

2012 年度修士論文

腰部固定帯の装着が腰部筋群の反応時間に  
与える即時効果

Effects of Lumbar Support on the Reaction Time  
of Lower Trunk Muscles

早稲田大学 大学院スポーツ科学研究科

スポーツ科学専攻 健康スポーツマネジメントコース

5012A315-0

竹田 浩樹

研究指導教員: 中村 好男 教授

## 目次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| I. 緒言                 | 1  |
| II. 対象                | 2  |
| 1. 対象者                | 2  |
| 2. 倫理的配慮              | 3  |
| III. 方法               | 3  |
| 1. 測定前手順              | 3  |
| 2. 測定機器               | 5  |
| 3. 測定手順               | 5  |
| 動作課題                  | 5  |
| 4. 解析方法と統計学的検討        | 6  |
| 1) 筋電図処理方法            | 6  |
| 2) 反応時間の計測            | 6  |
| 3) 統計学的検討             | 7  |
| IV. 結果                | 7  |
| 1. 右腹横筋の反応時間          | 7  |
| 2. 右多裂筋の反応時間          | 7  |
| 3. 右腰部脊柱起立筋の反応時間      | 8  |
| V. 考察                 | 9  |
| 1. 健常者群と腰痛者群の反応時間について | 9  |
| 2. 腰部固定帯装着による反応時間について | 9  |
| 3. 本研究の限界             | 10 |
| VI. 結語                | 10 |
| VII. 謝辞               | 11 |
| 引用文献                  | 12 |

## I. 緒言

腰痛は日本人の約 80%が生涯のうちに経験する身体症状とされている。2007 年国民生活基礎調査によれば、有訴者率は男性で 1 位、女性で 2 位と上位を占め、さらに通院者率は男性 4 位、女性 2 位（男性：37.6 人/1000 人、女性：54.2 人/1000 人）であった<sup>1)</sup>。2010 年の同調査では、通院者率で 40.4 人/1000 人、女性 57.5 人/1000 人と増加傾向にある<sup>2)</sup>。

こうした腰痛には、約 90～95%に保存的療法が適応されている<sup>3)</sup>。保存療法は鎮痛や筋緊張の緩和を目的とした薬物療法、腰背筋群のストレッチや筋力強化を目的とした運動療法、腰痛の軽減、腰部の固定、労作時の腰痛予防を目的とした装具療法などが選択される。装具療法の効用は、腰部運動を制限すること、腹腔内圧の上昇による腰背筋群の負担を軽減すること、心理的効果などが想定されている<sup>4)</sup>。装具はその材質から硬性装具と軟性装具に大別され、軟性装具にはダーメンコルセット、腰部固定帯、腰痛帯などがあり、腰痛に対する装具療法として一般的に使用されている<sup>4)</sup>。

しかし装具療法の治療効果に関する一定の見解は得られていない。大川ら<sup>5)</sup>は腰部固定帯の使用で前屈位から中間位に戻る際の腰背部筋の最大筋活動量が減少することから、腰部固定帯は背筋の過活動による痛みの悪循環を断ち切ることを報告している。白土ら<sup>6)</sup>は、腰部固定帯を使用時の立位体前屈保持位で背筋の活動は減少し筋疲労を軽減することを報告している。戸田ら<sup>7)</sup>は腹部肥満者と非腹部肥満者に 2 種類のコルセットを処方し Quebec 重症度の改善率がコルセット使用群で良好であったことを報告している。一方、米国疼痛学会発刊の「腰痛診療のガイドライン」では、装具療法は他の保存的療法と比較して有効性が低いとされている<sup>8)</sup>。また、van Duijvenbode ら<sup>9)</sup>による無作為化比較試験を抽出したレビュー論文では、腰部固定帯が効果的かどうかの結論に至っていないとしている。これらの装具療法に関する見解は、エビデンスを得るための研究が不足しているため明確にされていないものと考えられる。また、装具療法の評価

は、筋活動量以外の要因も考慮する必要があることを示唆していると考えられる。

Panjabi<sup>10),11)</sup>は、腰部安定化には、受動的安定機構（椎間関節構成体）、能動的安定機構（腰部周囲筋群）、さらにこれらを効率よく調整する神経機構（腰部周囲筋群の制御）が存在し、この3者の相互作用によって達成されているとした。能動的安定機構について Bergmark<sup>12)</sup>は、腰椎分節を安定させるローカル筋（腹横筋や多裂筋など）と脊柱を一体としての運動を与えるグローバル筋（腹直筋や脊柱起立筋）に分類した。ローカル筋は腰椎分節の動きを制限し、グローバル筋は脊柱運動でのトルクを生みだし、胸郭と骨盤を連結し支え綱として作用する。したがって、腰部安定化にはローカル筋とグローバル筋の協調的な作用が必要である。Cresswell ら<sup>13)</sup>は、腹横筋が体幹の屈伸で一定の作用を示すことから、腹腔内圧上昇に最も作用する腹筋群が腹横筋であることを報告した。その後 Hodges ら<sup>14)</sup>は、腹横筋が上下肢の動作に先立って活動することで、腰椎分節の安定を高めた上で四肢の運動が開始されるように順序立てられているとし、腰痛者ではこの動作に先立つ筋収縮が遅延することを明らかにした。このローカル筋の遅延が体幹の固定性を損ない、痛みを増強する悪循環になっているとも考えられる。

この研究の目的は、腰部固定帯を用いることによって、上肢挙上動作での腹横筋、多裂筋および腰部脊柱起立筋の筋活動パターンが促進されるのかという即時的な効果を検討することである。

## II. 対象

### 1. 対象者

対象者は、成人男性（年齢：21～27歳）とし、測定時点で腰痛のない者（健常者群）7名と腰痛を有する者（腰痛者群）7名の合計14名の医療従事者とした。腰痛の定義は日本整形外科学会プロジェクト委員会による第2・3腰椎から臀部にかけて、24時間以上持続する痛みとした<sup>15)</sup>。調査時点での腰痛の有無に関わらず、日常生活動作が自立し

ておりかつ普段腰部固定帯を使用していない者とした。また、腰痛以外の疾患の治療中の者や労作に制限のある者は除外した。

健常者群の身体特性は、年齢  $21.4 \pm 0.5$  歳、身長  $171.8 \pm 5.4$ cm、体重  $58.3 \pm 5.1$ kg であった。腰痛者群では年齢  $23.4 \pm 2.7$  歳、身長  $171.9 \pm 6.3$ cm、体重  $64.9 \pm 6.1$ kg であった。健常者群と腰痛者群の身体特性には有意差はなかった（表 1）。測定時点での有訴期間は 1～6 ヶ月以上であった。

表 1. 被験者の内訳と身体特性

|      | 健常者群               | 腰痛者群               |
|------|--------------------|--------------------|
| 被験者数 | 7 名                | 7 名                |
| 年 齢  | $21.4 \pm 0.5$ 歳   | $23.4 \pm 2.7$ 歳   |
| 身 長  | $171.8 \pm 5.4$ cm | $171.9 \pm 6.3$ cm |
| 体 重  | $58.3 \pm 5.1$ kg  | $64.9 \pm 6.1$ kg  |

## 2. 倫理的配慮

全対象者に対して事前に本研究の目的と方法を文書で説明し、研究協力の同意を署名にて得た。また、プライバシーの保護と研究参加後にいつでも参加を拒否できる旨を口頭および文書にて提示した。なお、本研究は目白大学人及び動物を対象とする研究に係る倫理審査委員会の承認（承認番号：24-019）の下で実施した。

## Ⅲ. 方法

### 1. 測定前手順

全被験者が、腰部固定帯（MAXBELT R2：日本シグマックス株式会社）（図 1）の装着感に慣れる目的で 3 分間の装着を行った。装着に際し、固定帯および補助ベルトの締め

付けは、被験者が主観で少しきついと感じる程度とし、呼吸に影響が出ない範囲の圧迫とした。また、腰部固定帯の下縁が両上前腸骨棘に一致するように装着した。

その後、電極貼付前に皮膚前処理として必要に応じ剃毛を行なった。アルコール綿を用いて皮脂の除去を行い、皮膚前処理剤を用いて角質の除去を行った。筋電図導出用の電極（エクセル AC®:日本シャーウッド社）を右腹横筋、右多裂筋、右腰部脊柱起立筋、右三角筋前部線維に貼付した。電極位置は、腹横筋が上前腸骨棘の内下方 2cm (Marshall らによる<sup>16)</sup>)、多裂筋が第 4 および第 5 腰椎棘突起間の外方 2cm、腰部脊柱起立筋が第 3 腰椎棘突起より外側 2～3cm の筋腹上、三角筋前部線維が肩峰より前下方 2～3cm とした。また全ての電極が筋線維走行と平行になるように 2cm の間隔で貼付した（図 2）。貼付後、各筋が特異的に作用する運動を実施し、近傍筋からのクロストークがないことを確認した。



図 1：腰部固定帯

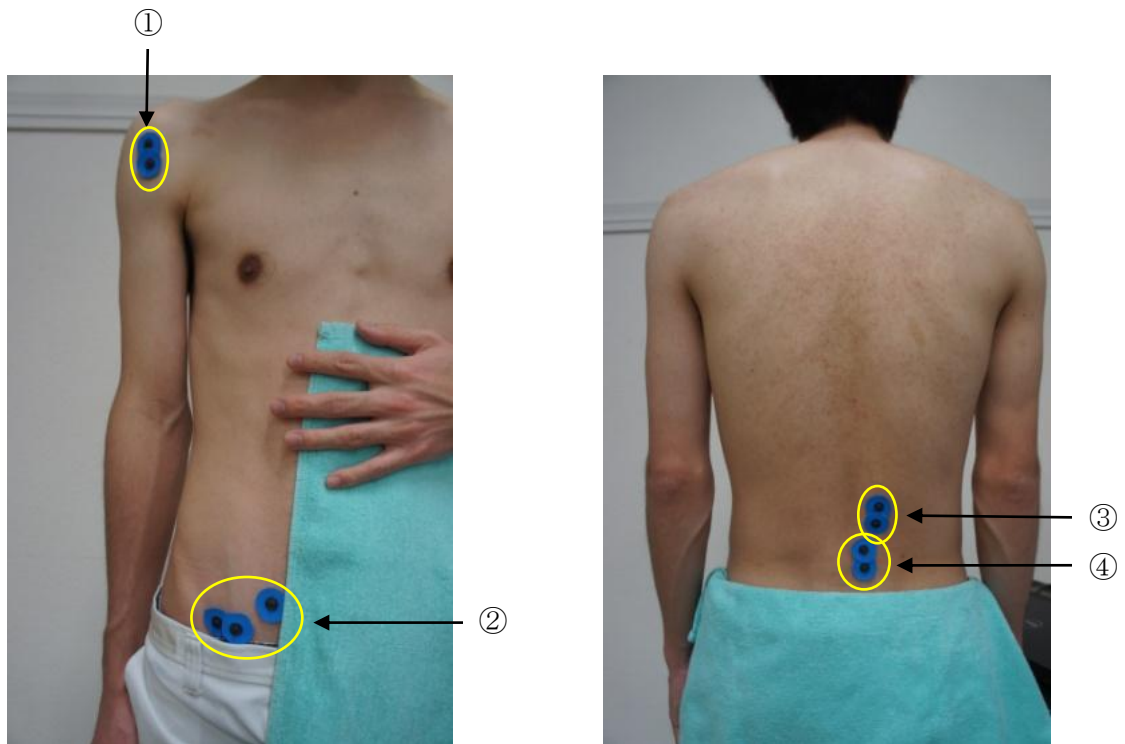


図2. 電極貼付部位

①：三角筋前部線維      ②：右腹横筋      ③：右腰部脊柱起立筋      ④：右多裂筋

## 2. 測定機器

筋電図の計測は、TeleMyo 2400T V2<sup>®</sup> (Noraxon社製) を用い、MyoVideo<sup>™</sup> (Noraxon 社製) にてパーソナルコンピュータへ取り込んだ。サンプリング周波数は、1500Hzとした。

筋電図の解析には、MyoResearch (Noraxon 社製) を用いた。

## 3. 測定

### 動作課題

被験者が最も安楽と感じる自然立位にて測定した。課題は、「右腕をできるだけ速く前方約90°に挙上するように」と指示を与えた。動作を理解するために3～5回の練習を行った。この動作を腰部固定帯未装着と装着でそれぞれ5回実施した。固定帯未装着と装着の間には、十分な休息をとった。また施行順番はランダムとした。なお、腰部固定

帯は立位にて装着した。

#### 4. 解析方法および統計学的検討

##### 1) 筋電図処理方法

筋電図は全波整流化した後、右腹横筋、右多裂筋、右腰部脊柱起立筋の反応時間を算出した。採用データは、5回試行のうちバックグラウンドノイズが最も安定した波形を得られた試行とした。

##### 2) 反応時間の計測

右三角筋前部線維の筋電図波形が立ち上がった時点を原点（0 s）と定義した。右腹横筋、右多裂筋および右腰部脊柱起立筋の反応時間の計測は、三角筋前部線維より早期に反応した場合をマイナス（-）とし、遅延した場合をプラス（+）表記とした。全ての筋電図波形の立ち上がりの判断は、バックグラウンドノイズの最大値を超えた時点とした（図3）。

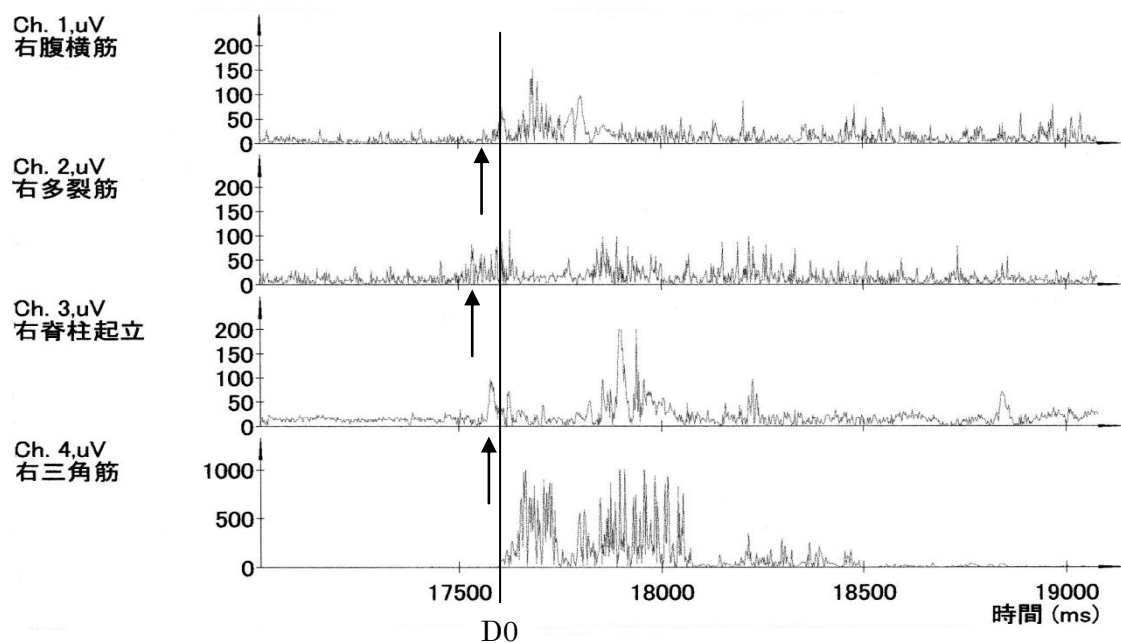


図3. 右上肢前方挙上時の腰部筋群の活動

D0 は、三角筋前部線維の放電開始時点、上向き矢印は、腰部周囲筋が三角筋前部線維放電に対して放電した時点を示す。



### 3) 統計学的検討

統計学的検討は、健常者群と腰痛者群の反応時間の比較と、健常者群と腰痛者群の腰部固定帯の装着・未装着時の反応時間の比較を二要因混合計画の分散分析にて行った。統計ソフトは「R」<sup>17)</sup>を用いた。なお、有意水準は5%未満とし、5%から10%までを傾向差ありとした。

## IV結果

### 1. 右腹横筋の反応時間 (図 4)

健常者群の右腹横筋の腰部固定帯未装着および装着時の反応時間は、それぞれ $-6.71 \pm 14.96\text{ms}$ 、 $-31.57 \pm 19.25\text{ms}$ であった。一方、腰痛者群の右腹横筋の腰部固定帯未装着および装着時の反応時間は、それぞれ $22.43 \pm 24.23\text{ms}$ 、 $-8.29 \pm 17.67\text{ms}$ であった。

二要因混合計画分散分析の結果、交互作用はなく ( $F(1, 12)=0.40$ ,  $p=0.54$ )、健常者群と腰痛者群の反応時間と腰部固定帯の装着・未装着の反応時間に主効果があった。すなわち健常者群と腰痛者群の比較では、有意に腰痛者群が遅延していた ( $F(1, 12)=8.06$ ,  $p<0.05$ )。また、腰部固定帯未装着と装着の比較では、装着時に反応時間が有意に短縮した ( $F(1, 12)=35.91$ ,  $p<0.01$ )。

### 2. 右多裂筋の反応時間 (図 4)

健常者群の右多裂筋の腰部固定帯未装着および装着時の反応時間は、それぞれ $3.86 \pm 11.84\text{ms}$ 、 $-21.96 \pm 21.58\text{ms}$ であった。腰痛者群の右多裂筋の腰部固定帯未装着および装着時の反応時間は、それぞれ $12.29 \pm 9.14\text{ms}$ 、 $4.00 \pm 8.12\text{ms}$ であった。

二要因混合計画分散分析の結果、交互作用はなく ( $F(1, 12)=1.67$ ,  $p=0.22$ )、健常者群と腰痛者群の反応時間に主効果に傾向差を認めた。また、腰部固定帯の装着・未装着の反応時間に主効果がみられた。すなわち健常者群と腰痛者群の比較では腰痛群で遅延する傾向があった ( $F(1, 12)=4.28$ ,  $p=0.06$ )。また、腰部固定帯未装着と装着の比較で

は、装着時に反応時間が有意に短縮した ( $F(1, 12)=32.86$ ,  $p<0.01$ )。

### 3. 右腰部脊柱起立筋の反応時間 (図 4)

健常者群の右脊柱起立筋の腰部固定帯未装着および装着時の反応時間は、それぞれ  $21.86 \pm 12.20\text{ms}$ 、 $-3.43 \pm 20.38\text{ms}$  であった。腰痛者群の右脊柱起立筋の腰部固定帯未装着および装着時の反応時間は、それぞれ  $44.86 \pm 43.94\text{ms}$ 、 $10.43 \pm 37.51\text{ms}$  であった。

二要因混合計画分散分析の結果、交互作用はなく ( $F(1, 12)=0.52$ ,  $p=0.49$ )、健常者群と腰痛者群の反応時間に主効果はないが、腰部固定帯の装着・未装着の反応時間に主効果がみられた。すなわち健常者群と腰痛者群の比較では差がなく ( $F(1, 12)=1.42$ ,  $p=0.26$ )、腰部固定帯未装着と装着の比較では、装着時に反応時間が有意に短縮した ( $F(1, 12)=22.10$ ,  $p<0.01$ )。

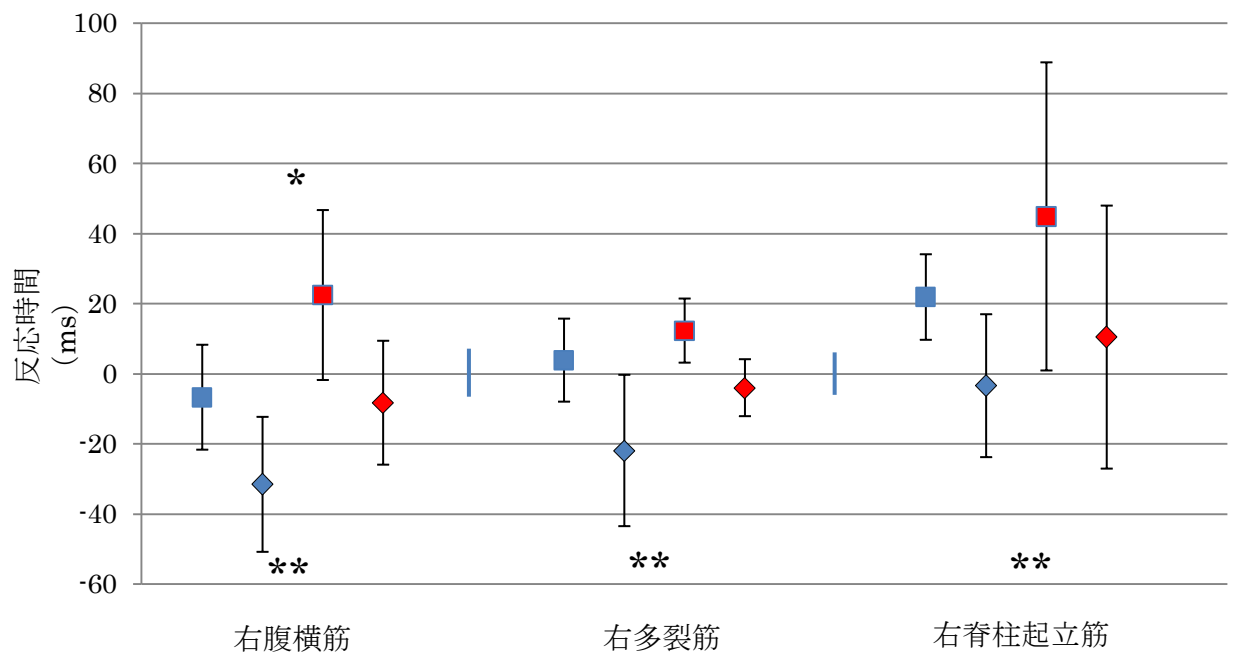


図 4. 各筋の反応時間の比較

平均値±標準偏差

- : 健常者
- : 腰痛者
- ◆ : 健常者+腰部固定帯装着
- ◆ : 腰痛者+腰部固定帯装着

\*. 二元配置の腰痛有無の主効果:  $p<0.05$     \*\*. 二元配置の腰部固定帯の主効果:  $p<0.01$

## V. 考察

### 1. 健常者群と腰痛者群の反応時間について

右腹横筋の反応時間は、健常者群より腰痛者群が有意に遅延を示した。この結果は、Hodges ら<sup>15)</sup>の研究を支持するものであった。腰痛者は、上肢の運動に先行する腹横筋の収縮が遅延しており、全ての被験者が上肢の運動と同時に収縮するか遅延して収縮した。また、右多裂筋では健常者群より腰痛者群で遅延する傾向を示した。腹横筋と多裂筋はローカル筋として能動的安定機構である腰椎分節を固定する役割がある。しかし、腰痛者では、上肢の運動が腰部脊柱の安定を得ていない状態で開始されることを示しており、上肢前方挙上による身体重心の前上方への移動に伴う体幹の屈曲モーメントに対する腰部脊柱の固定が不十分であると考えられた。したがって、腰痛がさらなる腰痛を引き起こす悪循環を生じる可能性が示唆された。右腰部脊柱起立筋で健常者群と腰痛者群とで反応時間に差がなかったことは、腰痛者群は日常生活が自立しており、上肢自重の挙上では、グローバル筋である腰部脊柱起立筋に与える影響は少ないものと思われた。また、Cholewicki ら<sup>18)</sup>は生体力学的モデルにより腰痛者では深部筋群に機能異常がある可能性を示した。本研究でも腰痛者では浅層に位置するグローバル筋よりも深層に位置するローカル筋に機能不全を生じていることが示唆された。近年、腰痛者に対する運動療法は、ローカル筋に対するアプローチが重要視されていること<sup>19),20)</sup>を裏付ける結果と考えられた。

### 2. 腰部固定帯装着による反応時間について

右腹横筋、右多裂筋、右腰部脊柱起立筋において健常者群および腰痛者群で腰部固定帯を装着することにより、反応時間が速まった。腹横筋の電極は腸骨稜内唇および鼠径靱帯から起こり腹直筋鞘に停止する線維上に貼付した。多裂筋の電極は仙骨後面から起こり第3腰椎より高位に停止する線維上に貼付した。腰部脊柱起立筋の電極は腸骨稜から起こり腰椎肋骨突起・副突起および第12肋骨角より高位の肋骨角に停止する線維上

に貼付した<sup>21)</sup>。したがって全ての電極が腰部固定帯装着により固定帯下に位置していた。Yamaguchi ら<sup>22)</sup>によると拮抗筋が伸張されると主動筋の反応時間が短縮するとしており、さらに Muraoka ら<sup>23)</sup>は、筋腱複合体の直列構成体は緩んでいる時よりも伸張されている時の方が筋活動の反応時間が短いとしている。腰部固定帯装着により腰腹部の圧迫がこれらの筋に腹腔内側への伸張を与えたために反応時間が短縮したものと考えられた。腹横筋は胸腰筋膜に連結し<sup>21)</sup>、多裂筋は収縮により胸腰筋膜に緊張を与える<sup>24)</sup>。また、腰部脊柱起立筋は胸腰筋膜の一部である腰背腱膜に付着している<sup>21)</sup>。これらの筋の反応速度が早期化することは胸腰筋膜を介して腰椎分節を安定化することが示唆された。

### 3. 本研究の限界

本研究の限界として、腰痛者は日常生活が自立しており腰部固定帯を普段使用している者がいなかった。したがって腰部固定帯を長期間使用した場合の結果については検討できなかった。腰部固定帯を長期間使用することが、腰部筋群の筋力低下を招くという報告<sup>25)</sup>もあり、腰痛発症からの期間や腰部固定帯装着期間を考慮した検討が必要である。また、今回の研究は、体幹の屈曲・伸展・側屈・回旋運動を実施していないため、直接的な体幹運動を伴った腰部固定帯の効用については調査していない。今後、これらの項目を含めた検討を行っていく必要がある。

## VI. 結語

腰痛者は、健常者と比較して上肢の挙上運動では腹横筋、多裂筋の反応時間が遅延していた。また、腰部脊柱起立筋では反応時間に差がなかった。腰痛者ではローカル筋の機能不全を有しており、腰部脊柱の不安定な状態で上肢の運動が開始されるため、腰痛が悪化する可能性がある。また、腰部固定帯を装着することによって、腰痛の有無に関わらず腹横筋・多裂筋・腰部脊柱起立筋の反応時間を短縮した。腰部固定帯の即時効果として腰部筋群の反応時間が早期化することで、上肢前方挙上に対する腰椎分節の固定

が高まることが示唆された。

## VII. 謝辞

本研究の遂行にあたりご協力いただきました被験者の皆様に心から感謝申し上げます。また、多大なご指導、ご支援、ご尽力を賜りました早稲田大学スポーツ科学学術院中村好男先生（主査）、岡浩一朗先生（副査）、塩田琴美先生（副査）、早稲田大学スポーツ科学研究科客員教授大淵修一先生、そして中村ゼミの多くの皆様方に心より厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) 厚生労働省:平成 19 年国民生活基礎調査. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-yosa04/3-1.html> (2012 年 6 月 21 日閲覧)
- 2) 厚生労働省:平成 22 年国民生活基礎調査. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-yosa10/3-1.html> (2012 年 7 月 2 日閲覧)
- 3) Chou R, Qaseem A, Snow V, et al.: Diagnosis and treatment of low back pain: a joint clinical practice guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society. *Ann Intern Med.* 2007; 147: 478-491.
- 4) 白土修, 伊藤俊一: 腰痛症に対する装具療法. *運動療法と物理療法.* 1998; 9:238-244.
- 5) 大川淳: 急性腰痛症における腰部固定帯の効果-表面筋電図による検討. *臨床整形外科.* 1997; 32:925-930.
- 6) 白土修, 伊藤俊一, 菊本東陽・他: 前屈動作時における腰椎コルセットの効果-体幹筋持久力の点からみた筋電図学的研究. *日本整形外科学会誌.* 1997; 71: 1683.
- 7) 戸田佳孝, 月村規子, 加藤章子: 筋・筋膜性腰痛症患者に対するコルセットの効果と腹部肥満度との関連性について. *リハビリテーション医学.* 2002; 39: 403-408.
- 8) Chou R, Huffman H L: Clinical guideline for the evaluation and management of low back pain. *American pain society.* 2009: 64-65.
- 9) van Duijvenbode IC, Jellema P, van Poppel MN, et al.: Lumbar supports for prevention and treatment of low back pain. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008; 16 (2) : CD001823.
- 10) Panjabi M: The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord.* 1992; 5: 383-389.
- 11) Panjabi M: The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and

- instability hypothesis. J Spinal Disord. 1992; 5:390-397.
- 12) Bergmark A: Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. Acta Orthop Scand. 1989; 230: 20-24.
- 13) Cresswell AG, Blake PL, Thorstensson A: The effect of an abdominal muscle training program on intra-abdominal pressure. Scand J Rehabil Med. 1994; 26: 79-86.
- 14) Hodges PW, Richardson CA: Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. Arch Phys Med Rehabil. 1999; 80: 1005-1012.
- 15) 福原俊一, 鈴嶋よしみ, 森田智視ら: 腰痛に関する全国調査(報告書), 6. 日本リサーチセンター, 2003
- 16) Marshall P, Murphy B: The validity reliability of surface EMG to assess the neuromuscular response of the abdominal muscles to rapid limb movement. J Electromyogr Kinesiol. 2003; 13: 477-489.
- 17) R Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- 18) Cholewicki J, McGill SM: Mechanical stability of the in vivo lumbar spine: implications for injury and chronic low back pain. Clin Biomech. 1996; 11: 1-15.
- 19) Richardson C, Jull G, Hodges P, et al.: 脊椎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(齋藤昭彦訳), 9-146. エンタプライズ, 2002
- 20) Richardson C, Hodges P, Hides J: 腰痛に対するモーターコントロールアプローチ(齋藤昭彦訳), 10-156. 医学書院, 2008
- 21) 森於菟, 小川鼎三, 大内弘・他: 分担解剖学 第1巻(第11版). 金原出版, 東京,

- 1982, pp 264– 275, 321–327.
- 22) Yamaguchi T, Ishii K, Kasawa H: Effects of different techniques of antagonist stretching on reaction time, muscle activity and joint motion. *Advances in exercise and sports physiology*. 2003; 9: 147.
- 23) Muraoka T, Muramatsu T, Fukunaga T, et al.: Influence of tendon slack on electromechanical delay in the human medial gastrocnemius in vivo. *J Appl Physiol*. 2004; 96: 540–544.
- 24) Gracovetsky S, Farfan H, Helleur C: The abdominal mechanism. *Spine*, 1985; 10: 317–324.
- 25) Eisinger DB, Kumar R, Woodrow R: Effect of lumbar orthotics on trunk muscle strength. *Am J Phys Med Rehabil*, 1996; 75: 194–197.