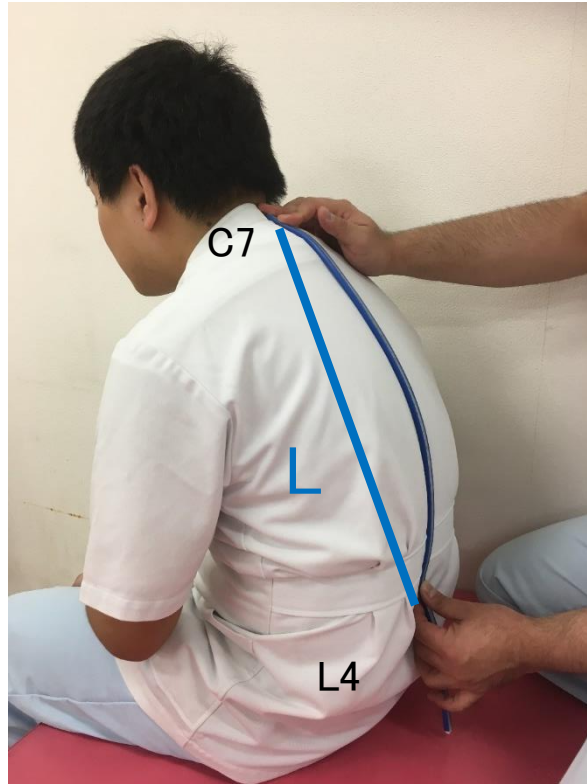


図6 円背指数 Milneらの式 $(H/L \times 100)$

対象者の属性は、58名全て女性で、対象者の疾患は、脊柱疾患2名、股関節疾患12名、膝関節疾患9名、足部疾患16名、脳血管疾患19名であった。脳血管疾患の対象者については、運動麻痺が体幹への影響が少ない方を対象とし、起居動作や起立、立位動作が可能な者を対象とした。円背指数12未満の軽度円背群が29名、円背指数12以上の中等度円背群が29名とした。軽度円背群と中等度円背群の属性はShapiro-Wilk検定を行い、正規分布していないため、中央値(第1四分位数, 第3四分位数)で表記した。属性間の比較をMann-Whitney検定を用いて行い、有意水準は0.05とした。

円背指数12未満の軽度円背群の属性は、円背指数が9.3(7.9, 10.7)、年齢が72.5(64.3, 80.8)歳、身長が1.53(1.44, 1.59)m、体重が53.7(46.7, 58.2)kg、BMIが23.2(21.6, 26.2)kg/m²、握力が19.1(15.9, 23.3)kg、体脂肪率が33.3(29.0, 39.2)%, 筋肉量が33.2(30.7, 36.4)kg、体幹筋量が18.1(15.7, 19.7)kg、体幹脂肪率が34.1(27.7, 40.6)%となった(表2)。

また、円背指数12以上の中等度円背群の属性は、円背指数が14.6(12.8, 16.2)、年齢が80.0(72.0, 87.0)歳、身長が1.47(1.41, 1.51)m、体重が47.5(40.3, 53.4)kg、BMIが22.0(19.3, 24.7)kg/m²、握力が17.4(13.5, 21.8)kg、体脂肪率が33.1(26.4, 35.3)%, 筋肉量が30.9(27.7, 33.6)kg、体幹筋量が15.4(13.9, 16.5)kg、体幹脂肪率が33.4(29.0, 36.8)%となった(表2)。

属性の比較では、円背指数と年齢に関しては、中等度円背群が有意に高い値になり、体重と体幹筋量においては、軽度円背群が有意に高い値となった。

表2 属性の比較

	中央値 (第1四分位数,第3四分位数)		p 値
	軽度円背群 n=29	中等度円背群 n=29	
円背指数	9.3 (7.9,10.7)	14.6 (12.8,16.2)	<0.05
年齢(歳)	72.5 (64.3,80.8)	80.0 (72.0,87.0)	<0.05
身長(m)	1.53 (1.44,1.59)	1.47 (1.41,1.51)	n.s
体重(kg)	53.7 (46.7,58.2)	47.5 (40.3,53.4)	<0.05
BMI(kg/m ²)	23.2 (21.6,26.2)	22.0 (19.3,24.7)	n.s
握力(kg)	19.1 (15.9,23.3)	17.4 (13.5,21.8)	n.s
体脂肪率 (%)	33.3 (29.0,39.2)	33.1 (26.4,35.3)	n.s
筋肉量(kg)	33.2 (30.7,36.4)	30.9 (27.7,33.6)	n.s
体幹筋量(kg)	18.1 (15.7,19.7)	15.4 (13.9,16.5)	<0.05
体幹脂肪率(%)	34.1 (27.7,40.6)	33.4 (29.0,36.8)	n.s
p値:Mann-Whitney検定	n.s:有意差なし		p<0.05

体幹運動課題の測定肢位は検査台に膝・股関節中間位で背臥位となり脊柱に疼痛が生じないように、枕を使用して頸部中間位とした。その肢位で、①安静呼気、②最大呼気、③腹筋（体幹の屈曲）運動、④腹部突き出し運動、⑤腹部引き込み運動、⑥SLR の計 6 条件を 3 回ずつランダムで行った。体幹運動課題中の腹部体幹筋厚（腹直筋、内腹斜筋、外腹斜筋、腹横筋）を超音波画像診断装置で計測した。撮影には 5-10MHz のリニアプローブを使用し、筋厚撮影に一般的に用いられる B モードを使用し筋厚を測定した。測定部位は研究 I と同様に対象者の右側で、腹筋群の 4 筋の筋厚が同時に得られる部位で臍の高さで、短軸方向で前腋窩線と臍を結ぶ線の間を測定部位とした（図 7）。

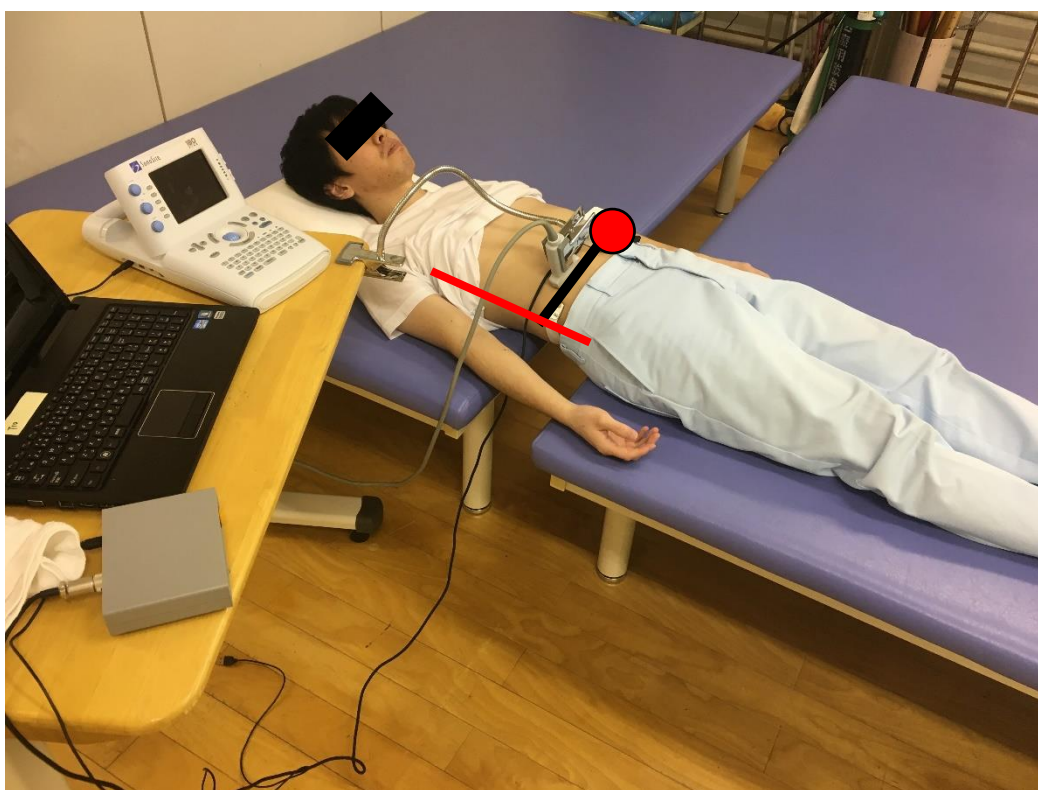


図 7 測定肢位

体幹運動課題は、それぞれ背臥位となり、股関節と膝関節中間位とした。①安静呼吸は『いつも通りの呼吸をして下さい』と指示し、安静呼吸の安静呼吸位での筋厚と腹囲周径を測定した。②最大呼吸は『大きく息を吸って、思いっきり息を吐いて下さい』と指示し、最大吸気位から3秒後の筋厚と腹囲周径を測定した。③腹筋（体幹の屈曲）運動は、『胸の前で、手を交差させて、頭を持ち上げてお臍をみるようにしてください』と指示し、頭部が検査台から離れ、頸部が屈曲した姿勢で3秒間保持させ、その時点の筋厚と腹囲周径を測定した。④腹部突き出し運動は『息を吸って、吐くときにお腹を突き出して下さい』と指示し、3秒間実施してもらい、その時点の筋厚と腹囲周径の測定を行った。⑤腹部引き込み運動は『息を吸って、吐くときにお臍の下を凹ませて下さい』と指示し、3秒間実施してもらい、その時点での筋厚と腹囲周径の測定を行った。⑥SLRは、左側の股関節屈曲45°、膝関節屈曲90°とし、『右膝は伸ばしながら、右足を左足と同じ高さまで持ち上げて下さい』と指示し、右下肢屈曲45°の位置で3秒間保持してもらい、その時点での筋厚と腹囲周径の測定を行った。

それぞれの運動課題においては数回練習した後に、運動課題が獲得できた後に計測に移った。また、超音波画像診断装置で得られた画像データは、研究Iと同様に sonosite image manager でデータ変換し、ImageJで筋厚の数値を算出した。

それぞれの運動課題別による筋厚の値は Shapiro-Wilk 検定を行い、正規分布していないため、それぞれの筋厚の値を自然対数で対数変換した。対数変換した値に関しても Shapiro-Wilk 検定を行ったが、正規分布していない項目があった。対数変換前の値に関して、各運動条件の筋厚変化に対して Friedman 検定を行った。その後、下位検定として運動条件の計15条件間において Wilcoxon の符号付順位検定を実施し、有意水準は0.05とし、15条件あるため、0.05を15で除した値である0.0033とした。また、対象者間の円背条件の値を Mann-Whitney の検定を用いて比較検討した。有意水準は0.05とした。

また、対数変換前の値と対数変換後の値に関して、二元配置分散分析反復測定法を用いた後、多重比較検定 (Bonferroni 法) を実施した。有意水準は0.05とした。

3.4 - 結果

対数変換前後のそれぞれの筋厚の値に関しては, Shapiro-Wilk 検定を行い, 正規分布していない項目があったため, 軽度円背群と中等度円背群の各運動条件の筋厚の比較に Friedman 検定を行った. 下位検定として, Wilcoxon の符号付順位検定を行い, 有意水準を 0.0033 に引き下げた結果を記載した. 中央値(第1四分位数, 第3四分位数)は表3として記載した.

腹直筋の軽度円背群と中等度円背群において対象者間の全ての筋厚の値に有意差はみられなかった. 軽度円背群では, 最大呼気, 腹筋, 腹部引き込み運動, SLR が安静時よりも有意に筋厚が厚くなった. また, 腹部引き込み運動は腹部突き出し運動よりも筋厚が厚くなった. また, 中等度円背群では, 最大呼気, 腹筋, 腹部引き込み運動が安静時よりも筋厚が厚くなった. また, 腹部引き込み運動は腹部突き出し運動よりも有意に筋厚が厚くなった(表3).

外腹斜筋の軽度円背群と中等度円背群において対象者間の全ての筋厚の値に有意差はみられなかった. 軽度円背群では, 安静時より他の運動課題で有意に筋厚が厚くなった. また, 腹部引き込み運動は, 腹部突き出し運動と SLR より有意に筋厚が厚くなった. 中等度円背群では, 安静時より他の運動課題で有意に筋厚が厚くなった. また, 腹部引き込み運動は, 腹部突き出し運動より有意に筋厚が厚くなった(表3).

内腹斜筋の軽度円背群と中等度円背群において対象者間の全ての筋厚の値に有意差はみられなかった. 軽度円背群では, 最大呼気, 腹筋, 腹部引き込み運動, SLR が安静時よりも有意に筋厚が厚くなった. また, 最大呼気と腹部引き込み運動は, 腹部突き出し運動より有意に筋厚が厚くなった. また, 腹部引き込み運動は SLR より有意に筋厚が厚くなった. 中等度円背群では, 安静時より他の運動課題で有意に筋厚が厚くなった. また, 腹部引き込み運動は, 腹部突き出し運動より有意に筋厚が厚くなった(表3).

腹横筋の軽度円背群と中等度円背群において対象者間の全ての筋厚の値に有意差は見られなかった. 軽度円背群と中等度円背群共に, 安静時よりも他の運動課題は筋厚が有意に厚くなった. また, 腹部引き込み運動は他の運動課題より有意に筋厚が厚くなった. また, 最大呼気は腹部突き出し運動より有意に筋厚が厚くなった(表3).

表3 軽度円背群と中等度円背群の運動条件別の各筋厚の比較

中央値 (第1四分位数,第3四分位数) 単位(cm)

		安静呼吸	最大呼吸	腹筋	腹部突き出し	腹部引き込み	SLR	Friedman検定	円背条件	
									p値	
腹直筋	軽度	0.54(0.44,0.62)*†§	0.63(0.53,0.75)	0.59(0.53,0.68)	0.54(0.50,0.62)§	0.63(0.54,0.74)	0.58(0.51,0.70)	<0.05	n.s	
	中等度	0.48(0.38,0.60)*†§	0.60(0.50,0.85)	0.60(0.52,0.84)	0.56(0.43,0.77)§	0.61(0.52,0.84)	0.59(0.50,0.71)	<0.05		
外腹斜筋	軽度	0.21(0.19,0.25)*†§	0.29(0.24,0.35)	0.28(0.23,0.35)	0.26(0.22,0.31)§	0.31(0.27,0.39)	0.26(0.22,0.32)	<0.05	n.s	
	中等度	0.23(0.19,0.26)*†§	0.28(0.23,0.33)	0.27(0.23,0.39)	0.24(0.21,0.30)§	0.31(0.25,0.39)	0.29(0.23,0.37)	<0.05		
内腹斜筋	軽度	0.51(0.40,0.61)*†§	0.70(0.53,0.85)‡	0.59(0.51,0.86)	0.58(0.44,0.71)§	0.73(0.61,0.84)	0.60(0.53,0.82)	<0.05	n.s	
	中等度	0.57(0.42,0.65)*†§	0.74(0.53,0.85)	0.69(0.52,0.83)	0.64(0.44,0.80)§	0.72(0.61,1.06)	0.72(0.50,0.86)	<0.05		
腹横筋	軽度	0.25(0.23,0.30)*†§	0.42(0.30,0.46)‡§	0.33(0.28,0.41)§	0.33(0.26,0.40)§	0.46(0.40,0.54)	0.34(0.27,0.44)	<0.05	n.s	
	中等度	0.25(0.21,0.31)*†§	0.39(0.29,0.51)‡§	0.34(0.29,0.45)§	0.32(0.26,0.41)§	0.45(0.39,0.62)	0.36(0.28,0.45)	<0.05		

Friedman検定. 円背条件:すべてMann-Whitney検定. p>0.05 n.s:有意差なし
 運動条件:p<0.05 (下位検定はBonferroniの修正法により有意水準を0.0033に引き下げたMann-Whitney検定)
 †:vs最大呼吸 ‡:vs腹筋運動 §:vs腹部突き出し §:vs腹部引き込み ||:vsSLR

3.5 - 考察

研究Ⅱでは、円背を有する高齢女性における腹部体幹運動課題が腹部筋厚に及ぼす影響を検討した。Friedman 検定および下位検定による考察を行った。

腹部引き込み運動と最大呼気、腹筋運動の3つの運動課題が軽度円背群と中等度円背群において、全ての筋で安静時より有意に筋厚を厚くする結果が得られた。また、全ての筋において腹部引き込み運動の筋厚の値が高値を示した。本研究において、設定した円背指数12未満の軽度円背群と円背指数12以上の中等度円背群の2群において有意差がなかったことから、軽度円背群から中等度円背群の高齢女性においては、円背の程度に関係なく腹部引き込み運動が腹部体幹筋の筋厚の変化に影響を与えることが明らかとなった。

また、アウターマッスルとされる腹直筋と外腹斜筋とインナーマッスルとされる内腹斜筋と腹横筋の筋厚変化を観察すると、インナーマッスルは筋厚増加が大きいことがわかる。Kulasらは²⁹⁾は立位での自動骨盤後傾運動時に腹横筋の筋活動量が大きいことをワイヤ電極による解析で報告しており、金剛らは²⁸⁾腹部引き込み運動に骨盤後傾を伴うことで腹横筋の活動をより促通することができると述べられている。また、骨盤後傾は胸腰筋膜を伸張させ、それが、腹横筋の張力を上げることで、円背を有する高齢女性は、腹部引き込み運動の実施で、筋厚を有意に厚くしたと考察できる。太田ら²⁵⁾は、歩ける高齢者と若年者とは、安静時の腹横筋の筋厚に有意差がないという結果を報告している。それは、高齢者でもインナーマッスルである腹横筋を鍛える意義があると考えられる。重度の円背高齢者では胸式呼吸が優位になると報告されているが、円背により体幹屈伸運動が制限されることにより、基本動作である起居動作や起立動作時の腹部体幹筋が上手く使用できないことが原因ではないかと考える。また、Imaiらは³⁰⁾、日常生活が自立している自立高齢群と寝たきり高齢群を比較した結果、寝たきり高齢群においては、腹横筋と腰部多裂筋について有意に萎縮していたと報告している。Duralら³¹⁾、腹横筋は立位や座位といった重力に対する姿勢を保持するために持続的に活動する筋であると報告しており、活動量が低下しても日常生活のなかで立位や座位になる機会をできるだけ設け、体幹深部筋の活動を促すことが必要である²⁸⁾と述べられている。そこで、腹部を意識した腹部引き込み運動が腹横筋の筋厚を厚くしたことから、円背を有する高齢女性で、寝たきり状態にある高齢者においても体幹屈伸運動ではなく、腹部を意識して動かす腹部引き込み運動が筋厚を厚くすることが明らかとなった。今後、筋厚の変化のみでなく、呼吸機能やバランスや歩行能力などのパフォーマンスも含め、運動効果を縦断的に検討する必要がある。

3.6 - 結語

腹部引き込み運動は, 円背を有する高齢女性において腹部体幹筋の筋厚を厚くすることが明らかとなった. 今後, 呼吸機能やバランスや歩行能力なども含めた評価と縦断的研究が必要である.

第4章 研究Ⅲ

健常女性の円背条件と円背を有する高齢者の腹部体幹筋厚の比較

4.1 - 目的

研究ⅠとⅡで得た健常女性円背条件と円背を有する高齢女性の安静時および腹部体幹運動課題時の体幹筋厚の変化を比較し、加齢変化を明らかにすることを目的とした。

研究Ⅲ①では、健常女性円背条件と円背指数の程度によって分けた高齢者軽度円背群と高齢者中等度円背群の3群に分け安静時の腹部体幹筋厚の変化を明らかにした。

研究Ⅲ②では、①同様の対象者で、腹部引き込み運動時の腹部体幹筋厚の変化を明らかにした。

4.2 - 対象

対象者は研究Ⅰ、Ⅱと同様であり、大学生および理学療法士、作業療法士、言語聴覚士の女性スタッフからの機縁応募とした健常成人女性31名(平均年齢 23.2 ± 2.4 歳, 身長 1.58 ± 0.62 m, 体重 51.5 ± 5.6 kg, BMI 20.6 ± 1.9 kg/m²)と入院中かつリハビリテーションを行っている患者とした。または、外来リハビリテーションを実施している患者で研究参加に書面による同意を得た57歳から91歳の患者58名とした。高齢者軽度円背群の年齢は中央値(第1四分位数, 第3四分位数)で72.5(64.3, 80.3)歳, 身長が1.53(1.44, 1.59)m, 体重が53.7(46.7, 58.2)kg, BMIが23.2(21.6, 26.2)kg/m²となった。また、高齢者中等度円背群の年齢は中央値(第1四分位数, 第3四分位数)で年齢が80.0(72.0, 87.0)歳, 身長が1.47(1.41, 1.51)m, 体重が47.5(40.3, 53.4)kg, BMIが22.0(19.3, 24.7)kg/m²となった。対象者には、口頭および書面での同意を得た。また、除外基準は、呼吸器疾患または運動課題について理解が困難な認知症を有する者、立位、背臥位姿勢が困難である者、研究参加するに当たり痛みの生じる可能性のある者は除外した。なお、倫理審査は、研究Ⅰは、国際医療福祉大学倫理委員会の承認番号(15-Io-117)を得た。研究Ⅱは、国際医療福祉大学倫理委員会の承認番号(13-B-235)を得た。

4.3 - 方法

体幹筋厚の測定方法は、胸郭可動域測定装置(竹井機器工業株式会社, 品番:T. K. K. 3345), 超音波画像診断装置(sonosite 社, リニア型プローブ, Bモード)を用いた。体幹運動課題の測定肢位は検査台に膝・股関節中間位で背臥位となり脊柱に疼痛が生じないように、枕を使用して頸部中間位とした。その肢位で、①安静呼気、②最大呼気、③腹部突き出し運動、④腹部引き込み運動の4条件を3回ずつランダムで行った。体幹運動課題中の腹部体幹筋厚(腹直筋, 内腹斜筋, 外腹斜筋, 腹横筋)を超音波画像診断装置で計測した。撮影には5-10MHzのリニアプローブを使用し、筋厚撮影に一般的に用いられるBモードを使用し筋厚を測定した。測定部位は研究Ⅰと同様に対象者の右側で、腹筋群の4筋の筋厚が同時に得られる部位で臍の高さで、短軸方向で前腋窩線と臍を結ぶ線の間を測定部位とした。

【研究Ⅲの①】

円背指数12を基準として、円背指数が12未満を軽度円背高齢者、円背指数12以上を中等度円背高齢者群の2群と健常女性円背条件の3群の安静時の腹部体幹筋厚(腹直筋, 内腹斜筋, 外腹斜筋, 腹横筋)の比較を行った。研究Ⅰ, 研究Ⅱの運動条件別の各筋厚の値はShapiro-Wilkの正規性の検定において、正規分布していない項目があるため対象者間にはKruskal-Wallis検定を実施した後、主効果が得られた項目に対しては、下位検定にBonferroniの修正法により2群間の比較を計3回行うため、有意水準を0.0167に引き下げた。2群間の比較にはMann-Whitney検定を用いた。また、正規分布していない筋厚の値に関しては、自然対数で対数変換した後、再度、Shapiro-Wilkの正規性を確認した。対象者間の比較のため一元配置分散分析を実施し、主効果の得られた項目に対して多重比較検定(等分散の場合はTukey HSD, 不等分散のデータに対するGames-Howell法)を行った。なお、統計解析の有意水準は全て0.05とした。

【研究Ⅲの②】

研究Ⅲの①と同様に円背指数12を基準として、円背指数が12未満を軽度円背高齢者、円背指数12以上を中等度円背高齢者群の2群と健常女性円背条件の3群の最大呼気、腹部引き込み運動、腹部突き出し運動の運動課題時の腹部体幹筋厚(腹直筋, 内腹斜筋, 外腹斜筋, 腹横筋)変化率を算出した。筋厚変化率の算出方法としては、各筋厚変化率(%)=(運動時の筋厚-安静時の筋厚)/安静時の筋厚×100として算出した。その値に対して、Shapiro-Wilkの正規性の検定を行い、正規分布していなかった。筋厚変化率の値は負の値をとることがあり、自然対数での対数変換が実施できず、パラメトリック検定が行えなかった。そのため、ノンパラメトリック検定であるKruskal-Wallis検定を実施し、主効果が得られた項目に対しては、下位検定にBonferroniの修正法により2群間の比較を計3回行うため、有意水準を0.0167に引き下げた。2群間の比較にはMann-Whitney検定を用いた。

4.4 - 結果

【研究Ⅲの①結果】

円背を有する女性 3 群における安静時の筋厚の値に関しては, 対数変換後の値は表 4 に示し, パラメトリック検定を行った. 表 5 は Shapiro-Wilk 検定にて正規性が確認できなかったためノンパラメトリック検定の結果を記載した.

対数変換後(表 4)の健常女性円背条件, 高齢者軽度円背群, 高齢者中等度円背群の安静時の筋厚の値においても, 体数変換前の値と同様に健常女性円背条件で高い値を示した. また, 外腹斜筋と腹横筋においても体数変換前と同様に健常女性円背条件が高齢者軽度円背群と高齢者中等度円背群より有意に筋厚が厚くなっていた. また, 腹直筋に関しては, 健常女性円背条件が高齢者軽度円背群よりも有意に筋厚が厚くなった. 高齢者の軽度円背群と中等度円背群の間には有意差はみられなかった.

中央値(第 1 四分位数, 第 3 四分位数)(表 5)の健常女性円背条件, 高齢者軽度円背群, 高齢者中等度円背群の安静時の筋厚の値においても, 体数変換前後の値と同様に健常女性円背条件で高い値を示した. 腹直筋と外腹斜筋, 腹横筋では, 健常女性円背条件が高齢者軽度円背群と高齢者中等度円背群より有意に筋厚が厚くなっていた. また, 内腹斜筋は健常女性円背条件が高齢者軽度円背群より有意に筋厚が厚くなっていた.

表4 円背を有する女性3群における安静時の筋厚の比較
(対数変換後の値)

	平均値±標準偏差			p値
	健常女性円背条件 n=31	高齢者軽度円背群 n=29	高齢者中等度円背群 n=29	
腹直筋	-0.48±0.21 [*]	-0.65±0.26	-0.67±0.38	<0.05
外腹斜筋	-0.22±0.22 ^{*†}	-0.48±0.21	-0.45±0.34	<0.05
内腹斜筋	-0.55±0.19	-0.58±0.22	-0.56±0.33	n.s
腹横筋	-0.11±0.22 ^{*†}	-0.47±0.22	-0.42±0.31	<0.05

繰り返しのない1元配置分散分析. 下位検定としてBonferroni: p<0.05
^{*}:vs 高齢者軽度円背群 [†]:vs 高齢者中等度円背群 n.s:有意差なし

表5 円背を有する女性3群における安静時の筋厚の比較

	中央値 (第1四分位数,第3四分位数) 単位(cm)			p値
	健常女性円背条件 n=31	高齢者軽度円背群 n=29	高齢者中等度円背群 n=29	
腹直筋	0.63(0.54,0.73) ^{*†}	0.53(0.43,0.61)	0.48(0.38,0.60)	<0.0167
外腹斜筋	0.33(0.29,0.37) ^{*†}	0.21(0.19,0.25)	0.23(0.19,0.26)	<0.0167
内腹斜筋	0.63(0.50,0.73) ^{*†}	0.50(0.38,0.60)	0.57(0.42,0.65)	<0.0167
腹横筋	0.33(0.28,0.38) ^{*†}	0.25(0.22,0.30)	0.25(0.21,0.31)	<0.0167

Friedman検定. 下位検定はBonferroniの修正法により有意水準を0.0167に引き下げた
Mann-Whitney検定:p<0.0167 ^{*}:vs 高齢者軽度円背群 [†]:vs 高齢者中等度円背群

【研究Ⅲの②の結果】

それぞれの運動条件別の筋厚変化率の値に関しては、健常女性円背条件と高齢者軽度円背群と高齢者中等度円背群の中央値(第 1 四分位数, 第 3 四分位数)を記載し、下記に下位検定として、Bonferroni の修正法で得た結果を示す。最大呼気は表 6, 腹部突き出し運動は表 7, 腹部引き込み運動は表 8 として記載する。

最大呼気の健常女性円背条件, 高齢者軽度円背群, 高齢者中等度円背群の腹直筋, 外腹斜筋, 内腹斜筋, 腹横筋の筋厚変化率は、全ての筋の対象条件間で有意差はみられなかった。

腹部突き出し運動の健常女性円背条件, 高齢者軽度円背群, 高齢者中等度円背群の腹直筋, 外腹斜筋, 内腹斜筋, 腹横筋の筋厚変化率は、腹直筋と内腹斜筋において有意差がみられた。

腹部突き出し運動の健常女性円背条件, 高齢者軽度円背群, 高齢者中等度円背群の腹直筋, 外腹斜筋, 内腹斜筋, 腹横筋の筋厚変化率は、腹直筋にのみ有意差がみられた。

表 6 最大呼気における円背を有する女性 3 群の各筋の筋厚変化率

中央値（第1四分位数,第3四分位数）単位(%)				
	健常女性 円背条件	高齢者軽度 円背群	高齢者中等度円背 群	対象条件 p値
腹直筋	27(10,48)	16(4,38)	26(12,34)	n.s
外腹斜筋	32(6,60)	28(16,56)	20(17,37)	n.s
内腹斜筋	32(6,68)	39(18,57)	35(3,55)	n.s
腹横筋	49(20,105)	42(24,80)	50(19,74)	n.s

p値：Kruskal-Wallis検定

下位検定はBonferroniの修正法により有意水準を0.0167に引き下げたMann-Whitney検定

*:vs高齢者軽度円背群 †:vs高齢者中等度円背群 n.s:有意差なし

表 7 腹部突き出し運動における円背を有する女性 3 群の各筋の筋厚変化率

中央値（第1四分位数,第3四分位数）単位(%)				
	健常女性 円背条件	高齢者軽度 円背群	高齢者中等度円背 群	対象条件 p値
腹直筋	-5(-21,11) [†]	1(-11,28)	15(-2,33)	<0.0167
外腹斜筋	0(-12,18)	16(-1,46)	14(-2,30)	n.s
内腹斜筋	-8(-24,5) ^{*†}	11(0,44)	8(-5,28)	<0.0167
腹横筋	13(-17,27)	26(4,47)	18(5,46)	n.s

p値：Kruskal-Wallis検定

下位検定はBonferroniの修正法により有意水準を0.0167に引き下げたMann-Whitney検定

*:vs高齢者軽度円背群 †:vs高齢者中等度円背群 n.s:有意差なし

表 8 腹部引き込み運動における円背を有する女性 3 群の各筋の筋厚変化率

中央値（第1四分位数,第3四分位数）単位(%)				
	健常女性 円背条件	高齢者軽度 円背群	高齢者中等度円背 群	対象条件 p値
腹直筋	41(17,65) [*]	21(2,45)	30(11,49)	<0.0167
外腹斜筋	52(10,78)	45(15,74)	40(18,69)	n.s
内腹斜筋	52(27,78)	45(29,73)	44(9,80)	n.s
腹横筋	82(47,101)	69(53,112)	98(45,120)	n.s

p値：Kruskal-Wallis検定

下位検定はBonferroniの修正法により有意水準を0.0167に引き下げたMann-Whitney検定

*:vs高齢者軽度円背群 †:vs高齢者中等度円背群 n.s:有意差なし

4.5 - 考察

研究Ⅲでは、健常女性円背条件と高齢者軽度円背群と高齢者中等度円背群の筋厚の比較を行った。①では、円背条件を設定した健常女性と円背指数の程度によって分けた高齢者軽度円背群と高齢者中等度円背群の3群の安静時の腹部体幹筋厚の変化を、②では、3群のそれぞれの筋の最大呼気、腹部突き出し運動、腹部引き込み運動時の筋厚変化率を明らかにした。

研究Ⅲ①では、まず、対数変換前後の値について考察をする。結果から、対数変換後の筋厚の値は負を示す値があることと、標準偏差が上がったことで対数変換前後の安静時の筋厚の結果に違いが生じたと考えられる。

研究Ⅲの①全体的な考察として、全ての筋において健常女性円背条件の筋厚の値が高値を示しており、高齢者軽度円背群と高齢者中等度円背群より有意に筋厚が厚くなった。健常女性と高齢円背女性を比較すると、高齢円背女性は活動量が低く、活動量や歩行の状況を考慮すると体幹への刺激量が減少していることが、安静時の体幹筋の筋厚を低下させたと考えられる。太田ら²⁵⁾の先行研究では、歩ける高齢者の腹横筋は健常成人と比較して筋厚変化がないことを報告していることから、歩行が体幹へ与える刺激が筋厚の維持に重要であることが示唆されている。また、研究Ⅱの考察でも述べたように、先行研究において²⁸⁾、日常生活が自立している自立高齢群と寝たきり高齢群を比較した結果、寝たきり高齢群においては、腹横筋と腰部多裂筋について有意に萎縮していたと報告している。また、Durrallらは³¹⁾、腹横筋は立位や座位といった重力に対する姿勢を保持するために持続的に活動する筋であると報告しており、活動量が低下しても日常生活のなかで立位や座位になる機会をできるだけ設け、体幹深部筋の活動を促すことが必要である²⁸⁾と述べられている。今後は、円背を有する高齢女性のADLの自立度や活動量によって、体幹の筋厚の状態が変化するか検討する必要がある。

研究Ⅲ②では、健常女性円背条件と高齢者軽度円背群と高齢者中等度円背群の3群に分け、最大呼気、腹部引き込み運動、腹部突き出し運動の3つの運動課題の各筋の筋厚変化率について比較した。全ての筋の運動条件において、高齢者中等度円背は健常女性円背条件と比較しても筋厚変化率に有意差がないことから加齢による影響を生じにくいことが考えられた。さらに、円背であっても腹部引き込み運動で筋厚変化率の値が高値を示していることが明らかとなった。これは、本研究の運動肢位が背臥位であり、腹部体幹筋が伸張されることで、腹部体幹筋が伸張され筋が働きやすい状態になったことと、研究Ⅱの考察と同様に、円背による骨盤後傾と腹部引き込み運動が組み合わさったことで、筋厚変化に影響を与えたと考えられるが、座位や立位の影響も検討する必要がある。円背により脊柱の動きが制限され、体幹屈曲伸展の動きが困難である円背高齢者において、呼気に合わせて、腹囲周径を変化させる腹部引き込み運動が筋厚に影響を与えるという知見は有益であると考えられる。今後は、腹部引き込み運動の効果を縦断的に検証していく必要がある。

4.6 - 結語

研究Ⅲの①では安静時の各筋の筋厚は健常女性円背条件が高齢者円背群と比較しても有意に筋厚が厚かった。これは、高齢者円背群は活動量が低いため、体幹への刺激量が健常女性より少なくなったことが原因であると推察できる。今後は、入院中の歩行の状態や ADL 状況によって筋厚が変化するか検討する必要がある。

研究Ⅲの②では、高齢者円背群においても腹部引き込み運動は腹部体幹筋厚変化に影響を与えることが明らかとなった。高齢者円背群の筋厚変化率は健常女性と比較しても有意差がなかったことから腹部引き込み運動は腹部体幹筋厚変化に影響を与えることが明らかとなった。

第 5 章 結論

①本研究の目的,それぞれの結果と考察,展望

目的：本研究では,円背を有する高齢女性の腹部体幹筋厚を指標にして,腹部引き込み運動が円背を有する高齢女性の腹部体幹筋の動態に与える効果を明らかにし,円背を有する高齢女性の運動療法の一助とすることを目的とした。

第2章では,健常女性の円背姿勢が腹部体幹筋厚へ及ぼす影響を検討した。45°円背条件の腹部引き込み運動は腹直筋と内腹斜筋と腹横筋で有意に筋厚が厚くなった。これは,健常女性の背部に三角ウェッジを入れることで,腹直筋と内腹斜筋が働きやすい条件になったためだと考えられた。また,腹横筋は,45°円背条件において,最大呼気で胸腰筋膜が伸張されたことで筋厚が厚くなったと考えられる。そのため,実際に円背を有する高齢女性を対象に体幹筋厚の観察を行う必要があると結論付けた。

第3章では,円背を有する高齢女性における腹部引き込み運動が腹部体幹筋厚に及ぼす影響を検討し,結果から,腹部引き込み運動は円背を有する高齢女性の全ての筋厚を有意に厚くさせる結果が示され,腹部引き込み運動は筋厚変化に影響を与えることが明らかとなった。本研究の高齢者円背群の属性としては,円背指数12を基準とし軽度円背と中等度円背に分類したが,その2群間の各筋の筋厚において有意差がなかったことから,軽度から中等度円背高齢者において,腹部引き込み運動が腹部体幹筋厚の変化に影響を与えることが明らかとなった。また,アウトERMASSルとされる腹直筋と外腹斜筋とINNERMASSルとされる内腹斜筋と腹横筋の筋厚変化を観察すると,INNERMASSルの筋厚変化が大きいことが明らかとなった。円背を有する高齢女性では,腹部を意識した腹部引き込み運動が体幹筋厚変化に影響を与えることが示唆された。腹部引き込み運動は体幹屈曲動作を必要とせず,腹部の運動に呼気を合わせる運動である。そのため,円背高齢者のみでなく,寝たきりの高齢者や活動量が落ちている高齢者に対する運動としても取り入れやすい運動であるため,今後,腹部引き込み運動の効果を縦断的に研究していく必要がある。

第4章の 研究Ⅲの①では,健常女性円背条件と円背指数の程度によって分けた高齢者軽度円背群と高齢者中等度円背群の3群に分け安静時の腹部体幹筋厚の変化を明らかにした。②では,①同様の対象者で,体幹運動課題時の腹部体幹筋厚の変化を明らかにした。①では,全ての筋において健常女性円背条件が高齢者軽度円背群と高齢者中等度円背群より有意に筋厚が厚くなっていた。これは,高齢者円背群は入院中の患者であり,活動量が制限されていることが原因であると考えられる。活動量が制限され,腹部体幹への刺激量が減ったことで,健常女性円背条件と比較して有意に筋厚が薄くなったと考えられる。今後は,ADLの自立度や活動量によって,腹部体幹筋厚が変化するか検討する必要がある。

研究Ⅲの②では、健常女性円背条件と高齢者軽度円背群と高齢者中等度円背群の3群に分け、最大呼気、腹部引き込み運動、腹部突き出し運動の3つの運動課題を各筋の筋厚変化率を比較・検討したが、全ての筋において、高齢者中等度円背は健常女性円背条件と比較しても筋厚変化率に有意差がないことから、高齢者中等度円背群においても腹部引き込み運動は腹部体幹筋厚変化に影響を与えることが明らかとなった。つまり、円背を有する高齢女性において、年齢に関係なく、腹部引き込み運動は腹部体幹筋厚変化率の増加に影響を与えることが明らかとなった。

展望：本研究をまとめると、円背姿勢を有する高齢女性において腹部引き込み運動は筋厚変化に影響を与えることが明らかとなった。また、体幹深部筋である、内腹斜筋や腹横筋の筋厚変化に影響を与えることが明らかとなった。重度円背を有する高齢者に関しては、脊柱の動きが制限されることで、体幹屈伸の動きが生じにくく、腹部、背部の筋を使用する機会が減少することが予測され、リハビリテーションで一般的に行われている、体幹屈曲や回旋を伴う腹筋運動などは困難であることは明らかである。そのため、呼気と腹部の動きの変化により筋厚変化を促せるような腹部引き込み運動は、円背高齢者の運動療法に有用であること推察できる。本研究では、筋厚変化に影響を与えることは明らかとなったが、運動の効果に関しては検証していないため、今後は、腹部引き込み運動の効果については、縦断研究を行い明らかにしていきたい。

②本研究の限界点

本研究は、超音波画像診断装置を使用して筋厚を測定し、筋活動を確認した。一般的に、筋活動を確認するには、表面筋電図や針筋電図が使用されているが、本研究では、対象者への侵襲性、測定の簡便性を考慮して、超音波画像診断装置で筋厚を測定することで、筋活動として考察した。筋厚の値だけでなく、今後は、呼吸機能やバランス、歩行などの身体機能の測定も必要であると考ええる。

また、本研究では、円背を有する高齢者であり、なおかつ、リハビリテーション室まで来室（介助での移動も含めて）できる対象者に研究を行い、研究内容の理解や、測定時の指示理解の困難な患者様は除外したため、対象者数が多く得られなかったため、今後も対象者数を増やし検討していく必要がある。

今回は、筋厚の変化を横断的に計測したため、今後は、縦断的に計測を行い、トレーニングとしての効果の検証も必要であると考ええる。

③今後の展望

本研究の結果より, 円背を有する高齢者における腹部引き込み運動の筋厚動態を明らかにした. これは, 高齢者において高頻度でおきる変形疾患である円背に対する運動療法のエビデンスを確立した. 今後も全人口に占める高齢者の割合が増加していく中で, 円背高齢者の数も増加していくことが予想される. 国の方針として, 健康寿命の延長を図っている中で, 円背姿勢が高齢者の身体機能, ADL, QOL へもたらす影響は大きいと考える. そのため, 円背を有する高齢者の身体機能, ADL, QOL の低下を予防, 改善するためにも, 本研究で得た知見は重要であると考え. また, 本研究では, 腹部の動きに着目して, 腹囲周径を指標に腹部引き込み運動を行い, 誰でも簡便に行えることも大きな利点であると考え. 今後は, 長期的な運動の効果を縦断的に検証し, 実際の臨床現場での応用に繋げていきたい.

第6章 謝辞

入院中, 通院中でご自身の加療中にも関わらず, 本研究にご協力, ご参加して頂いた対象者様には, 心より深謝の意を表します. 誠にありがとうございました. また, 本論文の作成にあたり, 研究計画から実施まで細部にわたりご指導を頂いた久保教授, 石坂講師, さらに, ご指導, ご助言を頂いた理学療法分野の諸先生方, 同大学院生には深く感謝の意を表します. 臨床研究の場を提供して頂いた, 病院長, リハビリテーション室の上司, 同僚, 後輩, 各病棟の看護師, スタッフにも研究の協力を頂き, 誠に感謝しております.

最後に, 常に気にかけて, 支えてくれた家族にも感謝申し上げます.

第7章 引用文献

- 1) 坂光徹彦, 浦辺幸夫, 山本圭彦. 脊柱後彎変形とバランス能力および歩行能力の関係. 理学療法学 2007;22(4):489-494
- 2) 竹光義治. 脊柱後弯症. 疾患概念の治療の変遷. 脊椎脊髄ジャーナル 2009;22(5):436-447
- 3) 有田親史, 小林郁雄. 老人の脊柱変形の分析. 臨床整形外科 1980;15:115-122
- 4) 大坪良. 腰曲がり疾患の臨床的考察. 整形外科 1965;16:1033-1038
- 5) 安藤正明. 農村部における高齢者の腰痛と姿勢. 別冊整形外科 1987;12:14-17
- 6) Milne JS, Williamson J. A longitudinal study of kyphosis in older people. Age Ageing. 1983;12:225-233
- 7) 高井逸史, 宮野道雄, 中井伸夫ら. 加齢による姿勢変化と姿勢制御. 日本整理人類学会誌 2001;6(2):41-46
- 8) 伊藤弥生, 山田拓実, 武田円. 円背姿勢高齢者の呼吸機能および呼吸パターンの検討. 理学療法科学 2007;22(3):353-358
- 9) 厚生労働省. 2012. 今後の高齢者人口の見通しについて.
www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/.../dl/link1-1.pdf 2017. 10. 27
- 10) 池田亀夫, 西尾篤人, 津山直一. 脊椎・脊髄(図説臨床整形外科講座). 第1巻. 東京:メジカルレビュー社, 1984:128-151
- 11) 木田厚端, 朝戸祐子. 老年者の後弯症. 呼吸. 1998;7(12):1339-1344
- 12) 厚生労働省. 2013. 大臣官房統計情報部人口動態・保健社会統計課世帯統計室. 平成25年国民生活基礎調査.
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/20-21kekka.html> 2017. 10. 27
- 13) 日本整形外科学会. 2003. 腰痛に関する全国調査報告書.
http://www.joa.or.jp/media/comment/pdf/lumbago_report_030731.pdf 2017. 11. 3
- 14) Richardson C, Hodges PW, et al. (齊藤明彦訳). 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. 東京:医学書院, 2008:83-92, 94-135, 158-221
- 15) Richardson C, Hodges PW. et al. (齊藤明彦訳). 脊柱の分節的安定性のための運動療法, 腰痛治療の科学的基礎と臨床. 東京. 医学書院, 1999:81-152
- 16) Richardson CA. Changes in muscle activity during fast, alternating flexion-extension movements of the knee. Scand J Rehabil Med 1986;18:51-58
- 17) Saliba SA, Croy T, Guthrie R, et al. Differences in transverse abdominis activation with stable and unstable bridging exercises in individuals with low back pain. North Amer J Sports Phys Ther 2010;5(2):63-73
- 18) 出間順子, 大羽朋美, 大江厚ら. 口頭指示の違いが腹横筋エクササイズに与える影響. 理学療法研究・長野 2007;36:58-60
- 19) 工藤慎太郎. 運動療法の「なぜ?」がわかる. 超音波解剖. 第1版. 東京:医学書院, 2014:1

- 20) 窪田純. 連載 DDS 研究のための最新機器. 超音波画像診断装置. *Drug Delivery System* 2014;29(3):238
- 21) McMeeken JM, Beith ID, et al. The relationship between EMG and change in thickness of transversus abdominis. *Clin Biomech* 2004;19:337-342
- 22) Richardson CA, Hodges PW, et al. Therapeutic Exercise for Lumbopelvic Stabilization. *A Motor Control Back Pain*. Churchill Livingstone. New York. 2004;77-92, 175-219, 233-246
- 23) 原田孝, 茂手木三男, 岡島行一ら. 高齢者の姿勢—脊柱変形と重心線の位置—. *総合リハ* 1994;22:413-418
- 24) 太田恵, 金岡恒治, 半谷美夏ら. 慢性腰痛患者に対する運動療法が体幹筋筋厚に及ぼす影響. *臨床整形外科* 2011;46(2):109-113
- 25) Milne JS, Lauder IJ. Age effects in kyphosis and lordosis in adult. *Ann Hum Biol* 1974;1(3):327-337
- 26) 寺田康裕, 新谷和文, 末木垣治ら. 脊柱後彎評価を目的とした座位円背指数計測の信頼性と妥当性. *理学療法科学* 2004;19(2):137-140
- 27) 三津橋佳奈, 前沢智美, 川村和之ら. 正常歩行時の側腹筋群の動態—超音波診断装置を用いて—. *理学療法科学* 2015;30(6):861 - 865
- 28) 金剛恒治. 腰痛の病態別運動療法. 体幹筋機能向上プログラム. 第1版. 東京:文光堂, 2016:38-40
- 29) Kulas AS, Schmitz RJ, Shultz SJ, et al. Sex-specific abdominal activation strategies during landing. *J Athl Train* 2006;41(4):381-386
- 30) Imai A, Kaneoka Y, Okubo Y, et al. Immediate effects of different trunk exercise programs on jump performance. *Int J Sports Med* 2016;37(3):197-201
- 31) Durall CJ, Udermann BE, Johansen DR, et al. The effects of preseason trunk muscle training on low-back pain occurrence in women collegiate gymnasts. *J Strength Cond Res* 2009;23(1):86-92