

トレーニング期前後の スプリントパフォーマンス向上に伴う筋の形態的特徴の変化

国立スポーツ 吉本隆哉
科学センター
(共同研究者) 同 高橋英幸
明治学院大学 杉崎範英
城西大学 千葉佳裕

Change of Muscularity by Improvement of Sprint Performances Before and After Training Period

by

Takaya Yoshimoto, Hideyuki Takahashi

Japan Institute of Sports Sciences

Norihide Sugisaki

Meiji Gakuin University

Yoshihiro Chiba

Josai University

ABSTRACT

This study aimed to clarify which musculature characteristics is directly related with improvement of sprint performance by examining trunk and lower extremity muscle cross-sectional area change before and after training period. Twelve collegiate male sprinters and hurdlers took part in this study (age 20.4 ± 0.5 yrs, height 172.3 ± 4.5 cm, body mass 64.7 ± 5.9 kg). Cross-sectional images from the origin to insertion of 21 trunk and lowerlimb muscles were obtained with via magnetic resonance imaging (MRI). The absolute cross-sectional areas of each muscle were calculated as

indices of muscularity using images. The participants performed two 60-m maximal sprint on a synthetic surface track wearing spiked shoes. After experiment, they were divided two groups, one is V+ group (the participants of this group improved maximal sprint velocity of 60-m sprints), the other is V- group (The others decreased that). We focused the difference of muscle cross-sectional areas change before and after training session between V+ group and V- group, and explored which skeletal muscle was related with sprint performances. Significant simple correlation with maximal sprint velocity was found for 13 muscularity indices (abdominal oblique and transverse abdominal, psoas major, erector spinae, gluteus maximus, gluteus medius and minimus, vastus lateralis, vastus intermedius, vastus medialis, sartorius, biceps femoris, semitendinous, semimembranosus and gracilis). On the other hands, change value of psoas major, erector spinae, gluteus maximus and semitendinous before and after training session is significantly different between V+ group and V- group. These findings suggest that muscularity indices of psoas major, erector spinae, gluteus maximus and semitendinous play a significant role in sprint performance.

要 旨

本研究は、体幹部および下肢筋群の筋横断面積の変化を検討することで、スプリント能力の変化と筋の形態的特徴の対応を明らかにすることを目的とした。被検者は大学男子陸上競技短距離およびハードル選手 12 名（年齢 20.4 ± 0.5 歳、身長 172.3 ± 4.5 cm、体重 64.7 ± 5.9 kg）とした。トレーニング期の前後において、核磁気共鳴画像法 (MRI 法) を用いて、体幹および下肢の横断画像を撮像し、それらの画像から各筋の筋横断面積を算出した。加えて、被検者には陸上競技実験場においてスパイクを着用させたうえで、60m の全力走を 2 本行わせた。トレーニング期の前後で、疾走速度が向上した被検者を V+ 群、減少した被検者を V- 群に振り分け、両群の筋横断面積の変化からスプリント能力に関与する骨格筋を探索することとした。その結果、最大疾走速度と 13 筋（外側腹筋群、大腰筋、脊柱起立筋、大臀筋、中・小臀筋、外側広筋、中間広筋、内側広筋、縫工筋、大

腿二頭筋、半腱様筋、半膜様筋および薄筋）との間に有意な相関関係が認められた一方、トレーニング期前後の大腰筋、脊柱起立筋、大臀筋および半腱様筋の変化量のみ、V+ 群と V- 群で有意な差が認められた。以上のことから、大腰筋、脊柱起立筋、大臀筋および半腱様筋がスプリント能力に重要な役割を持つことが示唆された。

緒 言

陸上競技短距離走選手の身体的特徴を明らかにした研究は数多く行われている (Costill et al., 1976¹⁾; 秋間ら, 1995²⁾; Slawinski et al., 2010³⁾). その中で Slawinski et al. (2010)³⁾ は、10 秒前半にある選手が 11 秒前半にある選手と比較して身長に有意な差はない一方、体重が 10kg 以上重いことを示している。また、Kumagai et al. (2000)⁴⁾ は 10 秒台選手と 11 秒台選手では身長および体重に有意な差がみられない一方、体脂肪率に有意な差がみられたことを明らかにしている。このように、先行研究間で身体的特徴に違いはみられるも

の、高い疾走能力を有する選手は身体が特異的に変化している。疾走動作は筋収縮によって関節運動を繰り返すが、より高いスプリントパフォーマンスを有する選手ほど1歩毎に発揮する関節トルクが大きく、それによって高い推進力を獲得していると考えられる(阿江ら, 1986)⁵⁾。つまり、より素早く疾走するためには、その原動力となる筋を効果的、効率的に活動させる必要があり、そのためには疾走動作に寄与する下肢筋群を特定し、改善することが必要不可欠となる。

筋の形態的特徴を明らかにする代表的な取り組みとして、超音波法を用いた筋厚の評価が実施されている(Abe et al., 1994, 2000)^{6,7)}。短距離選手の特徴を明らかにした報告(Kumagai et al., 2000)⁴⁾によると、転子点を100%、大腿骨の遠位端を0%と定義し、30%、50%および70%位置の大腿前後部の筋厚を検討したところ、大腿前部では30%位置の、大腿後部では50%位置の筋厚が11秒台選手と比較して10秒台選手の方が厚いことが示されている。このことは、高い疾走速度を獲得する選手の特徴として、大腿前後部の筋が特異的に肥大していると考えられる。さらに、近年ではより包括的に筋の形態的特徴を把握するため、核磁気共鳴画像法(Magnetic Resonance Imaging, MRI法)を用いた筋横断面積を評価する取り組みが行われている。MRI法は、超音波法とは異なり、10分程度の撮影で、多くの筋を評価することが可能となる。そのようなことから、部位間差などの詳細な検討を実施した研究がいくつか報告されている(狩野ら, 1997; Hoshikawa et al., 2006)⁸⁾。この手法を用いて、短距離選手の大腿部の筋横断面積の特徴を明らかにした研究では、100m走の自己記録と前述の定義における70%位置における内転筋群およびハムストリングスの筋横断面積との間には有意な相関関係が認められており、大腿近位部における両筋の肥大がスプリントパフォーマンスに貢献することを示唆し

ている。さらに、筋の形態的特徴をより詳細に把握できる筋体積を評価した Sugisaki et al. (2017)⁹⁾は、100m走のシーズン記録が大腰筋、大臀筋、中臀筋および小臀筋、ハムストリングスの筋体積と有意な相関関係がある一方、重回帰分析では臀筋群と大腿四頭筋の比が選択されたことを示している。これは、臀筋群が大きく、大腿四頭筋が小さい筋形態を有する選手ほどスプリントパフォーマンスが高いことを示しており、そのような形態を保持することの重要性を示唆している。

しかしながら、上記の研究はすべて横断的な手法を用いてスプリントパフォーマンスと筋の形態的特徴との関係を明らかにしたものであり、実際に前述したような筋の変化が疾走能力を向上させるか否かという因果関係を明らかにした研究はない。陸上競技短距離走現場では、11月から3月を鍛錬期(トレーニング期)と位置づけ、疾走能力の向上を目指したさまざまなトレーニングが実施されている。その取り組みによって、疾走能力が改善する選手がみられる一方、改善しない選手もしばしば存在する。このことは、トレーニング期に疾走能力の向上に適した筋形態になるような取り組みを遂行できなかった可能性が示唆されるが、疾走能力が改善した選手、しなかった選手が、どのような筋に変化がみられた、みられなかったのかを明らかにした研究はない。トレーニング期の前後で疾走能力の変化に伴い、どのように筋が変化した、もしくはしなかったのかを明らかにすることができれば、疾走能力の向上に直接的に寄与する筋を特定できると考えられる。

そこで本研究は、スプリントパフォーマンスの向上を目的とした取り組みを実施した選手を対象に、トレーニング期(11月~3月)前後の筋の形態的特徴を明らかにすることで、疾走能力の向上に寄与する骨格筋群を究明することを目的とした。

1. 研究方法・実験方法・調査方法

1. 1 被検者

被検者は、100 m 走, 200m 走, 400m 走, 110m ハードルおよび 400m ハードルを専門とする大学男子陸上競技短距離・ハードル選手 12 名 (年齢 20.4 ± 0.5 歳, 身長 171.3 ± 4.5 cm, 体重 63.8 ± 5.9 kg) であった。いずれの被検者も上肢あるいは下肢に障害を有しておらず、筋機能に影響を与えるような薬を服用していなかった。本研究では、トレーニング期の前後で最大疾走速度が向上した群を V+ 群, 向上しなかった群を V- 群とした。

本実験は、事前に国立スポーツ科学センター倫理委員会の承認を得たうえで行った。測定の実施に先立ち、被検者には、本研究の目的および実験への参加に伴う危険性について十分な説明を行い、実験参加の同意を書面で得た。被検者は、週 5 日以上の上のトレーニングを実施していた。

1. 2 実験プロトコル

本研究では、陸上競技の鍛錬期前後にあたる 11 月 (事前測定: Pre) および 3 月 (事後測定: Post) に測定を実施し、それらの時期における形態、身体組成、体幹部、骨盤部および大腿部の筋横断面積、スプリントパフォーマンスを計測した。

1. 3 測定項目

1. 3. 1 形態および身体組成

身長は、全自動身長体重計 (AD-6228A, エー・アンド・デイ) を用いて 0.1cm および 0.1kg 単位で計測した。

身体組成は、生体電気インピーダンス法式の体成分分析装置 (Inbody 770, Inbody) で測定し、体重、体脂肪率、脂肪量および除脂肪体重を計測した。また、身長および体重から Body mass index (BMI, 体重/身長²) を算出した。

1. 3. 2 体幹部、骨盤部および大腿部の筋横断面積

体幹部、骨盤部および大腿部の筋横断面積の測定には、MRI 法を用いた。3.0 T の MRI 装置 (Magnetom skyra, シーメンス社製) により、骨盤上端直上部 (ヤコビー線)、骨盤部 (転子点位置)、大腿部 (転子点から膝皺点の長さを 100% とした場合の 50% 位置) における T1 強調画像を取得した。撮像はボディコイルを用いて行い、撮像シーケンスはグラディエントエコー法であった。撮像条件は、繰り返し時間 98ms, エコー時間 4.28ms, 撮像領域 380×380 mm, マトリクス 256×256 , フィリップ角 75deg, 積算 1 回, スライス厚 10mm であった。撮像においては、被検者には伏臥位で安静状態を維持させた。体幹部および骨盤部の撮像中は呼吸によるアーチファクトを除去するため、撮像中 24 秒間は息を止めるように指示した。

取得した MRI 横断画像を解析用パソコンに転送し、解析ソフト (ISIS, HITACHI 社製) を用いて、体幹部では腹直筋、外側腹筋群 (外腹斜筋・内腹斜筋・腹横筋)、大腰筋、腰方形筋、脊柱起立筋を、骨盤部では大臀筋、中臀筋、小臀筋、大腿部では大腿直筋、外側広筋、中間広筋、内側広筋、大腿二頭筋 (短頭および長頭)、半腱様筋、半膜様筋、内転筋群 (大内転筋、長内転筋)、薄筋における各筋の筋横断面積を算出した。本研究では、筋群毎に両脚を合算した値を採用した。

1. 3. 3 疾走能力

短距離選手には、屋内の陸上競技場にてクラウチングスタートから 60m 走を実施させた。測定の実施に先立ち、被検者毎に全力疾走できるよう、競技会を模した 1 時間のウォーミングアップを行わせた。

疾走速度は、レーザー速度計 (LDM301S, フォーアシスト社製) を用いて 100Hz でパーソナルコンピュータに取り込んだ。レーザー速度計は、被検者から後方 10m に配置し、背部にレーザー

を照射することで位置座標を計測した。取り込んだデータを、専用の解析ソフト（FARSD, フォーアシスト社製）によって1Hzのローパスフィルター（4次のバターワース型）で平滑化し、60m走における最大疾走速度を算出した。

疾走回数は2回とし、最高値を採用した。2回の試行における最大疾走速度の差は5%以内であった。

2. 統計処理

各測定値の基本統計量は、平均値 ± 標準偏差 (SD) で表した。横断的調査として、最大疾走速度と形態、身体組成、体幹部・骨盤部および大腿部の筋横断面積との関係を明らかにするために、ピアソンの積率相関係数 (r) を算出した。また、上記の測定項目について t 検定を用いて V+ 群および V- 群の群間比較を行った。

すべての統計処理は統計処理ソフト (IBM SPSS Statistics 20, IBM) で行った。危険率5%未満をもって統計的に有意とした。

3. 研究結果・実験結果・調査結果

V+ 群および V- 群における形態、身体組成、体幹部・骨盤部および大腿部の筋横断面積を表1に示した。内転筋群を除くすべての項目で、両群間に有意な差は認められなかった。

トレーニング期間前後における60m走の最大疾走速度を図1に示した。Pre および Post 測定における V+ 群の最大疾走速度は、それぞれ 9.79 ± 0.38m/s, 9.97 ± 0.34m/s, V- 群の最大疾走速度は、それぞれ 9.80 ± 0.57m/s, 9.64 ± 0.51m/s であった。Pre 測定時における両群間の最大疾走速度に有意な差は認められなかった (P<0.05)。

Pre 測定時における最大疾走速度と各測定変数との関係を表2に示した。最大疾走速度は、BMI, 除脂肪体重, 外側腹筋群, 大腰筋, 脊柱起立筋, 大臀筋, 中臀筋・小臀筋外側広筋, 中間広筋, 内側広筋, 縫工筋, 大腿二頭筋, 半腱様筋, 半膜様筋および薄筋と有意な正の相関関係を示し (r=0.649 ~ 0.759, P<0.05), 体脂肪率は有意な負

表1 Physical characteristics in the sprinters and hurdlers

	V+group		V- group	
	Pre	Post	Pre	Post
Body height, cm	173.8 (4.9)	174.2 (5.3)	170.8 (3.8)	170.7 (3.7)
Body mass, kg	67.9 (4.0)	69.2 (5.2)	61.5 (6.0)	62.7 (6.7)
Body mass index, kg/m ²	22.4 (0.6)	22.8 (0.9)	21.1 (1.9)	21.5 (2.0)
Percent body fat, %	12.0 (3.6)	11.6 (2.4)	9.4 (2.6)	9.2 (2.6)
Fat mass, kg	8.0 (2.1)	8.0 (1.4)	5.7 (1.3)	5.7 (1.6)
Free fat mass, kg	59.8 (5.5)	61.3 (5.8)	55.8 (6.6)	57.0 (6.8)
<i>Muscle cross-sectional area, cm²</i>				
rectus abdominis	18.6 (3.4)	18.3 (2.2)	14.8 (2.8)	14.9 (2.5)
abdominal oblique and transverse abdominal	57.3 (6.9)	60.0 (6.9)	51.0 (9.5)	53.2 (9.9)
Psoas major	46.4 (9.0)	48.0 (9.0)	41.5 (8.7)	40.1 (7.0)
quadratus lumborum	16.3 (1.7)	16.5 (1.4)	16.2 (2.2)	17.5 (2.5)
erector spinae	63.0 (7.3)	66.4 (7.4)	56.9 (10.5)	57.5 (11.0)
gluteus maximus	140.5 (8.6)	147.8 (10.3)	127.4 (19.7)	127.1 (18.8)
gluteus medius and minimus	33.9 (9.0)	33.8 (10.8)	28.5 (5.0)	26.3 (10.1)
rectus femoris	21.2 (2.5)	22.3 (2.9)	20.2 (2.6)	20.1 (2.7)
vastus lateralis	53.8 (5.6)	54.2 (6.8)	53.1 (4.3)	54.0 (5.6)
vastus intermedius	51.0 (4.6)	52.5 (6.8)	50.1 (7.4)	49.1 (7.5)
vastus medialis	36.0 (5.0)	37.8 (7.4)	35.5 (7.5)	34.7 (5.8)
sartorius	9.3 (2.2)	9.9 (2.4)	8.4 (1.8)	8.6 (1.1)
biceps femoris	34.7 (5.1)	35.7 (4.8)	34.2 (7.3)	34.8 (7.2)
semitendinosus	29.3 (3.9)	31.3 (4.2)	26.6 (3.9)	26.7 (3.5)
semimembranosus	21.1 (3.9)	22.4 (5.6)	21.3 (6.4)	20.5 (6.2)
adductor	75.5* (13.1)	78.4 (14.4)	57.9 (13.8)	60.8 (12.6)
gracilis	15.3 (2.8)	15.5 (3.0)	13.1 (2.0)	13.4 (2.0)

*p<0.05

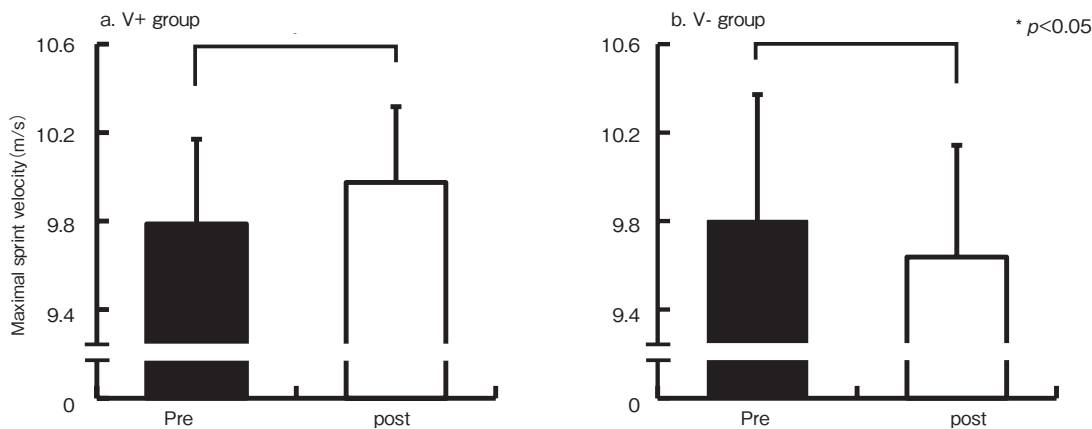


図1 Maximal sprint velocity before and after training period

表2 Correlation coefficients between maximal sprint velocity and each measured variables

Maximal sprint velocity	
Body height, cm	0.012
Body mass, kg	0.485
Body mass index, kg/m ²	0.718*
Percent body fat, %	-0.562*
Fat mass, kg	-0.441
Free fat mass, kg	0.599*
Muscle cross-sectional area, cm²	
rectus abdominis	0.481
abdominal oblique and transverse abdominal	0.749*
Psoas major	0.649*
quadratus lumborum	0.425
erector spinae	0.637*
gluteus maximus	0.749*
gluteus medius and minimus	0.562*
rectus femoris	0.069
vastus lateralis	0.738*
vastus intermedius	0.688*
vastus medialis	0.693*
sartorius	0.79*
biceps femoris	0.649*
semitendinosus	0.623*
semimembranosus	0.698*
adductor	0.497
gracilis	0.622*

* $p < 0.05$

の相関関係を示した ($r = -0.562$, $P < 0.05$).

V+ 群および V- 群におけるトレーニング期前後の最大疾走速度、形態、身体組成、体幹部・骨盤部および大腿部の筋横断面積の変化量において、両群間に有意な差が認められた項目を図2に示した。大腰筋、脊柱起立筋、大臀筋および半腱様筋の筋横断面積の変化量において、両群間に有意な差が認められた。

4. 考 察

本研究の被検者における Pre 測定時の最大疾走速度は、V+ 群において $9.79 \pm 0.38 \text{ m/s}$ ($9.22 - 10.22 \text{ m/s}$)、V- 群において $9.80 \pm 0.57 \text{ m/s}$ ($9.21 - 10.56 \text{ m/s}$) であった。これらの速度を最大疾走速度から 100m 走の記録を予測する回帰式 (松尾ら, 2010)¹⁰⁾ に代入すると、V+ 群で 11.32 s ($11.02 \text{ s} - 11.72 \text{ s}$)、V- 群で 11.31 s ($10.78 \text{ s} - 11.73 \text{ s}$) となる。松尾ら (2010)¹⁰⁾ の式は、競技会での記録から回帰式を算出しており、本研究は屋内の陸上競技実験場で 60m 走の計測を実施したことから、100m 走タイムが 0.1 秒から 0.2 秒程度遅くなることが予想される (土江, 2011)¹¹⁾。したがって、本研究の被検者は 100m 走を 10.5s から 11.5s 付近で疾走する選手を対象としたといえる。

本研究では、まず横断的な手法を用いて 100m 走のパフォーマンスの定量指標となる最大疾走速度と形態、身体組成および体幹部・骨盤部および大腿部の筋横断面積との関係を明らかにした。その結果、身体組成では BMI および除脂肪体重において最大疾走速度と有意な正の相関関係が、体脂肪率において有意な負の相関関係が認められた。これまで、BMI に着目した Sedeaud (2014)¹²⁾ は、トラック種目の中で、走行距離が短い競技ほど BMI が高く、距離が長くなればなるほど

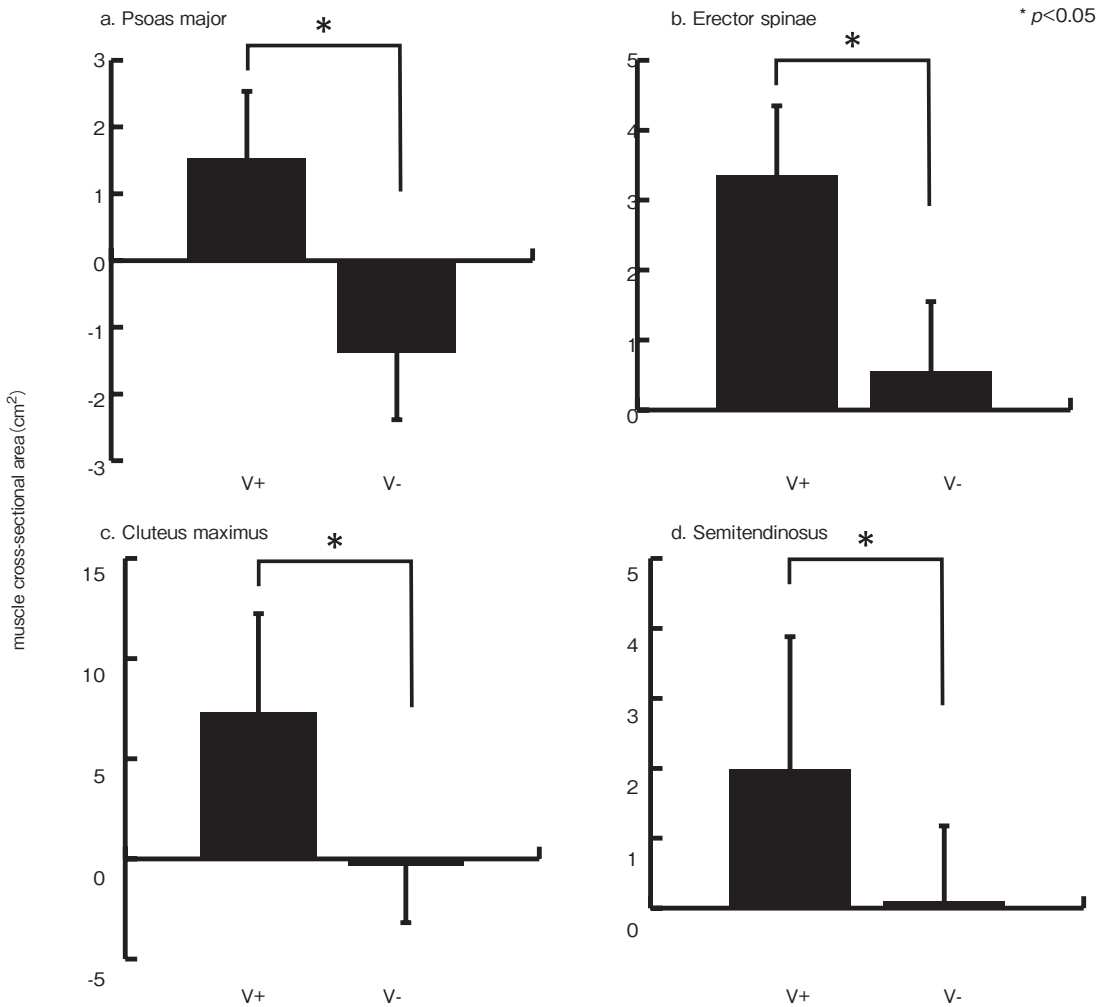


図2 Change value of muscle cross-sectional area of psoas major, erector spinae, gluteus maximus and semitendinosus before and after training period

低くなることを明らかにしている。競技選手における BMI は、身体の有する除脂肪量を強く反映し、筋力やパワー発揮能力との関連が強い（金久ら, 2002）¹³⁾。このような結果が得られる要因として、例えば短距離走では単発的もしくは反復的なパワー発揮が重要な要素となる一方（山本ら, 1992¹⁴⁾；吉本ら, 2015）¹⁵⁾、長距離走では筋に持続的な力発揮が求められることが挙げられる。本研究の結果から、短距離走・ハードル走を専門とする集団内であっても、高い筋出力を発揮するために大きい除脂肪体重が重要な要素となり、スプリント能力の高い者ほど身体の有する筋量が多

いと示唆される。また、体脂肪率は最大疾走速度と有意な負の相関関係が認められた。Kumagai et al. (2000)⁶⁾ は、100m 走において 10 秒台にある選手 (10.00s - 10.90s) の方が 11 秒台選手 (11.00s - 11.70s) より体脂肪率が有意に低かったことを示している。短距離疾走能力は高い出力で素早く筋発揮を繰り返す反復的なパワーパフォーマンスの決定要因の一つとなり、体重に対して発揮できるパワーが高めることが求められる（山本ら, 1992）¹⁴⁾。体脂肪は組織そのものが力を発揮しないことから、体重あたりのパワー発揮が求められるスプリント動作には負の影響を与えると思

定され、身体に有する体脂肪率の割合が低い者ほど疾走速度が高いことは妥当であるといえる。

最大疾走速度と体幹部・骨盤部および大腿部の筋横断面積との関係について検討した結果、体幹部では大腰筋、脊柱起立筋が、骨盤部では大臀筋、中臀筋・小臀筋が、大腿部では外側広筋、中間広筋、内側広筋、縫工筋、大腿二頭筋、半腱様筋、半膜様筋および薄筋が最大疾走速度と有意な正の相関関係を示した。一方で、V+群とV-群の上記筋群の筋横断面積について概観すると、大腰筋、脊柱起立筋、大臀筋および半腱様筋の変化量において両群間で有意な差が認められた。このことは、スプリント能力の高い者の特徴を明示した従来の横断的研究(狩野ら, 1997¹⁶⁾; Hoshikawa et al., 2006⁸⁾; Sugisaki et al., 2017)⁹⁾に加え、スプリント能力の向上や低下に伴って変化する、もしくははしない筋群を明らかにした初めての知見となり、より効果的・効率的にトレーニングプログラムを遂行するうえで重要な基礎資料となる。

スプリント動作において、脊柱起立筋は筋収縮を繰り返すような動きを伴わず、むしろアイソメトリックな力発揮が求められると想定される。疾走中に体幹部の筋においてアイソメトリックな筋収縮を行うことは、体幹の維持・安定に寄与するものと推察され、高い疾走速度を獲得する者ほど、体幹を安定するためにより大きな力が必要となる。そのような動作は、脊柱起立筋によって遂行されている可能性があり、結果的に疾走速度の増大・減少に伴ってそれらの筋群が肥大・萎縮するものと推察される。また、大腰筋は主に股関節屈曲に関与し(馬場ら, 2000)¹⁷⁾、疾走能力に強く影響することが報告されている(Copaver et al., 2012)¹⁸⁾。本研究において、V+群とV-群の大腰筋の変化量は有意な違いが認められた。疾走中における大腰筋は脚の後方からの引き付けに重要な役割を持ち、高い疾走速度を獲得するためには、より素早く大きな力で股関節の屈曲を繰り返す必

要がある。したがって、スプリント能力が向上した群において大腰筋が肥大し、減少した群では萎縮がみられたことは、股関節の屈曲に寄与する大腰筋の改善が疾走速度の獲得に直接的に関与することを示唆している。

これまで、下肢筋群の筋体積と100m走のシーズン記録との関連について明らかにした先行知見(Sugisaki et al., 2017)⁹⁾によると、スプリント能力には大臀筋と大腿四頭筋の比が影響し、大きい大臀筋に対して小さな大腿四頭筋を有する選手ほど疾走能力が高いことが示されている。本研究の結果でも、V+群とV-群における大臀筋の変化量には有意な違いが認められたことから、大臀筋による力発揮の増大は疾走能力の向上に直接的に寄与することが窺える。大臀筋は、遊脚期の後半から支持期中盤において活動し(Simonsen et al., 1985¹⁹⁾; Morin et al., 2015)²⁰⁾、推進方向の地面反力の発揮に貢献する(Belli et al., 2002)²¹⁾。推進方向の地面反力の向上は、疾走速度の増大に寄与する(Nagahara et al., 2018)²²⁾ことから、その発揮に貢献する大臀筋において、V+群で肥大し、V-群で萎縮したことは妥当であると考えられる。

本研究では、トレーニング期前後におけるV+群とV-群の半腱様筋の変化量には有意な差が認められた。半腱様筋はスプリント走で重要とされるハムストリングスを構成する筋の一つであり、遊脚期後半(支持期直前)においてそれらの筋群の筋活動が高い者ほど、疾走速度の規定要因となる推進方向の地面反力を大きく獲得できるとされている(Morin et al., 2015)²⁰⁾。一方で、本研究ではハムストリングスを構成する残り2つ筋(大腿二頭筋および半膜様筋)において、V+群とV-群の変化の間に有意な違いがみられなかった。このことは、ハムストリングスを構成する筋の中でも、特に半腱様筋が疾走速度に重要な役割を担うことを示唆している。つまり、疾走能力に関連するハムストリングスを1つの筋群として捉えるの

みではなく、各筋それぞれの変化に着目することもトレーニングプログラムの立案に役立つと考えられる。

5. 結 論

スプリントパフォーマンスの向上を目的とした取り組みを実施した選手を対象に、トレーニング期(11月～3月)前後の筋の形態的特徴を明らかにすることで、疾走能力の向上に寄与する骨格筋群を究明することを目的とした。スプリント能力が向上した群と減少した群に分け、トレーニング期前後の筋横断面積の変化を検討した結果、大腰筋、脊柱起立筋、大臀筋および半腱様筋において、スプリント能力が向上した群が減少した群と比較して有意に肥大していた。以上のことから、大腰筋、脊柱起立筋、大臀筋および半腱様筋がスプリント能力において重要な役割を持つことが示唆された。

謝 辞

本研究を遂行し、このような形で発表することができたのは、公益財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団のご助力があってこそです。本当にありがとうございました。また、国立スポーツ科学センターの大西貴弘先生、大沼勇人研究員、谷中拓哉研究員、そして天理大学の岩山海渡先生に多くのお力添えを頂きました。心から感謝いたします。

文 献

- 1) Costill D.L., Daniels J., Evans W., Fink W., Krahenbuhl G., Saltin B., Skeletal muscle enzymes and fiber composition in male and female track athletes, *J. Appl. Physiol.*, **40**:149-54(1976)
- 2) 秋間広, 久野譜也, 高橋英幸, 下條仁士, 勝田茂, 異なる部位における大腿四頭筋の各筋頭の横断面積と筋線維組成が等速性膝伸展力に及ぼす影響, *体育学研究* **39**: 426-436(1995)
- 3) Slawinski J., Bonnefoy A., Levêque J.M., Ontanon G., Riquet A., Dumas R. Chêze L., Kinematic and kinetic comparisons of elite and well-trained sprinters during sprint start, *J. Strength Cond. Res.*, **24**: 896-905(2010)
- 4) Kumagai K., Abe T., Brechue W.F., Ryushi T., Takano S. Mizuno M., Sprint performance is related to muscle fascicle length in male 100-m sprinters, *J. Appl. Physiol.*, **88**: 8-11(2000)
- 5) 阿江通良, 宮下憲, 横井孝志, 大木昭一郎, 渋谷侃二, 機械的パワーからみた疾走における下肢筋群の機能および貢献度, *筑波大学(体育科学系紀要)*, **9**:229-239(1986)
- 6) Abe T., Kumagai K. Brechue W.F., Fascicle length of leg muscles is greater in sprinters than distance runners, *Med. Sci. Sports Exerc.*, **32**(5): 1125-1129(2000)
- 7) Abe T., Kawakami Y., Kondo M., Fukunaga T., Prediction equations for body composition of Japanese adults by B-mode ultrasound, *Am. J. Hum. Biol.*, **6**: 161-170(1994)
- 8) Hoshikawa Y., Muramatsu M., Iida T., Uchiyama A., Nakajima Y., Kanehisa H. Fukunaga T., Influence of the psoas major and thigh muscularity on 100-m times in junior sprinters, *Med. Sci. Sports Exerc.*, **38**: 2138-2143(2006)
- 9) Sugisaki N., Kobayashi K., Tsuchie H. Kanehisa H., Associations between individual lower limb muscle molumes and 100-m sprint time in male sprinters, *Int. J. Sports Physiol. Perform.*: 1-19(2017)
- 10) 松尾彰文, 広川龍太郎, 柳谷登志雄, 土江寛裕(2008) 男女100mレースのスピード変化, *バイオメカニクス研究*, **12**:74-83(2008)
- 11) 土江寛裕: 陸上競技入門ブック: 短距離・リレー. 初版, ベースボール・マガジン社, 東京, 80-81, 90-91(2011)
- 12) Sedeaud A., Marc A., Marck A., Dor F., Schipman J., Dorsey M., Haida A., Berthelot G., Toussaint J.F., BMI, a performance parameter for speed improvement, *PLoS One*, **9**: e90183(2014)
- 13) 金久博昭, 秋間広, 川上泰雄, 神崎素樹, 久保啓太郎, 豊岡史, 深代千之, 政二慶, 身体の形と力への興味, 福永哲夫教授退官記念誌編集委員会, 初版, 福永哲夫教授退官記念誌, 壮光舎印刷, pp. 267(2002)
- 14) 山本利春, 山本正嘉, 金久博昭, 陸上競技における一流および二流選手の下肢筋出力の比較—

- 100m走・走幅跳・三段跳選手を対象として-, *Jpn. J. Sports Sci.*, **11**: 72-76(1992)
- 15) 吉本隆哉, 酒井一樹, 山本正嘉, 陸上競技短距離選手を対象とした運動指導現場で用いられる各種コントロールテストと疾走速度, ピッチおよびストライドとの関係, *スプリント研究*, **24**: 21-31(2015)
- 16) 狩野豊, 高橋英幸, 森丘保典, 秋間広, 宮下憲, 久野譜也, 勝田茂, *スプリンターにおける内転筋群の形態的特性とスプリント能力の関係*, *体育学研究*, **41**: 352-359(1997)
- 17) 馬場崇豪, 和田幸洋, 伊藤章, *短距離走の筋活動様式*, *体育学研究*, **45**: 186-200(2000)
- 18) Copaver K., Hertogh C. Hue O., *The effect of psoas major and lumbar lordosis on hip flexion and sprint performance*, *Res. Q. Exerc. Sport.*, **83**: 160-167(2012)
- 19) Simonsen E.B., Thomsen L. Klausen K., *Activity of mono- and biarticular leg muscles during sprint running*, *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, **54**: 524-532
- 20) Morin J.B., Gimenez P., Edouard .P, Arnal P., Jiménez-Reyes P., Samozino P., Brughelli M., Mendiguchia J., *Sprint acceleration mechanics: the major role of hamstrings in horizontal force production*, *Front Physiol.*, **24**: 404(2015)
- 21) Belli A., Kyrolainen H. Komi P.V., *Moment and power of lower limb joints in running*, *Int. J. Sports Med.*, **23**:136-141(2002)
- 22) Nagahara R., Mizutani M., Matsuo A., Kanehisa H. Fukunaga T., *Step-to-step spatiotemporal variables and ground reaction forces of intra-individual fastest sprinting in a single session*, *J. Sports Sci.*, **36**: 1392-1401(2018)