

# 体幹部スポーツウェアの体幹位置覚・ スポーツパフォーマンスへの影響

岐阜大学 宮本 敬  
(共同研究者) 県立希望が丘学園 岩佐和彦  
渡辺整形外科 渡辺 数人  
岐阜大学 大西 量一郎  
同 杉山 誠一

## The Effect of Trunk Sports-Wear on the Position Sense of the Trunk and the Sports Performance

by

Kei Miyamoto, Kazuichiro Onishi, Seiichi Sugiyama

*Department of Orthopaedic Surgery,  
Gifu University, School of Medicine*

Kazuhiko Iwasa

*Department of Orthopaedic Surgery,  
Gifu Prefectural Kibogaoka Gakuen*

Kazuto Watanabe

*Watanabe Orthopaedic Clinic*

### ABSTRACT

【Purpose】 To evaluate the effect of wearing an tight trunk sports-wear, we analyzed the effect of wearing the lumbar supporter on the trunk repositioning accuracy (an ability to reproduce the posture which one had been taking) and lifting weights reproducing accuracy (an ability to reproduce the lifting weights which one had lifted).

**【Method】** Fifteen healthy young male subjects without back pain participated in this study. A lumbar supporter made of jersey (Thermoskin Reconditioning Supporter, - Standard Back Support- / Thermoskin Co. Australia) was used. The errors in repositioning the trunk flexion angle were analyzed using 3-Space Fastrak (Polhemus Inc., Colchester, VT, U.S.A.). The errors in reproducing lifting weights were analyzed using LIDO Lift System (Loredan Biomedical Corp. California, U.S.A.). The errors in repositioning the trunk flexion angle and in reproducing lifting weights were analyzed in two conditions (without lumbar supporter and with lumbar supporter). The mean absolute errors were statistically analyzed between two conditions, using paired t-tests.

**【Result】** Wearing the lumbar supporter significantly decreased the mean absolute error in repositioning the trunk flexion angle. Wearing the lumbar supporter did not significantly change the mean absolute error in reproducing lifting weights.

**【Conclusion】** Wearing an lumbar supporter around the trunk augments the capability of repositioning the trunk flexion angle. Therefore, wearing a sports-wear that fits the trunk tightly might contribute to the improvement of the performances in sports activities.

## 要 旨

**【目的】** 体幹部にフィットさせたスポーツウェアをシュミレートして体幹に巻いた腰部サポーターが、体幹の屈曲角度再現能力、挙上重量再現能力にいかに関与するかを検証した。

**【方法】** 健康若年男性15人を対象とし、腰部サポーターを用い、体幹屈曲角度と挙上重量を再現する際の誤差を腰部サポーターなし、装着の2条件間で比較 (paired t-test) した。体幹屈曲角度の再現誤差は3-Space Fastrak (Polhemus Inc., Colchester, VT, U.S.A.) を用い、あらかじめ設定した体幹屈曲再現目標角度を被験者に再現させた際の誤差を測定した。挙上重量再現誤差はLIDO Lift システム (Loredan Biomedical Corp. California, U.S.A.) を用い、Isometric 挙上においてあらかじめ設定した再現目標挙上重量を被験者に再現させた際の誤差を測定した。

**【結果】** 体幹屈曲角度再現誤差は腰部サポーター

装着によって有意に減少した。挙上重量再現誤差の有意な変化はみられなかった。

**【結論】** 体幹にフィットさせるスポーツウェアの装着がスポーツパフォーマンスを高める可能性が示唆された。

## 緒 言

スポーツにおけるスポーツウェアの役割として、皮膚の保護、保温性、吸湿性、動きやすさ等の多様な要素が評価されている<sup>2)</sup>が、これらはスポーツウェアが皮膚にその接触圧をもって接触することと関連している。皮膚には多くの求心性感覚受容体が存在し、特に人類の手において皮膚は感覚受容器として大きな働きを司っている<sup>3)</sup>。すなわち、スポーツウェアは皮膚を介してスポーツパフォーマンスになんらかの影響を与えている可能性があるかと推察される。

『すべてのスポーツにおいて腰の動きは重要である。』とは古くから言われている言葉であるが、

洗練された動きを行うためには腰椎を中心とした姿勢の制御（いま、どんな姿勢をとっているかを知る）、腰椎に加わる負荷の感知（いまだれだけの重みがかかっているかを知る）は必要不可欠であろう。姿勢の制御は、前庭神経系、小脳の他に腰部では腰椎の椎間板組織、椎間関節包、靭帯組織、腰背筋群等の固有感覚受容体等が行っていると考えられており<sup>7)</sup>、そこには腰痛性疾患<sup>4)</sup>、筋疲労<sup>6)</sup>等の少なからぬ影響が存在することも検証されている。しかし、姿勢の制御に対する皮膚への刺激、接触圧の影響はいまだ検証されていない。皮膚への接触圧をもって腰部の皮膚にある感覚受容器になんらかの影響を与えるであろうスポーツウェアが、姿勢の制御、腰椎に加わる負荷の感知等のスポーツパフォーマンスに直結する要素にかなる影響を与えているかを検証する目的にて本研究を施行した。

本研究では、姿勢の制御能力に関してその尺度として近年広く用いられ、再現性<sup>1), 5)</sup>に関しても検証されている姿勢再現誤差<sup>1), 4), 5), 6)</sup>を用いた。腰椎に加わる負荷の感知能力には著者が独自に設定した挙上重量再現誤差を用いた。また、体幹にある程度の接触圧をもって装着されるスポーツウェアをシミュレートして、体幹部に腰部サポーターを装着させる手法を採用した。

## 1. 研究方法

### 1. 1 対象

対象は健常若年男性15人である。年齢は23歳～38歳（平均±標準偏差：30.5±6.2）、身長は158 cm～178 cm（平均±標準偏差：172.3±5.2 cm）、体重は58 kg～80 kg（平均±標準偏差：64.4±6.7 kg）であった。研究施行時点で腰痛を有した者、かつ過去に医療機関を受診するほどの腰痛の既往を有した者は含まれていない。あらかじめ被験者全員に本研究の主旨を説明し承諾を得た。最終的に、実験終了までの期間内に腰痛など

の腰部のなんらかの症状が出現した者はいなかった。

### 1. 2 腰部サポーター

使用した腰部サポーターはThermoskin Reconditioning Supporter-Standard Back Supporter (Thermoskin Co. Australia / 輸入元：株式会社 ムトーエンタープライズ テーピング事業部) であり、サイズは前方幅14 cm、後方幅26 cmである。素材は、表層よりジャージ素材、ネオプレンゴム、トライオキシシンが3層構造を形成している。これは体幹周囲長に対するベルクロ製の調節機構を有しており、スポーツにおける一般的な使用を目的に市販されているものである。Sサイズ（ウエストサイズ：70 cm～80 cm）およびMサイズ（81 cm～90 cm）を用意し、被験者のウエストサイズに合わせて2サイズのうちいずれかを選択して使用した。体幹部にフィットするスポーツウェアのシミュレーションを考慮し、この腰部サポーターの装着は木綿製の肌着を装着した上から行い、サポーターの張力は被験者が不快感を感じない程度に強くしめるものと設定した。木綿製の肌着のみを装着した状態（腰部サポーター装着なし）と腰部サポーターを装着した状態との2条件間で、以下に記す体幹屈曲角度の再現誤差、挙上重量再現誤差の2者について比較検討した。

### 1. 3 体幹屈曲（前屈と側屈）角度の再現誤差測定

体幹屈曲（前屈と側屈）角度の再現誤差の評価には3-Space Fastrak (Polhemus Inc., Colchester, VT) を使用した<sup>4), 5)</sup>。このシステムは3次元動作解析の目的に開発されたもので、電磁波のトランスミッター1つと4つの電磁波のセンサーを有し、電磁波センサーとトランスミッターとの3次元静的および動的な位置関係の測定が可能である。得られた情報はパーソナルコンピュータ上で専用

ソフトを用いて解析され、トランスミッターを3次元座標軸の原点とした場合の各センサーの位置、3次元的速度がモニターにリアルタイムで表示される。また、センサーは点としてでなく面として捉えられるため、センサーの傾きを3次元的角度として捉えることが可能である。モニター表示を利用することにより、被験者にヴィジュアルフィードバックさせる手法が可能である。

トランスミッターを第2仙椎棘突起直上に、1つのセンサーを第9胸椎棘突起上の体表に布製テープを用いて貼りつけた(図1)。センサーの貼り付けはすべて同一験者が行った。起立位を基準体位とし、膝関節伸展位のまま、痛みの生じない範囲で体幹前屈を行わせた。体幹最大前屈角度を3-Space Fastrakの画面上で読みとり、有効数字少数第1位をもって記録した。体幹側屈の評価には再現性が高いとされている右側屈を統一して採用し<sup>5)</sup>、膝関節伸展を保持したまま、痛みの生じない範囲で体幹右側屈を行わせた。体幹最大右側屈角度を同様に有効数字少数第1位をもって記録し

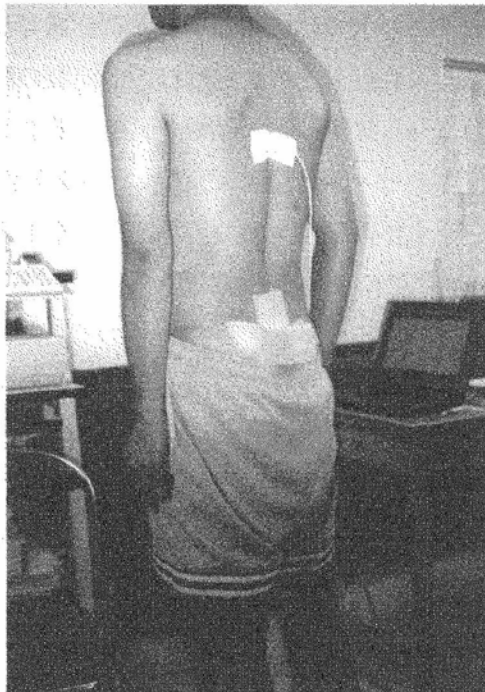


図1 3-Space Fastrak (Polhemus Inc., Colchester, VT, U.S.A.)を用いた体幹屈曲角度の再現誤差の評価  
トランスミッターを第2仙椎棘突起直上に、1つのセンサーを第9胸椎棘突起上の体表に布製テープを用いて貼っている。

た。

体幹最大前屈角度の3分の1, 2分の1, 3分の2を算出してこれを四捨五入して整数とし、体幹前屈再現目標角度(それぞれ、1/3-前屈角, 1/2-前屈角, 2/3-前屈角)とした。同様に体幹最大右側屈角度の3分の1, 2分の1, 3分の2を算出してこれを四捨五入して整数とし、体幹側屈再現目標角度(それぞれ、1/3-側屈角, 1/2-側屈角, 2/3-側屈角)とした。

1/3-前屈角を再現目標角度とした場合を例に、体幹前屈角度の再現誤差評価法を記す。被験者に前胸部で腕組みをさせる。モニター上に表示される体幹前屈角度を見せながら行うヴィジュアルフィードバック方式で、被験者に1/3-前屈角ちょうどの体幹前屈位をとらせ、その時点で閉眼して1/3-前屈角を体感し、かつ記憶するよう一定の説明を与える。その後いったん基準体位に戻させた後、閉眼にて1/3-前屈角を再現させ、験者はその際の体幹前屈角度をモニター上で読みとり、有効数字少数第1位をもって再現角度として記録する。再現角度と1/3-前屈角との差の絶対値を算出し、これを1/3-前屈角の再現誤差(単位:度)とする。このような「画面を見ながら角度を再現してこれを体感し、閉眼したうえでこれを再現する」というプロセスを計3回行わせる。

実際には、1/3-前屈角, 1/2-前屈角, 2/3-前屈角, 1/3-側屈角, 1/2-側屈角, 2/3-側屈角の6種類の再現目標角度については乱数表を用いてランダムに順番設定したうえで測定を行った。6種類の再現目標角度それぞれにおいて3回ずつ測定した再現誤差の平均値を算出し、これを評価対象とした。また、体幹前屈, 体幹側屈それぞれ3つずつの再現角度における再現誤差の平均値を算出し、これを体幹前屈および体幹側屈の総合評価基準とした。

#### 1.4 挙上重量の再現誤差測定

挙上重量再現誤差にはLIDO Liftシステム

(Loredan Biomedical Corp. California, U.S.A.) を用いた<sup>8)</sup>。このシステムは重量物挙上動作の解析およびシミュレーションの目的にて開発されたものであり、高感度のセンサー（挙上力、挙上速度、挙上加速度をモニターする）に連結された挙上用バーがマウントされた本体とパーソナルコンピュータからなっている。挙上用バーに取り付けたT型ハンドル等のアタッチメントを把持することにより、Isokinetic（等速度性）、Isoinertial（等運動性）、Isometric（等張性）の3種類の挙上様式における動作解析、挙上シミュレーションが可能である。また、パーソナルコンピュータのモニターに現時点での挙上力（ポンド）が数字と棒グラフで表示されることにより、被験者にヴィジュアルフィードバックさせるシミュレーションが可能である（図2）。

挙上様式は挙上重量のコントロールのしやすさを考慮して Isometric 挙上を用いた。被験者の体



図2 LIDO Lift システム (Loredan Biomedical Inc., California, U.S.A.) を用いた挙上重量再現誤差の評価  
被験者が腰部サポーターを装着したうえで、挙上用バーに連結された、膝の高さにあるT型ハンドルを把持し Isometric 挙上を行っている。モニターに現時点での挙上力（ポンド）が数字と棒グラフで表示されており、あらかじめ設定された再現目標挙上重量をビジュアルフィードバック方式で再現・体感している。

重の10%、20%、40%を算出してこれを四捨五入して整数とし、再現目標挙上重量（それぞれ、10% BW, 20% BW, 40% BW）とした。

10% BW を再現目標挙上重量とした場合を例に、挙上重量再現誤差の評価法を記す。T型ハンドルを挙上用バーに連結し、これが被験者の膝の高さになるように調整する。被験者はT型ハンドルを把持し、Isometric 挙上を行う。上肢は肘関節伸展位、下肢は膝関節伸展位にて挙上するという同一の説明を行う。Isometric 挙上ゆえに、T型ハンドルは移動することなく、被験者がこの姿勢を保持したまま挙上力が加えられていくことになる。被験者にモニターを見せながら5秒間の挙上を行わせ、この間にヴィジュアルフィードバック方式で数字と棒グラフによって挙上重量を10% BW ちょうどになるように調節させこれを維持させる。その際の10% BW ちょうどの重量を挙上している感覚を体感し、かつ記憶するよう一定の説明を与える。次にモニターに暗幕をかぶせて被験者に見えないようにし、5秒間の10% BW の重量挙上を再現させる。この際、初めの1秒間で力を入れはじめる、最後の1秒間を力を抜く、その間の3秒間で10% BW の重量挙上を再現する、という同一の説明を与える。LIDO Lift システムのソフトウェアを用いて、5秒間の挙上における挙上力のピーク3秒間の平均値（Peak 3 sec. average）を算出し、これを10% BW の重量挙上に対する再現挙上力として記録する。この再現挙上力と再現目標挙上重量である10% BW との差の絶対値を算出し、10% BW の重量挙上の再現誤差（単位：lbs）とする。このような「画面を見ながら挙上力を体感し、画面を見ずにこれを再現する」というプロセスを1種類の重量に対し計3回行わせる。

実際には、10% BW, 20% BW, 40% BW の3種類の再現目標挙上重量を乱数表にてランダムに配列したうえで計測を行った。3種類の再現目

標挙上重量それぞれにおいて3回ずつ測定した再現誤差の平均値を算出し、これを挙上重量再現誤差（単位：lbs）とした。また、3種類の再現目標挙上重量における再現誤差の平均値を算出し、これを挙上重量再現の総合評価基準とした。

### 1. 5 腰部サポーター装着の有無と検定

以上の体幹屈曲角度および挙上重量の再現誤差測定を腰部サポーター装着なし、腰部サポーター装着ありの2条件下に施行した。この順序は乱数表を用いてランダムに設定した。この2条件間で各再現誤差をpaired t-testを用いて統計学的に検定を行い、5%未満の危険率をもって有意差ありとした。

## 2. 結果

### 2. 1 体幹屈曲角度の再現誤差

#### 2. 1. 1 体幹前屈角度再現誤差（表1）

体幹前屈角度再現誤差は3種類の体幹最大前屈角度（1/3-前屈角、1/2-前屈角、2/3-前屈角）のいずれにおいても腰部サポーター装着によって有意に減少した。3種類の体幹前屈再現目標角度における再現誤差の平均値も腰部サポーター装着によって有意に減少した。

#### 2. 1. 2 体幹側屈角度再現誤差（表1）

体幹側屈角度再現誤差は3種類の体幹最大側屈

角度（1/3-側屈角、1/2-側屈角、2/3-側屈角）のいずれにおいても腰部サポーター装着によって有意に減少した。3種類の体幹側屈再現目標角度における再現誤差の平均値も腰部サポーター装着によって有意に減少した。

### 2. 2 挙上重量再現誤差（表2）

挙上重量再現誤差は3種類の再現目標挙上重量（10% BW、20% BW、40% BW）いずれにおいても腰部サポーター装着なし、腰部サポーター装着の2条件間で有意差を認めなかった。3種類の再現目標挙上重量における再現誤差の平均値も2条件間で有意差を認めなかった。（表2）

## 3. 考察

本研究において、体幹部に巻かれた腰部サポーターが体幹前屈角度と体幹側屈角度に対する再現能力を有意に向上させた結果を得た。これは検索し得た範囲ではこれまでに報告がない新しい知見

表2 腰部サポーター装着と挙上重量再現誤差

再現目標 挙上重量	挙上重量再現誤差 (lbs)		paired t-test
	装着なし	装着あり	
10% BW	2.2 ± 1.3	2.5 ± 1.3	p=0.5420
20% BW	4.5 ± 2.7	3.3 ± 1.6	p=0.1832
40% BW	7.6 ± 3.7	7.9 ± 4.2	p=0.7755
平均	4.8 ± 1.6	4.6 ± 1.7	p=0.6965

挙上重量再現誤差は3種類の再現目標挙上重量いずれにおいても腰部サポーター装着なし、装着ありの2条件間で有意差を認めなかった。3種類の再現目標挙上重量における再現誤差の平均値も2条件間で有意差を認めなかった。

表1 腰部サポーター装着と体幹屈曲（前屈と後屈）角度再現誤差

体幹屈曲再現目標角度	体幹屈曲角度再現誤差（度）		paired t-test	
	装着なし	装着あり		
前屈	1/3-前屈角	3.0 ± 1.6	1.3 ± 0.6	* p=0.0003
	1/2-前屈角	3.7 ± 2.3	1.8 ± 0.9	* p=0.0058
	2/3-前屈角	2.9 ± 1.2	1.8 ± 1.1	* p=0.0126
	平均	3.2 ± 1.4	1.6 ± 0.6	* p=0.0007
側屈	1/3-側屈角	2.9 ± 1.9	2.1 ± 1.3	* p=0.0035
	1/2-側屈角	2.9 ± 1.7	2.0 ± 0.9	* p=0.0064
	2/3-側屈角	2.1 ± 1.4	1.1 ± 0.8	* p=0.0229
	平均	2.7 ± 1.4	1.7 ± 0.7	* p=0.0021

\*危険率5%未満にて有意な差を認める

体幹屈曲角度再現誤差は3種類の体幹前屈再現目標角度、3種類の体幹側屈再現目標角度のいずれにおいても腰部サポーター装着によって有意に減少した。前屈、側屈それぞれにおける再現誤差の平均値も腰部サポーター装着によって有意に減少した。

であり、体幹部のスポーツウェアの装用がスポーツにおけるパフォーマンスを高める可能性を有していることを示唆し得るものである。この結果の理由として、腰部サポーターが直接的には腰部の皮膚への接触圧をもってその感覚受容器になんらかの影響を与えた、すなわち皮膚接触圧をもって体幹位置を認識させるフィードバック機構が働いたことが推察されるが、本研究の実験手法のみでは詳細な理由を断定することは困難である。皮膚に近接する腰背筋群、靭帯組織、椎間関節包、椎間板組織等への間接的な影響の存在も現時点で否定できない。サポーターの張力の標準化、スポーツウェアとして個々にオーダーメイドしたうえでの測定等が今後の検討課題である。

個々の挙上重量再現誤差に関しては、腰部サポーター装着がなんらの効果も示さない結果であった。ただ、挙上重量再現誤差の評価は、いまだその概念および測定のプロトコルが確率されていない分野である。挙上重量の感知に関しては多様な感覚受容組織が関与している<sup>7)</sup>が、その評価に関しては挙上様式、設定重量の吟味、再現性等の再検討を行うことが必要であろうと考えている。

#### 4. 結 論

体幹部に腰部サポーターを巻くことが少なくとも体幹前屈および側屈角度を再現する能力を高めることが示唆された。すなわち、体幹にフィットさせるスポーツウェアの装用がスポーツにおけるパフォーマンスを高める可能性を有していると考えられる。

#### 文 献

- 1) Brumagne S., Lysens R., Spaepen A.; Lumbosacral repositioning accuracy in standing posture: a combined electrogoniometric and videographic evaluation, *Clinical Biomechanics*, 14, 361-363 (1999)
- 2) Gonzalez R.R.; Biophysical and physiological integration of proper clothing for exercise, *Exerc. Sport Sci. Rev.*, 15, 261-95 (1987)
- 3) Moberg E.; The role of cutaneous afferents in position sense, kinaesthesia and motor function of the hand, *Brain*, 106, 1-19 (1983)
- 4) Newcomer K.L., Laskowski E.R., Yu B., Johnson J.C., An KN; Differences in repositioning error among patients with low back pain compared with control subjects, *Spine*, 25, 2488-2493 (2000)
- 5) Swinkels A., Dolan P.; Regional assessment of joint position sense in the spine, *Spine*, 23, 590-597 (1998)
- 6) Taimela S., Kankaanpaa M., Luoto S.; The effect of lumbar fatigue on the ability to sense a change in lumbar position, *Spine*, 24, 1322-1327 (1999)
- 7) Yamashita T., Minaki Y., Oota I., Yokogushi K., Ishii S.; Mechanosensitive units in the lumbar intervertebral disc and adjacent muscle, *Spine*, 18, 2252-2256 (1993)
- 8) LIDO Lift Lifting-Back Evaluation/Rehabilitation System Operation Manual Version 2.4., Loredan Inc. California, U.S.A. (1990)