

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 8 日現在

機関番号：32616

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350777

研究課題名(和文) 男女大学サッカー選手の競技力向上を図る体カトレーニングモデルの性差を探る

研究課題名(英文) Investigation of Gender difference in physical fitness training model improve for athletic performances in male and female soccer players.

研究代表者

角田 直也 (TSUNODA, NAOYA)

国土舘大学・体育学部・教授

研究者番号：80119081

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、男女サッカー選手における下肢及び股関節周囲の筋形態と機能(筋出力)の関連性について測定し、国際競技力向上を目指すために必要な体カトレーニングモデルを検討することを目的とした。その結果、男女大学生サッカー選手において、大腰筋断面積及び腸骨筋筋体積の間には左右差は認められなかったものの、有意な性差が認められた。また、大腰筋の筋断面積は、等尺性の股関節屈曲筋力との間に有意な相関関係が存在し、その中でも男子サッカー選手の股関節屈曲筋力は他の種目及び女子よりも有意に高い値を示したことから、サッカー選手における股関節周囲筋群に対するトレーニングの重要性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to investigate relationship between muscle structure of hip joint and strength in male and female soccer players. There was not significant difference between dominant and non-dominant side in muscle cross sectional area (CSA) of psoas major and muscle volume (MV) of iliopsoas. On the other hand, These CSA and MV were obtained significantly sex differences between male and female soccer players. There was significantly correlation coefficient between CSA of psoas major and hip flexion strength in all the subject. Male soccer player was larger hip flexion strength than female soccer player and long distance runners. From these results, it was suggested that training for muscle structure and function of hip joint were very important in soccer players.

研究分野：トレーニング科学、スポーツバイオメカニクス、運動生理学

キーワード：サッカー 性差 大腿部 大腰筋 筋断面積 筋体積

1. 研究開始当初の背景

これまで、男子サッカー選手の形態的特性(筋量、大腿部筋断面積及び筋体積)及び体力的特性(筋力、筋持久力、無酸素性及び有酸素性作業能力)は多くの研究者によって明らかにされている。筆者は、国内一流スポーツ選手の大腿部筋横断面積と筋力の関係から、あらゆる競技種目の中でも、サッカー選手は大腿部筋断面積に占める大腿直筋の比率が高く、筋断面積当たりの筋力が最も優れていることを明らかにした(角田ほか1986)。また、男子サッカー選手の大腿部筋断面積と膝伸展屈曲トルクの非対称性について検討した Hoshikawa et al (2009) の報告では、競技力の高い選手の場合、年齢に関係なく、大腿部筋断面積と膝伸展屈曲トルクの非対称性は認められなかったことを明らかにしている。従って、これらの研究は、男子サッカー競技者の競技継続による大腿部筋へのトレーナビリティを示唆するものであり、サッカー選手において大腿部の筋肥大や筋力の増大は、競技力向上において重要な役割を果たすものと考えられる。しかしながら、これらの先行研究において女子選手を取り扱ったものは少ない。一方、下肢の筋肥大と機能的優位性が女子選手においても認められるかについては、未解明である。これらのことから、女子サッカー選手における下肢の筋形態と機能の関わりについて明らかにすることは、サッカー選手のより高い国際競技力向上に着眼した場合、大変重要であると考えられる。

スポーツ競技力の向上について体力的側面から検討する場合、筋の形態と機能の関わりについて評価することが必要不可欠である。近年、申請者らは、スポーツ競技者の筋形態とパワー発揮能力の関係から、スピードスケート選手の大腿部における筋の大きさが最大パワー発揮能力と競技成績(滑走タイム)に影響を及ぼす(熊川と角田2006,2008)ことを、また、各種スポーツ競技者における最大パワー発揮能力の向上には下肢筋量が重要であるものの、影響度合いには性差及び下肢筋の部位差が存在する(田中と角田2012)ことを明らかにした。これらの研究成果は、下肢筋の最大パワー発揮能力の大小が、スポーツ競技者の競技成績に大きく関与していることを示唆することから、トレーニングにおける動作速度や負荷を設定する際に重要な役割を果たすものと言える。しかしながら、これまで多くのサッカー選手でレジスタンストレーニングに伴う筋力の増大が報告されてきたものの、パワー発揮能力向上を目的としたトレーニングが膝関節及び股関節の伸展・屈曲筋力を高めるかどうかについては不明な点が多く残されている。

本研究では、サッカー選手のパフォーマンス向上の一要因として、下肢及び股関節周囲の筋形態を取り上げることとした。サッカー競技はキック、ジャンプ、スプリントや方向

転換などの動作を遂行するために下肢の筋機能が高いことが要求される種目である。従って、下肢の動作に関与する下肢及び股関節周囲の筋形態を明らかにする必要が有る。さらに本研究は、男女のサッカー選手を対象にすることで下肢及び股関節周囲の形態的な性差を明らかにしようとするものであった。

近年、我が国におけるサッカーの競技力の発展は、世界中から注目を集めている。さらに、女子日本代表なでしこジャパンの活躍からも、男子のみならず、女子選手も脚光を浴びていることは周知の事実である。しかしながら女子選手を対象に筋の形態的特性や機能を調査した研究は殆どみられない。男子選手で認められる筋の形態的・機能的優位性が女子選手においても認められるとは限らない。従って、本研究課題の遂行により、これらの性差を明らかにすることで性差を考慮した体力トレーニングモデルの作成が可能になると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、男女サッカー選手における下肢及び股関節周囲の筋形態と機能(筋出力)の関連性について測定し、国際競技力向上を目指すために必要な体力トレーニングモデルを検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 被検者:

被検者は、大学生男女サッカー選手(男性9名、女性9名)及び陸上競技長距離選手(男性10名、女性8名)の36名とした。

(2) 腰部における筋の横断面積及び体積の計測:

腰部における筋横断画像は、磁気共鳴映像装置(以下MRI、MRT200SP5、東芝メディカルシステム社製)を用いて撮影した。撮影部位は、胸椎12番目(T12)から足関節外顆までとし、スライス厚10mm スライス間隔0mmにて撮影した。撮影姿勢は、仰臥位とした。本研究では、大腰筋及び腸骨筋における断面積を分析の対象とした。また、腸腰筋の筋体積の算出においては、大腰筋と腸骨筋を合わせて腸腰筋として評価した。MRIにより撮影したそれぞれの横断面画像は、画像解析ソフト(Osiris Version4.19)を用いてPC画面上でトレースし、各筋における筋横断面積を算出した。筋体積は、秋間ほか(1995)の算出方法と同様の式($MV=10 \times ACSA$)に用いて算出した。これまでの先行研究において大腰筋の筋断面積は、第4腰椎(L4)第5腰椎(L5)の間において最大になることが報告されていることから、この部位を比較の対象とした。

(3) 股関節伸展・屈曲筋力の測定:

等尺性及び等速性膝関節伸展・屈曲筋力及び股関節伸展・屈曲筋力の測定は、総合筋力

測定装置(BIODEX System、BIODEX 社製)を用いて測定した。

等尺性による股関節伸展筋力の測定は、股関節角度を90度とし、屈曲筋力においては、股関節角度を60度としてそれぞれ測定した。測定時間は、8秒間とし、安静から最大筋力発揮まで約4秒間で達し、4秒間持続するようなランプ状の力発揮を行わせた。各測定の回数は3回ずつとし、筋疲労の影響を除去するために試技間に十分な休息時間を設定した。3回の測定のうち、最も高い記録を分析の対象とした。

等速性股関節伸展及び屈曲筋力の測定は、それぞれ角速度60deg/sec及び180deg/sec3回連続の筋力発揮を最大努力で行わせた。また、得られたトルク値は、設定した角速度(±0.9deg/sec)における等速性運動時の最大トルク値を個人値として、採用した。

4. 研究成果

(1) サッカー選手の大腰筋における左右差及び性差

表1は、男女サッカー選手における大腰筋断面積の左右差と性差について示したものである。大腰筋断面積は、男女ともに利き脚と非利き脚に有意な差は認められなかったものの、両脚とも男女間に有意な差が認められた。さらに、除脂肪体重あたりの大腰筋断面積においても、男女ともに利き脚と非利き脚の間に有意な差が認められなかった。一方、利き脚及び非利き脚ともに男女間に有意な差が認められた。このことから、サッカー選手においては、体幹と下肢をつなぐ大腰筋の断面積に性差が存在することが明らかとなった。

表1. 男女サッカー選手における大腰筋断面積の及び除脂肪体重あたりの大腰筋断面積

	大腰筋断面積 (cm ²)		大腰筋断面積/FFM ^{0.67} (cm ² /kg ^{0.67})	
	利き脚	非利き脚	利き脚	非利き脚
女子	11.4±2.0	11.2±1.5	0.91±0.15	0.89±0.13
男子	19.0±2.3	19.5±2.5	1.28±0.13	1.32±0.13

平均値±標準偏差
*: 有意差あり

表2は、男女サッカー選手における腸腰筋体積の左右差と性差について示したものである。腸腰筋体積は、男女ともに左右差は認められなかった。一方、利き脚及び非利き脚ともに男女間に有意な差が認められた。除脂肪体重あたりの腸腰筋体積は、男女ともに利き脚と非利き脚の間に有意な差が認められなかった。一方、利き脚及び非利き脚ともに男女間に有意な差が認められた。これまで、先行研究においては、ジュニアの各種スポーツ競技選手(星川ほか2006、村松ほか2010)、シニアのサッカー選手(星川ほか2011)及び陸上競技選手(村松ほか2010)を対象に大腰筋断面積に関する報告が多くなされてきた。しかしながら、これらの先行研究は、1断面画像による2次元的分析に過ぎず、3次元

的な筋量としての評価はなされてこなかった。そこで本研究では、大腰筋の断面積のみならず、腸骨筋を含めた腸腰筋における筋体積による量的な分析を実施した結果、サッカー選手においては、腸腰筋の体積に左右差は存在しないものの、性差が存在することが明らかとなった。大腿部筋における性差について検討した星川ら(2006)によれば、断面積を除脂肪体重で補正した値においては、性差が認められなかったと報告されている。一方、本研究においても断面積及び筋体積の両側面において除脂肪体重による体格の補正を実施したところ、男女間に有意な差が認められた。この結果は、下肢と体幹の筋においては、必ずしも男女における性差の傾向が同一ではない可能性を示唆するものであったことから、この分野における新知見の一つであると考えられた。

表2. 男女サッカー選手における腸腰筋体積及び除脂肪体重あたり腸腰筋体積

	腸腰筋体積 (cm ³)		腸腰筋体積/FFM (cm ³ /kg)	
	利き脚	非利き脚	利き脚	非利き脚
女子	294.5±44.7	293.8±41.9	6.8±1.1	6.7±1.0
男子	470.2±74.0	475.2±69.0	8.1±0.5	8.2±0.4

平均値±標準偏差
*: 有意差あり

図1は、男女サッカー選手における利き脚の大腰筋断面積と腸腰筋体積の関係を示したものである。大腰筋断面積は、男女ともに腸腰筋体積との間に有意な相関関係が認められた(女子: $r = 0.813$, $p < 0.05$ 、男子: $r = 0.681$)。さらに、全被検者間においても両者の間に有意な相関関係が認められた(全被検者: $r = 0.922$, $p < 0.05$)。これらの結果から、サッカー選手における腸腰筋の形態について考えた場合、大腰筋の断面積を計測することで、筋体積をある程度推察することが可能であるものの、大腰筋断面積及び腸腰筋体積に性差が存在していたことから、男女間における筋体積の大きさには、筋の長さといった体格的な影響がある程度関与している可能性が推察された。

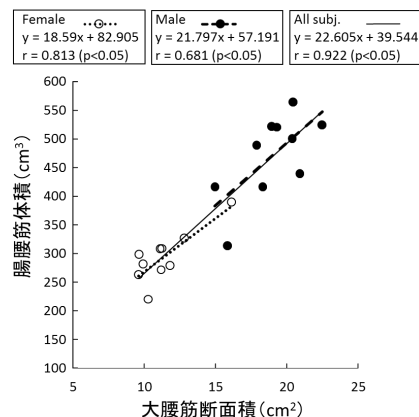


図1. 男女サッカー選手における大腰筋断面積と腸腰筋体積の関係

(2) 股関節周囲筋群の筋量と筋力の関連性

図2は、男女の大学生サッカー選手及び陸上競技長距離選手における体重当たりの股関節伸展筋力について示したものである。体重当たりの股関節伸展筋力は男女ともに角速度の増加に伴う筋力の低下がみられ、性差及び競技種目間差は認められなかった。一方で、体重当たりの股関節屈曲筋力は、各角速度において男子サッカー選手が最も高い値を示し、0deg/sec(等尺性)において女子サッカー選手及び男女長距離選手よりも有意に高い値を示した(図3)。股関節の伸展筋力においては性差及び競技種目差は認められないものの、股関節屈曲筋力においては、男子サッカー選手は静的及び低速での力発揮に優れているという特異的な様相が認められたことから、股関節屈曲筋力の高さは、男子サッカー選手における筋の機能的な特徴の一つであろうことが示唆された。

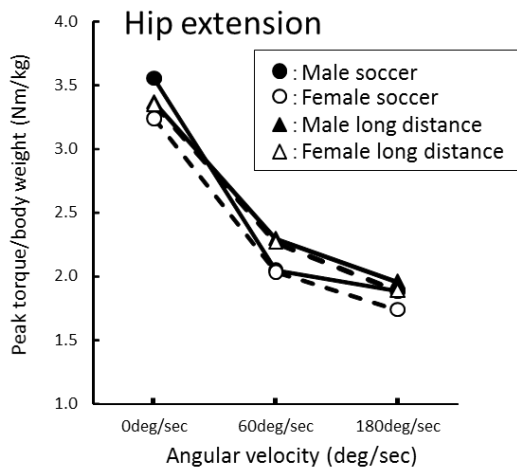


図2. 各種競技選手における角速度別にみた股関節伸展筋力

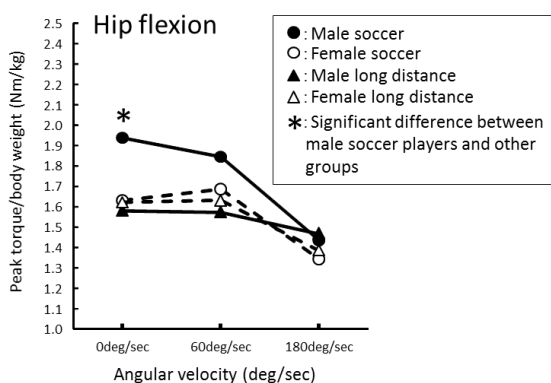


図3. 各種競技選手における角速度別にみた股関節屈曲筋力

図4には、股関節屈曲に作用する大腰筋の筋断面積と股関節屈曲筋力の関係を示したものである。両者間には全被検者間で有意な相関関係が認められ、男子サッカー選手は、右上方にプロットされたことから、優れたか間接屈曲筋力を発揮できる要因の一つとして、大腰筋の筋断面積の大小が影響しているものと考えられた。

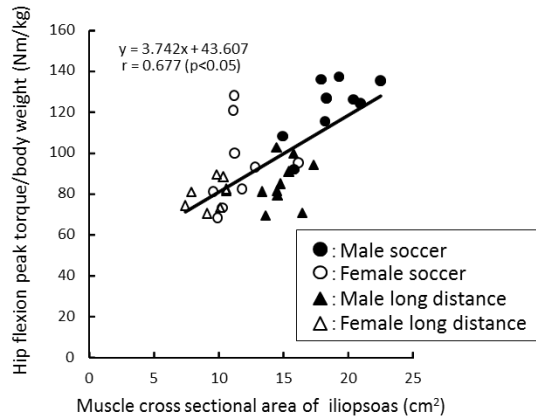


図4. 大腰筋筋断面積と等尺性股関節屈曲筋力の関係

本研究の実施により、女子サッカー選手の競技力向上を考えた場合には、股関節屈曲に作用する大腰筋の筋量及び筋力に性差が存在するという前提をトレーニングモデルを作成することが重要であるものと考えられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

角田直也、手島貴範、平塚和也、宮崎大佑、岩城翔平、田中重陽、岡田雅次、細田三二. スポーツ競技と骨格筋の形態及び収縮特性の関わりを探る、国土館大学体育研究所報、査読なし、34、2016、51-60.

角田直也、手島貴範、伊原佑樹、平塚和也、田中重陽、熊川大介. スポーツ競技選手における骨格筋の形態とその機能的特性を探る、国土館大学体育研究所報、査読なし、33、2015、49-56.

https://kiss.kokushikan.ac.jp/contents/0/data/1007143/0000/registfile/0389_2247_033_10.pdf

手島貴範、細田三二、角田直也. 男女サッカー選手の大腿部における筋の発育とその性差、国土館大学体育研究所報、32、査読なし、2014、93-98.

https://kiss.kokushikan.ac.jp/pages/contents/0/data/1006330/0000/registfile/0389_2247_032_11.pdf

[学会発表](計3件)

池上聖史、平塚和也、宮崎大佑、岡田雅次、角田直也. 短距離選手と長距離選手における下肢筋群の筋形状変化からみた収縮特性、東京体育学会第7回学会大会、2016年3月21日(日本体育大学、東京都世田谷区)

池上聖史、芦田大介、宮崎大佑、平塚和也、

岡田雅次、角田直也．陸上競技走者における大腿部筋群の形態と収縮特性、日本体育学会第66回大会、2015年8月25日(国土館大学、東京都世田谷区)

杉山真麻、手島貴範、伊原佑樹、平塚和也、田中重陽、細田三二、角田直也．発育発達に伴う女子サッカー選手の下肢筋形態とボールキック能力及び有酸素性持久力、東京体育学会第5回大会、2014年3月18日(東京女子体育大学、東京都国立市)

〔図書〕(計 件)

なし

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

なし

〔その他〕

ホームページ等

<http://homepage.kokushikan.ac.jp/tsunoda/user/>

6．研究組織

(1)研究代表者

角田 直也 (TSUNODA Naoya)

国土館大学・体育学部・教授

研究者番号：80119081