

陸上競技短距離走における体幹筋活動 —上位群と下位群の比較—

福岡 寛根¹⁾ 寺本 圭輔²⁾ 家崎 仁成³⁾

- 1) 愛知教育大学大学院
- 2) 愛知教育大学保健体育講座
- 3) 総合健康促進センターたいき

Trunk muscle activity in sprint of track and field. —compare high rank group with low rank group—

Hiromoto FUKUOKA¹⁾ Keisuke TERAMOTO²⁾
Kiminari IEZAKI³⁾

- 1) Aichi University of Education
- 2) Aichi University of Education, Department of Health and Physical Education
- 3) Health Promotion Center TAIKI

キーワード：短距離走, 筋電図, 体幹筋活動

Key Words : sprint, electromyogram, trunk muscle ability

I. 緒言

日常生活をはじめ様々な場面で腹筋や背筋などの「体幹」の重要性は指摘されている。競技スポーツにおいてもパフォーマンスの向上, スポーツ障害の予防などのために体幹トレーニングが重要とされている。小・中学生の頃から多くのスポーツ種目において, 腹筋や背筋などの補強トレーニングが練習メニューの一つとして行われており, 陸上競技の短距離においても疾走時の上体のブレを少なくするために体幹の強さが必要であると考えられ, 様々な種目の体幹の補強トレーニングが取り入れられている。体幹部筋量と上体起こし, 20 m シャトルラン, 50 m 走および立幅跳びとの間に有意な相関関係があり (横谷ほか, 2012)¹⁾, 体幹部の筋力トレーニングが運動能力向上につながる事が示唆されている。しかし, 体幹を支える筋が具体的にどのように反応し, どの程度競技スポーツ選手の競技力に影響するのかは示されていない。また, 遠藤ほか (2008)²⁾ を一例として疾走時の脚動作などについての研究は多くされて

いるが, 体幹の筋活動や動きについての研究はほとんどなく, 短距離走において体幹がどの程度の役割を果たすのか明らかではない。

しかしながら, 体幹の重要な働きとして「身体を支える」働きがあるのは間違いなく, 体幹の安定性の増大を目的とした一過性体幹スタビリティエクササイズが跳躍動作のパフォーマンスに効果があることが報告されている (橋本ほか, 2011)³⁾。さらに, 川端ほか (2008)⁴⁾ は, ドロップジャンプの着地局面において体幹深部筋群の活動および腹腔内圧の上昇が体幹の安定化に貢献し, その結果, 接地時間が短縮することを報告している。これらのことから, 体幹に圧力をかけ安定させることがSSC (Stretch Shortening Cycle) の能力の向上につながり, 疾走能力の向上にもつながる可能性が考えられる。つまり, 体幹に圧力をかけることでダイナミックな下肢の動きによる上体のブレを軽減し, パフォーマンスの向上につながるのであれば, 競技力の高い選手ほど体幹部の筋圧力を高める能力が高い可能性が考えられる。

そこで, 本研究は, 陸上競技短距離走を専門と

する選手の疾走時における体幹の筋活動の様相を比較し、その違いを明らかにすることを目的とした。

II. 研究方法

1. 被験者

被験者は、大学陸上競技部に所属し、公式競技会において100m走に出場した経験がある健康な男子学生10名とした。そのうち、2013年シーズンの100mベスト記録により、上位群5名と下位群5名に群分けした(表1)。

表1 被験者の身体特性

上位群				下位群			
	身長(cm)	体重(kg)	Time(sec)		身長(cm)	体重(kg)	Time(sec)
A	175.8	70.8	11.10	F	163.0	59.2	12.26
B	171.5	59.3	11.27	G	162.8	55.3	12.36
C	176.8	71.3	11.32	H	182.4	62.2	11.99
D	170.7	63.7	11.11	I	173.0	66.6	12.01
E	177.8	63.8	11.22	J	170.6	57.4	11.96
Ave.	174.5	65.8	11.20	Ave.	170.3	60.1	12.12
SD	10.3	26.4	0.009	SD	65.8	19.4	0.032

全ての被験者は参加の際に、研究の趣旨、方法、リスクを説明し、同意を得た。

2. 表面筋電図

測定機器は、多チャンネルテレメーターシステムWEB-7000(日本光電株式会社製)を用いた。対象筋に送信機(ZB-150H)を貼付し、筋電図を測定した。測定した筋電図はバイオリピーターZB-700Hにより受信され、受信機ZR-700Hへ伝播される。受信した信号はパーソナルコンピューター(DELL社製CC-700H)にて分析を行なった。電極貼付にあたり、皮膚の接触抵抗を減らし電極の粘着をよくするために貼付箇所皮膚のアルコール脱脂を行ない、皮膚前処理剤スキンピュア(日本光電社製)を用いて角質の除去を行なった。電極貼付には両面粘着テープとニトリートキネシオロジーテープを用いた。

筋電位測定の対象筋は、寛骨と肋骨の間に存在する脊柱起立筋、広背筋、腹直筋下部、腹直筋上部、外腹斜筋の5筋とし、全ての電極は右半身に貼付した。また、電極はA1・A2・A4・A5・A6の5つを用いた。

本研究では、最大努力での体幹部の背屈動作と

屈曲動作における筋活動をMVC(Maximum Voluntary Contraction)とし、それぞれの試行における筋活動(EMG)がMVCと比較した際の割合(%MVC)によって他者との比較、および試行間の比較をし、競技レベルに違いがあるかを分析した。

$$\%MVC = \frac{EMG}{MVC} \times 100$$

また、振幅計算は整流平滑化(ARV: Average Rectified Value)をして、振幅の絶対値を積分した数値を求めた。

3. 運動課題

①MVCの計測

MVCの計測は体幹部の背屈・屈曲動作の最大随意運動(等尺性筋収縮)を行ない、最大収縮時の筋電図計測をした。体幹部の背屈動作は、うつ伏せの状態を手を首の後ろで組み、最大努力で5秒間身体を反らせ、被験者の身体が浮かないように上から押さえた。体幹部の屈曲動作は、腕を前で組み、膝を90°に曲げた状態から大腿と体幹の角度を110°にし、そこから最大努力で体幹部を屈曲させた。この時被験者の上半身が前方に動かないように後ろから引いた。

②最大努力でのスクワットジャンプ1回(SJ)

スクワットジャンプは、腕の反動は用いずに手を腰に置き、膝関節角度を110°にした状態から最大努力で上方にジャンプをした。この時の筋電図の最大振幅値をARV値として求めた。

③リバウンドジャンプ5回(RJ)

リバウンドジャンプは腕の反動をつけずに手を腰にあてた状態で行なった。また、接地時間を短く高く跳ぶように意識させ5回連続ジャンプさせた。筋電図は、5回ジャンプ中の最大振幅値をARV値として求めた。

④30mクラウチングスタートダッシュ1本(30mSD)

スターティングブロックを用いて、30mのクラウチングスタートダッシュを1本行なった。筋電図測定はスタートしてからゴールまでの間の3秒間のARV値を求め、MVCの3秒間のARV値と比較した。

⑤10m（加速区間）+50m（維持区間）の加速走 1本（加速走）

スタンディングスタートから10mを加速区間とし、50mを維持区間として行なった。筋電図測定は、維持区間の50mのうち20m付近からの3秒間測定し、測定値をARV値として求めMVCの3秒間のARV値と比較した。

①, ②, ③の運動課題は体育館において, ④, ⑤は別日に陸上競技場にてスパイクを履いた状態で行なった。なお, 30mスタートダッシュ前には十分なウォーミングアップを行ない, 15分間の完全レストをした後10m+50mの加速走を行なった。

4. 統計処理

統計処理は, Microsoft office ExcelSP2007を用いて行い, 一対の標本によるt検定を用いて上位群と下位群の2群を比較した。なお, 危険率は5%未満とした。

Ⅲ. 研究結果

1. スクワットジャンプにおける上位群と下位群の比較

スクワットジャンプ時の筋電図のMAX値(EMG)を, 脊柱起立筋・広背筋は背屈動作時の筋電図のMAX値(MVC), 腹直筋上部・外腹斜筋・腹直筋下部は屈曲動作時の筋電図のMAX値(MVC)と比較し, %MVC値を求めた。

脊柱起立筋と腹直筋下部において上位群が有意に高値を示し ($p<0.05$), 脊柱起立筋の平均%MVCは上位群 $77.9 \pm 18.7\%$, 下位群 $43.4 \pm 8.5\%$, および腹直筋下部の平均%MVCは, 上位群 $60.3 \pm 22.6\%$, 下位群 $21.5 \pm 11.1\%$ であった。広背筋の平均%MVCは, 上位群 $49.1 \pm 36.5\%$, 下位群 $28.6 \pm 13.8\%$ であったが, 両者の間には有意差は認められなかった。腹直筋上部の平均%MVCは, 上位群 $31.4 \pm 11.9\%$, 下位群 $41.5 \pm 21.1\%$ であったが, 両者の間に有意差は認められなかった。外腹斜筋の平均%MVCは, 上位群 $44.9 \pm 8.7\%$, 下位群 $41.6 \pm 19.9\%$ であったが, 両者の間に有意差は認められなかった。

2. リバウンドジャンプにおける上位群と下位群の比較

リバウンドジャンプ時の筋電図のMAX値(EMG)を, 脊柱起立筋・広背筋は背屈動作時の筋電図のMAX値(MVC), 腹直筋上部・外腹斜筋・腹直筋下部は屈曲動作時の筋電図のMAX値(MVC)と比較し, %MVC値を求めた。

脊柱起立筋と腹直筋下部において上位群が有意に高値を示し ($p<0.05$), 脊柱起立筋の平均%MVCは上位群 $98.1 \pm 26.0\%$, 下位群 $78.4 \pm 33.0\%$, および腹直筋下部の平均%MVCは上位群 $72.4 \pm 16.2\%$, 下位群 $36.3 \pm 15.1\%$ であった。広背筋の平均%MVCは上位群 $65.8 \pm 9.7\%$, 下位群 $59.1 \pm 64.8\%$ であったが, 両者の間に有意差は認められなかった。腹直筋上部の平均%MVCは上位群 $51.8 \pm 6.8\%$, 下位群 $90.5 \pm 60.0\%$ であったが, 両者の間に有意差は認められなかった。外腹斜筋の平均%MVCは, 上位群 $75.5 \pm 19.3\%$, 下位群 $71.3 \pm 24.6\%$ であったが, 両者の間に有意差は認められなかった。

3. スターティングブロックを使用した30mクラウチングスタートダッシュ(SD)における体幹部筋活動の上位群と下位群の比較

脊柱起立筋・広背筋においては, MVCを体幹背屈動作3秒間のARV値とし, 腹直筋上部・外腹斜筋・腹直筋下部においては, MVCを体幹屈曲動作3秒間のARV値とした。EMGとして30mSDの各部位の3秒間のARV値を求めてそれぞれ比較した。

脊柱起立筋の上位群の平均%MVCは $118.8 \pm 25.0\%$, 下位群の平均%MVCは $106.8 \pm 18.2\%$ であり, 両者の間に有意差は認められなかった。広背筋の上位群の平均%MVCは $98.4 \pm 38.1\%$, 下位群の平均%MVCは $58.3 \pm 27.4\%$ であり, 下位群よりも上位群の%MVC値が高い傾向であったが, 有意差は認められなかった。腹直筋上部の上位群の平均%MVCは $49.9 \pm 12.6\%$, 下位群の平均%MVCは $50.6 \pm 21.2\%$ であり, 上位群よりも下位群の%MVC値が高い傾向であったが, 有意差は認められなかった。外腹斜筋の上位群の平均%MVCは $105.9 \pm 31.0\%$, 下位群の平均%

MVCは $75.1 \pm 25.9\%$ であったが、両者の間には有意差は認められなかった。腹直筋下部の上位群の平均% MVCは $113.1 \pm 64.6\%$ 、下位群の平均% MVCは $63.0 \pm 20.0\%$ であり、両者の間には有意差は認められなかった。

4. 10m (加速区間) + 50m (維持区間) の加速走における上位群と下位群の体幹部筋活動の比較

30mSDと同様に、脊柱起立筋・広背筋においてはMVCを体幹背屈動作3秒間のARV値とし、腹直筋上部・外腹斜筋・腹直筋下部においては、MVCを体幹屈曲動作3秒間のARV値とした。EMGとして維持区間の50mの各部位の3秒間のARV値を求めてそれぞれ比較した。

広背筋の上位群の平均% MVCは $95.1 \pm 39.9\%$ 、下位群の平均% MVCは $63.5 \pm 33.6\%$ であり、両者の間には有意差が認められた ($p < 0.05$)。脊柱起立筋の上位群の平均% MVCは $134.7 \pm 33.6\%$ 、下位群の平均% MVCは $102.3 \pm 6.8\%$ であり、下位群よりも上位群の% MVC値が高い傾向であったが、有意差は認められなかった。腹直筋上部の上位群の平均% MVCは $55.0 \pm 20.0\%$ 、下位群の平均% MVCは $59.6 \pm 30.6\%$ であり、上位群よりも下位群の% MVC値が高い傾向であったが、有意差は認められなかった。外腹斜筋の上位群の平均% MVCは $103.1 \pm 37.6\%$ 、下位群の平均% MVCは $77.9 \pm 22.3\%$ であったが、両者の間に有意差は認められなかった。腹直筋上部の上位群の平均% MVCは $118.5 \pm 66.8\%$ 、下位群の平均% MVCは $55.4 \pm 16.0\%$ であり、下位群よりも上位群の% MVC値が高い傾向であったが、有意差は認められなかった。

表2 各運動課題における対象筋活動の上位群と下位群の比較

	SJ	RJ	30mSD	加速走
脊柱起立筋	$p < 0.05$	$p < 0.05$		$p < 0.1$
広背筋			$p < 0.1$	$p < 0.05$
腹直筋上部				
外腹斜筋				
腹直筋下部	$p < 0.05$	$p < 0.05$		$p < 0.1$

$p < 0.05$: 上位群の%MVCが有意に高値を示す。
 $p < 0.1$: 上位群の%MVCが高い傾向であったが、有意差なし。

IV. 考察

スクワットジャンプでは、脊柱起立筋と腹直筋下部において上位群の平均% MVC値が下位群の平均% MVC値より有意に高い値を示した。静止状態から一気に大きな力を出すため、体幹部においても短い時間で筋収縮させ筋圧を高める能力が必要となる。上位群はその能力が高く、脚が地面を押す瞬間に上体も固定することができているためであると考えられる。また、脊柱起立筋と腹直筋下部は下肢との位置が近く、この部分の筋圧力を高めることで、下肢との動きの連動が効率的になる可能性がある。

リバウンドジャンプはSSC運動の代表的種目であり、SSC能力は短距離走の加速局面においてストライド長やピッチの速さに関係することが報告されている(金谷ほか, 2008)⁵⁾。接地時に短い時間で大きな力を地面に伝える必要がある短距離走にはSSCの能力が重要であるため、SSC運動であるリバウンドジャンプにおける体幹部の筋の活動を上位群と下位群で比較した。その結果、脊柱起立筋と腹直筋下部で上位群の平均% MVCが下位群よりも有意に高い値を示した。スクワットジャンプにおいても脊柱起立筋と腹直筋下部で有意差がみられたことから、上位群は、地面に力を効率よく伝えるため、または接地時の衝撃に耐えるために下肢との位置がより近い体幹下部の筋圧力を高める能力が高い可能性があると考えられる。川端ほか(2008)⁴⁾は、体幹に圧力をかけ安定させることでドロップジャンプの接地時間が短縮することを報告しているが、本研究により上位群のリバウンドジャンプ時の筋圧力が有意に高値であることが示されたため、体幹下部の筋圧力を高めるエクササイズなどにより疾走能力向上へつながる可能性が考えられる。

30mSDでは、広背筋において上位群の% MVC値が下位群よりも高い傾向であった。スタートしてから30m区間は100m走では加速局面にあたり大きな出力が必要となる。原田(2007)⁶⁾は、「スタートから30m付近は腕を大きく振り体全体で推進力を生み出す」ことを示しており、このことは、広背筋は肩甲骨と近い位置に存在しており、

腕を大きく振ると広背筋の活動も活発になるため、上位群は下位群より大きな腕振りをして体全体で推進力を生み出すことができている可能性がある。また、腹直筋上部においては下位群の% MVCが上位群よりも高い傾向であった。これは上半身に力が入りすぎてしまっている可能性あることが原因としてあげられる。上半身に力みが出ると可動域が小さくなってしまい、結果として推進力が小さくなってしまっているのではないだろうか。

30mSDでは脊柱起立筋と腹直筋下部において上位群と下位群の間に有意差はなかった。個人差はあるが、一般的にはスタートしてから30m付近までは加速区間となり、前傾姿勢をとる。石田ほか(2007)⁷⁾は、負荷をかけた場合体幹前傾角度が大きいかほど脊柱起立筋の% MVCは小さくなり、その要因として体幹前傾角度が大きくなることで脊柱は屈曲位となり、筋肉から骨・関節系による支持に移行したことによると報告している。このことから、前傾姿勢をとる加速区間では脊柱起立筋の% MVC値に有意な差がなかったと考えられる。

加速走では、脊柱起立筋・腹直筋下部において上位群の% MVC値が下位群よりも高い傾向であり、広背筋においては上位群の% MVC値が有意に高い値を示した。脊柱起立筋や腹直筋下部は下肢との位置が近いいため、筋圧力を高めて接地時の衝撃に耐える必要がある。伊藤ほか(1998)⁸⁾や阿江ほか(1985)⁹⁾は、100m中間疾走局面において、支持期中の足関節の固定は脚のスウィング速度をより確実に地面に伝達する意味をもち、キック中の膝関節の屈伸が少なければ、股関節の伸展速度と脚全体の後方スウィング速度にそのまま転換するため、股関節の伸展速度と脚全体の後方スウィング速度が一致し、脚の速度は大きなものとなると報告している。したがって、上位群は体幹下部の筋圧力を高める能力が高く、接地時に体が一本の棒のようになることで地面反力を効率的に利用できている可能性が考えられる。広背筋においては、30mSDと同様に腕振りがダイナミックであることが有意差の出た可能性としてあげられる。また、腹直筋上部においては、30mSDと

同様に下位群の% MVC値が上位群よりも高い傾向であったが、これは腹直筋上部が不必要に筋収縮していると考えられ、下位群は体全体を使って推進力を生み出せていない可能性がある。

V. 結論

本研究では、筋電図を用いて上位群と下位群の疾走時における体幹部の筋活動の違いを推定することが目的であった。上位群はスクワットジャンプ、リバウンドジャンプ、そして中間疾走局面の練習として行われる10m+50mの加速走において、体幹部下部に位置する脊柱起立筋と腹直筋下部の筋活動が有意に活発であることが明らかとなった。本研究により、下位群は体幹部の筋圧力を高める能力が低い可能性が示唆された。よって、体幹部の筋圧力を高めることで接地時における足関節や膝関節の屈曲を抑えることにつながり、疾走速度を向上させられる可能性があることが考えられる。

VI. 参考文献

- 1) 横谷智久, 出村慎一, 佐藤敏郎: 生体インピーダンス法による体幹部筋肉量および筋肉率推定値と運動能力の関係. 日本体育学会大会予稿集(63): 211, 2012
- 2) 遠藤俊典, 宮下憲, 尾縣貢: 100m走後半の速度低下に対する下肢関節のキネティック的要因の影響. 体育学研究53(2): 477-490, 2008
- 3) 橋本輝, 前大純郎, 山本正嘉: 一過性の体幹スタビライゼーションエクササイズが垂直跳び, ドロップジャンプ, リバウンドジャンプのパフォーマンスに及ぼす影響. スポーツパフォーマンス研究(3): 71-80, 2011
- 4) 河端将司, 加賀谷善教, 鳥島広: ドロップジャンプ動作中における体幹の筋活動および腹腔内圧の変化. 日本科学(57): 225-234, 2008
- 5) 金谷佳織, 梅林薫: 大学陸上競技選手のプリントパフォーマンスとリバウンドジャンプとの関係. 日本体育学会大会予稿集(59): 192, 2008
- 6) 原田康弘: このトレーニングで速く走れる. 日本文芸社: 2007

- 7) 石田弘, 渡邊進, 田邊良平: 前かがみ姿勢での等尺性引き上げ運動における体幹および股関節伸筋の筋電図学的検討. 理学療法学 34 (3): 74-78: 2007
- 8) 伊藤章, 市川博啓, 斉藤昌久: 100m 中間疾走局面における疾走動作と速度の関係. 体育学研究 43 (5・6): 260-273: 1998
- 9) 阿江通良, 宮下憲, 横井孝志: 世界一流スプリンターの疾走フォームの分析. 日本体育学会大会号 (36): 415, 1985