

2019 年度修士学位論文

ウェイトリフティング競技選手における
ハムストリングス筋群の形態的特徴

立命館大学大学院

スポーツ健康科学研究科

スポーツ健康科学専攻博士課程前期課程 2 回生

6232170008-5

中山 雄介

ウェイトリフティング競技選手における ハムストリングス筋群の形態的特徴

立命館大学大学院スポーツ健康科学研究科 博士課程前期課程 2 回生 中山 雄介

【要旨】

キーワード：ウェイトリフティング，ハムストリングス筋群，筋横断面積，形態的特徴

【目的】

本研究では，最大重量を持ち上げるために，日常動作ではみられない特異的な挙げ方（ダブル・ニーベンド）をするウェイトリフティング競技選手において，ハムストリングス筋群のどの筋，また，どの部位で筋が発達するのか検討することを目的とした。

【方法】対象者：ウェイトリフティング競技選手 16 名（ウェイトリフティング選手の競技成績：ロビーポイントが 250 点以上），一般人 16 名とした。

測定項目：身長，体質量，大腿二頭筋長頭・短頭，半腱様筋，半膜様筋における解剖学的筋横断面積（以下，「CSA」と略す）とした。それぞれの筋の CSA は超音波 B モード法を用いた。大腿長を近位，近位側，遠位側，遠位の 4 部位に分けた後，各筋の筋横断画像を 4 部位で撮像した。そこで得られた筋横断画像から，画像処理ソフトウェア ImageJ を用いて CSA を計測した。

【結果】ウェイトリフター群の大腿部周径囲は近位を除いた近位側，遠位側，遠位の部位でコントロール群よりも有意に太かった。ウェイトリフター群とコントロール群のハムストリングス筋群の各部位の各 CSA を比較した結果，大腿二頭筋長頭の近位，近位側，遠位側，半腱様筋の遠位側については，コントロール群よりも有意に大きい値を示した。膝関節屈曲の単関節筋である大腿二頭筋短頭には有意な差が認められなかった。ウェイトリフター群の左脚と右脚の CSA の比較では，ウェイトリフター群の各筋，各部位の CSA においてすべての項目で左右脚に有意な違いは認められなかった。

【考察】本研究ではウェイトリフティング競技選手は，二関節筋大腿二頭筋長頭の近位から遠位側，半腱様筋の遠位側の CSA が有意に大きく，一方で，単関節筋である大腿二頭筋短頭には有意な差が認められなかった。ウェイトリフティング競技選手は，リフティング動作においてダブル・ニーベントというテクニックを使う。この動作は，膝関節伸展と股関節伸展によりバーベルを持ち挙げ，バーベルが膝関節を通過したあと，瞬時

に膝関節を一度屈曲させて再度、膝関節伸展と股関節伸展によりバーベルを加速するように持ち上げる。このような膝伸展－屈曲－伸展という動作を行う理由は、バーベルと膝関節との距離をできるだけ短くし、関節負担を減らすこと、大きな膝伸展力を有効に使うことであるといわれている。また、(伊坂ほか, 1998) が述べているウエイトリフティング競技の最初の膝伸展の局面において、大腿前面の大腿四頭筋と大腿二頭筋長頭および半腱様筋の二関節筋による同時収縮により、膝伸展トルクを股関節伸展トルクに利用することができる。

本研究におけるハムストリングス筋群（特に、大腿二頭筋長頭および半腱様筋）の発達は、ウエイトリフティング競技選手特有のリフティングスタイルが影響したと示唆できる。

【結論】 本研究ではウエイトリフティング競技選手は、二関節筋大腿二頭筋長頭の近位から遠位側、半腱様筋の遠位側の CSA が有意に大きく、一方で、単関節筋である大腿二頭筋短頭には有意な差が認められなかった。ウエイトリフティング競技選手特有のリフティングスタイルがこのようなハムストリングス筋群の発達に影響したと示唆できる。

Morphological characteristics of hamstrings muscle groups in weightlifting athletes.

Graduate School of Sport And Health Science Yusuke Nakayama

Abstract

Keyword: weightlifting, hamstrings muscle group, cross-sectional muscle area, morphological characteristics.

Purpose:

In this study, in the weightlifting athlete who lifts the maximum weight in a specific way (double knee bend) that is not seen in daily movements, the muscles of the hamstrings muscle group or the muscles in which part are developed. The purpose was to examine where the muscles develop.

Method:

Subjects: 16 weightlifting athletes (competition results of weightlifter: Lobby points of 250 points or more) and 16 ordinary people.

Measurement items: height, body mass, anatomical muscle cross-sectional area (hereinafter abbreviated as "CSA") for biceps femoris long / short head, semitendinosus muscle and semimembranosus muscle. Ultrasonic B-mode method was used for CSA of each muscle. After dividing the thigh length into four sites: proximal, proximal, distal, and distal, cross-sectional images of each muscle were taken at four sites. CSA was measured from the obtained cross-sectional images using image processing software ImageJ.

Results:

The circumference of the thigh in the weightlifters group was significantly thicker at the proximal, distal, and distal sites except for the proximal region than in the control group. As a result of comparing the CSA of each part of the hamstrings muscle group of the weightlifters group and the control group, it was found that the proximal, proximal, distal side of the biceps femoris long head and the distal side of the

semitendinoid muscle value was significantly larger than that of the control group. No significant difference was found in the single biceps femoris muscle, which is a knee joint flexor. Comparison of the CSA of the left and right legs in the weightlifters group showed no significant difference between the left and right legs in all items in the CSA of each muscle and each site in the weightlifters group.

Discussion:

In this study, the weightlifting athlete had significantly greater CSA in the proximal to distal side of the biceps femoris long biceps and distal side of the semitendinosus muscle, while the monoarticular thigh was no significant difference in the biceps short head. Weightlifting competitors use the technique of double knee venting in the lifting action. In this operation, the barbell is lifted by knee extension and hip extension, and after the barbell passes through the knee joint, the knee joint is instantaneously bent once, and then lifted to accelerate the barbell by knee joint extension and hip extension. It is said that the reason for performing such a knee extension-flexion-extension operation is to make the distance between the barbell and the knee joint as short as possible, reduce the joint burden, and effectively use the large knee extension force. In addition, during the first knee extension phase of the weightlifting competition described by Isaka et al. (1998), simultaneous contraction by the biarticular muscles of the quadriceps femoris on the front of the thigh, the biceps longus and the semitendinosus muscle was performed. The knee extension torque can be used for the hip extension torque. In this study, the development of hamstrings muscle groups (especially biceps longus and semitendinosus) was suggested to be influenced by the unique lifting style of weightlifters.

Conclusion:

In this study, the weightlifters showed that the weightlifting athlete had significantly greater CSA in the proximal and distal sides of the biceps femoris long biceps and distal side of the semitendinoid muscle, while there was no significant difference in the biceps femoris short muscle. It can be suggested that the lifting style peculiar to the weight lifting player affected the development of such hamstring muscles.

目次

1. 緒言	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的	3
2.1 被験者	5
2.2 測定項目	5
2.3 CSA の測定箇所	5
2.4 大腿二頭筋長頭および短頭, 半膜様筋, 半腱様筋の CSA 測定	6
2.5 分析の方法	6
2.6 統計処理	7
3. 結果	8
3.1 ウェイトリフター群とコントロール群の大腿部周径囲の比較	8
3.2 ウェイトリフター群とコントロール群の各筋・各部位における CSA の比較	8
3.3 ウェイトリフター群とコントロール群の周径囲で相対化した CSA の比較	8
3.4 ウェイトリフター群における左脚と右脚の CSA の比較	9
4. 考察	19
5. 結論	21
参考文献	22

1. 緒言

1.1 研究背景

ウエイトリフティング競技とは

ウエイトリフティング競技は、スナッチやクリーン&ジャーク種目において、より重い重量を頭上に挙げることで勝敗を決める競技である。スナッチは、床のバーベルをからだに触れずに一気に頭上まで挙上した後、両腕を伸ばして脚を左右に開いた状態で静止する動作が特徴的な種目である。また、クリーン&ジャークは、地面に置いたバーベルを鎖骨の高さまで持ち上げ、肩から頭上へ腕が伸びきる位置までバーベルを押し上げるという 2 段階でバーベルを持ち上げる種目である。ウエイトリフティングの競技会においてはこれらそれぞれの種目を 3 回ずつ行い、それぞれの種目において最も大きい挙上重量の合計で順位が争われる。両種目とも 1 回の競技時間は数秒であり、短時間で重量が負荷されたバーベルを挙上することから、ウエイトリフティング競技選手には爆発的なパワー発揮が要求されることが知られている（伊坂ほか，1998）。

ウエイトリフティング競技選手の動作特徴

ウエイトリフティング競技熟練者のスナッチ動作を検証した（伊坂ほか，1998）の研究では、競技力の高い選手は、挙上する重量にかかわらずバーベルが加速するタイミングやバーベルが成す軌跡がほぼ一定であると報告している。その要因については、バーベルを一気に頭上まで挙上するスナッチ動作中のパワー発揮局面において、股関節と膝関節の伸展動作時に下肢・腰部の関節を巧みに機能させて、バーベルまで効果的にエネルギー転移を行い爆発的な関節パワーを発揮しているためだと述べられている（伊坂ほか，1998）。また、ウエイトリフティング競技のスナッチやクリーン&ジャーク動作には、床に置いてあるバーベルを膝の高さまで引き挙げる動作のファーストプル局面やセカンドプル局面が存在する。バーベルのプル動作中において、股関節は常に伸展動作を行うが、膝関節や足関節は股関節と異なり、伸展-屈曲のあとに再度伸展するような動作を行う。膝関節のこの動作はダブル・ニーベント動作と呼ばれ、重量を挙上する上で重要な動作として知られウエイトリフティング競技特異的な挙げ方とされており（Enoka, 1988）、伸展している膝関節を急速にわずかに屈曲させることで反動をつけ、即座に伸展を行うことで筋の伸張反射や二関節筋の弾性を利用し、爆発的な筋パワーが発揮されていたことを報告している（伊坂ほか，1998）。動作熟練者と未熟練者を比較した研究にお

いても、動作熟練者はスナッチ動作中に、これらの2局面で膝関節・足関節の伸展速度を未熟練者よりも顕著に高めていることが報告されており (Burdett, 1982), 重量を素早く挙上するためには、股関節や膝関節, 足関節の下肢三関節の伸展動作が無駄なく行われることが重要で (伊坂ほか, 1998), ウエイトリフティング競技で用いる特異的な動作は、これらの関節の動きに関わる二関節筋を効果的に利用することで、効果的にエネルギーを転位させ、爆発的なパワーを発揮している可能性がある。近年では、このような情報に基づいて、爆発的なパワー発揮を必要とするさまざまな競技スポーツにおいて、ウエイトリフティング競技で用いられる動作がレジスタンス・エクササイズやトレーニングとして用いられている。そこでは、スナッチやクリーン&ジャーク以外にも爆発的なパワー発揮を高めるための動作としてスクワット動作が取り入れられている (真鍋, 2003)。スクワットとは直立した状態から膝関節の屈曲・伸展を行う動作で、下肢三関節の総仕事量に対して股関節の貢献度を高めるための有効なトレーニングとされている (真鍋, 2003)。

ウエイトリフティング競技選手の筋形態の特徴

ウエイトリフティング競技において、優れた競技成績を獲得するには高い身体能力が必要であるが、パワー発揮能力に優れたウエイトリフティング競技選手の筋量を調査した研究によると、ウエイトリフティング競技は体重階級制のため、競技成績の向上には筋量そのものが重要であると考えられている (中村ほか, 1987, 金久ほか, 1989)。ウエイトリフティング競技選手の筋の特徴について調べた研究によると、一般大学生よりも大学生ウエイトリフティング競技選手で上肢, 下肢の筋横断面積は大きく (Kanehisa et al. 1998), 下腿部よりも大腿部で顕著に大きいことが報告されている (Garhammer et al. 2002, Funato et al. 2000)。また、トップクラスのウエイトリフティング選手における大腿四頭筋の横断面積を調べた先行研究では、その面積は 113.5 cm^2 にも及び、その値は一般成人 (74.4 cm^2) に比べて約 50%以上も大きく相撲選手 (110.2 cm^2) とほぼ同程度の値であったと述べられている (角田ほか, 1986)。さらに、大腿部前面のみならず大腿部後面の筋横断面積においても一般大学生より 34%も大きい (Kanehisa et al. 1998) ことなどからも、重量を素早く挙上するために下肢三関節を巧みに調整し爆発的なパワー発揮を行うウエイトリフティング競技選手の股関節, 膝関節伸展・屈曲に関係する筋はより発達していることが考えられる。

超音波断層法を用いた筋形態評価方法の確立や、マルチ電極を用いた表面筋電図測定法が開発され、これまでの研究では同一筋内であっても近位や遠位部など異なる部位では羽状角や筋厚が異なることや (Constantinos et al. 1998), 同一筋内において筋活動が確認できるポイントが異なることが報告されている (Watanabe et al, 2016). マスターズ・ウエイトリフティング選手を対象に大腿部の筋形態を調査した研究では、磁気共鳴画像 (MRI) を用いて大腿部の 10%毎の筋断面積を計測している。ここでは、マスターズ・ウエイトリフティング選手は大腿長の 20~80%のほぼ全ての部位でコントロール群よりも太かったことが述べられ、大腿部後面においても 40~80%部位で太かったことや、大腿部の 60%部位で最大筋横断面積であったことを報告している (岡田ほか, 2013). また、筋横断面積と股関節伸展・屈曲筋力との関係から、大腿部後面の筋横断面積がウエイトリフティング動作で必要とされる大きなパワー発揮に関係していることを示唆しており、大腿部後面のハムストリングス筋群のそれぞれの筋を、複数部位で詳細に検討することで、ウエイトリフティング競技で大きなパワー発揮を可能としている筋の形態的特徴が明らかになる可能性がある。

下肢三関節の動作に関係する大腿部後面のハムストリングス筋群の筋形態の特徴

ウエイトリフティング競技におけるスナッチやクリーン&ジャーク動作は速い股関節や膝関節の伸展が特徴で (伊坂ほか, 1998), これらの動作特異性は筋の発達に影響を及ぼす。ハムストリングス筋群は半腱様筋, 半膜様筋, 大腿二頭筋長頭および短頭の 4 つの筋から構成される。半腱様筋や半膜様筋は、股関節伸展および股関節内旋に作用し、大腿二頭筋長頭や短頭は、股関節伸展や股関節外旋に作用することが知られている。このように、同じハムストリングス筋群であっても作用する動作が異なることから、股関節や膝関節の貢献度が爆発的なパワー発揮に関係するとされるウエイトリフティング競技選手において、ハムストリングス筋群を各筋に分けて調査することが必要であるが、これまでハムストリングス筋群を調査した研究において、ウエイトリフティング競技選手のハムストリングス筋群の各筋を詳細に検討した研究はみられない。

1.2 研究目的

本研究では、最大重量を持ち上げるために、日常動作ではみられないダブル・ニーベントのような特異的な挙げ方をするウエイトリフティング競技選手では、ハムストリン

グスのどの筋, またはどの部位で筋が発達しているのかを検討することを目的とした.

2. 実験方法

2.1 被験者

被験者は、全日本学生選手権の出場経験者を含む、大学でウエイトリフティング競技を専門的に行っている 16 名（以下「ウエイトリフター群」と略す）とし、コントロール群として定期的に特異的な運動を行っていない一般人 16 名（以下「コントロール群」と略す）とした。ウエイトリフター群には、ウエイトリフティング競技熟練者を選ぶために International Weightlifting Federation (IWF) が採用するロビーポイントが 250 点以上の選手を対象とした。ロビーポイントの算出に使用したウエイトリフティング競技の記録は、本実験の実施日から一年以内の公認記録を採用した。被験者の身長、体質量の平均値と標準偏差は表 2.1 に示した。被験者には本研究の趣旨と倫理的配慮に関して書面にて説明を行い、研究への協力に対する同意書に署名を得た。また、本研究は、ヘルシンキ宣言ヒトを対象とする医学研究の倫理的原則に従い、大阪体育大学における研究倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号 17-1）。

（表 2.1）実験者の身長、体質量の平均値（標準偏差）

被験者	身長 (cm)	体質量 (kg)
ウエイトリフター群	164.8 (6.1)	68.6 (8.0)
コントロール群	168.6 (5.7)	57.4 (7.6)

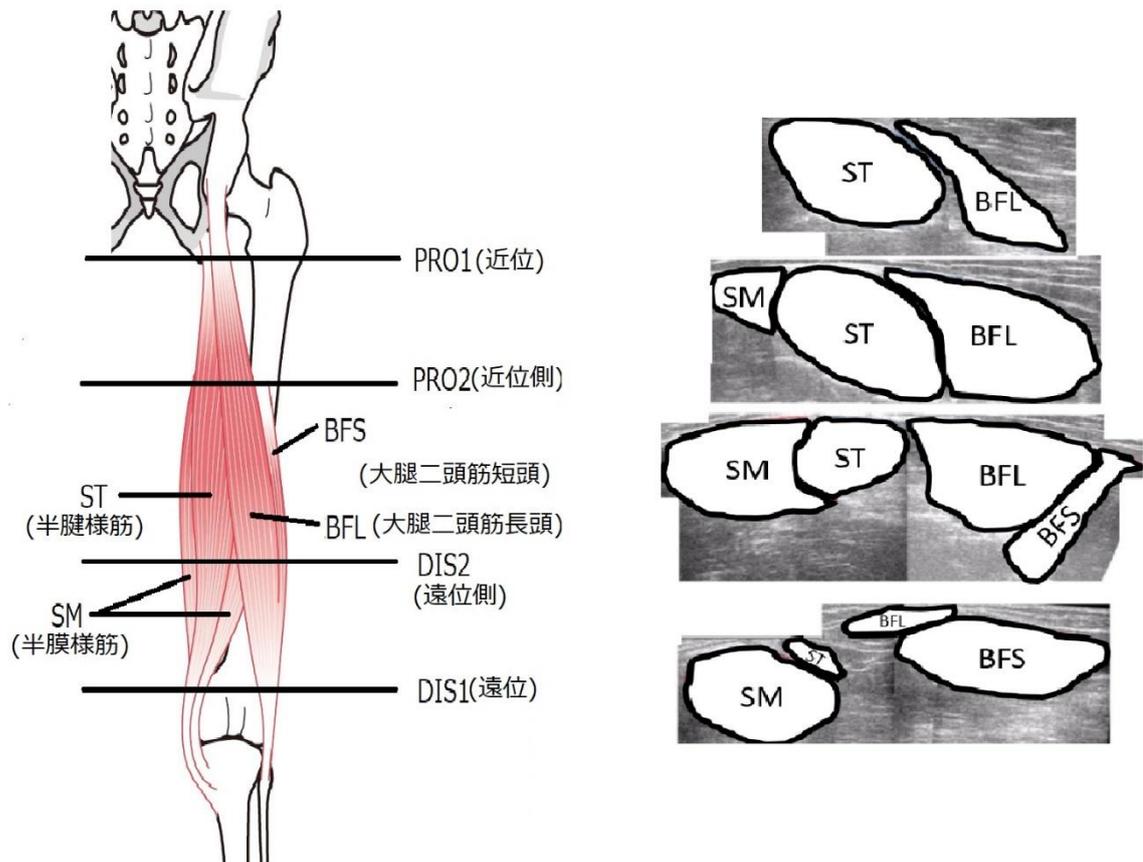
2.2 測定項目

測定項目は身長と体質量、大腿部周径囲、解剖学的筋横断面積（以下「CSA」と略す）とし、CSA の測定では、大腿二頭筋長頭および短頭、半腱様筋、半膜様筋の 4 筋を対象とした。

2.3 CSA の測定箇所

大腿部は、坐骨結節から大腿骨の内転筋結節までと定義した。撮像場所は先行研究に倣って（岡ほか，1994），測定脚の大腿部近位端にあたる坐骨結節の直下（以下「近位」と略す），超音波診断装置による縦断画像から判断した半腱様筋の腱画近位端（以下「近位側」と略す）の 2 部位に加え，坐骨結節と大腿骨の内転筋結節の頂点を結んだ線において 50 %にあたる部位（以下「遠位側」と略す），同線上の内転筋結節より 5 cm 近位

にあたる部位（以下「遠位」と略す）の計4部位で実施した。（図2.3）



（図 2.3）ハムストリングス筋群の測定部位（左）と4筋の筋横断画像（右）

横に区切られた黒のラインは筋横断面積の測定部位を示し，超音波画像内の白枠部分はそれぞれの筋を示す．座骨結節直下；近位，半腱様筋の腱画近位端；近位側，大腿長の50%部位；遠位側，大腿長の遠位から5cm上；遠位，半腱様筋；ST，半膜様筋；SM，大腿二頭筋長頭；BFL，大腿二頭筋短頭；BFS.

2.4 大腿二頭筋長頭および短頭，半膜様筋，半腱様筋の CSA 測定

CSA の測定は，超音波診断装置（Noblus，日立アロカメディカル社製）を用いて超音波 B モード断層法による短軸画像の撮像にて行った．

2.5 分析の方法

B モード法により得られた超音波画像から，大腿二頭筋長頭および短頭，半腱様筋，半膜様筋の4筋それぞれの筋横断断面を図2.3のように抽出し，ImageJ（National

Institutes of Health 社製) を用いてそれぞれの筋の CSA を計測した。すべての測定は同一験者が行い、同一験者における測定と CSA の計測に関する信頼性においては、近位から遠位までの 4 部位で ICC Case3 を用いた。

2.6 統計処理

それぞれの測定項目の平均値と標準偏差を算出し、ウエイトリフター群とコントロール群の比較では、右脚と左脚の平均値を用いた。同一筋内の異なる 4 部位における CSA の差の検定には、周径囲に対する割合算出した。群間における平均値の差の検定は対応のない T 検定、ウエイトリフター群の左脚と右脚の差の検定には対応のある T 検定を用いた。

3. 結果

3.1 ウェイトリフター群とコントロール群の大腿部周径囲の比較

ウェイトリフター群の両脚の平均値とコントロール群の4部位の周径囲をそれぞれ比較した。その結果、近位側、遠位側、遠位の周径囲はコントロール群よりもウェイトリフター群で有意に高い値を示したが、最も太い部分である近位の周径囲は両群間で違いが認められなかった（図 3.1, 近位側, 遠位側 ; $p < 0.001$, 遠位 ; $p < 0.01$ ）。

3.2 ウェイトリフター群とコントロール群の各筋・各部位における CSA の比較

図 3.2 では、ウェイトリフター群とコントロール群のハムストリングス各筋の4部位における CSA を示した。その結果、コントロール群と比較してウェイトリフター群の半腱様筋は遠位側で大きかったが（図 3.2.1, $p < 0.05$ ）、半膜様筋は遠位で小さい傾向を示した（図 3.2.2, $p < 0.001$ ）。大腿二頭筋長頭においても、遠位はウェイトリフター群で小さかったものの（図 3.2.3, $p < 0.05$ ）、近位、近位側、遠位側ではウェイトリフター群で有意に大きい傾向を示した（図 3.2.3, 近位, 近位側 ; $p < 0.05$, 遠位側 ; $p < 0.001$ ）。大腿二頭筋短頭はすべての部位で群間に有意な違いは認められなかった（図 3.2.4）。

3.3 ウェイトリフター群とコントロール群の周径囲で相対化した CSA の比較

図 3.3 では、ウェイトリフター群とコントロール群の周径囲に対するハムストリングス各筋の4部位の CSA を各部位の周径囲で相対化をして比較した。この相対化にあたり、周径囲を用いたのは先行研究にならった（上野ほか, 2018）。

その結果、コントロール群よりもウェイトリフター群の半腱様筋、大腿二頭筋長頭は遠位で有意に小さく（半腱様筋 ; 図 3.3.1, $p < 0.05$, 大腿二頭筋長頭 ; 図 3.3.3, $p < 0.001$ ）大腿二頭筋長頭においてはウェイトリフター群が近位で有意に大きい傾向を示した（図 3.3.3, $p < 0.05$ ）。半膜様筋、大腿二頭筋短頭は遠位側、遠位でコントロール群よりもウェイトリフター群が有意に小さかった（図 3.3.2, 半膜様筋遠位側, 遠位側, 大腿二頭筋短頭遠位 ; $p < 0.001$, 大腿二頭筋短頭遠位側 ; $p < 0.05$ ）。

3.4 ウェイトリフター群における左脚と右脚の CSA の比較

ウェイトリフター群の左脚と右脚のハムストリングス各筋の 4 部位における CSA の比較のため、ウェイトリフター群の左脚、右脚のハムストリングス各筋・各部位の CSA に対応のある T 検定を行った (図 3.4)。その結果、半腱様筋、半腱様筋、大腿二頭筋短頭、大腿二頭筋長頭のすべての筋、すべての部位において左右脚に有意な違いは認められなかったが (図 3.4.1, 図 3.4.2, 図 3.4.3, 図 3.4.4)、大腿二頭筋長頭の近位においては、右脚よりも左脚でわずかに大きい傾向がみられた (図 3.4.4, $p=0.088$)。

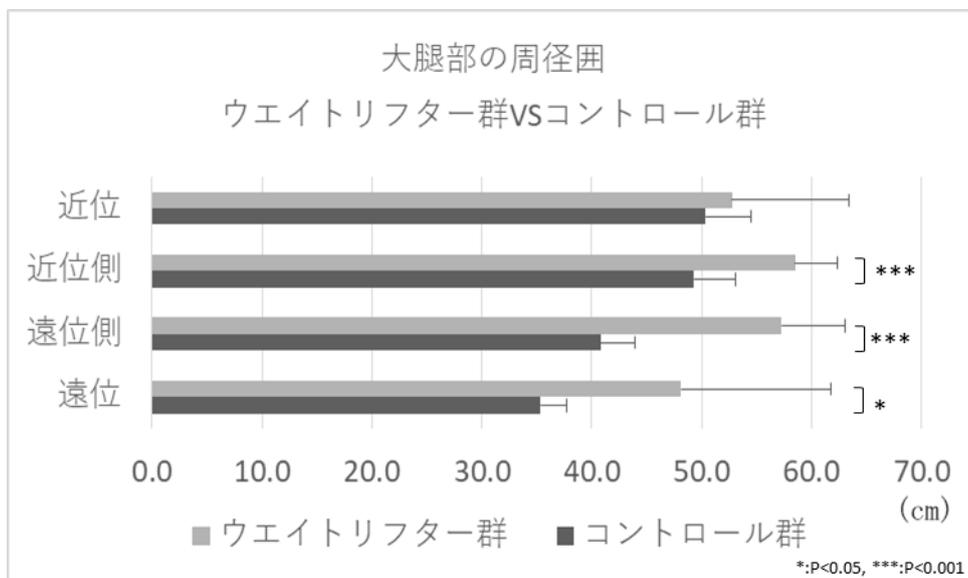


図 3.1 ウェイトリフター群とコントロール群における 4 部位の大腿部周径囲の比較

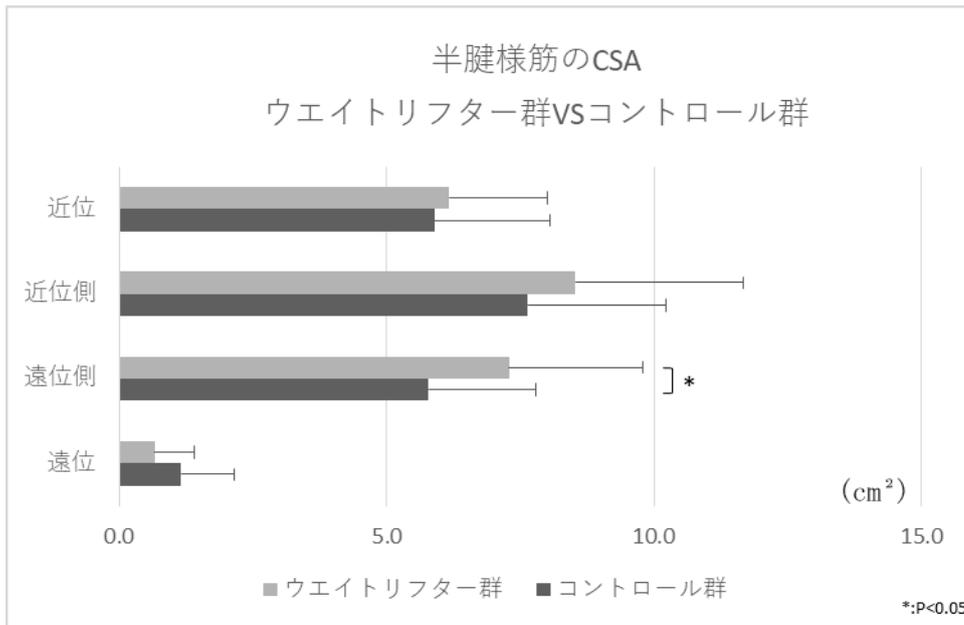


図 3.2.1 ウェイトリフター群とコントロール群における半腱様筋の CSA の比較

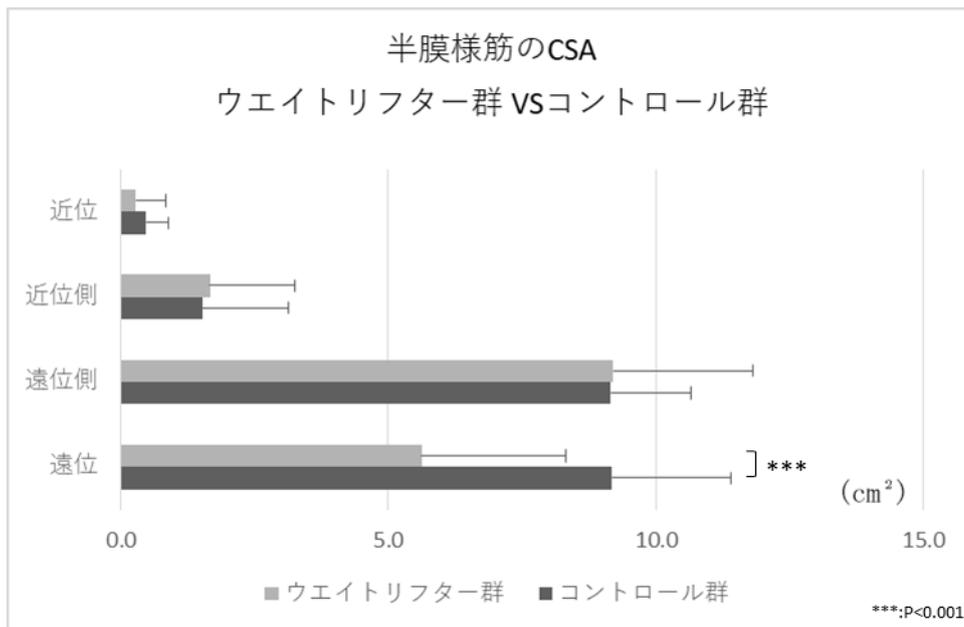


図 3.2.2 ウェイトリフター群とコントロール群における半膜様筋の CSA の比較

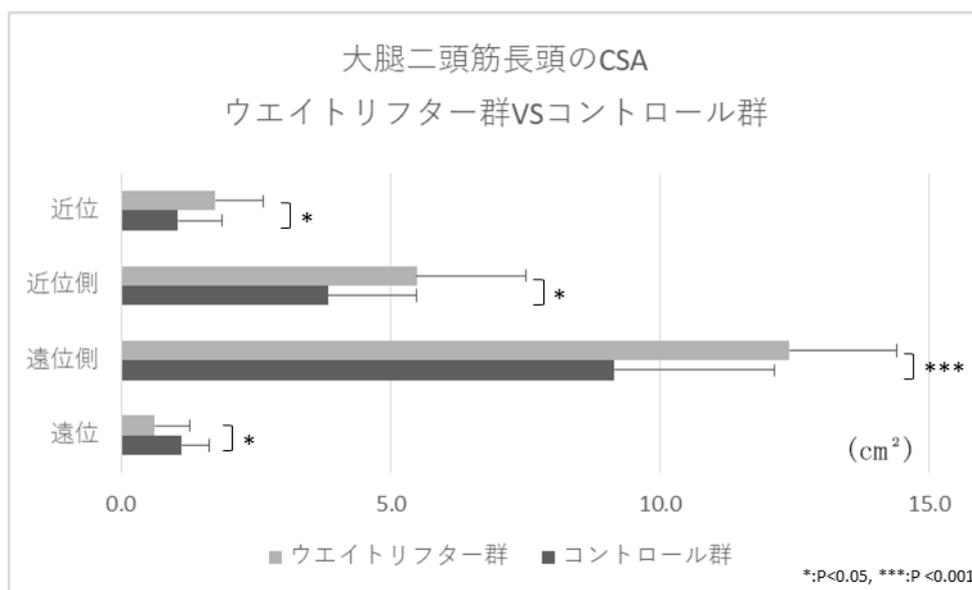


図 3.2.3 ウェイトリフター群とコントロール群における大腿二頭筋長頭の CSA の比較

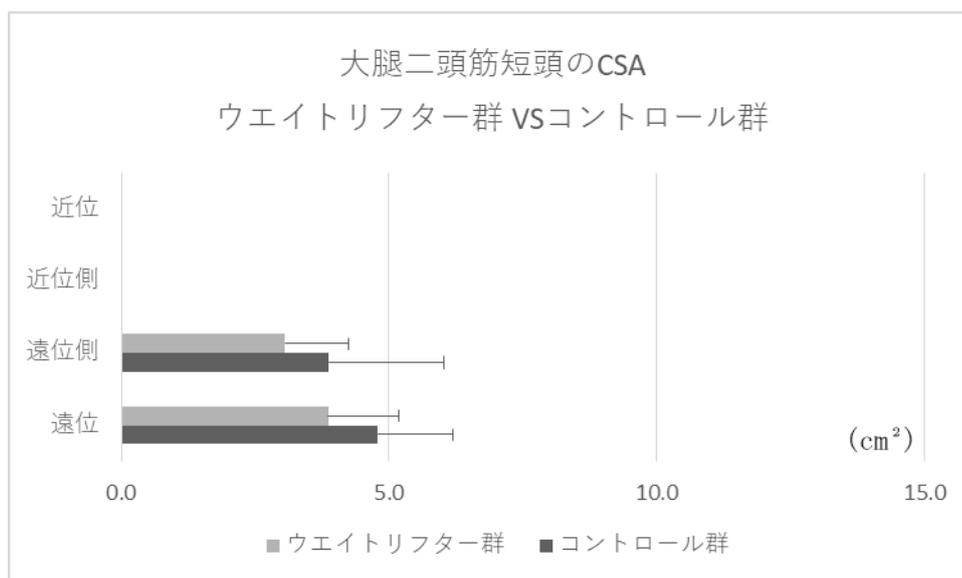


図 3.2.4 ウェイトリフター群とコントロール群における大腿二頭筋短頭の CSA の比較

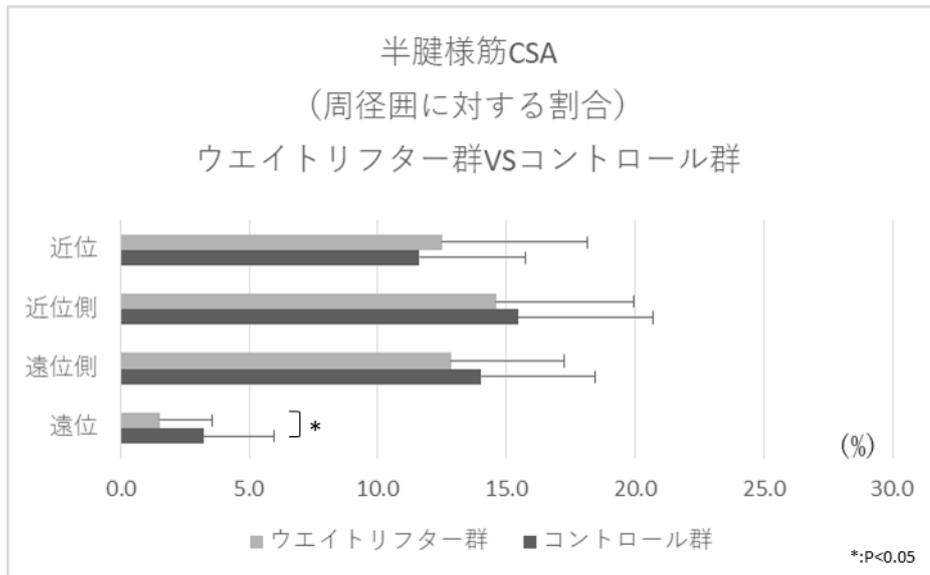


図 3.3.1 ウェイトリフター群とコントロール群における周径圏に対する半腱様筋の CSA の比較

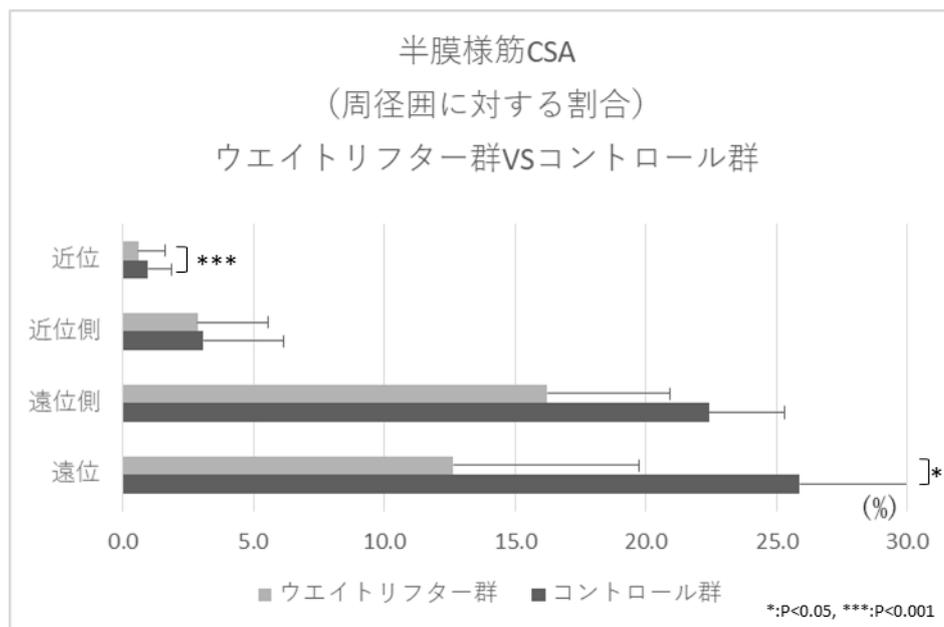


図 3.3.2 ウェイトリフター群とコントロール群における周径圏に対する半膜様筋の CSA の比較

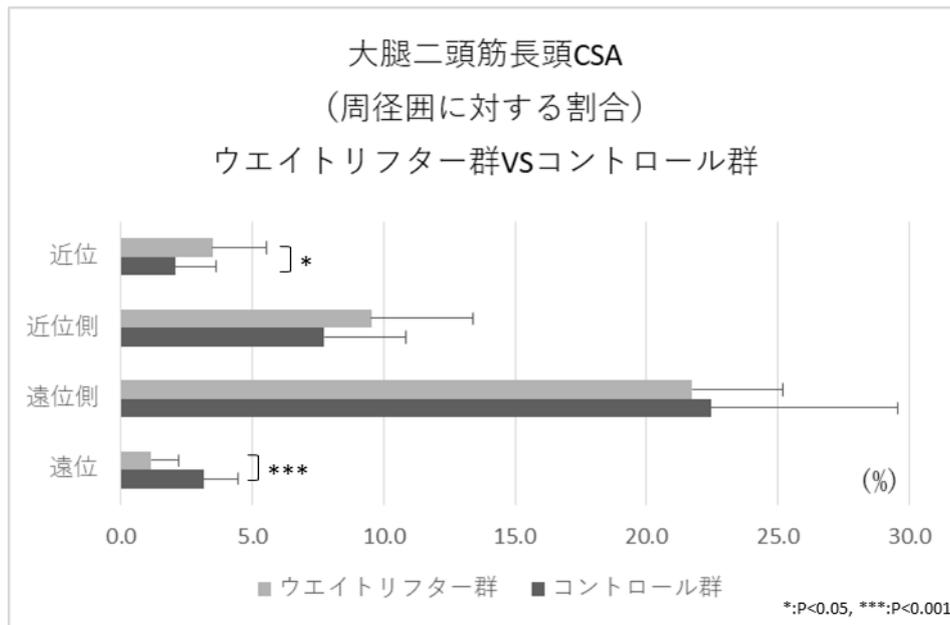


図 3.3.3 ウェイトリフター群とコントロール群における周径囲に対する大腿二頭筋長頭の CSA の比較

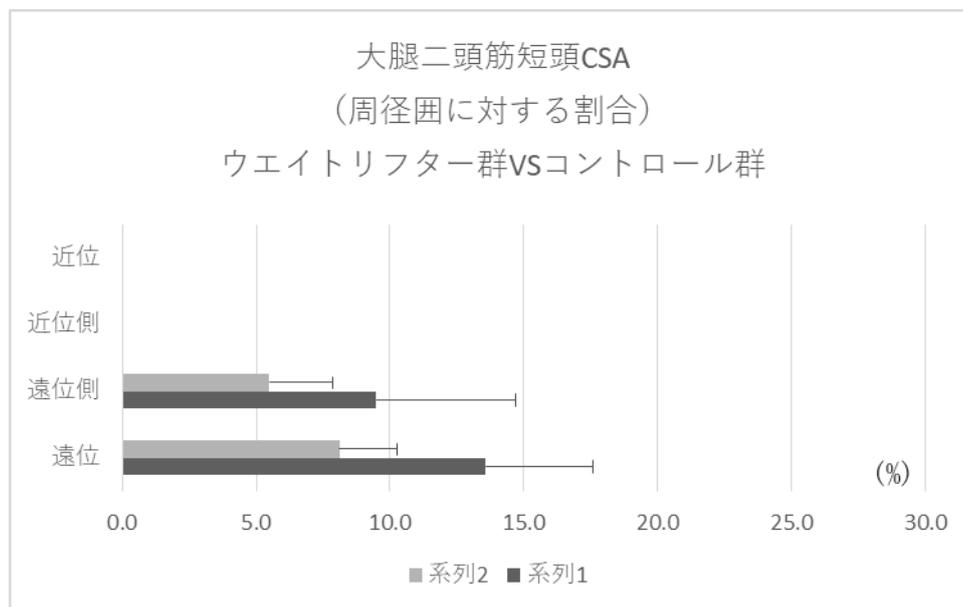


図 3.3.4 ウェイトリフター群とコントロール群における周径囲に対する大腿二頭筋短頭の CSA の比較

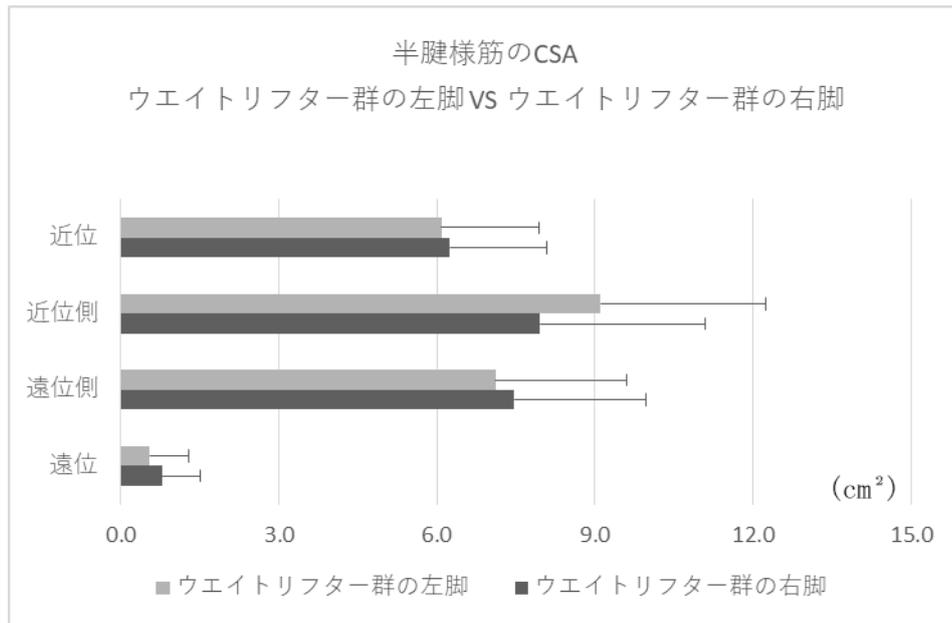


図 3.4.1 ウエイトリフター群の左脚と右脚における半腱様筋の CSA の比較

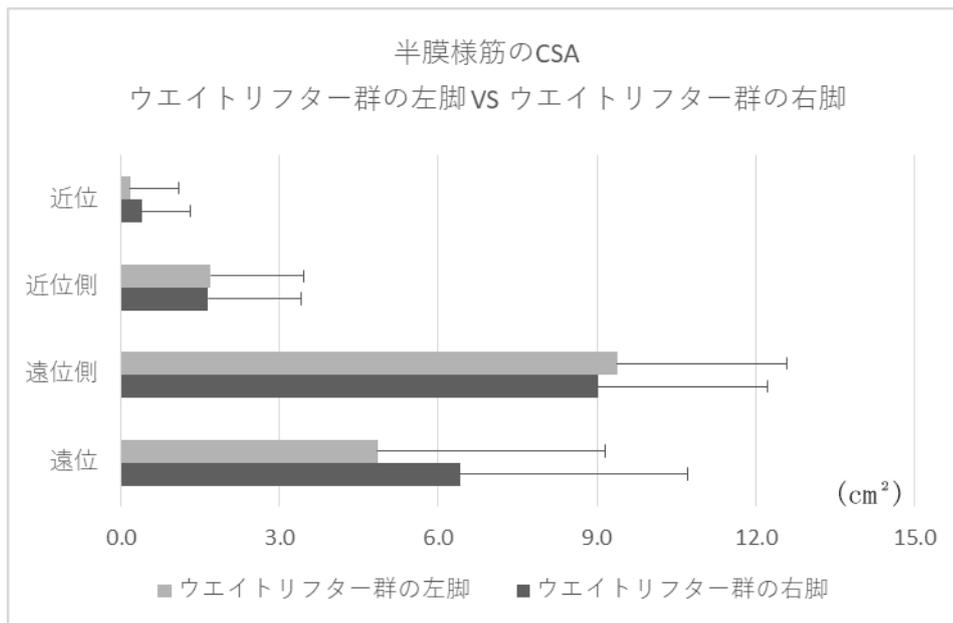


図 3.4.2 ウエイトリフター群の左脚と右脚における半腱様筋の CSA の比較

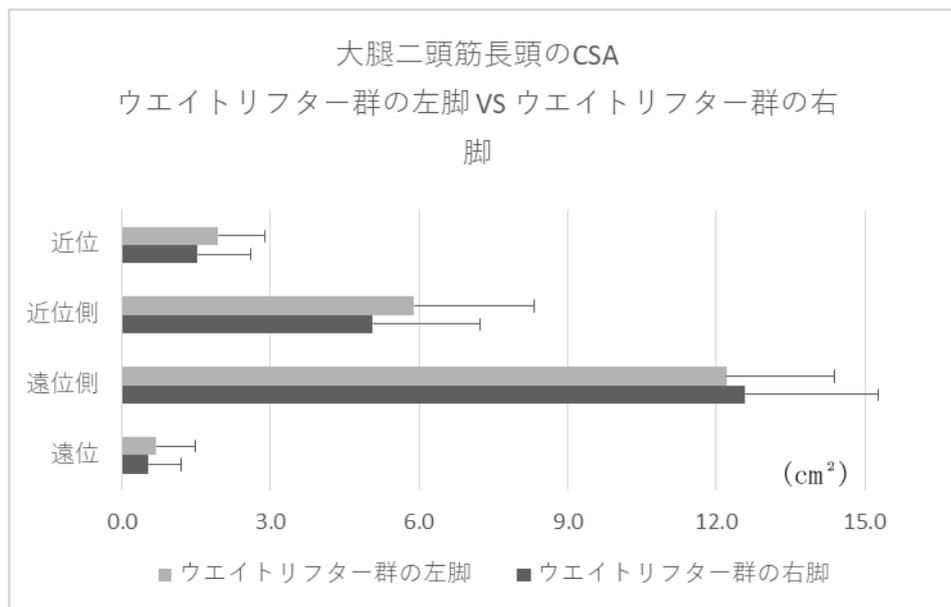


図 3.4.3 ウエイトリフター群の左脚と右脚における大腿二頭筋長頭の CSA の比較

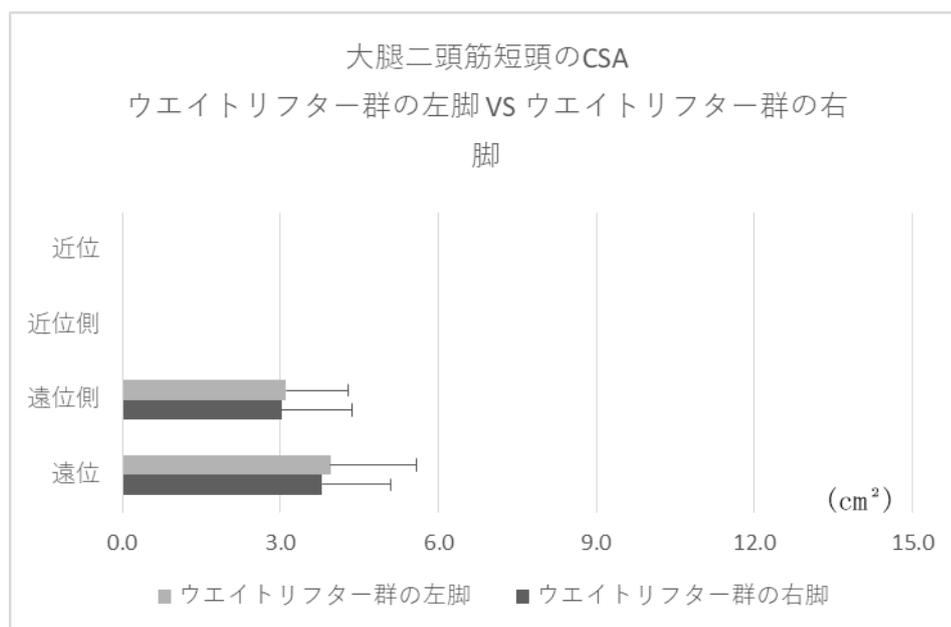


図 3.4.4 ウエイトリフター群の左脚と右脚における大腿二頭筋短頭の CSA の比較

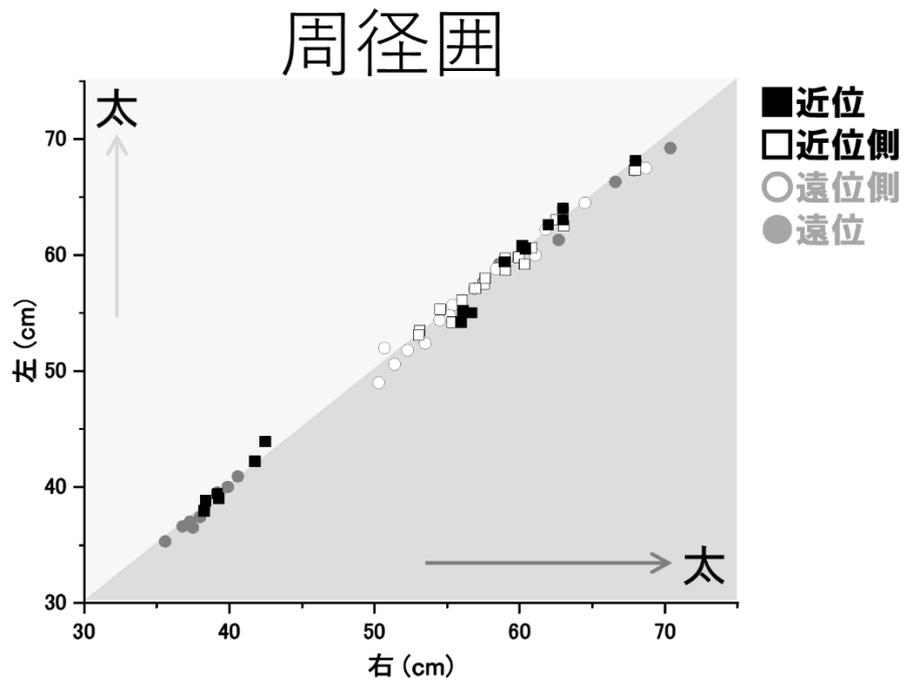


図 3.5.1 周径囲におけるウェイトリフター群の右脚と左脚の関係

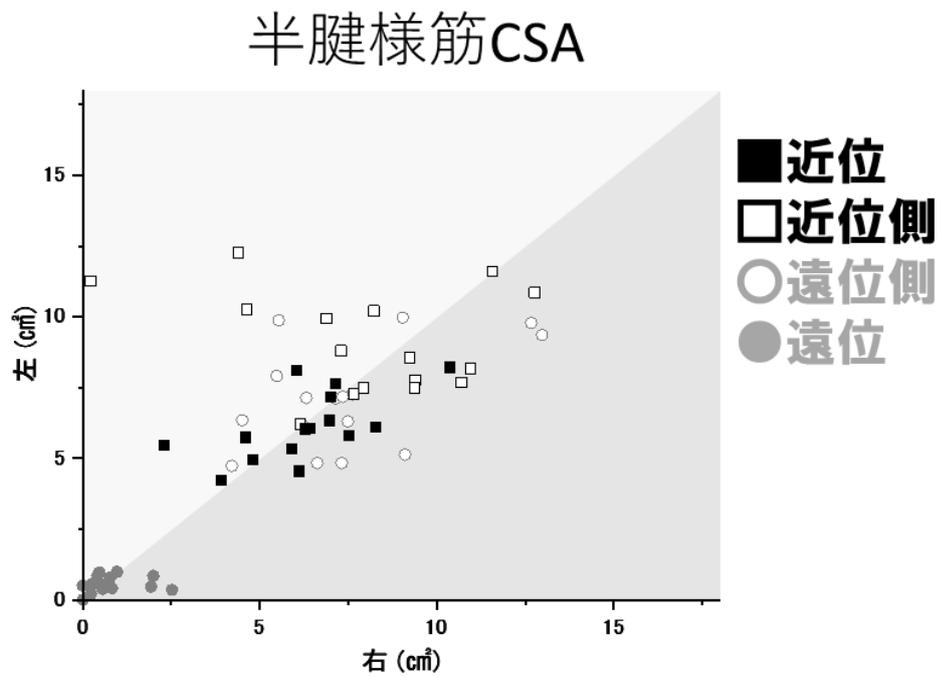


図 3.5.2 半腱様筋におけるウェイトリフター群の右脚と左脚の関係

半膜様筋CSA

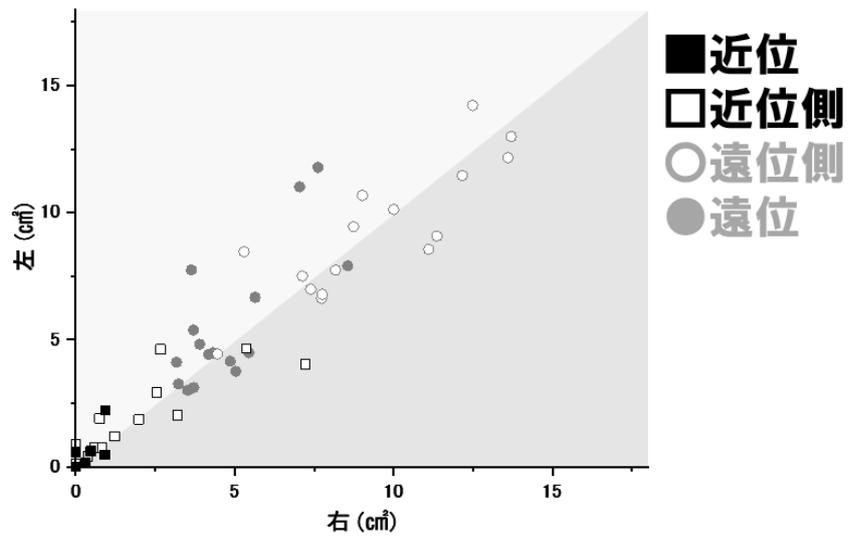


図 3.5.3 半膜様筋におけるウェイトリフター群の右脚と左脚の関係

大腿二頭筋長頭 CSA

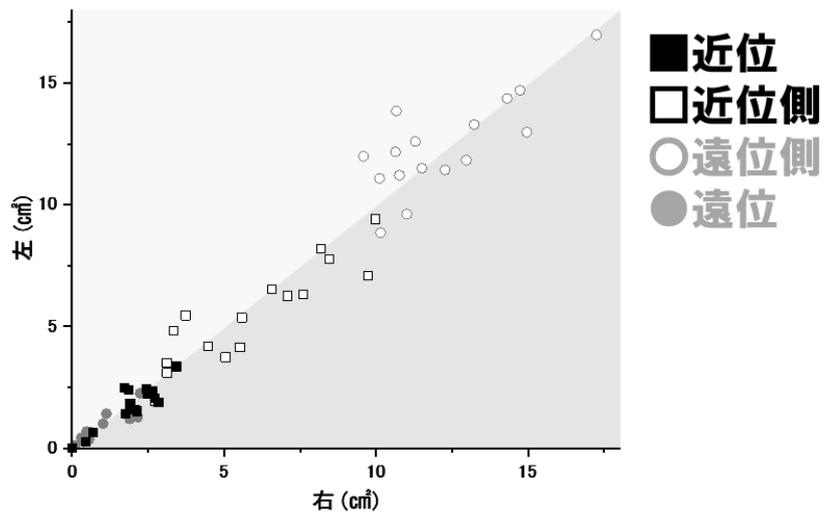


図 3.5.4 大腿二頭筋長頭におけるウェイトリフター群の右脚と左脚の関係

大腿二頭筋短頭

CSA

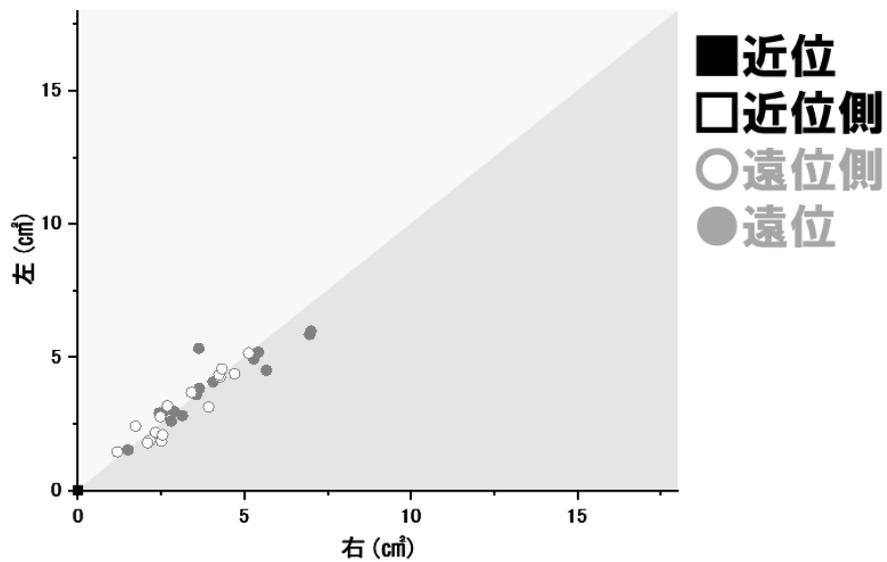


図 3.5.5 大腿二頭筋短頭におけるウェイトリフター群の右脚と左脚の関係

4. 考察

本研究では、最大重量を持ち上げるために、日常動作ではみられない特異的な挙げ方（ダブル・ニーベンド）をするウエイトリフティング競技選手では、ハムストリングス筋群のどの筋、またはどの部位で筋が発達しているのか検討することを目的として、ハムストリングス筋群の各部位の各 CSA を測定しコントロール群と比較した。

その結果、大腿二頭筋長頭の近位、近位側、遠位側、半腱様筋の遠位側については、コントロール群よりも有意に大きい値を示した。膝関節屈曲の単関節筋である大腿二頭筋単頭には有意な差が認められなかった。ウエイトリフター群の左脚と右脚の CSA の比較では、ウエイトリフター群の各筋、各部位の CSA においてすべての項目で左右脚に有意な違いは認められなかった。

各筋における解剖学的特徴

半腱様筋について、大腿後面の内側にあり、坐骨結節から起こり、脛骨上端に停止し、股関節の伸展、膝関節の屈曲・内旋に関係する。半膜様筋について、半腱様筋の下層にあって、半腱様筋と並行している。坐骨結節から起こり、脛骨上端に停止し、股関節の伸展、膝関節の屈曲・内旋に関係する。大腿二頭筋について、短頭は大腿骨の後面から、長頭は坐骨結節から起こり、脛骨上端に停止する。また、大腿二頭筋の短頭は大腿骨の後面、長頭は坐骨結節を起始とし脛骨上端に停止しており、作用は膝関節の屈曲および下腿の外旋とされている（藤田，2013）。

ウエイトリフターの大腿二頭筋長頭と短頭における筋の特徴

図 3.2 では、ウエイトリフター群とコントロール群のハムストリングス各筋の 4 部位における CSA を示した結果、ウエイトリフター群が近位、近位側、遠位側において、コントロール群よりも優位に大きい値を示した。一方で、大腿二頭筋短頭では有意な差は認められなかった。

ウエイトリフティング競技選手は、リフティング動作においてダブル・ニーベントというテクニックを使う。この動作は、膝関節伸展と股関節伸展によりバーベルを持ち上げ、バーベルが膝関節を通過したあと、瞬時に膝関節を一度屈曲させて再度、膝関節伸展と股関節伸展によりバーベルを加速するように持ち上げる。このような膝伸展－屈曲－伸展という動作を行う理由は、バーベルと膝関節との距離をできるだけ短くし、関節

負担を減らすこと、大きな膝伸展力を有効に使うことであるといわれている。また、伊坂ほか（1998）が述べているウエイトリフティング競技の最初の膝伸展の局面において、大腿前面の大腿四頭筋と大腿二頭筋長頭および半腱様筋の二関節筋による同時収縮により、膝伸展トルクを股関節伸展トルクに利用することができる。つまり、ハムストリングス筋群の二関節筋を活用することで、大腿部前面で発揮された膝伸展力を、ハムストリングス筋群との同時収縮により、股関節伸展をより効果的なものにするができる。このような筋活動様式によって、特異的な筋発達をもたらしたと考えられる。

一方で単関節筋である大腿二頭筋短頭においては、単関節筋であるため、上記のようなエネルギーフローのような効果を発揮することができないため、リフティングに特徴づけられた筋発達はなかったかもしれない。ただ、この点についてはさらに詳細な検討が必要である。

ウエイトリフターの半腱様筋と半膜様筋における筋の特徴

ウエイトリフター群の半腱様筋は、コントロールに比べて遠位側で有意に大きかった。半腱様筋については、大腿二頭筋長頭と同様に二関節筋であり、先のところで説明したように、ウエイトリフティング選手による特異的なダブル・ニーバンドによる動作が筋発達に影響を及ぼしたと考えられる。ただし、大腿二頭筋長頭では、近位、近位側においてもコントロールとの差が認められている。半腱様筋は、半膜様筋に包まれるような構造になっており、この構造が筋発達に影響を及ぼした可能性があるが、詳細については今のところ言及できない。

また、ウエイトリフター群の半膜様筋の遠位 CSA は、コントロールに比べて有意に低値であった。この原因については不明であり、今後の課題としたい。

ウエイトリフターの左脚と右脚における筋の特徴

ウエイトリフター群の左脚と右脚のハムストリングス各筋の4部位における CSA の比較を対応のある T 検定を行った結果、すべての部位において左右脚に有意な違いは認められなかった。

本研究における被験者全員のスプリットジャーク時（Chiu et al. 2005）に前足が右脚、後脚が左脚であることから、その動作の影響が生じると考えたが、その影響は認められなかった。

5. 結論

本研究では、最大重量を持ち上げるために、日常動作ではみられない特異的な挙げ方（ダブル・ニーベンド）をするウエイトリフティング競技選手において、ハムストリングス筋群のどの筋、またはどの部位で筋が発達するのか検討することを目的とした。

その結果、大腿二頭筋長頭の近位、近位側、遠位側、半腱様筋の遠位側については、コントロール群よりも有意に大きい値を示した。膝関節屈曲の単関節筋である大腿二頭筋単頭には有意な差が認められなかった。ウエイトリフター群の左脚と右脚の CSA の比較では、ウエイトリフター群の各筋、各部位の CSA においてすべての項目で左右脚に有意な違いは認められなかった。

ウエイトリフティング選手のハムストリングス筋群（特に、大腿二頭筋長頭および半腱様筋）の発達は、ウエイトリフティング選手特有のリフティングスタイルが影響したと示唆できる。

参考文献

- 伊坂忠夫, Robert J. GREGOR, 川村貞夫: 熟練したリフターからの合理的リフティング動作の導出, 日本機械学会論文集 C 編/64 巻 623 号, 1998.
- Enoka RM, Load- and skill-related changes in segmental contributions to a weightlifting movement. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 20(2):178-87, 1988.
- 中村好男, アネロビックパワーからみたスポーツ選手の体力, *Jpn J Sports Sci*, 6, 697-702, 1987.
- 金久博昭, 筋横断面積からみた筋出力およびスポーツパフォーマンス, *Jpn J Sports Sci*, 8, 54-61, 1989.
- Garhammer J, and Takano B. Training for weightlifting. Strength and power in sport. Volume III of the *Encyclopaedia of Sports Medicine*, An IOC Commission Publication. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 357-369, 1992.
- Funato K, Kanehisa H, and Fukunaga T. Differences in muscle cross-sectional area and strength between elite senior and college Olympic weight. *J Sports Med Phys Fitness*. 40 (4) :312-8, 2000.
- Kanehisa H, Ikegawa S, and Fukunaga T. Body composition and cross-sectional areas of limb lean tissues in Olympic weightlifters. *Scand J Med Sports*, 8: 271-278, 1998.
- Kanehisa H, Ikegawa S, and Fukunaga T. Comparison of muscle cross-sectional areas between weightlifters and wrestlers. *Int J Sports Med*, 19: 265-271, 1998.
- 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.
- 久保田潤, 鳥居俊, 膝関節等尺性屈曲運動時における半腱様筋の収縮動態, *体力科学*, 54:211-217, 2005.
- 服部正明, 鈴木直樹: MRI を基にした三次元構築像より得られた大腿部筋群の形態的差異, *体力科学*, 41: 273-275, 1992.
- Watanabe K, Kouzaki M, Moritani T. Regional neuromuscular regulation within human rectus femoris muscle during gait. *J Biomech* 47: 3502-3508,

2014.

岡英世, 山瀬薫, 塚本康夫, 市橋則明, 浜田松彦, 石川齋, 三浦元, 吉田正樹, 大腿部における筋の形状特性の検討, 理学療法学 第 21 巻第 3 号 195 ~201 頁, 1994.

Loren Z. F. Chiu, Brian K. Schilling, ウェイトリフティング入門: ウェイトリフティング競技から競技のためのトレーニングまで, *Strength and Conditioning Journal* Volume 12, Number, 2005.

上野薫, 前濱良, 国正陽子, 牧野晃宗, 佐野加奈絵, 貴嶋孝太, Paavo V Komi, 石川 昌紀, 陸上短距離選手におけるハムストリングス各筋内の筋横断面積の形態分布の特徴と競技力との関係, 体力科学, 第 67 巻第 6 号, 383-391, 2018.

対馬栄輝, 信頼性指標としての級内相関係数. 弘前大学医学部 保健学科 統計学資料 2, www.hs.hirosaki-u.ac.jp/~pteiki/research/stat/icc.pdf, 閲覧日 2019 年 12 月 9 日.

真鍋芳明, 横澤俊治, 尾縣貢. スクワットの挙上重量変化が股関節と膝関節まわりの筋の活動および関節トルクに与える影響. 体力科学, 52, 89~98, 2003.

岡英世, 山瀬薫, 塚本康夫, 市橋則明, 浜田松彦, 石川齋三, 浦元 吉田正樹 北 潔. 大腿部における筋の形状特性の検討. 理学療法学, 第 21 巻第 3 号 195~201, 1994.

岡田 純一, 柳谷登志雄, 倉持梨恵子, 鳥居俊. マスターズ・ウェイトリフティング選手の骨密度, 筋力, 筋断面積から見た高強度レジスタンストレーニングの影響. スポーツ科学研究, 10, 49-61, 2013.

藤田恒太郎. 人体解剖学 (改正第 42 版). 2013.