

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

超音波画像診断装置を用いた  
入院高齢男性における  
基本動作能力自立度別体幹筋厚

平成 30 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：16S3010 氏名：遠藤 佳章

研究指導教員：久保 晃 教授

副研究指導教員：小野田 公 講師

## 超音波画像診断装置を用いた入院高齢男性における 基本動作能力自立度別体幹筋厚

### 要旨

本研究の目的は、超音波画像診断装置を使用し、入院高齢男性における基本動作能力自立度別の複数の体幹筋厚の役割を明らかにし、その後、理学療法臨床場面における検討をすることである。

異なる姿勢においてどの体幹筋が働きうるのかを明らかにするために、健常若年男性 26 名を対象に、姿勢別(臥位・座位・立位)体幹筋厚を比較した。姿勢の相違による体幹筋厚の変化は各筋により特徴が存在することが示された。

加齢による影響を明らかにするために、健常高齢男性 30 名の姿勢別体幹筋厚を測定し、健常若年男性 26 名と比較した。健常高齢男性は健常若年男性とは異なる傾向があり、座位での各筋の使用法は加齢による影響を受けると示された。

基本動作自立度による影響を明らかにするために、入院高齢男性を対象に、基本動作自立度別(臥位自立群 11 名、座位自立群 17 名、立位自立群 15 名)の体幹筋厚を比較した。基本動作自立の可否は背筋群の筋量が重要と示された。

キーワード：超音波画像診断装置，基本動作自立度，体幹筋厚，理学療法

The changes in trunk muscle thickness by the degree of independence in basic movement levels in hospitalized elderly men, using ultrasonography.

#### Abstract

The purpose of this study is to clarify the differences in multiple roles of trunk muscle thickness by the degree of independence in basic movement levels in hospitalized elderly men, using ultrasonography. There after we discuss physical therapy in clinical situations.

First, to elucidate which trunk muscle works in a different posture, I compared trunk muscle thickness in each posture (lying, sitting, and standing postures), using non-handicapped healthy young men as subjects it was indicated that each muscle has a characteristic in changes of trunk muscle thickness according to the difference of postures.

Then, to reveal the influences of aging, I measured the trunk muscle thickness by postural changes in non-handicapped elderly men and compare the result with the one in non-handicapped young men. That shows there is a different tendency between healthy elderly men and healthy young men. Aging has an influence on the way to use each muscle in sitting posture.

After that to clarify the influences by the degree of independence in basic movement levels, dividing hospitalized elderly men into three groups, I compare their trunk muscle thickness according to the postural groups of their basic movement levels (lying, sitting, and standing capable groups). It was indicated that the amount of back muscles is important to the capability of basic operation.

Keyword : ultrasonography , basic movement levels , trunk muscle thickness , physical therapy

## 目次

第1章 序章.....	1
1. 1 研究の背景.....	2
1. 2 本研究の目的と概要.....	7
1. 3 倫理的配慮.....	8
第2章 超音波画像診断装置を用いた 健常若年男性における姿勢別体幹筋厚.....	9
2. 1 緒言.....	10
2. 2 対象と方法.....	11
2. 3 結果.....	16
2. 4 考察.....	18
2. 5 結語.....	19
第3章 超音波画像診断装置を用いた 健常高齢男性における姿勢別体幹筋厚.....	21
3. 1 緒言.....	22
3. 2 対象と方法.....	23
3. 3 結果.....	25
3. 4 考察.....	27
3. 5 結語.....	31
第4章 超音波画像診断装置を用いた 入院高齢男性における基本動作能力自立度別体幹筋厚.....	32
4. 1 緒言.....	33
4. 2 対象と方法.....	34
4. 3 結果.....	36
4. 4 考察.....	37
4. 5 結語.....	39

第 5 章 結論.....	40
5. 1 本研究の目的, それぞれの結果.....	41
5. 2 本研究の限界点.....	42
5. 3 今後の展望.....	45
第 6 章 謝辞.....	46
第 7 章 引用文献.....	48

# 第 1 章

## 序章

## 1.1 研究の背景

### 1.1.1 体幹筋のメカニズムを研究していくことの意義

体幹筋は、運動時の体幹の安定性、効率的な力の伝達、安定した四肢の動作との関わりがあるといわれ、近年、リハビリテーションの現場において、そのメカニズムやその運動療法の方法を解明するための研究が数多く行われている。

リハビリテーションの現場において体幹筋機能が重要であると示している先行研究としては以下のものがある。Verheydenら<sup>1)</sup>は、体幹コントロールテストと体幹障害スコアを脳卒中患者に行い、体幹筋機能の低下はバランス、歩行、機能的活動の低下と強く関連していると示している。江連ら<sup>2)</sup>は、回復期脳卒中片麻痺者を対象に、臨床的体幹機能検査 (FACT: Functional Assessment for Control of Trunk) を行い、麻痺側機能との関係、FIMの運動項目、認知項目との比較を検討し、脳卒中片麻痺者の日常生活活動の自立には麻痺側機能よりも体幹機能との関係が強いと示している。私の臨床経験上でも疾病の影響により、体幹筋の低緊張が出現し、基本動作や日常生活動作の介助が必要となってしまう症例を多く経験する。よって、リハビリテーションの現場において体幹筋に対する評価、治療を行っていくことは重要であるといえる。

また、日常生活動作の自立を考えて運動療法を展開するうえで、どの体幹筋の萎縮がADL自立の可否に関わっているのかといったことが分かれば、運動療法の効率化が図れると考える。臥位しか取れない患者に対して、座位の自立や起居の自立を目的に訓練を行う際、臥位で効率的に体幹筋を鍛えていく検討が必要である。その検討を行う前に、どの体幹筋の萎縮がADLの自立の可否に関わっているのかといったことが分かっている必要はない。よって、基本動作能力(座位や立位)の自立を目的にした運動療法を行う前に、どの体幹筋に焦点を当てるべきか明らかにすることは臨床的に意義があるといえる。

### 1.1.2 複数の体幹筋の役割と、それらの関係性を検討していくことの意義

体幹筋はグローバル筋群とローカル筋群の2つに分けられる。グローバル筋群は腹直筋や外腹斜筋などがあり、主に体幹の運動に関与することが知られている。ローカル筋群には腰部多裂筋・脊柱起立筋・内腹斜筋・腹横筋などがあり、身体の安定化に関与している<sup>3, 4)</sup>。ローカル筋は多数あるがそれぞれ異なる役割があると知られている。腹横筋・内腹斜筋は腹圧上昇に関わり体幹を安定させる役割があると知られている。腰部多裂筋は腰椎の微細なコントロールを行っていることが知られている。腰部多裂筋を研究した報告では第4・5腰椎レベルの多裂筋の筋活動をみたものが多いが、解剖学的・病理学的にみても各腰椎レベルでの比較、検討が必要である。腰部多裂筋は、5つの筋束からなり、それぞれ長さが異なることが知られている<sup>5)</sup>。検体を対象とした腰部多裂筋を神経分布形態の観点から検討した研究<sup>6)</sup>では、1つの腰椎棘突起に停止する多裂筋は棘突起の同高位の後枝内側枝によって分節的に神経支配を受けているとしている。また、急性腰痛患者では患側の症状がみられる分節に限局して腰部多裂筋が萎縮すると報告されている<sup>7)</sup>。これらのことから腰部多裂筋は分節ごとに評価していく必要があるといえる。腰部多裂筋と脊柱起立筋は共に胸腰筋膜で1つのコンパートメントを形成しており<sup>8)</sup>、共同して働いている可能性がある。脊柱起立筋、腹横筋、内腹斜筋、腰部多裂筋は胸腰筋膜を介してつながっており、収縮することで腹圧上昇に関わり、脊椎の安定性を増す作用があるといわれている<sup>5, 9)</sup>。上記のように体幹筋は個々で役割が異なるため、基本動作の自立に必要な筋は動作の種類によって異なることが考えられる。体幹筋を全体的に強化するよりも、動作の種類によって使用する筋を特異的に強化することができれば、より効率的な理学療法を展開できると考えられる。



### 1.1.3 日常生活自立度別に群わけして検討していくことの意義

どのような姿勢制御と体幹筋と関係があるのかといった報告は多く散見される。金子ら<sup>10)</sup>は、健常男性を対象に、超音波診断装置を用いて、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋の筋厚を、骨盤を中間位にした背臥位、座位、立位と、骨盤を前傾位および後傾位にした座位の5条件で計測している。その結果、座位、立位の腹部筋厚は背臥位よりも増大すると報告している。また、座位における骨盤中間位との比較では、骨盤後傾位においてすべての筋厚が増大し、骨盤前傾位では減少するとも報告している。鈴木ら<sup>11)</sup>は、健常者を対象とし、安定面上座位と不安定面上座位での体幹筋活動と重心動揺をそれぞれ測定しており、不安定面座位では、安定座位と比べ、腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、腰部多裂筋で有意に筋活動が高くなり、不安定面上座位においては、グローバルマッスルである腹直筋・胸部脊柱起立筋・腰部脊柱起立筋の筋活動と重心動揺との間に有意な正の相関がみられたと報告している。三浦ら<sup>12)</sup>は健常成人男性を対象に脱力した座位から upright 座位姿勢へ姿勢変換をする際の体幹筋活動について、筋電図をもちいて検討し、背筋群の筋活動水準が、歩行や階段登りに比べて高く、座位での姿勢変換は比較的強度の高い動作であることを示している。吉川ら<sup>13)</sup>は健常男性を対象として、背臥位、立位、爪先立ち位のそれぞれの姿勢で腹横筋の上部線維と中部線維を超音波画像診断装置で撮像し、背臥位より爪先立ち位で腹横筋の上部線維の筋活動が上昇することを示唆している。犬飼ら<sup>14)</sup>は、健常男性を対象として、背臥位・立位・背伸び・ぶら下がりの4姿勢での超音波画像診断装置にて腹横筋を測定し、背臥位より立位・背伸びで筋厚が増加、立位より背伸びで筋厚が増加、立位・背伸びよりぶら下がりで筋厚が減少することを報告している。しかし、それらの研究はすべて健常者を対象としており、実際に日常生活場面において制限がある方についての検討した報告は少ないのが現状である。

実際に日常生活場面において制限がある対象者についての報告は、以下のものがある。斉藤ら<sup>15)</sup>は、病弱高齢者を性別・年齢別の5つの群に分け、それぞれの群毎に筋厚を比較している。腹部CT画像にて、腰方形筋、大腰筋、傍脊柱筋（脊柱起立筋と多裂筋）の横断面積について、日常生活自立度のランク J,A とランク B,C の2つに分けて比較し、腰方形筋の一部で有意差が出現するという結果になっている。この先行研究では、①各々の群の中で比較しているので対象数としては少ない状況(1群につき13-16名)となっていること、②具体的な動作の自立度ではなく、ベッド上にいる時間、排泄、食事、着替えの介助量などを総合的に診て寝たきり度を判定する日常生活自立度ランクを使用して研究をおこなっていること、③腹圧上昇に関わる腹横筋や腹斜筋などの腹部筋の測定は行っていない、④ノンパラメトリック検定である Mann-Whitney's U-test の片側検定で行っている等の問題点があります。また、Belavýら<sup>16)</sup>は、9人の健常成人男性に60日間の模擬的な寝たきりを行い、寝たきりの前後でMRIにて脊柱起立筋、多裂筋、腰方形筋、腸腰筋の横断面積を比較検討し、全ての筋が萎縮すると報告している。この先行研究でも上記と同様の問題点がある。よって、本研究ではそれらの問題点を考慮して検討していくことが必要といえる。

#### 1.1.4 加齢による影響を検討する意義

加齢による変化として、筋骨格系、神経系、呼吸循環器、感覚系など多くの器官に形態的・機能的変化があるとされており、体幹筋も加齢による影響があると考えられる。临床上でも高齢入院患者で体幹筋が弱化しているものは基本動作の自立度も低い印象がある。先行研究でも、加齢により、体幹筋機能が低下することを示している。北村ら<sup>17)</sup>は健常若年者と健常高齢者を対象として、超音波画像診断装置を用いて、体幹筋厚を測定しており、加齢により外腹斜筋と内腹斜筋が薄くなり、大腰筋は大きくなることを示している。金岡ら<sup>18)</sup>は、年代別に青年群、壮年群、中年群、前期高齢者群、後期高齢者群と5つの群を対象とし、超音波画像診断装置を用いて各年代群の体幹筋厚を測定し、腹横筋厚は加齢による影響がないが、青年群では、壮年群、中年群、前期高齢者群、後期高齢者群と比較して、外腹斜筋および内腹斜筋が加齢により薄くなることを示している。ikezoeら<sup>19)</sup>は、健常若年者と日常生活が自立している自立高齢群を対象として、超音波画像診断装置を用いて、腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋、脊柱起立筋、多裂筋の筋厚を測定し、腹横筋と多裂筋は、加齢による影響はないが、腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、脊柱起立筋の筋厚は若年群と比較して高齢者で薄くなることを示している。

1.1.5 超音波診断装置を使用して体幹筋を測定することの意義・信頼性・妥当性について  
筋量評価には、磁気共鳴画像法（MRI）やコンピュータ断層撮影（CT）など画像法を用いた筋断面積の計測や、二重エネルギーX線吸収測定法（DXA）を用いた筋量計測などが推奨されている。体幹筋でもこれらの機器を使用して行っている研究がある。しかしこれらは機器が高価で大がかりな計測が必要であるうえ、CTやDXAでは放射線被爆を伴うという欠点がある<sup>20)</sup>。また、表面筋電図にて体幹筋を検討しているものもある。しかし、表面筋電図では腹横筋などの体幹の深部にある筋の活動を見られないことや、多裂筋や脊柱起立筋などを分けてとらえず、一つの腰背筋群として捉えているなどのケースが多いことが言われている<sup>21)</sup>。体幹の深部にある腹横筋や内腹斜筋などの筋の活動を見る方法として、ワイヤー筋電図が用いられることがある<sup>22, 23)</sup>。しかしながら、侵襲的であり、感染症などのリスクもあるため、高齢入院患者などにはリスクが高いといえる。よって、本研究では超音波画像診断装置を用いて研究を行うこととした。超音波画像診断装置を使用することの利点としては、エネルギーレベルが非常に小さく、生体に安全に利用できること、機器が比較的安価に用意できること、特別な部屋を用意する必要がなく病室やリハビリテーション室でも使用可能であること、個々の骨格筋の形態をリアルタイムに観察および評価できることなどが挙げられる<sup>20, 24)</sup>。超音波画像診断装置にて、体幹筋を測定することに関しては、腹横筋や多裂筋などの深部筋を、個々に、観察および評価できるといった点で非常に適した機器であると考えられる。

超音波画像診断装置を用いて体幹筋厚の測定についての信頼性・妥当性に関しては、様々な先行研究が行われている。

超音波画像診断装置での測定自体の信頼性を調べた研究は、筋毎に行われている。多裂筋では、筋の活動強度や骨盤傾斜角度を変化させた際の測定の見直し信頼性を検討した研究<sup>25)</sup>や、健常成人の多裂筋横断面積の男女差に影響を及ぼす因子や男女差を補正する方法を検討した研究<sup>26)</sup>などがある。脊柱起立筋では、腰痛を持っている方と健常者との比較を行って信頼性を確かめた研究<sup>27)</sup>がある。腹横筋・内腹斜筋・外腹斜筋では、呼吸のタイミングによる変化を超音波画像診断装置での検討<sup>28)</sup>がある。

超音波画像診断装置での測定した画像を筋活動としてとらえることの妥当性を調べた研究は、筋電図で行われており、一定の妥当性が証明されている。多裂筋に関しては、肘屈伸・肩内外転を行った際を比較検討したもの<sup>29)</sup>や、腹部引き込み運動と安静呼気時を比較検討したもの<sup>30)</sup>などがある。腹横筋・腹斜筋に関しては、肩の屈伸時を検討したもの<sup>31)</sup>、膝の屈伸時を検討したもの<sup>32)</sup>や、呼吸状態を検討したもの<sup>22, 30, 33)</sup>などがある。

超音波画像診断装置での測定した画像を筋量としてとらえることの妥当性を調べた研究は、MRIで行われており、一定の妥当性が証明されている。腹横筋、脊柱起立筋、多裂筋に関しては、安静臥位時の超音波診断装置で撮影した画像とMRIで撮影した画像を検討<sup>34, 35)</sup>している。

## 1.2 本研究の目的と概要

本研究の目的は、基本動作能力(座位や立位)の自立を目的にした運動療法を行う前に、どの体幹筋に焦点を当てるべきか明らかにすることとした。

第2章では、健常若年男性における姿勢別体幹筋厚を検討した。各姿勢を実際に取った時にどの程度の筋活動を行っているのかを明らかにした。

第3章では、健常高齢男性における姿勢別体幹筋厚を検討した。第2章と同様の計測を高齢者にも行い、若年者と比較することで、加齢による影響を明らかにした。

第4章では、実際の入院高齢男性における姿勢自立度別体幹筋厚について検討した。基本動作の自立の可否にどの体幹筋の発達が重要であるのかを明らかにした。

### 1.3 倫理的配慮

本論文の各研究は、ヘルシンキ宣言に沿ったものであり、対象者には事前に研究の目的と内容を説明し、承諾を得た後、計測を開始した。なお本研究は国際医療福祉大学研究倫理審査委員会の承認（承認番号 16-I0-77, 17-I0-101）と国際医療福祉大学病院研究倫理審査委員会（承認番号 13-B-262）の承認を得ている。

## 第2章

超音波画像診断装置を用いた

健常若年男性における姿勢別体幹筋厚

## 2.1 諸言

第2章では、異なる姿勢において、複数の体幹筋がどの程度の筋活動を行っているのかを明らかにするために、健常若年男性を対象として、姿勢別(臥位・座位・立位)の体幹筋厚を、各筋厚測定信頼性と妥当性を確認した後に、比較・検討した。

## 2.2 対象と方法

### 2.2.1 対象者

対象は、国際医療福祉大学大学院生、国際医療福祉大学大学生に本調査への参加を口頭で呼びかけ、紙面及び口頭で承諾の得られた健常若年男性 26 名(年齢:  $22.2 \pm 1.6$  歳, 身長は  $170.2 \pm 5.7$ cm, 体重は  $60.2 \pm 8.7$  kg, Body Mass Index (以下, BMI) は  $20.7 \pm 2.5$  kg/m<sup>2</sup>(平均  $\pm$  標準偏差))とした。除外基準は、過去に腰部や腹部に疾病や外傷、腰痛等の既往があるものとした。



## 2.2.2 方法

各筋厚の測定は超音波診断装置 (sonosite180plus, オリンパス株式会社製) (図 1)を用いた. 測定部位は, 右側の多裂筋 (L2) (以下:LM(L2)), 多裂筋 (L5) (以下:LM(L5)), 脊柱起立筋 (以下:ES), 外腹斜筋 (以下:E0)・内腹斜筋 (以下:I0)・腹横筋 (以下:I0) の各筋厚とした. LM(L2), LM(L5)の筋厚測定は, 先行研究<sup>25, 26)</sup>, 筆者ら<sup>36)</sup>の研究をもとにして, 第2腰椎・第5腰椎の棘突起より 2cm 外側で脊柱と垂直にプローブを置いて測定した. ES の筋厚測定は, 先行研究<sup>20, 27)</sup>をもとにして, 第3腰椎で棘突起から 5cm 外側で脊柱と垂直にプローブを置いて測定した. TrA, I0, E0 の筋厚測定は, 先行研究<sup>28)</sup>をもとにして, 前腋窩線上にて肋骨辺縁と腸骨稜の中央部で脊柱と垂直にプローブを置いて測定した (図 2, 3). なお, アウトラインの高輝度領域は計測範囲に含まないようにした.

測定姿勢は, 臥位 (腹臥位・背臥位)・座位・立位の 4 種類の姿勢をランダムに行った (図 4). 測定は安静呼気最終域で呼吸を止めていただき, 2 回測定した. ImageJ を用いて, 得られた画像から各筋厚の算出を行った. ImageJ は, 米国国立衛生研究所により開発されたパブリックドメインの Java による画像処理ソフトウェアである. ImageJ は, ユーザーが定義した選択範囲に対して, その面積やピクセル値に関する統計量, 距離や角度も計算できるものである<sup>37)</sup>. 2 回測定した各筋厚の平均を代表値とした. 臥位の測定は, 骨盤前後傾中間位で測定した. 背部にある LM(L2), LM(L5), ES に関しては腹臥位にて, 腹部にある TrA, I0, E0 に関しては背臥位にて測定を行った. 座位の測定は膝関節屈曲 90°, 骨盤前後傾中間位とした. 全ての姿勢測定において, 過度の骨盤前後傾や過度の腰椎前後弯が出現しないように, 計測者の口頭および徒手にて姿勢を適宜修正して行った.

各姿勢での各筋厚については, Shapiro-Wilk 検定を用いて, 正規分布であることを確認した. 各筋厚の 1 回目と 2 回目で算出された値で級内相関係数 (以下, ICC) を求め, 再現性について検討した. 姿勢別体幹筋厚の変化を測定し, 各筋の筋活動をみるために, 反復測定一元配置分散分析を行い, その後, Bonferroni の多重比較検定を行った. 統計解析には SPSS statistic 19.0 を使用した. 有意水準は両側 5%とした



図1 超音波画像診断装置 (sonosite180plus, オリンパス株式会社製)

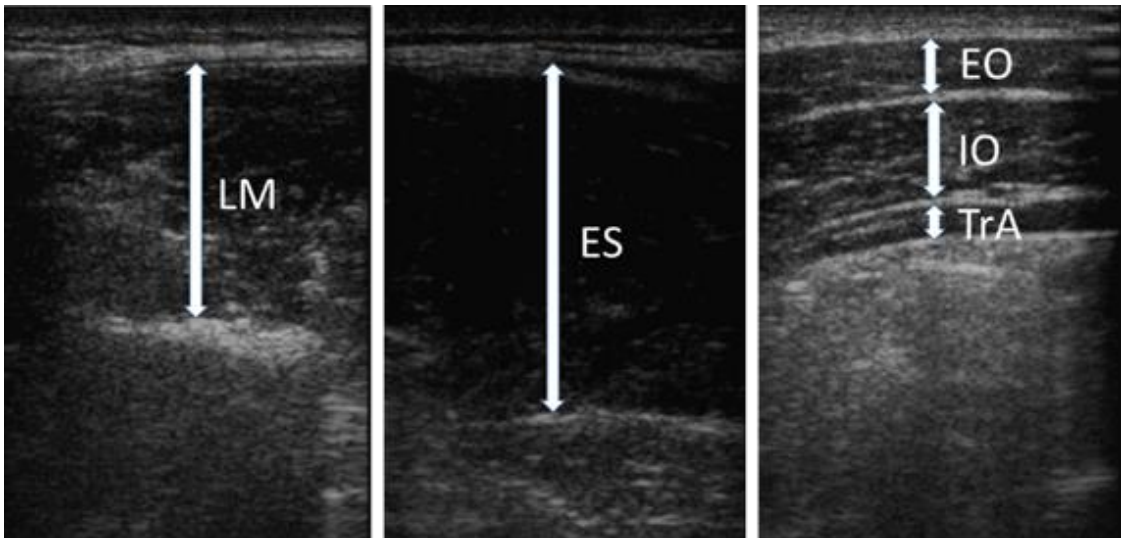
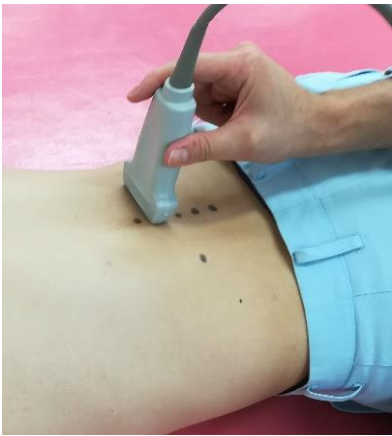


図2 各筋の超音波画像

LM：腰部多裂筋，ES：脊柱起立筋，TrA：腹横筋，IO：内腹斜筋，EO：外腹斜筋



LM(L2)のプローブを当てる位置



LM(L5)のプローブを当てる位置



ESのプローブを当てる位置



TrA, IO, EOのプローブを当てる位置

図3 超音波画像診断装置のプローブを当てる位置

LM：腰部多裂筋，ES：脊柱起立筋，TrA：腹横筋，IO：内腹斜筋，EO：外腹斜筋



背臥位 腹筋群



腹臥位 背筋群



座位



立位

図4 測定肢位

## 2.3 結果

### 2.3.1 測定の再現性

ICC (1, 1) を表 1 に, ICC (1, 2) を表 2 に示す. ICC (1, 1) では, すべての姿勢, すべての筋厚で 0.7 以上の高い結果が得られた. ICC (1, 2) では, すべての姿勢, すべての筋厚で 0.8 以上の高い結果が得られた.

表 1 姿勢別の各筋厚の級内相関係数 (ICC1.1)

	臥位	座位	立位
LM(L2)	0.98	0.97	0.98
LM(L5)	0.97	0.98	0.96
ES	0.98	0.96	0.97
TrA	0.79	0.79	0.77
IO	0.88	0.89	0.92
EO	0.96	0.91	0.91

LM : 腰部多裂筋, ES: 脊柱起立筋, TrA : 腹横筋, IO : 内腹斜筋, EO : 外腹斜筋.

表 2 姿勢別の各筋厚の級内相関係数 (ICC1.2)

	臥位	座位	立位
LM(L2)	0.99	0.98	0.99
LM(L5)	0.98	0.99	0.98
ES	0.99	0.98	0.98
TrA	0.88	0.88	0.87
IO	0.94	0.94	0.96
EO	0.98	0.96	0.95

LM : 腰部多裂筋, ES: 脊柱起立筋, TrA : 腹横筋, IO : 内腹斜筋, EO : 外腹斜筋.

### 2.3.2 健常若年男性における各筋厚の測定結果及び、各筋厚の各姿勢での変化

各筋厚の平均 ± 標準偏差は、表3に示す。全ての各筋厚は、各姿勢間で主効果を認められた。LM(L2)は臥位、座位、立位の順で有意に筋厚が増大した。LM(L5)は、臥位より立位で、座位より立位で有意に筋厚が増大した。臥位と座位の間では有意差が認められなかった。ES, TrA, IOは、臥位より座位で、臥位より立位で有意に筋厚が増大した。座位と立位の間では有意差が認められなかった。EOは、立位より臥位で有意に筋厚が増大した。臥位と座位の間、座位と立位の間では有意差が認められなかった。

表3 各姿勢における体幹筋筋厚

	臥位(mm)	座位(mm)	立位(mm)
LM(L2)	27.3 ± 4.5 <sup>#, †</sup>	30.6 ± 4.1 <sup>*, †</sup>	33.9 ± 4.5 <sup>*, #</sup>
LM(L5)	30.5 ± 4.0 <sup>†</sup>	30.3 ± 4.6 <sup>†</sup>	34.1 ± 4.2 <sup>*, #</sup>
ES	35.2 ± 6.1 <sup>#, †</sup>	39.5 ± 4.5 <sup>*</sup>	42 ± 6.4 <sup>*</sup>
TrA	3.7 ± 0.7 <sup>#, †</sup>	4.2 ± 1.3 <sup>*</sup>	4.3 ± 1.3 <sup>*</sup>
IO	9.5 ± 1.5 <sup>#, †</sup>	11.0 ± 2.4 <sup>*</sup>	11.2 ± 2.0 <sup>*</sup>
EO	8.7 ± 1.8 <sup>†</sup>	8.7 ± 1.5	8.2 ± 1.4 <sup>*</sup>

n=26 各筋厚の平均値 ± 標準偏差

LM：腰部多裂筋，ES：脊柱起立筋，TrA：腹横筋，IO：内腹斜筋，EO：外腹斜筋。

\*：p < 0.05 (vs臥位)，#：p < 0.05 (vs座位)，†：p < 0.05 (vs立位)

## 2.4 考察

異なる姿勢をとった際、身体の安定化をはかるためには、複数のローカル筋の働きに注目して検討する必要がある。よって、本研究ではLM(L2), LM(L5), ES, TrA, IO, EOの筋厚を臥位・座位・立位といった基本的な姿勢で検証した。その結果、姿勢の相違による体幹筋厚の変化は各筋により異なることが明らかになり、姿勢の相違により筋活動は異なることが示唆された。

### 2.4.1 測定の再現性

筋厚値の ICC (1, 1) は背筋群が 0.96-0.98 で「優秀」<sup>38)</sup>、腹筋群が 0.77-0.96 で「普通」～「優秀」、ICC (1, 2) は、背筋群が 0.98-0.99 で「優秀」、腹筋群が 0.87-0.98 で「良好」～「優秀」という結果になった。このことから、背筋群に関しては、1回のみでの計測であっても十分信頼性の高い計測が可能であること、腹筋群に関しては、1回のみでの計測であってもそれなりに信頼性の高い計測が可能であるが、2回測定するとさらに信頼性の高い計測が可能になることが示唆された。また、どちらの ICC でも背筋群の再現性が高い傾向にあった。これは、背筋群が骨格である脊柱に近く、筋自体が安定しているため、プローブを当てても大きなズレが出にくいのに対し、腹筋群は周りに骨格がなく柔らかい内臓であるため、プローブを固定して当てていても多少のズレが出現してしまったものと考えられる。腹横筋に関しては、ICC (1, 1) では 0.77-0.79 で「普通」、ICC (1, 2) は 0.87-0.88 で「良好」あり他の腹部筋(内外腹斜筋)よりも低い値になっている。このことから腹部筋の中でも、腹横筋厚の測定は、特に注意が必要であるといえる。腹横筋は内外腹斜筋と比較し、深部にあり、筋厚が薄いことから、より測定が困難になりやすいのではないかと考える。

Otani らは背臥位にて安静呼気時における腹部筋厚測定の ICC (1.2) を検討しており、0.67-0.97 となっている<sup>39)</sup>。伊藤らも背臥位にて安静呼気時における腹部筋厚の ICC (1.1) と ICC (2.1) を測定しているが、ICC (1.1) は 0.81-0.90、ICC (2.1) は 0.71-0.76 となっている。<sup>40)</sup> どちらの研究も安静臥位での計測となっているが、本研究で計測した座位や立位の ICC と同程度の値が示されている。よって、座位・立位でも十分な測定の信頼性が得られているといえる。

#### 2.4.2 健康若年男性の姿勢別の筋活動の特徴

LM(L2)の筋厚は臥位、座位、立位の順で筋厚が増大した。このことから、LM(L2)は臥位、座位、立位の順で筋活動が上昇することが示唆された。LMが抗重力位になるほど、筋出力が必要となる理由としては、LMは両側が活動すると脊柱伸展作用があることが知られており<sup>41)</sup>、抗重力位になるほど、脊柱伸展作用が必要となるため、LMの活動性があがり、筋厚が厚くなったと考える。座位で筋出力が必要となる理由としては、LM(L2)は、座面に固定されている骨盤から離れており、より不安定になるためと考える。これは、LM(L2)に、多裂筋の筋束の中で最も長い筋束が付着しており<sup>41)</sup>、伸筋トルクの産生が行いやすくなっていることから言える。立位では骨盤が座面に固定されておらず、腰椎・骨盤間が不安定になるため、同部位の筋出力が必要になったと考える。

LM(L5)の筋厚は臥位と座位に比べ、立位で有意に筋厚が増大した。臥位と座位の間では有意差が認められなかった。このことから、健康若年男性において、LM(L5)は臥位・座位では筋活動の変化が少ないこと、立位になると筋活動が上昇することが示唆された。座位では骨盤が座面に固定されており、比較的体が安定しているため、筋出力があまり必要ではなかったと考える。LM(L5)を筋電図によって検討した先行研究<sup>42)</sup>によれば、まっすぐ座るように指示された座位で、筋活動がみられないことを報告している。これは本研究の結果と同様である。立位ではLM(L2)と同様の理由で筋出力が必要になったと考える。

ES, TrA, IOは、臥位より座位・立位で有意に筋厚が増大した。座位と立位の間では有意差が認められなかった。このことから、ES, TrA, IOは臥位での収縮に比べて、抗重力位になるとこれらの筋群が協調して筋活動が上昇することが示唆された。これは、腹腔内容物に対する抗重力的な働きと考えられる。本研究と同様に超音波画像診断装置を使用し、臥位・座位・立位の腹筋群を比較した先行研究<sup>10)</sup>では、TrAは本研究と同様の結果になったが、IOは本研究とは異なり、有意差はないものの背臥位より座位・立位で増加する傾向にあった。これは、先行研究では対象者数が12人であったのに対し、本研究では、2倍以上の28人が対象者数であったことや、先行研究では測定姿勢が背面を壁で支持させる立位であり、脊柱や骨盤の安定のために腹筋群の活動が低かったことが考える。前述したように、ES, TrA, IO, LMは胸腰筋膜を介してつながっており<sup>5,9)</sup>、協調して働く可能性がある。しかし、LM(L2), LM(L5)ではES, TrA, IOと異なる姿勢間で差が出現する結果となった。これは、ES, TrA, IOは胸腰筋膜のつながりにより協調して働くが、LM(L2), LM(L5)はES, TrA, IOと同様に胸腰筋膜のつながりがあるのに加えて、椎骨に付着する筋であり、骨格の動きに左右されるため、異なる結果になったと考える。

E0は、立位より臥位で有意に筋厚が増大した。このことから、E0は姿勢の影響を受けにくいことが示唆された。E0はグローバル筋であり、体幹の安定性よりも、主に体幹の運動に関わる筋であるといった報告<sup>3)</sup>があることから、このような結果になったことが言える。



## 2.5 結語

超音波画像診断装置を用いた LM(L2), LM(L5), ES, EO, IO, TrA の測定は、臥位、座位、立位のどの姿勢においても腹部筋(特に腹横筋)に関しては複数回の測定が望ましいが、概ね背筋群も腹筋群も信頼性の高い測定が可能であることを示した。また、健常若年男性における、各姿勢において使用する体幹筋の傾向が明らかになった。各々の姿勢が不安定である方や腰痛等の症状が出現する方の筋活動を予測する際の指標として本研究の結果が理学療法の一助となればと考える。座位で筋活動が必要となるものは、LM(L2)・ES・TrA・IO であることが示唆された。立位で筋活動が必要となるものは、LM(L2)・LM(L5)・ES・TrA・IO であることが示唆された。LM に関しては、L2 と L5 レベルで異なる傾向を示した。ここから臥位・座位・立位といった姿勢制御を行う際、LM は腰椎レベルごとに異なる役割を果たしていることが予想される。また、ES, TrA, IO が同様の傾向を示した。姿勢保持を行う際には、これらの筋が協調して近似した役割を果たしていることが予想される。一般的に加齢により、筋力は衰え、筋自体は萎縮するといわれる。さらに、個々の筋によって、萎縮しやすい筋としにくい筋があるともいわれる。よって、加齢や衰弱による影響が加味された場合、体幹筋の役割は変化する可能性があり、検討を行う必要がある。それに関しては3章、4章で述べていく。

## 第3章

超音波画像診断装置を用いた

健常高齢男性における姿勢別体幹筋厚

### 3.1 諸言

第 2 章では各姿勢において使用する体幹筋の傾向が明らかになった。そこで、第 3 章では、健常高齢男性を対象に第 2 章と同様の測定を行い、第 2 章の対象者とも比較していくことで、加齢による影響を明らかにすることを目的とした。

## 3.2 対象と方法

### 3.2.1 対象

対象は、大田原シルバー人材サービスに、研究の詳細を記載した紙を送り、研究の同意を得られた、大田原シルバー人材サービスに登録している 65 歳以上の健常高齢男性 30 名（年齢：70.7 ± 4.8 歳，身長：163.0 ± 6.2 cm，体重：62.9 ± 7.5 kg，BMI：23.7 ± 2.2 kg/m<sup>2</sup>；平均 ± 標準偏差）とした。対象者には口頭及び書面での同意を得た。除外基準は、過去に腰部や腹部に疾病や外傷，腰痛等の既往があるものとした。

### 3.2.2 方法

測定機器・測定部位・各筋厚測定方法，測定姿勢，代表値の算出方法は，研究1と同様とした．各筋厚測定に加えて，座位・立位の各筋厚変化率も求めた．座位各筋厚変化率(%)=(座位時筋厚－臥位時筋厚)／臥位時筋厚×100，立位各筋厚変化率(%)=(立位時筋厚－臥位時筋厚)／臥位時筋厚×100 で算出した．

各姿勢での各筋厚については，Shapiro-Wilk 検定を用いて，正規分布であることを確認した．各筋厚に，各姿勢間と年代間といった2つの要因の差を見るために二元配置分散分析を行った．各筋厚の年代間の主効果を見ることで，各筋の年代間の筋量の差を検討した．その後，姿勢別体幹筋厚の変化を測定し，各筋の姿勢別の筋活動をみるために，一元配置分散分析を行い，その後，Bonferroni の多重比較検定を行った．座位および立位の各筋厚変化率の年代差を検討し，各筋の筋活動の年代差をみるために，対応のない t 検定を行った．筋厚ではなく筋厚変化率で年代差を検討する理由としては，年代間における筋量の差による影響を除外し，筋活動の年代差のみを検討するためである．統計解析には SPSS statistic 19.0 を使用した．有意水準は両側 5%とした．

### 3.3. 結果

#### 3.3.1 健常高齢男性における各筋厚の測定結果及び、各筋厚の各姿勢での変化

各姿勢での各筋厚の平均 ± 標準偏差は、表4に示す。姿勢間に主効果が認められたものは、LM(L5)、LM(L2)、ES、EO、TrAであった。主効果が認められなかったのはIOであった。LM(L5)は、臥位、座位、立位の順で有意に筋厚が増大した。LM(L2)は、臥位より座位で、臥位より立位で有意に筋厚が増大した。座位と立位の間では有意差が認められなかった。ESは、臥位より立位で、座位より立位で有意に筋厚が増大した。臥位と座位の間では有意差が認められなかった。TrAは、臥位より立位で有意に筋厚が増大した。臥位と座位の間、座位と立位の間では有意差が認められなかった。EOは、臥位より座位で筋厚が増大した。臥位と立位の間、座位と立位の間では有意差が認められなかった。

#### 3.3.2 姿勢間と年代間といった各筋厚の二元配置分散分析の結果

交互作用が認められたのは、LM(L5)、EOであった。年代間に主効果が認められたのは、LM(L2)、ES、IO、EOであった。年代間に主効果が認められなかったのは、LM(L5)、TrAであった。

表4 健常高齢男性の各姿勢における体幹筋筋厚

	臥位(mm)	座位(mm)	立位(mm)
LM(L2)	30.3 ± 4.6 <sup>#, †</sup>	35.1 ± 5.8 <sup>*</sup>	35.6 ± 6.4 <sup>*</sup>
LM(L5)	29.5 ± 5.8 <sup>#, †</sup>	32.7 ± 5.6 <sup>*, †</sup>	35.8 ± 5 <sup>*, #</sup>
ES	30.5 ± 4.3 <sup>†</sup>	32.2 ± 6.2 <sup>†</sup>	37.7 ± 7.1 <sup>*, #</sup>
TrA	3.8 ± 1 <sup>†</sup>	4.2 ± 1.2	4.7 ± 1.6 <sup>*</sup>
IO	8.4 ± 2	8.6 ± 2.7	9.6 ± 3.1
EO	5.7 ± 0.9 <sup>#</sup>	6.2 ± 1.3 <sup>*</sup>	5.8 ± 1.2

n=30 各筋厚の平均値 ± 標準偏差

LM：腰部多裂筋，ES：脊柱起立筋，TrA：腹横筋，IO：内腹斜筋，EO：外腹斜筋。

\*：p<0.05 (vs臥位)，#：p<0.05 (vs座位)，†：p<0.05 (vs立位)

### 3.3.3 座位および立位の各筋厚変化率の年代差

座位および立位の各筋厚変化率の平均 ± 標準偏差は、表 5, 6 に示す。座位での LM(L5), EO の筋厚変化率は、若年者と比較して高齢者において有意に大きくなった。座位での ES, IO の筋厚変化率は、高齢者と比較して若年者において有意に大きくなった。座位での LM(L2), TrA および、立位での筋厚変化率は年代間に有意差が認められなかった

表5 座位体幹筋筋厚変化率

	健常若年男性 (%) n=26	健常高齢男性 (%) n=30
LM(L2)	114 ± 18	117 ± 16
LM(L5)	100 ± 14 *	114 ± 31
ES	114 ± 13 *	106 ± 15
TrA	115 ± 23	115 ± 36
IO	116 ± 21 *	103 ± 27
EO	101 ± 12 *	111 ± 21

各筋厚変化率の平均値 ± 標準偏差

LM：腰部多裂筋，ES:脊柱起立筋，TrA：腹横筋，IO：内腹斜筋，EO：外腹斜筋。

\*：p < 0.05 (vs健常高齢男性)

表6 立位体幹筋筋厚変化率

	健常若年男性 (%) n=26	健常高齢男性 (%) n=30
LM(L2)	126 ± 18	120 ± 28
LM(L5)	112 ± 11	127 ± 36
ES	121 ± 19	125 ± 21
TrA	120 ± 35	130 ± 53
IO	119 ± 22	116 ± 35
EO	94 ± 10	104 ± 22

各筋厚変化率の平均値 ± 標準偏差

LM：腰部多裂筋，ES:脊柱起立筋，TrA：腹横筋，IO：内腹斜筋，EO：外腹斜筋。

\*：p < 0.05 (vs健常高齢男性)

### 3.4. 考察

体幹筋の加齢による影響を明らかにするため、3章では健常高齢男性を対象として、LM(L2)、LM(L5)、ES、TrA、IO、EOの筋厚を臥位・座位・立位の基本的な姿勢で検証および比較することとした。その結果、加齢により体幹筋厚の変化は各筋により特徴が異なることが示唆された。

#### 3.4.1. 健常高齢男性の姿勢別の筋活動の特徴

健常高齢男性のLM(L2)の筋厚は臥位に比べ、座位と立位で有意に筋厚が増大した。座位と立位の間では有意差が認められなかった。このことから、健常高齢男性において、LM(L2)は臥位より座位・立位になると筋活動が上昇すること、座位の状態でも立位と同程度のLM(L2)の筋活動が必要になることが示唆された。臥位より座位で筋活動が必要となる理由としては、研究1の健常若年男性と同様に、LM(L2)は、座面に固定されている骨盤から離れており、より不安定になるためと考える。これは、LM(L2)に、多裂筋の筋束の中で最も長い筋束が付着しており<sup>41)</sup>、伸筋トルクの産生が行いやすくなっていることからとも言える。立位では骨盤が座面に固定されておらず、腰椎・骨盤間が不安定になるため、同部位の筋出力が必要になったと考える。高齢者においては座位の状態でも立位と同程度のLM(L2)の活動が必要になる理由としては、脊椎の分節性を胸椎で確保できなくなる分を、胸椎から比較的近いLM(L2)に負荷をかけ、対応しているためと考える。高齢者と若年者にスパイナルマウスを使用し脊柱彎曲角を調査した研究<sup>43)</sup>では、高齢群では胸椎の可動性は減少するという結果を得ていることからそのような考えられる。

LM(L5)の筋厚は臥位、座位、立位の順で筋厚が増大した。このことから、LM(L5)は臥位、座位、立位の順で筋活動が上昇することが示唆された。臥位より座位で筋活動が上昇することは、高齢者は、座位では骨盤が座面に固定されている条件であるがその状態であっても座位は安定せずに、筋出力が必要になるものと考え。仙骨上面は下方へ傾斜しており、体幹の重量の影響により、腰椎が前方に滑ろうとする傾向がある。それは腰椎に荷重がかかるとこの傾向がさらに強くなる<sup>44)</sup>。椎骨自体が前方に滑ることで、椎間関節自体にも前方剪断力が生じる。多裂筋は椎間関節と密接に関係し、椎間関節の滑走をコントロールすることで、脊椎上へのストレスと負荷の配分をコントロールする<sup>45)</sup>。よって、加齢変化により、椎間板の退行性変化が生じている高齢者は、座位時であっても仙骨部に近いL5レベルの椎間関節に付着しているLM(L5)に負荷がかかったと考える。

ESは、臥位・座位より立位で有意に筋厚が増大した。臥位と座位の間では有意差が認められなかった。このことから、健常高齢男性において、ESは座位になってもあまり活動をしないうこと、立位になると筋活動が上昇することが示唆された。座位であまり筋活動を行っていない理由としては、ESはグローバルマッスルであり、加齢により萎縮がしやすいといわれる筋である<sup>3, 4)</sup>。ESが加齢により萎縮したことで、座位を安定させるのにも使用することができなくなってしまったものと考え。立位で筋活動が必要となる理由としては、腹腔



内容物における抗重力的な反応によるものと考えられる。

TrA は、臥位より立位で筋厚が増大した。臥位と座位の間、座位と立位の間では有意差が認められなかった。このことから、健常高齢男性において、TrA は立位になると筋活動が上昇することが示唆された。これは、ES と同様に、腹腔内容物における抗重力的な反応によるものと考えられる。

EO は、臥位より坐位で筋厚が増大した。臥位と立位の間、坐位と立位の間では有意差が認められなかった。臥位と立位の間で筋活動に差がないということは、姿勢制御に EO が影響しないと考えられる。EO はグローバルマッスルであり、姿勢制御に大きく影響を与える筋ではない<sup>3, 4)</sup>。

### 3.4.2 健常若年男性と健常高齢男性の筋量の比較

LM(L2)は年代間に主効果が認められ、有意に健常高齢男性で筋厚が大きくなっている。このことから、加齢により、LM(L2)の筋量が増加していくことがいえる。これは、脊椎の分節性を胸椎で確保できなくなる分を、胸椎から比較的近い LM(L2)に負荷をかけ、対応しているため、LM(L2)の筋量が増加したと考える。高齢者と若年者にスパイナルマウスを使用し脊柱彎曲角を調査した研究<sup>43)</sup>では、高齢群では胸椎の可動性は減少するという結果を得ていることからそう考えられる。

ES, IO, EO は年代間に主効果が認められ、有意に健常高齢男性で筋厚が小さくなっている。このことから、加齢により、ES, IO, EO が萎縮することがいえる。北村ら<sup>46)</sup>の研究では、超音波画像診断装置にて年代別に腹部筋厚をみており、EO, IO が加齢により低下をするとしており、本研究と同様の結果を示している。ES, IO, EO はグローバルマッスルであり、体幹の屈伸・側屈・回旋などといった運動の主動作筋として関与する<sup>3,4)</sup>。そのため、加齢に伴い活動性が低下し、萎縮していったと考えられる。

LM(L5), TrA は年代間に主効果がなかった。このことから、LM(L5), TrA は加齢により筋量の増減がないことがいえる。LM(L5), TrA はローカルマッスルであり、重力に抗する姿勢を保持するために働く筋であり<sup>3,4)</sup>、活動性が低下しても、日常生活上行うことが比較的あると考えられるので、このような結果になったと考えられる。前述した LM(L2)も、ローカルマッスルであり、同様の結果になると考えられるが、その影響よりも胸椎可動性低下などの要因が勝ったため、異なる結果になったと考える。

### 3.4.3 健常若年男性と健常高齢男性の筋活動の比較

座位での筋厚変化率は年代間に有意差が認められるものがあつたが、立位での筋厚変化率は年代間に有意差が認められなかつた。このことから、座位での各筋の使用方法は加齢による影響を受けるものがあるが、立位の各筋の使用方法は加齢による影響を受けないことが示唆された。立位は座位に比較して支持基底面も狭くより不安定性であり、加齢による影響の有無にかかわらず、不安定性が強いため、大きく使用方法が変化しなかつたと考える。

座位での LM(L5) の筋厚変化率は、若年者と比較して高齢者において有意に大きくなつた。また、筋厚の比較の際に交互作用が認められている。このことから、高齢になると、座位の際に LM(L5) を使用するようになることが示唆された。これは、加齢による椎間関節の変化が影響していると考えられる。腰椎椎間関節の軟骨下骨は 20-50 歳で厚さが最大に達し、その後は徐々に薄くなっていくといわれている<sup>47)</sup>。そのため、前方剪断力に対しての応力が必要になるために、LM(L5) の働きを強くして対応していると考えられる。

座位での ES の筋厚変化率は、若年者と比較して高齢者において有意に小さくなつた。このことから、高齢になると、座位の際に ES を使用しなくなることが示唆された。ES と LM は筋膜でおおわれており、一つのコンパートメントを築いている<sup>8)</sup>ので、ES は、ローカル筋である LM と協調して姿勢保持に働いている可能性がある。よって、脊柱起立筋自体が、うまく、腰部多裂筋が加齢によりの作用で行えない部分を代償したのではないかと考える。

座位での E0 の筋厚変化率は、若年者と比較して高齢者において有意に大きくなつた。また、E0 に関しては、筋厚の比較の際に交互作用が認められている。I0 の筋厚変化率は、若年者と比較して高齢者において有意に小さくなつた。これらのことから、高齢になると、座位の際に E0 の使用が増え、I0 の使用が減ってしまうことが示唆された。これは、ローカルマッスルである I0 の筋力が落ちた分をグローバルマッスルである E0 で代償していると考えられる。ローカル筋の機能不全があると分節的な不安定性が腰椎に出現してしまい、その不安定性を抑制するために、グローバル筋に過活動が生じるといわれている<sup>48)</sup>。

### 3.5 結語

本章では、加齢による影響を明らかにするために、健常高齢男性を対象として第2章で健常若年男性に行ったものと同様の計測を行い、比較および検討した。その結果、健常高齢男性においても、各姿勢における各筋の特徴があり、健常若年男性とは異なる傾向が示された。高齢者において、体幹筋を検討することは、日常生活の活動性の向上や、加齢によって生じた過度な円背等の脊柱変形に対する予防にもつながるものであり、重要視すべきである<sup>49)</sup>。また、本邦では後期高齢者人口が増えることによりフレイル（加齢に伴う症候群として、多臓器にわたる生理的機能低下やホメオスターシス低下、身体活動性、健康状態を維持するためのエネルギー予備能の欠乏を基盤として、種々のストレスに対して身体機能障害や健康障害を起こしやすい状態）や、サルコペニア（加齢に伴う骨格筋量の減少）が増えることが予測される<sup>50)</sup>。したがって、これらを踏まえて考えると、本研究の結果は非常に有意義であると考えられる。座位で筋活動が必要となるものは、LM(L2)・LM(L5)・E0 であることが示唆された。立位で筋活動が必要となるものは、LM(L2)・LM(L5)・ES・TrA であることが示唆された。座位での各筋の使用法に関しては、加齢による影響を受け、立位の各筋の使用法に関しては加齢による影響を受けないことが示唆された。

本章で得た結果は、どの体幹筋を各姿勢で使用する事が多く、加齢による影響があった際にはその傾向が変化するということが言えるようになったものの、実際にある程度の期間それらの基本動作が不能になるとどのように筋量に変化するのかといったことに関しては検討が不十分である。高齢入院患者の多い一般病院における臨床応用につなげる際には、それらの検討が必要である。それに関しては4章で述べていく。

## 第4章

超音波画像診断装置を用いた入院高齢男性における  
基本動作能力自立度別体幹筋厚

#### 4.1 緒言

第4章では、基本動作自立度による影響を明らかにするために、入院中の高齢男性を対象として、基本動作自立度別(臥位自立群, 座位自立群, 立位自立群)の体幹筋厚を比較した。

## 4.2 対象と方法

### 4.2.1 対象

国際医療福祉大学塩谷病院に入院しているリハビリテーション治療を行っている65歳以上の高齢男性43名（年齢：81.6 ± 8.6歳，身長：159.5 ± 4.6cm，体重：52.8 ± 9.3kg，BMI：20.8 ± 3.5 kg/m<sup>2</sup>；平均 ± 標準偏差）を対象とした。対象者の詳細については，表7に示す。なお，年齢，身長，体重，BMIに対し，各群間に差がないことを確認するため，対応のない一元配置分散分析をおこないました。その結果，どの要素も主効果が認められませんでした。

本人もしくはそのご家族に本調査への参加を口頭で呼びかけ，紙面及び口頭で承諾の得られたものを対象とした。除外基準は，明らかな麻痺のあるもの(Brunnstrom Recovery StageにてI - Vレベルに該当する方)，全身状態が不安定なもの(担当Drより離床許可が出ていないもの，表8に示す安静時評価基準を満たしてしまうもの)，腰部・腹部に疾病や外傷の既往があるものとした。

表7 対象者の属性詳細

	立位自立群	座位自立群	臥位自立群	合計
内部障害	11名	13名	8名	32名
脳血管疾患	4名	4名	3名	11名
合計	15名	17名	11名	43名
年齢(歳)	79.1 ± 8.0	83.4 ± 9.4	84.5 ± 7.4	82.1 ± 8.6
身長(cm)	160.2 ± 3.2	159.5 ± 4.6	158.6 ± 6.2	159.5 ± 4.6
体重(kg)	55.0 ± 8.8	48.6 ± 8.4	54.6 ± 10.0	52.4 ± 9.3
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	21.4 ± 3.3	19.1 ± 2.7	21.8 ± 4.3	20.6 ± 3.5

表8 安静時評価基準

以下の場合，測定を実施しない

1. 安静時脈拍数 120/分以上
2. 拡張期血圧 120以上
3. 収縮期血圧 200以上
4. 労作性狭心症を現在有するもの
5. 新鮮心筋梗塞1ヶ月以内のもの
6. うっ血性心不全の所見の明らかなもの
7. 心房細動以外の著しい不整脈
8. 測定前すでに動悸、息切れのあるもの

#### 4.2.2 方法

測定機器は2章・3章と同様のものとした。測定姿勢は右側のE0・I0・TrAを背臥位で測定した。LM(L2)・LM(L5)・ESを左側臥位で測定した。2章・3章ではLM(L2)・LM(L5)・ESを腹臥位で測定していたが、点滴などのルートが抜去してしまう危険性がある方も対象としているため、側臥位での計測とした。側臥位は膝関節90度屈曲位とした。基本動作能力に関しては、臥位・座位・立位の自立度を把握し、群分けした。立位自立群は臥位・座位・立位が全て自立可能な患者とした。座位自立群は、臥位・座位が自立可能であるが、立位が介助の患者とした。臥位自立群は、臥位は自立可能であるが、座位・立位が介助の患者とした。見守りがなければ転倒のリスクがあるものや、把持物がなければ保持できない場合などは介助として扱った。測定時期は、患者の全身状態が安定しており、担当リハビリスタッフが基本動作能力の自立度が大きく変化しないであろうと判断された時点とした。

基本動作の自立度に関しては、日常生活機能評価の判定基準を参考にして決定した。座位自立・立位自立に関しては、支え(椅子・車椅子・ベッド等の背もたれ、手による支持、あるいは他の座位保持装置等)なしで保持可能な場合とした。座位・立位の介助に関しては、保持不可能な場合、もしくは、支えありで保持可能な場合とした。

各姿勢での各筋厚については、Shapiro-Wilk 検定を用いて、正規分布であることを確認した。自立度別に体幹筋厚を測定し、各筋の筋量の差をみるために、**対応のない一元配置分散分析**を行い、その後 Bonfferoni の多重比較検定を行った。



### 4.3 結果

各基本動作自立度での各筋厚の平均 ± 標準偏差は、表 9 に示す。基本動作自立度間に主効果が認められたものは、LM(L2) と LM(L5) と ES であった。主効果が認められなかったものは EO, IO, TrA であった。LM(L2), LM(L5) は、臥位より立位で、座位より立位で有意に筋厚が増大した。臥位と座位の間では有意差が認められなかった。ES は、臥位より座位で、臥位より立位で有意に筋厚が増大した。座位と立位の間では有意差が認められなかった。

表9 入院高齢男性の各基本動作自立度における体幹筋筋厚

	臥位自立群(mm) n = 11	座位自立群(mm) n = 17	立位自立群(mm) n = 15
LM(L2)	21.8 ± 3.1 <sup>†</sup>	24.0 ± 3.5 <sup>†</sup>	28.2 ± 5.7 <sup>*, #</sup>
LM(L5)	25.8 ± 5.0 <sup>†</sup>	27.3 ± 2.9 <sup>†</sup>	31.1 ± 4.0 <sup>*, #</sup>
ES	26.9 ± 6.0 <sup>#, †</sup>	31.0 ± 1.8 <sup>*</sup>	31.1 ± 3.0 <sup>*</sup>
TrA	2.8 ± 0.9	2.4 ± 0.6	3.3 ± 1.6
IO	6.0 ± 2.6	6.1 ± 1.7	5.9 ± 2.3
EO	3.9 ± 0.9	3.9 ± 0.9	4.7 ± 1.5

各筋厚の平均値 ± 標準偏差

LM：腰部多裂筋，ES:脊柱起立筋，TrA：腹横筋，IO：内腹斜筋，EO：外腹斜筋。

\*：p < 0.05 (vs臥位自立群)，#：p < 0.05 (vs座位自立群)，†：p < 0.05 (vs立位自立群)

#### 4.4 自立度別の体幹筋の筋量の差

体幹筋の基本動作自立度による影響を明らかにするため、4章では入院高齢男性を対象として、LM(L2)、LM(L5)、ES、TrA、IO、EOの筋厚を臥位自立群・座位自立群・立位自立群といった基本的動作自立度別で検証および比較することとした。その結果、基本動作自立度により体幹筋の筋量は各筋により特徴が異なることが示唆された。

基本動作自立度間に主効果が認められたものは、LM(L2)、LM(L5)、ESであり、主効果が認められなかったものはEO、IO、TrAであった。このことから、高齢入院患者における基本動作自立の可否は、腹部筋の筋量よりも、背筋群の筋量が重要であることが示唆された。3章および4章で若年者と高齢者において、姿勢による比較をした際は、腹部筋も立位や座位といった重力に抗する姿勢を保持するのに使用されることが示唆されたが、実際の高齢患者で比較検討した際には、腹部の筋量は基本動作自立度の可否はあまり関わらないことが示唆された。Belavyら<sup>51)</sup>は、9人の健常成人男性に60日間の模擬的な寝たきりを行い、寝たきりの前後でMRIにて脊柱起立筋、多裂筋の横断面積を比較検討し、全ての筋が萎縮すると報告している。この研究での結果は、より抗重力位を取らなくなると、筋量が減少するといった点では、本研究の結果と同様である。これは、背筋群より腹部筋のほうが腰椎より遠いことで抗重力による影響が出にくかったからではないかと考える。腹横筋・内腹斜筋は胸腰筋膜を介して、腰部多裂筋や脊柱起立筋があるコンパートメントにつながり、間接的に腰椎の剛性を向上させている。対して、多裂筋や脊柱起立筋といった背筋群は脊柱の剛性に関わるが、直接脊柱に付着している<sup>41)</sup>。さらに、高齢入院患者は健常高齢男性と比較して、全身の筋の虚弱化が進み、円背等の姿勢変化が進んでしまう方が多くなってしまふことで上記の影響がさらに強く出現しやすい状況にあるとも考えられる。Clausら<sup>52)</sup>の研究では、健常成人を対象として、ワイヤー筋電図と表面筋電図を用いて、腹横筋、内腹斜筋、外腹斜筋、腹直筋、多裂筋、脊柱起立筋の筋活動の計測を、姿勢の異なる四つの座位姿勢で比較しており、円背の姿勢だと、他の姿勢と比較して、腹筋群も背筋群も筋活動が少なくなったものが多かったと報告している。

LM(L2)、LM(L5)・ESの筋厚は臥位自立群と座位自立群に比べ、立位自立群で有意に筋厚が増大した。このことから、立位の自立に関しては背筋群全体の筋量が重要になるということが示唆された。Choiら<sup>53)</sup>はLM(L5)の姿勢別筋厚を超音波画像診断装置にて検討しており、臥位と座位の筋厚に差がなかったとしている。これは本研究の結果と同様である。本研究ではLM(L5)だけでなく、LM(L2)といったLMの上部でも同じ傾向があること、ESの筋量が重要であることが明らかになった点で有意義であったといえる。座位程度であれば、それほど剛性を高める必要がないため、LMはあまり働かず、ESで対応することができたのではないかと考える。LMは歩行時等の下肢から来るモーメントを受けるためのショックアブソーバーやスタビライザーとしての作用が推察されている<sup>54)</sup>。下肢の使用がほとんどない座位自立群では、ショックアブソーバーやスタビライザーといった役割があまり必要ではないため、筋量を増やす必要がなかったと考える。

LM(L2), LM(L5)の筋厚は臥位自立群と座位自立群に有意な差が認められなかった。ESの筋厚は臥位自立群に比べ、座位自立群で有意に筋厚が増大した。このことから、座位の自立に関してはLMの筋量はそれほど重要ではなく、ESの筋量が重要になるということが示唆された。これは、立位であると剛性を高くする必要性が増すため、LM, ESといった複数の筋で対応したと考える。腰椎が不安定になると、ESよりもLMのほうがより剛性を高めやすい解剖学的な特徴がある。LMは腰椎唯一の関節である椎間関節の関節包に付着する。対して、脊柱起立筋は関節には付着せず、横突起に付着する<sup>41)</sup>。よって、より不安定な状況を要求されることの多い、立位自立群ではLMの筋量が必要になるのではないかと考える。

#### 4.5 結語

基本動作自立度による影響を明らかにするために、実際の入院高齢男性を対象として、基本動作自立度別(臥位自立群, 座位自立群, 立位自立群)の体幹筋厚を比較した。その結果、基本動作の自立の可否は、背筋群の筋量が重要であることが示された。また、立位の自立に関しては多裂筋・脊柱起立筋の筋量が重要になるということが示唆された。座位の自立に関しては脊柱起立筋の筋量が重要になるということが示唆された。本研究の結果により、入院高齢男性における、基本動作自立に必要な体幹筋が明らかになった。高齢入院患者において体幹筋機能の低下はバランス、歩行、機能的活動の低下と強く関連することや、日常生活活動の自立などとの関係が強いことが先行研究でも証明されている。私の臨床経験上でも疾病の影響により、体幹筋の低緊張が出現し、基本動作や日常生活動作の介助が必要となってしまう症例を多く経験する。したがって、これらを踏まえて考えると、本研究の結果は非常に有意義であると考えられる。

今後は基本動作自立度に応じて、エビデンスが確立されているトレーニング方法を行い、効果を検証していく必要もある。

## 第 5 章 結論

## 5.1 本研究の目的, それぞれの結果

本研究では, 高齢入院患者の複数の体幹筋厚を指標にして, 基本動作自立度別における体幹筋厚の動向を明らかにし, 基本動作能力(座位や立位)の自立を目的とした運動療法を行う前にどの体幹筋に焦点を当てるべきか明らかにすることを目的とした。

第2章では, 超音波画像診断装置を用いた LM(L2), LM(L5), ES, E0, IO, TrA の測定は, 臥位, 座位, 立位のどの姿勢においても信頼性が高い測定が可能であることを示した。また, 健常若年男性における姿勢別体幹筋厚を検討した。各姿勢を実際に行った時にどの程度の筋活動を行っているのかを明らかになった。

第3章では, 健常高齢男性における姿勢別体幹筋厚を検討した。その結果, 健常高齢男性においても, 各姿勢における各筋の特徴があり, 健常若年男性とは異なる傾向が示された。また, 第2章と同様の計測を高齢者にも行い, 若年者と比較することで, 加齢による影響を明らかになった。座位での各筋の使用法に関しては, 加齢による影響を受けることが示唆された。

第4章では, 実際の入院高齢男性における姿勢自立度別体幹筋厚について検討した。その結果, 基本動作の自立の可否は, 背筋群の筋量が重要であることが示された。また, 立位の自立に関しては多裂筋・脊柱起立筋の筋量が重要になるということが示唆された。座位の自立に関しては脊柱起立筋の筋量が重要になるということが示唆された。

## 5.2 本研究の限界点

超音波画像診断装置で測定が可能な体幹筋の筋厚といったパラメーターは筋の収縮状態を正確に把握しているのかといった点は議論が分かれる点である。腹横筋厚と筋活動量との間に直線的な関係があると報告している研究<sup>22)</sup>もあれば、外腹斜筋・内腹斜筋・腹横筋それぞれの筋厚と筋活動量との関係はないと報告している研究<sup>55)</sup>もある。筋厚の増減と筋活動量との間に一致した関連性が認められない理由として、筋厚の増減には筋活動量だけでなく多くの要素が関与していると言われている。要素としては、安静時の筋長、筋の伸長性、構造、起こっている筋収縮の種類、測定テクニックなどがあるとされている<sup>56)</sup>。また、一般的に、高齢になると円背になってしまう方が多いため、その影響により筋自体が伸張され、筋厚に影響を与えてしまう可能性がある。その状態は、筋活動の上昇と捉えるべきではない。本研究では、それらの要因も考慮し各々の測定姿勢を目視、触診、口頭支持にて腰椎骨盤中間位にて行った。しかし、健常高齢男性や入院高齢男性においては、それらの姿勢自体が、負荷がかかってしまった可能性もある。今後はそれらの影響を少なくする工夫や検討を行っていく必要もある。

本研究では、骨盤前後弯中間位での座位や立位での計測を行っており、脊柱彎曲角の変化による検討を行えていない。円背により腹部筋厚が変化してくることは先行研究<sup>57)</sup>でも示されている。今後は、脊柱の彎曲角なども体幹筋と同時に測定し、比較検討していく必要がある。

本研究では、大まかな基本動作自立度別での体幹筋の傾向を検討するために、臥位・立位・座位といった基本的な姿勢のみの検討とした。さらなる臨床応用のためには、荷物運搬や荷重量の変化など、多様な動作の際の体幹筋を検討していくことも必要である。

本研究では性差による影響を取り除くために、男性を対象としたが、今後は女性においての検討を行う必要がある。谷本ら<sup>58)</sup>は、日本人 4003 人の体組成を計測し、加齢に伴う筋肉量の減少の割合は男性の方が女性よりも大きいことを示している。斉藤ら<sup>15)</sup>は腹部 CT 画像を病弱高齢者に行ない、腰方形筋、大腰筋、傍脊柱筋（脊柱起立筋と多裂筋）の横断面積について、高齢者を男女別に比較検討し、男性は加齢により各筋が量と質で筋の萎縮が相対的に進行するが、女性は各筋が個別に進行すると示している。このことから、男女差により加齢による影響が異なるのかを比較検討する必要があるといえる。

本研究では患者への肉体的な負担が少なく、装置が容易に移動可能であり、ベッドサイドで検査を行うことが可能であるため、ポータブル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。筋量評価には、磁気共鳴画像法やコンピュータ断層撮影などを用いた筋断面積の計測や、二重エネルギー X 線吸収測定法を用いた筋量測定などが推奨されている。これらの機器は高価であり、大掛かりな計測とはなってしまうが、より詳細な情報を得ることができる。今後はこれらの機器を使用して、研究を進めていくことができればより正確な情報を得ることができると考えられる<sup>20, 24)</sup>。超音波画像診断装置で計測した筋量は、水分量や脂肪量などの体組成等によっても影響を受けることが、私の研究<sup>59)</sup>や先行研究<sup>26)</sup>

でも証明されている。それらの影響も考慮し、研究を進めていくことも必要と考える。

本研究で行っていないそのほかの体幹筋群の検討も必要である。腹横筋、腰部多裂筋、骨盤底筋群、横隔膜は1つのユニットとして体幹、骨盤帯の支持作用を有することが報告されている<sup>60)</sup>。骨盤底筋群や横隔膜などは超音波画像診断装置で撮影可能であるが、比較的深部にあり、撮影の難易度が高いこともあり、本研究では実施できなかった。今後は、それらの筋群に関しても検討し、比較していく必要がある。

2章、3章では臥位での計測は背臥位ないしは腹臥位で行っている。しかし、4章の患者を対象とした際の、臥位での計測は、点滴等のルート管理の影響を考慮し、側臥位にて実施した。Choiら<sup>53)</sup>はLM(L5)の姿勢別筋厚を超音波画像診断装置にて検討しており、臥位と座位よりも側臥位での計測で筋厚が増加すると報告している。この研究の結果を踏まえると、本研究で行ったLM(L5)以外の筋厚も変化がある可能性がある。今後は、側臥位と他の姿勢をとった際の筋厚の変化も検討していく必要がある。

2・3章の健常若年者・健常高齢者のサンプル数は、十分なサンプル数を確保できたと考えているが、4章の入院高齢男性のサンプル数は、体組成や疾患などの要素による影響があることを考えると、不十分になってしまっているとも考えられる。今後はそれらの要素による影響の検討も行うため、被験者をさらに募り、計測を継続し、本研究の被験者と合わせて合計100名前後の計測が実施できればと考えている。

本研究では、被験者の負担を考慮し、極力短い時間で測定を実施することを優先させたため、左側の体幹筋の計測は行わず、右側の体幹筋のみの計測とした。私が以前行った研究<sup>36)</sup>では、健常若年男性を対象として、多裂筋横断面積の左右差を検討し、多裂筋のL2レベルでは左右差は認められませんでした。L5レベルでは有意に右側の多裂筋の横断面積が大きくなることを確認している。また、北村<sup>61)</sup>は若年健常男性を対象として、内外腹斜筋および腹横筋の左右差を検討しており、左右で有意差が出現しないことを確認している。さらに、これらの研究は、健常若年男性を対象としているが、本研究では健常高齢男性や入院高齢男性も対象としているため、上記の先行研究とは異なる結果が得られる可能性もある。また、筋厚の左右差が基本動作の自立度や能力低下に影響を及ぼしている可能性もある。今回、検討した体幹筋は片側性で働いた際と、両側性で働いた際の作用が異なるものがある。例を出せば、腹斜筋は片側性に活動すると回旋に働くが、両側性に活動すると屈曲にも働く<sup>5)</sup>。また、脊柱起立筋は片側性に活動すると側屈に働くが、両側性に活動すると脊柱の伸展にも働く<sup>5)</sup>。よって、片側の筋に機能不全が起きてしまうと、動作に支障をきたし、動作自立が行えない可能性もある。今後は、左右差の検討も行い、自立度や能力低下などとの関係性も見えていく必要がある。

4章の被験者の群分けでは、測定時点の介助量の統一は行っているが、入院前の状況がどの程度の介助量であったのかといった点は考慮できていない。例を出しますと、臥位自立群の中には長期間、臥位であった方、座位自立していた方、自立していなかった方など様々な対象者が含まれてしまっている。本研究では、サンプル数が少なく、その影響を考慮すると、



群分けが困難になってしまう可能性があったので、考慮せずに群分けし、検討を行いました。  
今後はサンプル数を増やし、それらの影響も考慮していく必要がある。

### 5.3 今後の展望

本研究の結果より，高齢入院患者における，基本動作自立度別の筋厚動態を明らかにした．これにより，基本動作自立を目的にした運動療法を行う前に，体幹筋のどこに焦点を当てるべきかといった基礎知識を確立した．

本邦は現在，高齢人口の急速な増加がある．それに伴い，要介護者の数が急増していくといわれている．要介護者は寝たきり患者から，自立している患者まで多岐にわたっていきと考えられる．寝たきりの患者を増やさないためにも，本研究で得た知見は非常に重要であると考えられる．

今後は，本研究で得られた結果をもとにして，運動療法を実際に行い，リハビリテーションの現場で活用できるようにしていきたい．

## 第 6 章

### 謝辭

本研究は、国際医療福祉大学の大学生および大学院生、大田原シルバー人材センター登録者、国際医療福祉大学塩谷病院の入院患者様にご協力を頂きました。入院患者様に関しては、入院中という、肉体的にも精神的にも負担のかかる時期であったと存じますが、各種測定にご協力いただきましたことを感謝いたします。

本研究を進めていく上で、ご指導をいただきました恩師である国際医療福祉大学 保健医療学部 理学療法学科の久保晃教授、小野田公講師、その他ご助言をいただきました諸先生方に深く感謝いたします。

本研究を臨床現場で実施するにあたり、ご協力を頂いた国際医療福祉大学塩谷病院リハビリテーション室のスタッフの皆様にも感謝申し上げます。

仕事と大学院に対し最も理解し、支えてくれた家族・両親に感謝し、本論文の謝辞とさせていただきます。誠にありがとうございました。

## 第 7 章

### 引用文献

- 1) Verheyden G, Vereeck L, Truijien S. Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. Clin Rehabil 2006;20:451-458
- 2) 江連亜弥, 原田慎一, 小澤佑介ら. 脳卒中片麻痺者の体幹機能と日常生活活動 (ADL) との関係について. 理学療法科学 2010;25(1):147-150
- 3) Carolyn R, Julie H, Paul WH et al. (斎藤昭彦監訳). 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, 東京:医学書院, 2008:14-17
- 4) 伊藤俊一, 久保田健太, 隈元庸夫ら. コアスタビリティトレーニング 腰部脊柱安定化とコアスタビリティトレーニング. 理学療法 2009;26:1211-1218
- 5) Carolyn R, Julie H, Paul WH et al. (斎藤昭彦監訳). 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, 東京:医学書院, 2008:28-66
- 6) 進藤久夫. ヒト成人および胎児の腰部多裂筋の解剖 神経分布形態からの検討. 日本医科大学雑誌 1995;62:439-446
- 7) Hides JA, Stokes MJ, Saide M et al. Evidence of lumbar multifidus muscle wasting ipsilateral to symptoms in patients with acute/subacute low back pain. Spine 1994;19:165-172
- 8) 菊地臣一. 腰痛(第2版). 東京:医学書院, 2014:90-101
- 9) 村上幸士, 桜庭景植, 永井康一. 腹横筋の収縮による胸腰 筋膜の変化 筋膜を含めた腹横筋の超音波画像に着目して. 日本臨床スポーツ医学会誌 2011;19:102-107
- 10) 金子秀雄, 佐藤広徳, 丸山仁司. 姿勢が側腹筋厚に及ぼす影響. 理学療法科学 2006;21:255-259
- 11) 鈴木哲, 平田淳也, 栗木鮎美ら. 不安定面上座位における体幹筋活動と重心動揺との関係. 理学療法科学 2009;24(1):115-119
- 12) 三浦達浩, 桜庭景植. 座位での姿勢変換における体幹筋活動. Professionalism in physiotherapy 2010;4:1-6
- 13) 吉川幸次郎, 丸山仁司. 姿勢変化に伴う腹横筋の作用. 理学療法科学 2008;23(4): 535-538
- 14) 犬飼康人, 稲村一浩. 超音波診断装置を用いた腹横筋の機能評価 腹横筋の活動が増加する姿勢・条件の検討. 大阪府理学療法士会誌 2013;41:50-54
- 15) 斉藤篤, 松原保, 秋本毅. CT スキャンによる病弱高齢者の腰方形筋, 大腰筋, 傍脊柱筋の加齢的变化と自立度について. ホスピスケアと在宅ケア 2012;20(1):36-41
- 16) Belavý DL, Armbrecht G, Richardson CA et al. Muscle atrophy and changes in spinal morphology: is the lumbar spine vulnerable after prolonged bed-rest. Spine 2011;36(2):137-145
- 17) 北村拓也, 佐藤成登志. 加齢に伴う体幹筋群の筋厚変化. 理学療法新潟 2015;18:7-12.
- 18) Ota M, Ikezoe T, Kaneoka K et al. Age-related changes in the thickness of the

- deep and superficial abdominal muscles in women. Archives of gerontology and geriatrics 2012;55(2):26-30
- 19) Ikezoe T, Mori N, Nakamura M et al. Effects of age and inactivity due to prolonged bed rest on atrophy of trunk muscles. European journal of applied physiology 2012;112(1):43-48
  - 20) 福元喜啓, 池添冬芽, 山田陽介ら. 超音波画像診断装置を用いた骨格筋の量的・質的評価. 理学療法学 2015;42:65-71
  - 21) 久田智之, 工藤慎太郎, 颯田季央. 固有背筋の表面筋電極貼付け位置の検討. 理学療法科学 2014;29(2):259-263
  - 22) McMeeken JM, Beith ID, Newham DJ et al. The relationship between EMG and change in thickness of transverses abdominis. Clin Biomech 2004;19(4):337-342
  - 23) Urquhart DM, Hodges PW, Story IH. Postural activity of the abdominal muscles varies between regions of these muscles and between body positions. Gait Posture 2005;22:295-301
  - 24) 神島保. 超音波画像診断装置の特性. 理学療法 2014;31(1):11-16
  - 25) 安彦鉄平, 竹井仁, 島村亮太ら. 超音波画像を用いた腰部多裂筋筋厚測定 of 検者内信頼性の検討. 理学療法科学 2011;26(5):693-697
  - 26) 生方瞳, 丸山仁司, 霍明ら. 超音波画像診断装置を用いた腰部多裂筋横断面積の男女差について. 理学療法学 2014;41(5):301-305
  - 27) Stokes M, Hides J, Elliott J et al. Rehabilitative ultrasound imaging of the posterior paraspinal muscles. J Orthop Sports Phys Ther 2007;37:581-595
  - 28) 金子秀雄, 佐藤広徳, 丸山仁司. 超音波診断装置を用いた側腹筋厚測定 of 信頼性. 理学療法科学 2005;20(3):197-201
  - 29) Kiesel KB, Uhl TL, Underwood FB, et al. Measurement of lumbar multifidus muscle contraction with rehabilitative ultrasound imaging. Manual Ther 2007;12:161-166
  - 30) Djordjevic O, Konstantinovic L, Miljkovic N, et al. Relationship between electromyographic signal amplitude and thickness change of the trunk muscles in patients with and without low back pain. The Clinical journal of pain 2015;31(10): 893-902
  - 31) Hodges PW, Richardson CA. Feedforward contraction of arm movement. Experimental Brain Research 1997;114:362-370
  - 32) Ferreira PH, Ferreira ML, Nascimento DP, et al. Discriminative and reliability analyses of ultrasound measurement of abdominal muscles recruitment. Manual Ther 2011;16:463-469
  - 33) Hodges PW, Pengel LHM, Herbert RD, et al. Measurement of muscle contraction

- with ultrasound imaging. *Muscle Nerve* 2003;27:682-692
- 34) Belavý DL, Armbrecht G, Felsenberg D. Real-time ultrasound measures of lumbar erector spinae and multifidus: reliability and comparison to magnetic resonance imaging. *Physiological measurement* 2015;36(11):2285
  - 35) Sions JM, Teyhen DS, Hicks GE. Criterion Validity of Ultrasound Imaging: Assessment of Multifidi Cross-Sectional Area in Older Adults With and Without Chronic Low Back Pain. *J Geriatr Phys Ther* 2017;40(2):74-79
  - 36) 遠藤佳章, 久保晃, 木村和樹. 健常若年男性における腰部多裂筋横断面積の腰椎各レベルでの左右差. *理学療法学* 2017;44:42-46
  - 37) Schneider CA, Rasband WS, Eliceiri KW. NIH Image to ImageJ 25 years of image analysis. *Nature methods* 2012;9(7):671-675
  - 38) 谷浩明. 評価の信頼性. *理学療法科学* 1997;12(3):113-120
  - 39) Otani Y, Itotani K, Maeda N et al. Reliability of the deep abdominal muscle thickness measurements using ultrasonography in normal subjects. *Journal of Physical Therapy Science* 2011;23(3):357-359
  - 40) 伊藤秀幸, 諸井典子, 日高雅仁ら. 安静時における側腹筋厚測定 of 検者間信頼性と臨床的有効最小誤差. *理学療法科学* 2012;27(5):559-563
  - 41) Nikolai Bogduk (斎藤昭彦監訳). 腰椎・骨盤領域の臨床解剖学 腰痛の評価・治療の科学的根拠 (斎藤昭彦監訳), 東京:エルゼビア・ジャパン, 2008:99-124
  - 42) Valencia FP, Munro RR. An electro myographic study of the lumbar multifidus in man. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1985;25:205-221
  - 43) 上田泰之, 浦辺幸夫, 大林弘宗ら. 若年者と高齢者における上肢挙上時の体幹アライメントの違い. *体力科学* 2008;57:485-490
  - 44) Nikolai Bogduk (斎藤昭彦監訳). 腰椎・骨盤領域の臨床解剖学 腰痛の評価・治療の科学的根拠 (斎藤昭彦監訳), 東京:エルゼビア・ジャパン, 2008:55-56
  - 45) Lewin T. The morphology of the lumbar synovial intervertebral joints. *Acta Morphol Netherland-Scandinav* 1962;4:299-319
  - 46) 北村拓也, 佐藤成登志. 加齢に伴う体幹筋群の筋厚変化. *理学療法新潟* 2015;18:7-12
  - 47) Nikolai Bogduk (斎藤昭彦監訳). 腰椎・骨盤領域の臨床解剖学 腰痛の評価・治療の科学的根拠 (斎藤昭彦監訳), 東京:エルゼビア・ジャパン, 2008:167-174
  - 48) 金岡恒治. 腰痛の病態別運動療法 体幹筋機能向上プログラム. 東京:文光堂, 2016
  - 49) 藤本鎮也. 体幹と理学療法. *理学療法 臨床・研究・教育* 2013;20:7-14
  - 50) 葛谷雅文. 超高齢社会におけるサルコペニアとフレイル. *日本内科学会雑誌* 2015;104:2602-2607
  - 51) Belavý DL, Gast U, Felsenberg D. Exercise and Transversus Abdominis Muscle Atrophy after 60-d Bed Rest. *Medicine and science in sports and exercise*



- 2017;49(2):238-246
- 52) 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
- 53) Choi MH, An SD, Lee DY et al. The Comparison of Various Positions on Lumbar Multifidus Activation. *Indian Journal of Science and Technology* 2016; 9(25):1-5
- 54) Carolyn R, Julie H, Paul WH et al. (斎藤昭彦監訳). 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, 東京:医学書院, 2008:83-92
- 55) Hodges PW, Pengel LH, Herbert RD et al. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle & nerve* 2003;27(6):682-692
- 56) 中村雅俊, 市橋則明. 超音波画像を用いた筋組織の評価. *理学療法* 2014;31(1):24-31
- 57) 小山内正博, 舘川康任, 田村麻美子ら. 坐位姿勢の違いが側腹筋の筋厚と筋活動に及ぼす影響. *理学療法科学* 2010;25(1):91-94
- 58) 谷本芳美, 渡辺美鈴, 河野令ら. 日本人筋肉量の加齢による特徴. *日本老年医学会雑誌* 2010;47(1):52-57
- 59) 遠藤佳章, 小野田公, 久保晃. 腰椎各レベルの多裂筋横断面積と体組成との相関関係理学療法科学 2018;33(5):733-737
- 60) Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther* 1997;77:132-144
- 61) 北村拓也. 健常者における体幹筋厚左右差 超音波診断装置を用いて. *新潟医療福祉学会誌* 2012 ; 12(1) : 27