

サッカー選手における大腿部筋の左右差

Age-related changes in muscle thickness of the anterior thigh in soccer players

手島貴範*, 細田三二**, 角田直也*

Takanori TESHIMA*, Mitsuji HOSODA** and Naoya TSUNODA*

I. 緒言

スポーツ競技選手の筋形態は、トレーニングの様式や競技種目特有の動作の影響を受けることは周知の事実である^{1) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 11) 13)}。その中でも、サッカー選手は、大腿部の筋組成に特異的な肥大が認められることが多くの先行研究^{4) 5) 6) 13)}から明らかにされている。特に大腿四頭筋は、サッカー競技特有のボールを蹴るといった動作のみならず、ジャンプ、スプリント、方向転換といった主要な動作において主動的な役割を担う筋である。思春期後期から成人までの男子サッカー選手における大腿部筋断面積の横断的变化について検討した星川ら⁵⁾によれば、サッカー選手の除脂肪体重や大腿部全筋断面積の増大は、自然な成長にサッカーの練習を主としたトレーニングの効果が加わるものと考えられ、身長が成長が終了した後も継続的なトレーニングにより全身、大腿部いずれにおいても筋を大きくしているあるいは大きくしないと高いレベルを維持して出来ないとして述べている。従って、このことから大腿部筋における筋量の獲得はサッカー選手のトレーニングにおいて重要な要素であると考えられる。

サッカー競技においては、長期間のトレーニングに伴って、キック動作の反復が行われることか

ら、大腿部の筋における利き脚及び非利き脚の非対称性(左右差)についての検討^{6) 11)}がなされている。大腿四頭筋断面積の左右差について検討したMasuda et al¹¹⁾は、大腿50%部位において左右差が存在しないことを報告している。さらに、大腿50%のみならず遠位30%位置及び70%位置についても検討したHoshikawa et al⁶⁾は、大腿部では筋の長軸方向全般にわたって左右差は存在しなかったことを報告している。これらのことから、サッカー選手においては、利き脚及び非利き脚に関わらず、大腿部の筋を肥大させているものと推察される。

一方、超音波法による大腿前面の筋厚が長距離走者のパフォーマンスに及ぼす影響について検討した小山ほか¹⁰⁾によれば、大腿直筋と中間広筋の筋厚比によって長距離走者の走動作中における股関節及び膝関節の角度及び角速度といった動作の特性が異なることから、大腿直筋と中間広筋の筋厚比は長距離走者の走動作に影響を及ぼす一要因であると述べている。従って、大腿部全体としての左右差は存在しないものの、その中身を構成する各筋の発達もしくは肥大の割合の程度においては、競技特性やトレーニング、そして各選手の動作特性の影響を受ける可能性が十分に考えられる。

* 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)

** 国士舘大学体育学部 (Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

そこで本研究では、中学生から大学生までの男子サッカー選手を対象に、簡易的手法として多人数のフィールド測定に適している超音波法による大腿部の筋厚測定を実施することにより、サッカー選手の発育に伴う大腿部筋厚発育の左右差及び部位差について検討することを目的とした。

II. 方法

1. 被検者

被検者は、12歳から22歳までの男子サッカー選手135名（中学生40名、高校生19名、大学生76名）であった。全被検者の年齢、競技経験年数及び身体的特性をTable 1に示した。本研究の被検者とその保護者には、研究の目的及び内容等について十分な説明を行い、本研究への任意による参加の同意を得た。また本研究は、国士舘大学体育学部研究倫理委員会の審査を受けて承認を得た後に実施した。

2. 身体組成

各被検者の身長は、身長計を用いて計測した。体重及び除脂肪体重（FFM）は、体内脂肪計（BODY FAT ANALYZER、TBF-110、TANITA社製）を用いて両足間から4電極式の生体電気インピーダンス法による計測を実施した。

3. 大腿部筋厚の測定

本研究では、超音波法Bモード法^{2) 3)}により大腿の前面における筋横断面厚（筋厚）を計測した。筋厚の計測には、超音波診断装置（SSD-900、ALOKA社製）を用いて超音波発振周波数7.5MHz

にて測定した。測定の対象とした部位は、各被検者の利き脚及び非利き脚における大腿長の50%位置の前面であった。図1には、本研究における筋厚測定の対象とした筋の超音波画像を示した。皮下脂肪組織と筋組織との境界を示す反射波から大腿直筋（Rectus Femoris：RF）と中間広筋（Vastus Intermedialis：VI）境界を示す筋膜までの距離を大腿直筋、そしてこの境界を示す筋膜から大腿骨までの距離を中間広筋の筋厚とした。また、RFとVIの和を大腿前部の筋厚（RF+VI）とした。

4. 利き脚及び非利き脚の定義

本研究では、各被検者の左右の脚における大腿部の筋厚について計測した。各被検者が日常のサ

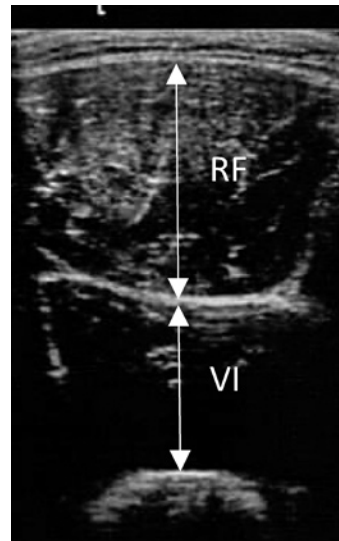


Fig. 1. Typical example of cross-sectional ultrasonographic image on 50% thigh length. RF: Rectus femoris, VI: Vastus intermedialis.

Table 1. Age, experience of years and physical characteristics of subjects in each group.

n	Age (yrs)	Experience (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	FFM (kg)
135	17.8±2.9	10.0±3.4	170.5±8.3	61.2±10.9	51.3±8.5

Values are expressed as mean ± S.D..

サッカー競技を実施する際に、ボールを蹴ることが得意な脚を利き脚とした。それに対して、ボールを蹴ることが得意な脚とは反対側の支持脚となる脚を非利き脚として定義した。測定に先立ち、事前に被検者に対して、利き脚及び非利き脚について聞き取り調査を実施することにより、左右どちらの脚が利き脚となるかについて判断した。

5. 統計処理

本研究における各項目の値は、全て平均値±標準偏差値で示した。相関係数の算出には、ピアソンの相関分析を用いた。有意水準は、5%未満

($p < 0.05$) をもって有意とした。

Ⅲ. 結 果

図2は、大腿直筋 (RF) 及び中間広筋 (VI) の筋厚における利き脚と非利き脚の関係について示したものである。両者の間にはそれぞれ有意な相関関係が認められた (RF : $y = 0.9781x + 0.0092$, $r = 0.872$, VI : $y = 0.8797x + 0.3831$, $r = 0.838$ Fig.4)。図3には、大腿前面の筋厚 (RF+VI) 及びRFとVIの筋厚比率 (RF/VI比) における利き脚と非利き脚の関係について示した。RF+VIにおける

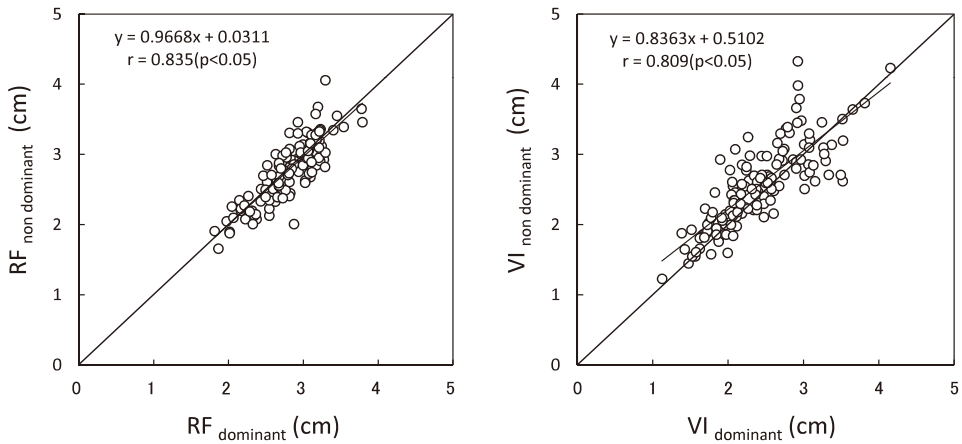


Fig. 2. Relationship between dominant and non dominant of thigh muscle thickness in all the subject. RF: Rectus femoris, VI: Vastus intermedius.

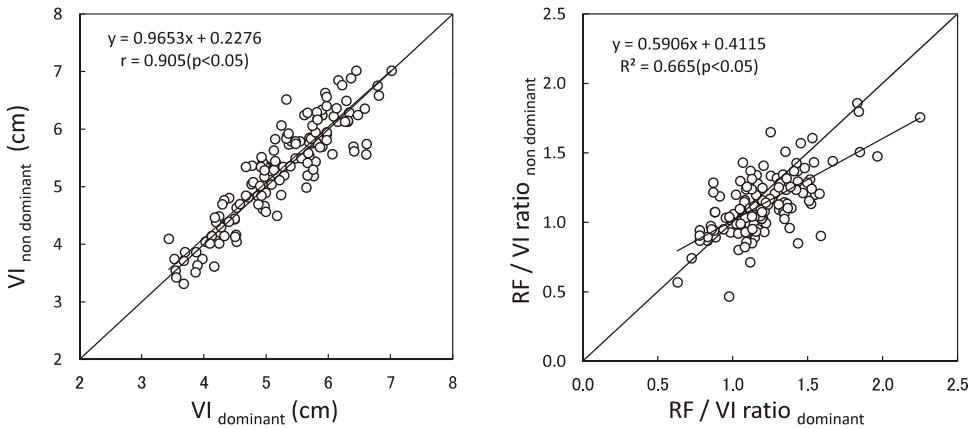


Fig. 3. Relationship between dominant and non dominant of thigh muscle thickness in all the subject. RF: Rectus femoris, VI: Vastus intermedius, RF/VI ratio : Relative RF ratio to VI muscle thickness.

Table 2. Correlation coefficients between age and each muscle thickness of thigh and RF/VI ratio in all the subject.

	RF	VI	RF + VI	RF / VI ratio
D	0.621	0.698	0.764	-0.423
ND	0.608	0.699	0.763	-0.370

RF: Rectus femoris, VI: Vastus intermedius,

D: Dominant, ND: Non dominant.

RF / VI ratio : Relative RF ratio to VI muscle thickness.

利き脚と非利き脚との間には有意な相関関係が認められた ($RF+VI: y=0.9895x + 0.0806, r=0.924$)。一方、RF/VI比における利き脚と非利き脚の関係においては有意な相関関係が認められたものの、その回帰直線は、他の関係と傾きが異なり、 $y=x$ を示す直線よりも右下方に位置していた ($RF/VI: y=0.5916x + 0.4132, r=0.924$)。表2には、年齢と各部位の筋厚及びRF/VI比との関係における相関係数を利き脚と非利き脚でそれぞれ示したものである。全ての項目間において有意な相関関係が認められたものの、年齢とRF/VI比の間においては、利き脚及び非利き脚ともに有意な負の相関関係が認められた。

IV. 論 議

本研究では、サッカー選手の発育に伴う大腿部筋厚発育の左右差及び部位差について検討とした。本研究において、大腿前面の筋厚、その中身を構成する大腿直筋及び中間広筋における筋厚の利き脚と非利き脚の間には有意な相関関係が認められた。さらにこれらの関係において、その回帰直線の傾きは、利き脚と非利き脚が同一であることを示す $y=x$ の直線の傾きとほぼ一致していた。この結果は、大腿前面を構成する大腿直筋及び中間広筋では発育期を通して、左右差が存在しないことを意味するものである。これまでサッカー選手の大腿四頭筋の断面積について検討した報告において、Masuda et al.¹¹⁾ は、大学生サッカー選手の大腿50%部位には、左右差が存在しないことを、さらにHoshikawa et al.⁶⁾ は、プロサッカー選手

及び高校生サッカー選手において、大腿長の50%部位のみならず筋の長軸方向全般にわたって左右差は存在しないことを報告している。従って、本研究の結果はこれらの先行研究を支持するものであり、発育期を通して大腿部の前面において筋厚に左右差は、存在しないことが明らかとなった。

一方で、大腿前面の筋厚を構成する大腿直筋と中間広筋の比においては、利き脚と非利き脚の間において有意な相関関係が認められたものの、その回帰直線は右下方に傾いていたことから、利き脚側の筋厚比が高い値を示していた。このことは、大腿直筋と中間広筋によって構成される筋厚比においては利き脚と非利き脚ではその様相が異なることを意味し、利き脚においては大腿直筋が、非利き脚においては中間広筋が大きいことを示している。即ち、大腿前面の筋厚において左右差は存在しないものの、大腿前面を構成している大腿直筋と中間広筋では左右でその構成比率が必ずしも一致しないということである。さらに年齢と筋厚比の関係においては、年齢の増加に伴う筋厚比の減少が確認された。一方、サッカー選手の大腿部の筋断面積の特徴について星川ら⁴⁾ は、自然な成長にサッカーのトレーニング効果が加わったことにより、大腿部の筋を大きくしていると述べている。このことを考慮した場合、サッカー選手においては、年齢の増加に伴って大腿部の筋を大きくしているものの、その大腿部の筋を構成する各筋の比率は一樣に大きくなるわけではなく、左右いずれの筋においても中間広筋の比率を大きくしているものと考えられた。従って、サッカーのトレーニングを継続することで大腿部の筋は大きくな

るものの、年齢の増加に伴って、もしくはその競技特性によって大腿部筋における構成比率が変化している可能性が考えられた。

筋厚比においては、年齢の増加に伴って中間広筋の構成比率が高まるものの、この傾向は非利き脚において顕著であった。サッカー選手の大腿部の肥大については、これまでサッカー競技特有のボールを蹴るという動作を始めとして、ジャンプ、スプリント、方向転換時において主動的な役割を担う筋で有るためという見解がなされている。しかしながら、ジャンプ、スプリント、方向転換動作は両側もしくはどちらの脚においても行われることが多いと考えられる。一方で、キック動作においては利き脚でボールを蹴る場面の方が多く存在する。このようなサッカーにおける動作の反復が、大腿部の筋を肥大させた要因であると考えた場合、本研究で認められた中間広筋における肥大はボールキック動作の反復により生じた可能性が挙げられる。大腿直筋は、股関節の屈曲と膝関節の伸展に作用する二関節筋であるのに対して、中間広筋は膝関節伸展に作用する単関節筋である。サッカーのキック動作の場合、蹴り脚においては股関節の屈曲を伴いながら膝関節を伸展することで足部をボールにインパクトさせる。一方で、支持脚となる非利き脚では、地面着地の局面において股関節を屈曲させた状態で支持脚保持のために膝関節の伸展動作が行われる。さらに、ランニング中の筋放電様相について検討したMontgomery et al.¹²⁾によると、針電極により中間広筋の筋活動を記録したところ、ランニング中では支持期とスウィング期において大きな活動量を示したという。また、大腿直筋は股関節屈曲位では膝伸展動作中の活動量が低いという。非利き脚は、ボールキック時において選手の全体重を支えるということに合わせて考えると、キック動作の反復に伴う支持脚、即ち非利き脚へ加わる自重負荷の影響が、非利き脚における中間広筋の比率を大きくさせた一要因である可能性が考えられた。

V. ま と め

本研究は、中学生から大学生までの男子サッカー選手を対象に、発育に伴う大腿部筋厚発育の左右差及び部位差について検討することを目的とした。その結果、大腿前面及びこれを構成する大腿直筋と中間広筋においては利き脚と非利き脚の間において左右差は認められないものの、大腿前面の筋厚における構成比率を示す大腿直筋と中間広筋の比率においては、年齢の増加に伴い中間広筋を大きくさせており、その傾向は非利き脚で顕著であることが明らかとなった。また、非利き脚における中間広筋の肥大の要因としてキック動作時の支持脚としての体重支持に伴う自重負荷による可能性が考えられた。

本研究は、平成24年度国士舘大学体育学部付属体育研究所研究助成により実施された。

引用・参考文献

- 1) 秋間広, 久野譜哉, 西嶋尚彦, 丸山剛生, 松本光弘, 板井悠二, 下條仁志, 勝田茂: NMRによる国内一流サッカー選手の筋エネルギー代謝および筋横断面積の検討. 体力科学, 41, 368-375, 1992.
- 2) 安部孝, 福永哲夫: 日本人の体脂肪と筋肉分布. 東京, 杏林書院, 1995.
- 3) 福永哲夫, 松尾彰文, 石田良恵, 角田直也, 内野滋雄, 大久保真人: 超音波Bモード法による皮下脂肪厚および筋厚の測定法の検討. 超音波医学, 16 (2), 170-177, 1989.
- 4) 星川 佳広, 飯田 朝美, 村松 正隆: サッカー選手の大腿部筋断面積の横断的, 縦断的变化. トレーニング科学 18 (2), 115-127, 2006.
- 5) 星川佳広, 飯田朝美, 村松正隆, 中嶋由晴: サッカー選手における膝関節伸展・屈曲トルクと大腿部筋体積の年齢変化体育学研究 52 (3), 431-442, 2007.
- 6) Hoshikawa Y, Iida T, Muramatsu M, Nakajima Y, Fukunaga T, Kanehisa H.: Differences in thigh muscularity and dynamic torque between junior and senior soccer players. Journal of Sports Sciences, 27 (2) : 129-138, 2009.
- 7) 勝田茂, 久野譜也: NMRによるスポーツタレントの発掘に関する研究——一流選手の筋の形態とエネ

- ルギー代謝—平成二年度日本体育協会スポーツ
タレント発掘方法に関する研究—第2報—, pp.37-
46. 1990.
- 8) 狩野豊, 秋間広, 久野譜也: トップアスリートの
MRI. 臨床スポーツ医学, 17 (臨時増刊号),
33-37. 2000.
 - 9) 熊川大介, 角田直也: 男女スピードスケート選手
における下肢筋群の形態及びパワー発揮能力に及
ぼす競技種目の影響. トレーニング科学 18 (3),
241-249. 2006.
 - 10) 小山桂史, 仲村明, 柳谷登志雄: 大腿直筋と中間
広筋の筋厚比が陸上競技における長距離走選手の
走動作に及ぼす影響. トレーニング科学, 22 (4)
11, 347-355, 2010.
 - 11) Masuda K, Kikuhara N, Takahashi H, Yamanaka,
K.: The relationship between muscle cross-
sectional area and strength in various isokinetic
movements among soccer players. Journal of
Sports Sciences, 21, 851-858. 2003
 - 12) Montgomery WH 3rd, Pink M, Perry J.:
Electromyographic analysis of hip and knee
musculature during running. Am J Sports Med.
22 (2), 272-278. 1994.
 - 13) 角田直也, 金久博昭, 福永哲夫, 近藤正勝, 池川
繁樹: 大腿四頭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.