

疾走能力に関わる筋の形態と機能の左右差

The bilateral difference muscle structure and function related to sprint ability

富田 稔*, 村岡 幸彦*

Minoru TOMITA*, Yukihiro MURAOKA*

推薦評議員：岡田 雅次

Key words; bilateral difference, iEMG, subjective intensity, muscle thickness

I. 緒 言

走運動はスポーツにおいて最も基本的な運動の1つである。疾走中の左右差を見た研究^{6, 7)}では、ピッチとストライドには左右差が見られ、その要因は疾走動作にあり、その動作の改善をする努力が必要であると述べられている。しかし、実際のスプリント走パフォーマンスにおいて筋電図を用いて左右差をみた研究はなく、疾走動作のもとである筋活動にも左右差が生じるのかについては未だ分かっていない。

そこで本研究では疾走速度と筋放電量との関係を再検討するとともに、疾走速度と筋放電量の左右差について明らかにすることを目的とした。また、下肢の筋形態の左右差についても明らかにし、今後のトレーニングに役立つ知見を得ようとした。

II. 方 法

1. 被験者

被験者は、大学陸上競技部に所属し短距離種目

(100m - 400m) を専門としている男子スプリンター11名(年齢 19.7 ± 1.3 歳、身長 170.9 ± 4.0 cm、体重 61.5 ± 4.8 kg、体脂肪 $8.4 \pm 1.3\%$ 、100m最高記録 11.04 ± 0.4 秒)をスプリンター群とした。また、陸上競技に携わっていないスポーツ経験のある7名(年齢 24.4 ± 1.4 歳、身長 174.6 ± 6.7 cm、体重 72.4 ± 13.5 kg、体脂肪 $20.7 \pm 4.5\%$)をコントロール群とした。

2. 疾走速度の測定

疾走速度の測定はアップシューズでスタンディングスタートから行われた100m走のスプリントタイム(手動計時)から算出された速度(m/s)を用いた。試技は3本とし、主観的強度50%、80%、100%の順で行った。100%走では10m毎のラップタイムを計測し、その際10m毎に測定員を1人立たせ、被験者が通過したと同時に腕を振り下ろさせた。また、50m地点のバックストレートにビデオカメラを1台設置し、スタート時の雷管の煙と10m毎に立っている測定員の腕の振り下ろしおよび、被験者が映るようにビデオ撮影を行った。

* 国士舘大学大学院スポーツシステム研究科 (Graduate school of sport system, kokushikan University)

3. 筋電図積分値の測定

両脚の大腿直筋・外側広筋・大腿二頭筋・大殿筋の筋電図を、双極表面電極を筋腹中央に貼付し、携帯型筋電計（Mega Electronics社製 MUSCLE TESTER ME-3000P）により導出した。その際、腰につけた送信機までのケーブルは疾走動作によって動かないように身体に固定した。また、抵抗値は30Ω以下とした。100m全力疾走および被験者の主観的強度50%、80%の疾走における筋放電量を測定し、それを筋電図積分値で示し、左右毎に単位時間当たりの積分値（iEMG）で表した。

4. 筋厚の測定

筋厚の測定は、超音波Bモード法による超音波診断装置（ALOKA社製 ECHOCAMERA SSD-500）を用いて行った。計測時の超音波発振周波数は5MHzで、各被検筋の筋腹中央を立位姿勢で測定した。なお、本研究に用いた超音波画像では大腿二頭筋、半腱様筋、半膜様筋を分別するのが困難だったため、それらをハムストリングスとして評価した。

5. データ処理

筋電計のサンプリング周波数は1000Hzであった。筋電計によりメモリーされたデータをその場でパソコンにダウンロードし、その後、解析ソフトME3000 Professional V1.4（Mega Electronics社製）により時間積分した。その他の分析は、表計算ソフトEXCEL（Microsoft社）で行った。また、撮影されたビデオ映像から、腕の振り下ろしに合わせてストップウォッチで10mのラップタイムを計測した。

6. 統計処理

統計量はすべて平均値±標準偏差で示した。疾走速度とiEMGの関係についてはピアソンの相関関係を用いた。平均値の差の検定にはt検定を用い危険率は5%未満とした。

Ⅲ. 結果および考察

1. 主観的強度増加に伴うiEMGの変化（Fig.1）

スプリンター群では左右各筋ともに主観的強度が増加するにつれてiEMGも増加していった。しかし、コントロール群では右の大腿直筋の主観的強度50%–80%間、左の外側広筋の80%–100%間、大腿二頭筋の50%–80%間でiEMGは減少していた。この結果から、本研究は加速されるに従って放電量の増加がみられたという先行研究^{2, 5)}の結果を支持しているといえる。また、星川ら³⁾の疾走速度の低い段階では速度の増加分は主に歩幅（ストライド）の増加分によって補われ、疾走速度が増加するにつれて歩数（ピッチ）の増加分

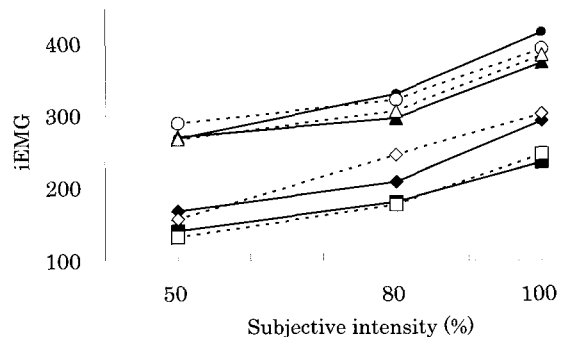


Fig.1 Changes of iEMG with subjective intensity increase in sprinters, ◆: m.rectus femoris, ■: m.vastus lateralis, ●: m.biceps femoris, ▲: m.gluteus maximus. Black:right, White:left.

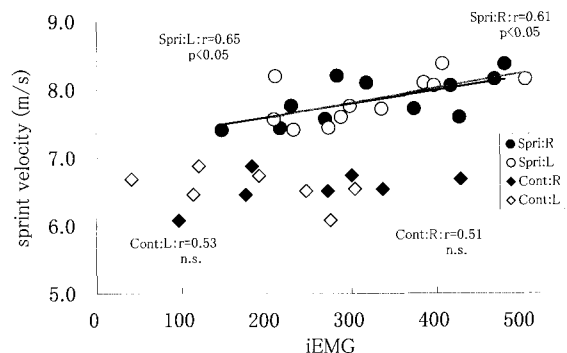


Fig.2 Relationship between sprint velocity and iEMG in 80% subjective intensity in m.biceps femoris.

によって補われるという報告から、主観的強度50%という低速では走速度はピッチとストライドに依存し、走速度が上がるにつれてピッチに依存する割合が高いと考えられ、筋放電量すなわちiEMGは主にピッチの増加に比例すると考えられる。

2. 疾走速度とiEMGの関係 (Fig. 2)

スプリンター群では主観的強度80%において多くの筋に相関関係がみられた。これは、主観的強度100%が太田ら⁸⁾の報告から「力み」によって疾走動作を抑制する可能性があることから、80%という心理的余裕のある強度の方に相関関係が見られたのではないかと考えられる。

3. iEMGの左右差 (Fig. 3)

スプリンター群においては、全ての項目(主観的強度50%・80%・100%)で認められなかった。コントロール群においては、全力疾走中の外側広筋のみに左右差が見られた。

4. 筋厚の左右差 (Fig. 4)

コントロール群において大殿筋のみ見られた。三好⁶⁾や尾縣ら⁷⁾は速度、ピッチ、ストライドを左右脚別に測定し、左右差が認められ、ここでも疾走速度はピッチに依存していると述べている。これらの報告から、ピッチに左右差が認められたということが考えられ、本研究のiEMGに左右差がみられる可能性もあった。しかし、スプリンター群においてどの強度にも左右差が全く見られなかったことは、本被験者の筋活動のバランスが優れていたためであると考えられる。一方、本被験者のコントロール群が過去に陸上短距離のような直線的で左右対称の動作が少ない競技である球技スポーツや格技の経験者がほとんどだったことを考慮すると、そのスポーツ経験による筋の発達や機能から、直線的な短距

離走において左右差がみられたのではないかと考えられる。

5. 左右脚のiEMG (Fig. 5)

疾走中の筋活動様式をみた研究^{1, 4)}では、股関

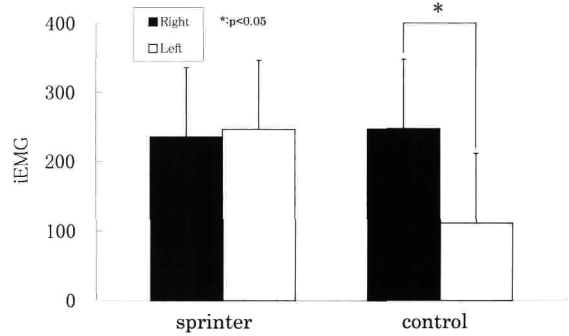


Fig.3 Bilateral differences of iEMG 100% subjective intensity in m.vastus lateralis.

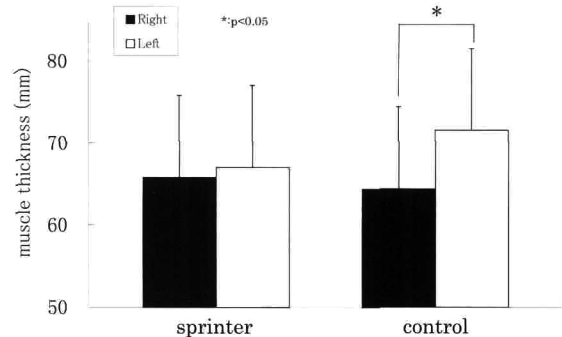


Fig.4 Bilateral differences of muscle thickness in m.gluteus maximus.

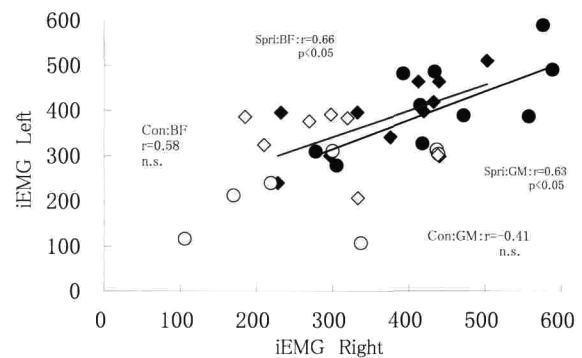


Fig.5 Relationship between both legs of iEMG at subjective intensity 100% in m.biceps femoris (●BF) and m.gluteus maximus (◆GM). Black:sprinter, White:control.

節伸筋群は大腿二頭筋と大殿筋であるとされており、これらの報告を考慮すると、スプリント走パフォーマンスには大腿二頭筋および大殿筋が重要であると思われる。全ての強度においてこの2つの筋に相関関係が見られたスプリンター群は、疾走動作における筋力発揮が左右バランス良くなされていたといえる。一方、コントロール群で相関関係が見られなかったことは、大腿二頭筋や大殿筋の左右の筋力発揮にばらつきがあったためであり、それは疾走動作の未熟によるものであると考えられる。

以上のことから疾走速度とiEMGの関係を確認することができ、疾走能力の高いスプリンター群では下肢の筋形態や筋電図から見た筋機能や筋厚において左右差が見られなかったことから、疾走能力に関わる筋の機能や形態のバランス能力がコントロール群より優れていると考えられた。

参考文献

- 01) 馬場宗豪ほか：短距離走の筋活動様式．体育学研究 45：186-200, 2000.
- 02) 後藤幸弘ほか：走の筋電図的研究－各種走速度における筋電図－.大阪市大保健体育学研究紀要 11：55-68, 1975.
- 03) 星川 保ほか：歩及び走における歩幅と歩数に関する研究－各種速度における歩巾と歩数の関係－.体育学研究16：157-162, 1971.
- 04) 伊藤 章ほか：スタートダッシュにおける下肢関節のピークトルクとピークパワー、および筋放電のパターン．体育学研究42：71-83, 1997.
- 05) 松下健二ほか：走の筋電図的研究．体育学研究 19：147-156, 1974.
- 06) 三好基治：脚の長さの左右差と脊柱側湾．陸上競技紀要 1：35-46, 1988.
- 07) 尾縣 貢ほか：疾走中の脚動作の左右差がピッチ、ストライドの左右差に及ぼす影響．陸上競技紀要 3：2-6, 1990.
- 08) 太田 涼ほか：短距離走における主観的強度と客観的強度の対応関係に関する研究．陸上競技研究 第32巻：2-14, 1998.