

## スポーツ競技者の全身骨格筋量から下肢筋量を推定する

### Estimate of the total muscle volume in the lower limbs of athletes

角田直也\*, 田中重陽\*\*, 手島貴範\*\*  
平塚和也\*\*\*, 伊原佑樹\*\*\*\*, 熊川大介\*\*\*\*\*

Naoya TSUNODA\*, Shigeharu TANAKA\*\*, Takanori TESHIMA\*\*  
Kazuya HIRATSUKA\*\*\*, Yuki IHARA\*\*\*\* and Daisuke KUMAGAWA\*\*\*\*\*

#### 1. はじめに

これまでにスポーツ選手を対象とした骨格筋の形態特性に関する報告は多くなされており<sup>1)3)6)9)</sup>、長期間に亘る専門競技のトレーニングによって、特異的な筋の発達部位が存在することが明らかにされている<sup>3)9)</sup>。スポーツ選手の筋形態特性の評価には、超音波法及びMRI法が主流となっている。本プロジェクト研究では、超音波法及びMRI法を用いて、大腿部の局所的な筋厚及び筋体積を計測し、簡易的に測定が行えるインピーダンス法によって計測した大腿部の筋体積との関係について検討してきた<sup>10)</sup>。超音波法による筋厚の測定は、比較的安価で簡便に行えることから、より多くの情報を収集することができる利点を持っている。しかしながら、超音波法は局所的な筋形態の評価には適しているものの、筋の形状は様々であることや、同一筋であってもスポーツ選手には特異的な発達が起始部、中央部及び停止部で異なっていることが指摘<sup>4)</sup>されている。本来、スポーツ選手における骨格筋の形態特性は、筋体積による評価が望ましいことが指摘<sup>2)7)</sup>されている。一方で、MRI法による筋形態の測定は、医療施設の使用

や多額の費用を要することに加え、分析技術の精度や分析に多くの時間を費やすことになる。より簡便かつ迅速に筋形態を評価することが可能であれば、スポーツ選手の競技力向上のサポートに対して貢献できるものと考えられる。

そこで本研究では、スポーツ選手における下肢筋群の筋体積を筋毎に定量化し、それらと全身筋量との関係性について検討することを目的とした。

#### 2. 研究方法

被検者は定期的なスポーツ活動を実施している大学生スポーツ選手35名とした。被検者の年齢、身長及び体重は、それぞれ $20.5 \pm 1.1$ 歳、 $173.3 \pm 6.0$ cm、 $77.8 \pm 13.8$ kgであった。

身体組成測定装置(TANITA社製)を用いて体重及び全身筋量(FFM)をインピーダンス法により計測した。右脚における筋体積の測定は、磁気共鳴画像法(MRI)を用いて実施した。大腿部の筋縦断画像を撮影した後、腸骨稜から頸骨骨頭までの横断画像をスライス厚10mm、スライス間隔0mmにより連続的に撮影した。撮影した横断

\* 国士舘大学体育学部身体運動学研究室 (Lab. of Biodynamics and Human Performance, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

\*\* 国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科 (Assistant of Graduate School of Sports System, Kokushikan University)

\*\*\* 国士舘大学体育学部教務助手 (Educational Assistant Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

\*\*\*\* 国士舘大学理工学部 (School of Science and Engineering, Kokushikan University)

\*\*\*\*\* 国立スポーツ科学センター (Japan Institute of Sports Science)

画像から、大腿直筋、外側広筋、中間広筋、内側広筋、大腿二頭筋短頭、大腿二頭筋長頭、半腱様筋及び半膜様筋の解剖学的横断面積を算出した。さらに、各筋の体積を秋間ら<sup>1)</sup>の算出方法によって求め、各筋体積から伸筋群（大腿直筋、外側広筋、中間広筋及び内側広筋の総和）と屈筋群（大腿二頭筋短頭、大腿二頭筋長頭、半腱様筋及び半膜様筋の総和）及び全筋体積（伸筋群と屈筋群の和）をそれぞれ算出した。なお、MRIの画像撮影は、測定姿勢の影響を受けることを考慮し、大腿伸筋群は仰臥位で、大腿屈筋群はうつ伏せ姿勢でそれぞれ撮影した。

FFMと各筋群の筋体積との相関関係は、ピアソンの単純相関により有意性を検証した。また、FFMを従属変数、各筋体積を説明変数としたstepwise法による重回帰分析を行い、FFMに及ぼす各筋体積の影響について検証した。いずれも有意水準は5%未満とした。

### 3. 結果及び考察

Fig.1は、FFMと右脚の大腿部全体、伸筋群及び屈筋群の筋体積との相関関係についてそれぞれ示したものである。全ての項目間に有意な相関関係が認められ、得られた相関係数は大腿部全体が $r=0.945$ 、伸筋群が $r=0.918$ 、屈筋群が $r=0.949$ であった。また、FFMと各筋群の筋体積との関係について検討したところ、全ての筋群において有意な相関係数が認められた。次に、FFMに影響を及ぼす各筋体積の影響度について検証するために、FFMを従属変数、各筋体積を説明変数としたstepwise法による重回帰分析を行った。その結果、説明変数として選択された筋群は、大腿直筋、内側広筋及び半膜様筋であり、相関係数は $r=0.962$ 、決定係数は $0.926$ を示した。以上の結果から、大腿部を構成する筋群の筋体積は、それぞれ単一でも全身筋量を十分反映する指標となるが、特に、大腿直筋、内側広筋及び半膜様筋の3つの筋体積を考慮することによって、全身筋量を

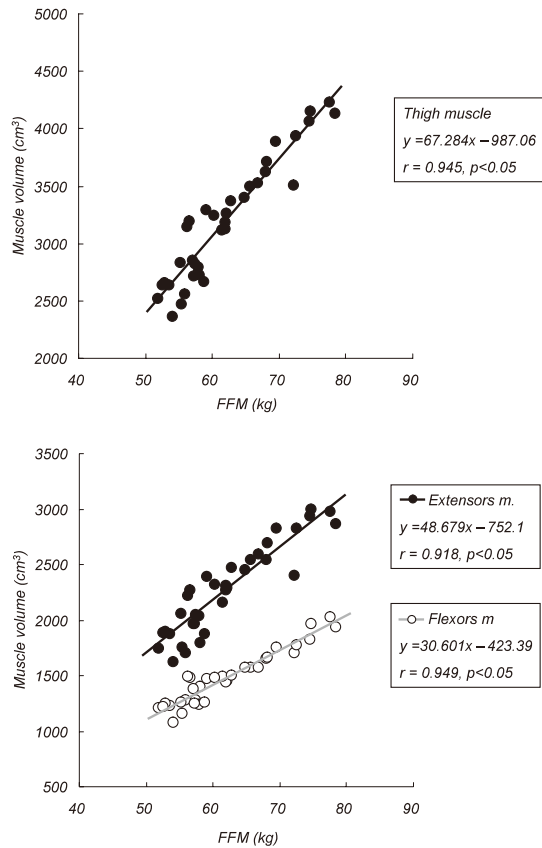


Fig.1. Relationship between muscle volume and FFM.

約93%推定できることが明らかになった。

男女スポーツ選手を対象に下肢筋群の各筋厚とFFMとの関係について検討したのものによれば、全ての筋において有意な相関関係が成り立ち、その相関係数は $0.407 \sim 0.653$ であったことが報告<sup>8)</sup>されている。本研究の筋体積で評価した場合の相関係数は、 $0.610$ （大腿二頭筋短頭） $\sim 0.916$ （半膜様筋）であり、局所的な部位での評価よりも高い相関係数であった。このことは、スポーツ選手の筋形態特性は、局所的な筋厚や横断面積のみで評価するのではなく、量的な観点での評価の重要性を指摘した先行研究<sup>2) 7)</sup>を支持するものであった。以上のことから、特異的な筋の発達を有しているスポーツ選手においても、大腿部における各筋群の筋体積は、インピーダンスにより計測した

Table 1. Relationship between FFM and each muscle volume.

	Regression formula	Correlation coefficient
<i>Rectus femoris</i>	$y = 0.099x + 28.012$	$r = 0.847$ *
<i>Vastus lateralis</i>	$y = 0.0473x + 26.924$	$r = 0.872$ *
<i>Vastus intermedius</i>	$y = 0.0512x + 30.056$	$r = 0.827$ *
<i>Vastus medialis</i>	$y = 0.0618x + 27.683$	$r = 0.861$ *
<i>Semimembranosus</i>	$y = 0.111x + 29.687$	$r = 0.916$ *
<i>Semitendinosus</i>	$y = 0.1163x + 33.096$	$r = 0.714$ *
<i>Biceps femoris long</i>	$y = 0.1289 + 28.434$	$r = 0.797$ *
<i>Biceps femoris short</i>	$y = 0.216x + 36.684$	$r = 0.610$ *

\* :  $p < 0.05$

Table 2. Correlation of multiple regression between each muscle volume and FFM.

Invariable	<i>r</i>	<i>r</i> <sup>2</sup>	<i>F</i> -value	<i>p</i> -value	Intersection of <i>Y</i> ----- <i>bi</i>
	0.962	0.926	128.947	0.0001	22.502
<i>Rectus femoris</i>					0.231
<i>Vastus midialis</i>					0.317
<i>Semimembranosus</i>					0.499

*r*: correlation coefficient, *r*<sup>2</sup>: coefficient of determination, *bi*: Standard partial regression coefficient, *Vastus lateralis*, *Vastus intermedius*, *Semitendinosus*, *Biceps femoris long*, *Biceps femoris short* were not selected.

全身筋量を十分に反映するものであり、インピーダンス法による筋形態評価の有効性が示唆された。

スポーツ選手において筋力及びパワー発揮能力は、競技力の優劣を決定する因子として考えられている<sup>5)</sup>。従って、筋力やパワーの発生源である骨格筋の形態特性を把握することは、スポーツ選手の競技力向上に対して有効な情報を提供する基盤となるものである。しかしながら、スポーツ科学の研究分野において、MRI法により骨格筋量を定量化した試みは多くみられるものの、十分な被検者数が確保されていないことや、複数の筋群から総合的に評価したものはほとんど存在しない。本プロジェクトでは、より多くのスポーツ競技者を対象とすること、さらには骨格筋の形態特

性と競技パフォーマンスとの関係性について検討していくことにより、これらの課題解決を図りたい。

本研究の一部は国士舘大学体育学部附属体育研究所の研究助成によって実施した。

#### 引用・参考文献

- 1) 秋間広, 久野譜也, 福永哲夫, 勝田茂: MRIによるヒトの膝伸展・屈曲における形態的特性および生理学的断面積当たりの筋張力, 体力科学, **44**, 267-278, 1985.
- 2) Fukunaga T., Miyatani M., Tachi M., Kouzaki M., Kawakami Y., Kanehisa H.: Muscle volume is a major determinant of joint torque in humans. *Acta Physiol. Scand.* **172**, 249-255, 2001.

- 3) 金久博昭, 福永哲夫, 池川繁樹, 角田直也: スポーツ選手の単位筋断面積当たりの脚伸展筋力, *Jpa. J. Sports Sci.*, 5-6, 409-414, 1986.
- 4) 久野譜也: NMRによる一流選手の筋特性, *J. J. Sports Sci.* 12, 2, 78-82, 1993.
- 5) McDonagh M., Davies C.: Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 52 139-155, 1984.
- 6) 宮谷昌枝, 東寿美, 金久博昭, 久野譜也, 福永哲夫: 下肢筋厚における加齢変化の部位差および性差 - 20歳代と70歳代の比較 -, *体力科学*, 52, 133 - 140, 2003.
- 7) Roman W. J., Fleckenstein J., Stray-Gundersen J., Always S. E., Peshock R.: Adaptations in the elbow flexors of elderly males after heavy resistance training. *J. Appl. Physiol.*, 74, 750-754, 1993.
- 8) 田中重陽, 角田直也: 男女スポーツ選手における下肢の筋形態が無酸素性パワーに及ぼす影響. *日本生理人類学会誌*, 16, 3, 141-151, 2011
- 9) 角田直也, 金久博昭, 福永哲夫, 近藤正勝, 池川繁樹: 大腿筋断面積における各種競技選手の特性, *体力科学*, 35, 192-199, 1986.
- 10) 角田直也, 田中重陽, 手島貴範, 高橋佑輔, 平塚和也, 伊原佑樹, 熊川大介: スポーツ競技者における骨格筋の形態と機能的特性, *国士舘大学体育研究所報*, 30, 89-96, 2012.