

2025 年度修士学位論文

男子ラクロス競技選手における体幹・下肢筋
サイズとショートスプリントおよびジャンプ
パフォーマンスの関係

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 3 回生

学生証番号：62322300064

氏名：加藤 優介

男子ラクロス競技選手における体幹・下肢筋 サイズとショートスプリントおよびジャンプ パフォーマンスの関係

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 3 回生 加藤優介

要旨

キーワード：大臀筋，筋断面積，スプリントタイム，跳躍高，オフェンス／ディフェンスポジション，磁気共鳴画像法

【目的】

ラクロス競技選手は，相手を躲す動きや相手からボールを奪うために，短時間で素早く移動できる高いショートスプリントパフォーマンスが求められる．また，ラクロス競技は，多くの場面で即時的かつ爆発的な力発揮が求められることから，その能力をジャンプパフォーマンスで評価することは有用である．これらの身体パフォーマンスに関連する重要な筋を特定することは，ラクロス競技選手における競技パフォーマンスの向上に役立つ可能性がある．したがって，本研究は，ラクロス競技選手における体幹・下肢筋サイズとショートスプリントおよびジャンプパフォーマンスの関係を検討することを目的とした．

【方法】

本研究は，大学男子ラクロス競技選手 24 名（年齢：20.6±1.0 歳，オフェンス選手／ディフェンス選手：12／12 名）を対象とした．体幹および下肢筋サイズは，磁気共鳴画像法を用いて，総計 10 筋あるいは筋群の横断面積を測定した．それぞれの筋断面積は，研究対象者間の身体特性の影響を最小化するため，絶対値だけでなく体重の 2/3 乗を用いて正規化した相対値も解析に使用した．ショートスプリントパフォーマンスは，全力での 40 ヤード走中の 10 ヤード，20 ヤードおよび 40 ヤードのスプリントタイムを評価した．ジャンプパフォーマンスは，スクワットジャンプおよびカウタームーブメント

ジャンプの跳躍高を評価した。なお、2変数間の相関関係は、ピアソンの積率相関係数を用いて評価した。その際、有意水準は、5%未満とした。

【結果】

男子ラクロス競技選手における大臀筋断面積の相対値は、20ヤードおよび40ヤードスプリントタイムと有意な相関関係が認められた（それぞれ $r = -0.519$ と -0.518 、ともに $P < 0.01$ ）。さらに、大臀筋断面積の相対値は、スクワットジャンプおよびカウタームーブメントジャンプの跳躍高とも有意な相関関係が認められた（それぞれ $r = 0.593$ と 0.445 、ともに $P < 0.05$ ）。その他の相関関係として、大腰筋断面積の絶対値は、20ヤードスプリントタイムと有意な相関関係がみられたが（ $r = 0.413$, $P = 0.045$ ）、この関係は筋サイズが小さいほどショートスプリントパフォーマンスが高いことを示す。これに対して、背筋群と大腿四頭筋の筋断面積の相対値が大きいほど、スクワットジャンプおよびカウタームーブメントジャンプの跳躍高が大きいことを示す有意な相関関係が認められた（ $r = 0.406 - 0.593$ 、全て $P < 0.05$ ）。

【結論】

本研究の結果において、男子ラクロス競技選手における大きな大臀筋サイズは、高いショートスプリントおよびジャンプパフォーマンスの両方に関連した。したがって、男子ラクロス競技選手における大臀筋は、これらの身体パフォーマンスに共通して関連する重要な筋であることが示唆される。また、大きな背筋群と大腿四頭筋サイズも、高いジャンプパフォーマンスに関連した。これらの結果から、とりわけ大臀筋を含む、特定の筋の発達を促すトレーニング方略は、ラクロス競技選手の競技パフォーマンスに寄与する身体パフォーマンスの向上に役立つ可能性が期待される。

Associations of trunk and lower limb muscularity with short-sprint and jump performance in collegiate male lacrosse players

Graduate school of Sport and Health Science, Ritsumeikan University.

Yusuke KATO

Abstract

Keywords: Gluteus maximus, Muscle cross-sectional area, Sprint time, Jump height, Offensive position/Defensive position, Magnetic resonance imaging

Objective

Lacrosse players are required to exhibit superior short-sprint performance, characterized by the ability to rapidly accelerate over short distances to evade opponents and gain possession of the ball. Additionally, because lacrosse demands immediate and explosive force output in various situations, jump performance is considered a useful indicator of such physical capabilities. Identifying key muscles that contribute to these physical performances may help enhance competitive performance in lacrosse players. Therefore, the purpose of this study was to examine the relationships between trunk and lower-limb muscle size and short-sprint and jump performance in lacrosse players.

Methods

Twenty-four male collegiate lacrosse players (age: 20.6 ± 1.0 years, offensive position/defensive position: 12/12) participated in this study. The cross-sectional area (CSA) of a total of 10 trunk and lower limb muscles/muscle groups were measured using magnetic resonance images. To minimize the effect of difference in body size

among participants, in addition to the absolute CSA, the relative CSA normalized to body mass to the two-thirds power was used for analysis of this study. The short-sprint performance was evaluated using the sprint times over 10, 20, and 40 yards during a maximal 40-yard sprint. The jump performance was assessed by measuring the jump heights during the squat jump and countermovement jump. Relationships between variables were determined by using Pearson's product-moment correlation coefficient, and the significance level was set at $P < 0.05$.

Results

The relative CSA of gluteus maximus (GM) was significantly correlated with 20- and 40-yard sprint times ($r = -0.519$ and -0.518 , respectively, both $P < 0.01$). Additionally, relative GM CSA was significantly correlated with jump heights in both the squat jump and countermovement jump ($r = 0.593$ and 0.445 , respectively, both $P < 0.05$). Among other relationships, the absolute CSA of the psoas major showed a significant positive correlation with 10-yard sprint time ($r = 0.413$, $P = 0.045$), indicating that a smaller muscle size is associated with superior short-sprint performance. In contrast, larger relative CSAs of the erector spinae and quadriceps femoris were significantly correlated with greater squat jump and countermovement jump heights ($r = 0.406 - 0.494$, all $P < 0.05$).

Conclusion

The results of the present study indicate that a larger GM in male lacrosse players is related to both superior short-sprint and jump performances. Thus, the GM appears to be a key muscle commonly to these physical performance abilities. Additionally, larger erector spinae and quadriceps femoris were associated with superior jump performance. In summary, the present findings suggest that training strategies targeting the development of specific muscles, particularly the GM, may be effective in enhancing physical performance that contributes to competitive performance in lacrosse players.

目次

第1章 緒言	1
1-1 研究背景.....	1
1-1-1 ラクロス競技の変遷.....	1
1-1-2 男子ラクロス競技の競技特異性	1
1-1-3 男子ラクロス競技におけるショートスプリントパフォーマンスの重要性 ...	2
1-1-4 ラクロス競技の身体パフォーマンス指標としてのジャンプパフォーマンス の重要性	3
1-1-5 スポーツ競技選手におけるショートスプリントとジャンプパフォーマンス の関係.....	4
1-1-6 短距離走選手における下肢筋サイズとスプリントパフォーマンスの関係 ...	4
1-1-7 短距離走選手における下肢筋サイズとショートスプリントパフォーマンス の関係.....	5
1-1-8 球技スポーツ競技選手における下肢筋サイズとショートスプリントパフ ォーマンスの関係	6
1-1-9 スポーツ競技選手における体幹筋サイズとスプリント/ショートスプリン トパフォーマンスの関係.....	7
1-1-10 スポーツ競技選手における下肢筋サイズとジャンプパフォーマンスの関係	7
1-2 目的	8
第2章 方法	9
2-1 被験者	9
2-2 体幹部および下肢筋サイズの測定.....	9
2-3 ショートスプリントパフォーマンスの測定	10
2-4 ジャンプパフォーマンスの測定	11
2-5 統計解析	11
第3章 結果	12
3-1 男子ラクロス競技選手におけるショートスプリントとジャンプパフォーマンス の関係	12
3-2 男子ラクロス競技選手における身体特性・身体組成とショートスプリントおよび ジャンプパフォーマンスの関係	14

3-3	男子ラクロス競技選手における体幹・下肢筋サイズとショートスプリントおよびジャンプパフォーマンスの関係.....	15
3-4	男子ラクロス競技における OF 選手と DF 選手における測定指標の比較.....	17
第 4 章	考察.....	19
4-1	本研究における主要な発見.....	19
4-2	男子ラクロス競技選手における大臀筋サイズとショートスプリントパフォーマンスの関係.....	19
4-3	男子ラクロス競技選手における大腰筋サイズとショートスプリントパフォーマンスの関係.....	20
4-4	男子ラクロス競技選手におけるハムストリングスサイズとショートスプリントパフォーマンスの関係.....	21
4-5	男子ラクロス競技選手における内転筋群サイズとショートスプリントパフォーマンスの関係.....	22
4-6	男子ラクロス競技選手における体幹筋サイズとショートスプリントパフォーマンスの関係.....	23
4-7	男子ラクロス競技選手における大臀筋サイズとジャンプパフォーマンスの関係.....	24
4-8	男子ラクロス競技選手における大腿四頭筋サイズとジャンプパフォーマンスの関係.....	24
4-9	男子ラクロス競技選手における背筋群サイズとジャンプパフォーマンスの関係.....	25
4-10	ラクロス競技選手の OF 選手および DF 選手における測定指標の比較.....	25
4-11	研究限界.....	26
4-12	今後の展望.....	27
第 5 章	結論.....	28
	参考文献.....	29
	謝辞.....	38
	補足資料.....	39

第1章 緒言

1-1 研究背景

1-1-1 ラクロス競技の変遷

ラククロス競技は、北米先住民の宗教的儀礼や戦闘訓練と深く結びついた「スティックボール」に起源をもつ、北米最古の組織的スポーツの1つとされる。(World Lacrosse, 2021; History of Lacrosse, 2025). このようなラククロス競技は、20世紀以降、北米を中心に学校・大学スポーツとして普及し、徐々に欧州やオセアニア、そして、アジアへと国際的に拡大してきた。ラククロス競技の国際統括団体である World Lacrosse の加盟国・地域数は2000年代初頭の16から急増し、現在は94ヵ国が加盟しており、近年も加盟が相次いでいる(Reuters, 2025). これに付随し、競技人口も大きく増加しており、2000年代以降「最も成長の著しいスポーツ競技の1つ」であることが言及されている(SportsEpreneur, 2023). さらに、2028年に開催されるロサンゼルスオリンピックの正式種目に1908年のロンドンオリンピック以来、120年ぶりに採用された点で、名実ともに世界的に近年で「最も成長の著しいスポーツ競技」と言える。一方、日本においても、ラククロス競技者数が1986年の21名から1993年には約9,000名、そして、2017年には約18,000名へと倍増したことが報告されている(World Lacrosse, 2022). 日本におけるラククロス競技者は、主に大学生を中心とし、その約9割が大学入学後にラククロス競技を始めたとされている(Minato City Tourism Association, 2024). このことは、日本におけるラククロス競技が大学スポーツとして急速に発展してきたことを示しているが、男子と女子の世界ランキング(2025年度12月現在)は、ともに5位であることから、世界でも屈指のラククロス競技の強国として飛躍的に成長していることが示唆される。以上の通り、ラククロス競技は、現在では北米・欧州・アジアを中心とし、急速に国際的な普及と競技人口の増加が進んでおり、とりわけ日本では大学スポーツとして拡大していることをふまえて、今後のさらなる発展・成長が期待される注目すべき球技スポーツの1つである。これらのことから、ラククロス競技選手を対象とした科学的サポートの必要性は高まっているが、その他の主要なスポーツ競技・種目よりも科学的かつ学術的な研究が展開されていないのが現状である。

1-1-2 ラクロス競技の競技特異性

ラククロス競技は、サッカーやハンドボール等と同じように、相手チームより多くの得点を取得したチームが勝利するゴール型スポーツ競技である。ゴール型スポーツ競技におい

では、複数の競技におけるゲーム分析の結果が示す通り、シュート数が多いほど試合に勝利する確率が高くなる（文部科学省, 2009; Rumpf et al., 2017）。それは、ラクロス競技においても例外ではない（Akiyama & Yamamoto, 2019）。とりわけラクロス競技の試合中は、基本的にヘルメット、チェストパッド、エルボープロテクター、グローブの装着が義務付けられているとともに、手にはスティックを持つ。そのスティックを保持したまま、ショートスプリントや方向転換走を含む、様々な身体動作を行う特徴を持つ（Pistilli et al., 2008）。

ラクロス競技には、10人制と6人制があるが、前者は標準的な長さであるショートスティックに加えて、ディフェンス選手が使用するロングスティックとゴーリースティックの3種類が存在する。また、10人制ラクロス競技のポジションは、オフェンス（OF）選手とディフェンス（DF）選手に大別される。OF選手は、アタック（AT）とオフェンシブミッドフィルダー（OMF）に細分される。DF選手は、ショートスティックディフェンシブミッドフィルダー（SSDM）、ロングスティックディフェンス（LDF）、そして、ゴールを守るゴールキーパー（G）に細分される。さらに、これらのポジションとは別に、試合開始時や再開時にボールを奪い合うフェイスオファァー（FO）も存在し、計5つのポジションに細分される。したがって、ラクロス競技は、その他の球技スポーツと同様に各ポジションに要求される役割が異なることから、必然的に求められる身体パフォーマンスの特性も異なる。さらに、それぞれのポジションに応じた身体パフォーマンスの違いは、高度な競技パフォーマンスが求められる男子ラクロス競技に如実に表れることは想像に難くない。

1-1-3 ラクロス競技におけるショートスプリントパフォーマンスの重要性

ラクロス競技において、OF選手は相手DF選手を躲すこと、それに対してDF選手はOF選手に躲されないことが求められ（Zimmerman & England, 2013）、どちらも短時間で素早く移動することが必要とされる。このような短時間の素早い移動には、高いスプリントパフォーマンスが求められる。また、ラクロス競技においては、地面を転動するボールに対して相手チームの選手よりも先に追いつくことで優位性が得られることだけでなく、相手チームの選手よりもボールに近い位置にいた場合にボールポゼッションを得るチェイスと呼称される特有のルールが存在することなど、多種多様な場面で高いショートスプリントパフォーマンスが求められる。ラクロス競技選手のショートスプリントパフォーマンスを評価した研究において、Sellら（2018）は、大学男子ラクロス競技選手を対象とし、

スターター（つまり、先発選手）が非スターター（つまり、交代選手や控え選手）よりもショートスプリントパフォーマンス（つまり、20ヤードおよび40ヤードの疾走タイム）が高いことを報告している。これらのことから、男子ラクロス競技選手におけるショートスプリントパフォーマンスは、競技パフォーマンスに寄与する身体パフォーマンスの重要な因子であることが示唆される。したがって、これを評価することは、身体パフォーマンスに基づいて潜在的な競技パフォーマンスを判断する上で有用な指標となり得る。

1-1-4 ラクロス競技における身体パフォーマンス指標としてのジャンプパフォーマンスの重要性

ジャンプ動作は、代表的な多関節運動であり、高いジャンプパフォーマンスを発揮するためには主に股関節・膝関節・足関節の伸展運動が重要な役割を担うとともに、それらの主導筋の協調的な活動が必要である (Bobbert et al., 1996)。ラクロス競技選手においては、急激な加速や減速が試合中に頻繁に求められる (Thomas et al., 2014)。その際には、瞬時かつ爆発的な筋発揮が不可欠である (Dos' Santos et al., 2022)。このようなスポーツ競技選手における爆発的な筋発揮能力を評価する方法として、ジャンプテストが広く用いられている (García-Ramos et al., 2018; Sell et al., 2018)。また、競技現場で用いられているジャンプテストは、水平方向と鉛直方向のジャンプテストに大別でき、後者はスクワットジャンプとカウンタームーブメントジャンプが頻用されている (Dos' Santos et al., 2022; Loturco et al., 2015)。実際、スクワットジャンプとカウンタームーブメントジャンプの跳躍高は、下肢筋群のパワー発揮能力を評価する有用な代替指標であるとされている (Johnson et al., 2024)。さらに、Nuzzo ら (2008) は、カウンタームーブメントジャンプの跳躍高が高いほど、パワークリーンの最大挙上量が大きいことを報告しており、全身のパワー発揮や運動連鎖を評価する上でも有用な代替指標であることが示唆されている。ラクロス競技選手のジャンプパフォーマンスを評価した研究において、Sell ら (2018) は、大学男子ラクロス競技選手を対象とし、スターターが非スターターよりもカウンタームーブメントジャンプの跳躍高が高いことを報告している。これらのことから、男子ラクロス競技選手におけるジャンプパフォーマンスは、ショートスプリントパフォーマンスと同様に競技パフォーマンスに寄与する身体パフォーマンスの重要な因子の1つであると考えられるとともに、とりわけ爆発的な筋発揮能力を評価する上で有用な指標となり得る。

1-1-5 スポーツ競技選手におけるショートスプリントとジャンプパフォーマンスの関係

高いスプリントパフォーマンスとジャンプパフォーマンスを達成するためには、下肢三関節の大きな屈曲および伸展トルク（とりわけ、伸展トルク）が必要であるという点で（Andersen & Aagaard, 2000; Boone et al., 2021; Novacheck, 1998）、それらの関連性がスポーツ競技選手を対象として頻繁に研究が行われてきた（Boone et al., 2021; Loturco et al., 2015; Suarez-Arrones, 2020）。例えば、Loturco ら（2015）は、陸上短距離選手を対象とし、ショートスプリントパフォーマンス（つまり、10 m, 30 m, 50 m の疾走速度）が高いほど、スクワットジャンプおよびカウンタームーブメントジャンプの跳躍高が高いことを報告している。また、Suarez-Arrones ら（2020）は、チームスポーツ競技選手（サッカーやラグビー競技選手など）を対象とし、10 m スプリントタイムが速いほど、カウンタームーブメントジャンプの跳躍高が高いことを報告している。これに対して、Boone ら（2021）は、アメリカンフットボール競技選手を対象とし、ショートスプリントパフォーマンス（つまり、10 ヤードのスプリントタイム、スプリント速度、加速度）とカウンタームーブメントジャンプの跳躍高の間に関係性が認められなかったことを報告している。これらのことから、先行研究の間でショートスプリントとジャンプパフォーマンスの関係には、必ずしも一致した見解が得られていないが、それはスポーツ競技によって異なる可能性が示唆されることから、ラクロス競技選手を含み、さらなる検討が必要とされる。

1-1-6 短距離走選手における下肢筋サイズとスプリントパフォーマンスの関係

スプリントパフォーマンスに関連する因子を理解する上で、これまでに多くの研究が行われてきた短距離走選手を対象とした知見は極めて有用であると考えられる（補足資料 1）。短距離走選手が高いスプリントパフォーマンス（本稿では、狭義に最大疾走速度あるいは 100 m 走自己記録を指す）を獲得するための運動力学的因子として、大きな股関節屈曲トルクや股関節伸展トルクが重要であることが多数報告されており（Dorn et al., 2012; Nagahara et al., 2020; Nagahara & Murata, 2024）、一致した見解が得られている（Novacheck, 1998）。このような関節トルクの大きさは、形態的に主導筋サイズに強く調節される（Fukunaga et al., 2001）。この点に立脚し、これまでに筋サイズを起点として、短距離走選手のスプリントパフォーマンスに関連する特異的な筋の探索が頻繁に行われてきたが、その中でも下肢筋サイズとスプリントパフォーマンスの関係を検討した研究が大半を占める（Miller et al., 2021; Sugisaki et al., 2018; Tottori et al., 2021）。例えば、

Sugisaki ら (2018) と Tottori ら (2021) は、男子短距離走選手を対象とし、股関節屈曲の主導筋である大腰筋の筋体積あるいは筋断面積が大きいほど、スプリントパフォーマンスが高いことを示す強い相関関係を報告している。また、Miller ら (2021) は、男子短距離走選手を対象とし、測定対象筋とした下肢 23 個別筋の中でも、股関節伸展の主導筋である大臀筋の筋体積がスプリントパフォーマンスと最も強い相関関係を示したことを報告している。さらに、短距離走選手を対象とした複数の先行研究において、股関節屈曲あるいは股関節伸展に貢献する大腿四頭筋 (つまり、大腿直筋) やハムストリングス (とりわけ、半腱様筋) の筋体積もスプリントパフォーマンスと高い相関関係を示すことが報告されている (Ema et al., 2018; Miller et al., 2021; Sugisaki et al., 2018) 。以上の短距離走選手を対象とした知見から、高いスプリントパフォーマンスを達成するためには、股関節屈曲トルクや股関節伸展トルクの生成に強く貢献する大腰筋や大臀筋をはじめとする股関節屈曲筋および股関節伸展筋の筋サイズがスプリントパフォーマンスを調節する重要な形態的因子であることが示唆される。

1-1-7 短距離走選手における下肢筋サイズとショートスプリントパフォーマンスの関係

近年の短距離走選手を対象とした研究において、ショートスプリントに近似する加速局面の高いスプリントパフォーマンス (つまり、疾走速度) を達成するためには、下肢三関節の中でも足関節底屈トルクが最も重要な役割を担うことが明らかにされている (Brechue et al., 2010; Pandey et al., 2021) 。既述の通り、関節トルクの大きさは、形態的に主導筋サイズに強く調節されることから、スプリント中に大きな足関節底屈トルクを獲得するためには、大きな足関節底屈筋 (つまり、下腿三頭筋) の筋サイズが必要とされることが一般的な見解である。しかしながら、短距離走選手における下腿三頭筋サイズとスプリントパフォーマンスの関係は、先行研究の間で一致した見解が得られていない。この見解の相違は、大きな足関節底屈トルクの生成に他の形態的因子 (例えば、足関節モーメントアームや足部骨形態) が関与する可能性が示唆されている (Baxter et al., 2012; Suga et al., 2020; Tanaka et al., 2017) 。一方、加速局面のスプリントパフォーマンスに着目した研究において、Monte と Zamparo (2019) は、短距離走選手における下腿三頭筋の筋厚が大きいほど、20 メートルショートスプリントパフォーマンスが高いことを報告している。これらの知見から、下腿三頭筋サイズは、ショートスプリントパフォーマンスに関連する形態的因子である可能性が少なからず示唆される。しかしながら、Monte と

Zamparo (2019) の研究では、超音波画像法を用いて測定した筋厚を筋サイズ指標として評価しているが、それは磁気共鳴画像法を用いて測定できる筋断面積や筋体積よりも低次の筋サイズ指標であることから、再検証の必要性が残る。

既述した通り、短距離走選手におけるハムストリングスの筋サイズは、スプリントパフォーマンスに関連することが複数報告されている (Miller et al., 2021; Sugisaki et al., 2018)。さらに、Nuell ら (2019) は、男女短距離走選手におけるハムストリングスサイズが大きいほど、40 メートルスプリントパフォーマンスが高いことを報告している。また、Novacheck (1998) の 30 年近く前に報告した先駆的なスプリントパフォーマンスに関する総説において、高いスプリントパフォーマンスには、股関節伸展トルクの生成に主導的に貢献する大臀筋やハムストリングス以外に内転筋群 (とりわけ、大内転筋) も重要な役割を果たす可能性を提案している。実際、Nuell ら (2019) の研究において、内転筋群サイズも 40 メートルスプリントパフォーマンスに関連することが報告されている。この結果と同様に、Sugisaki ら (2011) は、男子短距離・中距離走選手における内転筋群サイズが大きいほど、30 メートルスプリントパフォーマンスが高いことを報告している。これらのことから、短距離走選手における下腿三頭筋に加えて、ハムストリングと内転筋群サイズは、ショートスプリントパフォーマンスに関連する重要な筋である可能性が示唆される。一方、興味深いことに Sugisaki ら (2011) の研究において、大腰筋サイズは、30 メートルスプリントパフォーマンスに関係しなかったことが報告されている。さらに、筆者が知る限り、短距離走選手における大臀筋サイズとショートスプリントパフォーマンスの関係は検討されていない。したがって、少なからず大臀筋サイズとショートスプリントパフォーマンスの関係は、ショートスプリントパフォーマンスに対する大臀筋の貢献を理解する上で十分に検討の余地がある。

1-1-8 球技スポーツ競技選手における下肢筋サイズとショートスプリントパフォーマンスの関係

これまでに多くの先行研究において、短距離走選手における下肢筋サイズとスプリントパフォーマンスあるいはショートスプリントパフォーマンスの関係が頻繁に報告されてきたのに対して、実際的に球技スポーツ競技選手を対象とした研究はわずかに限られる (補足資料 2)。さらに、短距離走選手と球技スポーツ競技選手におけるスプリント中の運動学的変数や運動力学的変数が部分的に異なることが報告されている (Buchheit et al., 2014;

Colyer et al., 2018; Haugen et al., 2019; Slawinski et al., 2017). しかしながら, Ritsche ら (2021) は, 思春期前男子サッカー競技選手を対象とし, ハムストリングスの大腿二頭筋長頭の筋断面積が大きいほど, 30 メートルスプリントパフォーマンスが高いことを報告している. また, Xie ら (2020) は, 大学男子バスケットボール競技選手を対象とし, 内転筋群の長内転筋の筋体積が大きいほど, 10 メートルスプリントパフォーマンスが高いことを報告している. これらの研究結果は, 短距離走選手を対象とした研究結果と部分的に一致し, 球技スポーツ競技選手における高いショートスプリントパフォーマンスにもハムストリングスと内転筋群サイズが貢献する可能性を示唆している. しかしながら, 筆者の知る限り, 男子ラクロス競技選手における下肢筋サイズとショートスプリントパフォーマンスの関係を検討した研究はない.

1-1-9 スポーツ競技選手における体幹筋サイズとスプリント/ショートスプリントパフォーマンスの関係

短距離走選手を含むスポーツ競技選手における体幹筋 (本稿では, 腹部および背部の筋あるいは筋群を指す) の筋サイズとスプリント/ショートスプリントパフォーマンスの関係を検討した報告はわずかに限られる (Fujita et al., 2019; Kubo et al., 2011; Tottori et al., 2021). これは, 体幹筋がスプリント/ショートスプリントパフォーマンスに対して補足的な役割しか担っていないという解釈に基づくと推察される. Tottori ら (2021) は, 男子短距離走選手における体幹筋 (つまり, 腹直筋, 腹斜筋群, 背筋群) の筋サイズは, 100 メートルスプリントに関連しなかったことを報告している. これに対して, Fujita ら (2019) は, 男子短距離走選手における腹斜筋群の腹横筋厚が大きいほど, 100 メートルスプリントパフォーマンスが高いことを報告している. 一方, 球技スポーツ競技選手を対象とした研究において, Kubo ら (2011) は, 青年男子サッカー競技選手における背筋群サイズが大きいほど, 20 メートルスプリントパフォーマンスが高いことを報告している. これらのことから, 体幹筋サイズもスプリント/ショートスプリントに関連する可能性が示唆されるが, ラクロス競技選手を含み, さらなる研究結果の蓄積が必要である.

1-1-10 スポーツ競技選手における下肢筋サイズとジャンプパフォーマンスの関係

スポーツ競技選手における下肢筋サイズとジャンプパフォーマンスの関係は, ジャンプパフォーマンスが競技パフォーマンスに直結するスポーツ競技選手を対象として研究が行

われてきたが、それは極めて制限される（補足資料 3）。その中でも、Jiang ら（2024）は、男子バレーボール競技選手を対象とし、大腿四頭筋の外側広筋の筋厚が大きいほど、スクワットジャンプおよびカウンタームーブメントジャンプの跳躍高が高いことを報告している。また、Xie ら（2020）は、男子バスケットボール競技選手を対象とし、大腿四頭筋とハムストリングスの筋断面積が大きいほど、スクワットジャンプおよびカウンタームーブメントジャンプの跳躍高が高いことを報告している。しかしながら、スポーツ競技選手における下肢筋サイズとジャンプパフォーマンスの関係を検討した報告は極めて僅かに限られる。さらに、筆者の知る限り、これまでにスポーツ競技選手における体幹筋サイズとジャンプパフォーマンスの関係は検討されていない。したがって、男子ラクロス競技選手におけるジャンプパフォーマンスが必ずしも競技パフォーマンスを強く反映するものではない可能性があるが、体幹・下肢筋サイズとジャンプパフォーマンスの関係を検討することは有益であると考えられる。

1-2 目的

男子ラクロス競技選手は、競技特性を考慮した上で高いショートスプリントパフォーマンスが要求される。これまでに陸上短距離走選手を中心とし、スプリントおよびショートスプリントパフォーマンスに関連する重要な筋が数多く報告されてきたが、男子ラクロス競技選手におけるショートスプリントパフォーマンスに関連する重要な筋は検討されていない。また、スポーツ競技選手において、ジャンプパフォーマンスは爆発的な筋発揮能力を評価する上で有用な指標であるが、これまでにジャンプパフォーマンスに関連する重要な筋を検討した報告はわずかに限られ、男子ラクロス競技選手におけるジャンプパフォーマンスに関連する重要な筋は検討されていない。以上のことから、本研究は、男子ラクロス競技選手における体幹・下肢筋サイズとショートスプリントおよびジャンプパフォーマンスの関係を検討することにより、それらの身体パフォーマンスに関連する重要な筋を探索することを目的とした。本研究の成果は、男子ラクロス競技選手の競技パフォーマンスに寄与する身体パフォーマンスに着目し、それに関連する重要な形態的因子の理解を進めるだけでなく、ひいては競技パフォーマンスを高めることに貢献する現場実践的かつ新たな測定評価方策やトレーニング方略の構築に役立つ有用な知見となり得る。

第2章 方法

2-1 研究対象者

研究対象者は、関西学生ラクロスリーグ 1 部に所属する大学男子ラクロス競技選手 24 名（年齢：20.5±1.0 歳）が本研究に参加した。本研究に参加したラクロス競技選手のポジションの内訳は、OF 選手が 12 名（AT：6 名，OMF：6 名）および DF 選手が 12 名（SSDM：3 名，LDF：9 名）であった。なお、男子ラクロス競技において、G と FO は他のポジションの選手と比較し、競技中に求められる役割が特異的であることから、研究対象者間の特性の整合性を担保するため、本研究には含まなかった。本研究の参加に先立ち、全ての研究対象者に対して、あらかじめ本実験の主旨と測定内容を口頭と書面で詳細に説明し、研究参加の同意を得た。また、全ての研究対象者に対して、あらかじめ磁気共鳴装置の禁忌症例に該当しないことを質問票により確認した。なお、本研究は、立命館大学「人を対象とする医学系研究倫理審査委員会」の承認を受けた研究課題（承認番号：BKC-LSMH-2023-025）の一部として実施した。

2-2 体幹および下肢筋サイズの測定

体幹および下肢筋断面積は、3 テスラ磁気共鳴装置（MAGNETOM Skyra；Siemens Healthineers 社製）を用いて測定した。測定姿勢は、先行研究（Tottori et al., 2021）と同様に仰臥位で両膝を完全に伸展し、両足部を解剖学的 0°位に固定して測定を行った。測定対象範囲は、臍窩から腓骨外顆とした。体幹部の撮影条件は、エコー時間 2.46 ms，繰り返し時間 140 ms，スライス間隔 5 mm，スライスギャップ 5 mm，撮像視野 420 × 420 mm，マトリックスサイズ 512 × 512 ピクセルとした。また、下肢の撮影条件は、エコー時間 11.0 ms，繰り返し時間 700 ms，スライス間隔 5 mm，スライスギャップ 5 mm，撮像視野 260 × 260 mm，マトリックスサイズ 512 × 512 ピクセルとした。測定対象筋および筋群は、先行研究（Tottori et al., 2021）を参照し、腹直筋，腹斜筋群，背筋群，大臀筋，大腰筋，大腿四頭筋，内転筋群，ハムストリングス，足関節背屈筋群，足関節底屈筋群の計 10 筋・筋群を選定した。また、これらの筋・筋群の筋断面積の解析位置は、それぞれに筋腹部位に近似する位置を選定した（Sugisaki et al., 2011; Tottori et al., 2018, 2021）。筋群において、腹斜筋群は、内腹斜筋，外腹斜筋，腹横筋を含んだ。背筋群は、多裂筋と脊柱起立筋を含んだ。大腿四頭筋は、大腿直筋，外側広筋，内側広筋，中間広筋を含んだ。内転筋群は、大内転筋，長内転筋，短内転筋を含んだ。ハムストリングスは、大腿二頭筋

長頭, 大腿二頭筋短頭, 半腱様筋, 半膜様筋を含んだ. 足関節背屈筋群は, 前脛骨筋, 長趾伸筋, 長母趾伸筋を含んだ. 足関節底屈筋群は, 腓腹筋外側頭, 腓腹筋内側頭, ヒラメ筋を含んだ. なお, それぞれの筋・筋群の筋断面積の解析は, 画像解析ソフトウェア (Horos 4.0.1 ; Horos Project) を用いて行った. その際, 本研究では, 研究対象者間の身体特性の影響を最小化するため, 筋断面積の絶対値に加えて, 体重の $2/3$ 乗を用いて正規化した相対値も解析に使用した (Sugisaki et al., 2011; Tottori et al., 2021).

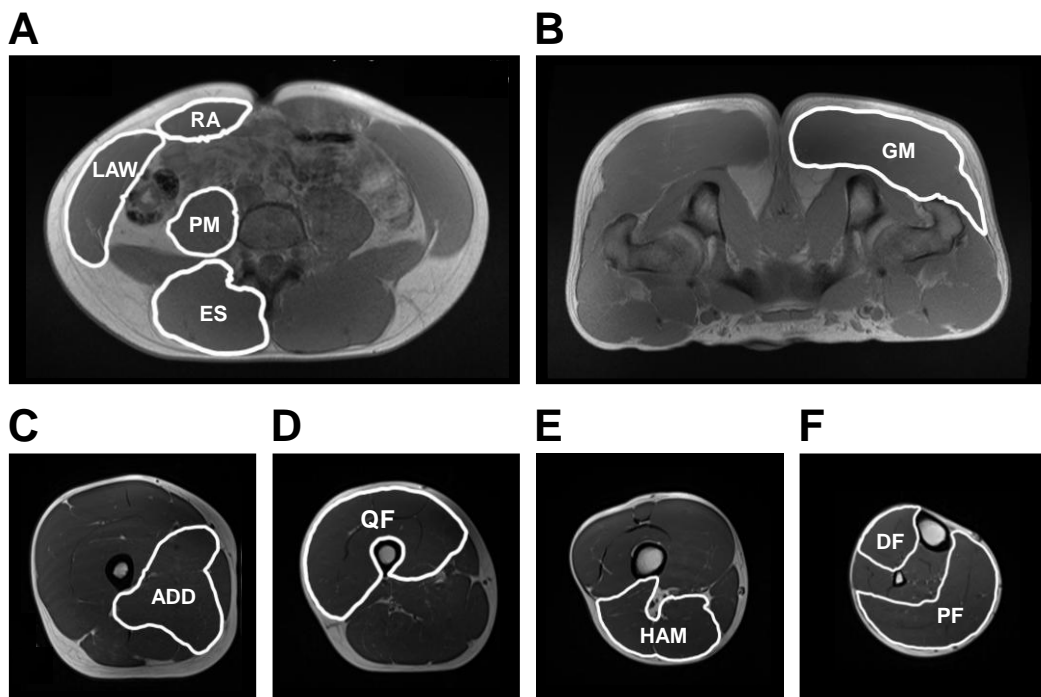


図 1. 体幹および下肢筋の横断面積を測定するために使用した磁気共鳴画像の典型例

A ; RA : 腹直筋, LAW : 腹斜筋群, ES : 背筋群, PM : 大腰筋, B ; GM : 大臀筋, C ; ADD : 内転筋群, D ; QF : 大腿四頭筋, E ; HAM : ハムストリングス, F ; DF : 足関節背屈筋群, PF : 足関節底屈筋群.

2-3 ショートスプリントパフォーマンスの測定

ショートスプリントパフォーマンスの測定は, 球技スポーツ競技選手を対象とした先行研究 (McKay et al., 2020; Vitale et al., 2016; Yamashita et al., 2017) を参照し, 40 ヤードスプリントテストを採用した. 40 ヤードスプリントテストを実施するにあたり, 研究参加者は, 事前に十分かつ全ての研究対象者が同様のウォームアップを実施した. 40 ヤードスプリントテストは, 両足をスタートラインより後ろに置き, 任意のタイミングでスタートするセルフスタートで全力でのスプリントを開始した (Ashley et al., 2011). その際,

0 ヤード (つまり, スタート地点), 10 ヤード (9.1 m), 20 ヤード (18.3 m) および 40 ヤード (36.6 m) 地点に赤外線自動計測タイマー (Witty Timer WIT001 ; Microgate 社製) を約 1 m の高さで設置した. 40 ヤードスプリントテストにおけるスプリントパフォーマンスは, スタート地点から, それぞれ 10 ヤード, 20 ヤードおよび 40 ヤード通過時点のスプリントタイムとして評価した. なお, 試行間に十分な休息を挟んで 2 回実施し, その際の 40 ヤード通過時点のスプリントタイムが最も速い試行を解析対象とした. なお, 2 試行における 40 ヤードスプリントタイムの変動係数は, $0.6 \pm 0.6\%$ であった.

2-4 ジャンプパフォーマンスの測定

ジャンプ種目は, 球技スポーツ競技選手を対象とした先行研究 (Jiang et al., 2024; Xie et al., 2020) を参照し, スクワットジャンプおよびカウンタームーブメントジャンプを採用した. また, これらのジャンプパフォーマンスは, 光学式分析機 (Opto Jump next MI1000 ; Microgate 社製) を用いて, それぞれの跳躍高を評価した. スクワットジャンプは, 腰に両手を当てた状態で, 膝関節を約 90° 屈曲し, それを最低でも 1 秒間保持した上で, 跳躍前に反動を付けずにできるだけ高く跳躍するように教示した (Glatthorn et al., 2011). カウンタームーブメントジャンプは, スクワットジャンプと同様に腰に手を当てた状態で, 膝をできるだけ素早く約 90° 屈曲し, できるだけ素早くかつ高く跳躍するように教示した (Glatthorn et al., 2011). なお, 両ジャンプ種目は, 無作為かつ試行間に十分な休息を挟んで 2 回実施し, それぞれの跳躍高が最も高い試行を解析対象とした. なお, 2 試行におけるスクワットジャンプおよびカウンタームーブメントジャンプの跳躍高の変動係数は, それぞれ $2.8 \pm 2.3\%$ と $1.0 \pm 1.0\%$ であった.

2-5 統計解析

全てのデータは, 平均値±標準偏差で示した. 全ての測定指標は, Shapiro-Wilk 検定を用いて正規性を確認した後, その約 96% に正規性が認められたことから, 測定指標間の整合性を担保するため, 本研究は全ての指標をパラメトリックデータとして扱った. 2 変数間の相関関係は, ピアソンの積率相関係数を用いて評価した. その際, 有意水準は, 5% 未満 ($P < 0.05$) に設定した. ただし, 体幹筋・下肢筋断面積とスプリントおよびジャンプパフォーマンスの相関関係においては, 有意性が認められた場合, Benjamini と Hochberg (1995) の多重比較検定による有意水準の補正を行い, 偽検定率 (False Discovery Rate :

FDR) が 10%未満 (調整済み P 値 < 0.1) を部分的に統計学的有意に設定した。また, Schober ら (2018) が示した基準に則り, 0.10 から 0.39 を弱い相関, 0.40 から 0.69 を中程度の相関, 0.70 から 0.89 を強い相関, 0.90 以上を非常に強い相関と定義した。OF 選手と DF 選手における測定指標の比較は, 対応のない t 検定を用いて行った。その際, 有意水準は, 5%未満 ($P < 0.05$) に設定した。また, 両群間の平均値の差の大きさは, Cohen (1922) が示した基準に則り, 効果量 (d) は, 0.20 から 0.49 を小効果量, 0.50 から 0.79 を中効果量, 0.80 以上を大効果量と定義した。なお, 全ての統計解析は, 統計解析ソフト (SPSS Statistics 30 ; IBM 社製) を用いて行った。

第3章 結果

3-1 男子ラクロス競技選手におけるショートスプリントとジャンプパフォーマンスの関係

表 1 に男子ラクロス競技選手における身体特性・身体組成および体幹・下肢筋断面積を示す。また, 表 2 にショートスプリントおよびジャンプパフォーマンスを示す。さらに, 表 3 にショートスプリントとジャンプパフォーマンスの関係を示す。その結果において, 20 ヤードスプリントタイムが速いほど, カウンタームーブメントジャンプの跳躍高が高いことを示す有意な相関関係が認められた ($r = -0.428$, $P = 0.037$)。また, 40 ヤードスプリントタイムが速いほど, スクワットジャンプおよびカウンタームーブメントジャンプの跳躍高が高いことを示す有意な相関関係が認められた (それぞれ $r = -0.489$ と -0.525 , ともに $P < 0.05$)。

表 1. 男子ラクロス競技選手における身体特性・身体組成および体幹・下肢筋断面積

	平均値±標準偏差	範囲
身体特性		
身長 (cm)	172.7±4.4	165.3–183.1
体重 (kg)	67.8±5.2	58.0–77.5
体格指数 (kg/m ²)	22.7±1.7	19.3–26.0
身体組成		
体脂肪率 (%)	12.9±4.2	4.5–23.7
除脂肪体重 (kg)	57.9±5.4	45.8–66.8
全身筋量 (kg)	55.5±3.9	48.0–63.0
筋断面積絶対値		
腹直筋 (cm ²)	6.7±1.3	3.8–9.7
腹斜筋群 (cm ²)	27.8±3.2	19.9–33.3
背筋群 (cm ²)	24.0±3.2	20.1–32.1
大腰筋 (cm ²)	18.4±2.0	14.0–22.7
大臀筋 (cm ²)	65.7±5.5	55.7–78.6
内転筋群 (cm ²)	60.8±6.2	45.3–73.7
大腿四頭筋 (cm ²)	81.9±8.3	69.7–97.3
ハムストリングス (cm ²)	38.2±5.1	30.3–48.3
足関節背屈筋群 (cm ²)	13.5±1.8	11.4–18.2
足関節底屈筋群 (cm ²)	47.1±5.6	39.2–60.7
筋断面積相対値		
腹直筋 (cm ² /kg ^{2/3})	0.4±0.1	0.2–0.5
腹斜筋群 (cm ² /kg ^{2/3})	1.7±0.2	1.3–2.0
背筋群 (cm ² /kg ^{2/3})	1.4±0.2	1.2–1.9
大腰筋 (cm ² /kg ^{2/3})	1.1±0.1	0.9–1.3
大臀筋 (cm ² /kg ^{2/3})	4.0±0.4	3.4–4.7
内転筋群 (cm ² /kg ^{2/3})	3.7±0.3	3.0–4.3
大腿四頭筋 (cm ² /kg ^{2/3})	4.9±0.4	4.2–5.7
ハムストリングス (cm ² /kg ^{2/3})	2.3±0.3	1.9–2.8
足関節背屈筋群 (cm ² /kg ^{2/3})	0.8±0.1	0.7–1.0
足関節底屈筋群 (cm ² /kg ^{2/3})	2.8±0.3	2.3–3.6

表 2. 男子ラクロス競技選手におけるショートスプリントおよびジャンプパフォーマンス

	平均値±標準偏差	範囲
ショートスプリントパフォーマンス		
10 ヤードスプリントタイム (秒)	1.78±0.1	1.66–1.92
20 ヤードスプリントタイム (秒)	3.00±0.1	2.86–3.19
40 ヤードスプリントタイム (秒)	5.26±0.2	5.06–5.57
ジャンプパフォーマンス		
スクワットジャンプ跳躍高 (cm)	35.4±4.6	25.9–43.5
カウンタームーブメントジャンプ跳躍高 (cm)	41.2±5.8	30.3–50.8

表 3. 男子ラクロス競技選手におけるショートスプリントとジャンプパフォーマンスの関係

	スクワットジャンプ 跳躍高		カウンタームーブメントジャンプ 跳躍高	
	<i>r</i>	<i>P</i> 値	<i>r</i>	<i>P</i> 値
10 ヤードスプリントタイム	-0.356	0.087	-0.352	0.092
20 ヤードスプリントタイム	-0.389	0.060	-0.428	0.037
40 ヤードスプリントタイム	-0.489	0.015	-0.525	0.008

太字は、二変数間の有意な相関関係 ($P < 0.05$) を示す。

3-2 男子ラクロス競技選手における身体特性・身体組成とショートスプリントおよびジャンプパフォーマンスの関係

表 4 に男子ラクロス競技選手における身体特性および身体組成とショートスプリントパフォーマンスの関係を示す。この結果において、体重が重いほど、10 ヤード、20 ヤードおよび 40 ヤードの全てのスプリントタイムが遅いことを示す有意な相関関係が認められた ($r = 0.473 - 0.632$, 全て $P < 0.05$)。また、体格指数が高いほど、40 ヤードスプリントタイムが遅いことを示す有意な相関関係が認められた ($r = 0.487$, $P = 0.016$)。さらに、全身筋量が大いほど、10 ヤードおよび 20 ヤードのスプリントタイムが遅いことを示す有意な相関関係が認められた (それぞれ $r = 0.502$ と 0.461 , ともに $P < 0.05$)。

表 4. 男子ラクロス競技選手における身体特性および身体組成とショートスプリントパフォーマンスの関係

	10 ヤード スプリントタイム		20 ヤード スプリントタイム		40 ヤード スプリントタイム	
	<i>r</i>	<i>P</i> 値	<i>r</i>	<i>P</i> 値	<i>r</i>	<i>P</i> 値
身体特性						
身長 (cm)	0.350	0.093	0.364	0.080	0.326	0.120
体重 (kg)	0.473	0.020	0.560	0.004	0.632	0.001
体格指数 (kg/m ²)	0.281	0.183	0.385	0.063	0.487	0.016
身体組成						
体脂肪率 (%)	-0.014	0.950	0.192	0.369	0.384	0.064
除脂肪体重 (kg)	0.358	0.086	0.320	0.128	0.280	0.185
全身筋量 (kg)	0.502	0.012	0.461	0.023	0.398	0.054

太字は、二変数間の有意な相関関係 ($P < 0.05$) を示す。

表 5 に身体特性および身体組成とジャンプパフォーマンスの関係を示す。この結果において、体重と体脂肪率が高いほど、スクワットジャンプおよびカウンタームーブメントジャンプの跳躍高が低くなることを示す有意な相関関係が認められた ($r=-0.457$ — -0.565 , 全て $P<0.05$)。また、体格指数が高いほど、カウンタームーブメントジャンプの跳躍高が低くなることを示す有意な相関関係が認められた ($r=-0.415$, $P=0.044$)。

表 5. 男子ラクロス競技選手における身体特性および身体組成とジャンプパフォーマンスの関係

	スクワットジャンプ 跳躍高		カウンタームーブメントジャンプ 跳躍高	
	<i>r</i>	<i>P</i> 値	<i>r</i>	<i>P</i> 値
身体特性				
身長 (cm)	-0.264	0.213	-0.262	0.216
体重 (kg)	-0.499	0.013	-0.558	0.005
体格指数 (kg/m ²)	-0.383	0.065	-0.415	0.044
身体組成				
体脂肪率 (%)	-0.457	0.025	-0.565	0.004
除脂肪体重 (kg)	-0.233	0.273	-0.073	0.736
全身筋量 (kg)	-0.251	0.237	-0.173	0.419

太字は、二変数間の有意な相関関係 ($P<0.05$) を示す。

3-3 男子ラクロス競技選手における体幹・下肢筋サイズとショートスプリントおよびジャンプパフォーマンスの関係

表 6 に男子ラクロス競技選手における体幹および下肢筋断面積とショートスプリントパフォーマンスの関係を示す。この結果において、大腰筋の筋断面積の絶対値が大きいほど、10 ヤードスプリントタイムが遅くなることを示す有意な相関関係が認められたが ($r=0.413$, $P=0.045$)。しかしながら、多重比較に伴う有意水準の調整後に有意な相関関係は維持されなかった。(調整済み $P>0.1$)。また、大臀筋の筋断面積の相対値が大きいほど、20 ヤードおよび 40 ヤードのスプリントタイムが速くなることを示す有意な相関関係が認められた ($r=-0.519$ と -0.518 , ともに $P<0.05$)。さらに、多重比較に伴う有意水準の調整後も有意な相関関係が維持された。(ともに調整済み $P<0.1$)。

表 6. 男子ラクロス競技選手における体幹および下肢筋断面積とショートスプリントパフォーマンスの関係

	10 ヤード スプリントタイム		20 ヤード スプリントタイム		40 ヤード スプリントタイム	
	<i>r</i>	<i>P</i> 値	<i>r</i>	<i>P</i> 値	<i>r</i>	<i>P</i> 値
筋断面積絶対値						
腹直筋	0.205	0.337	0.143	0.506	0.098	0.649
腹斜筋群	0.244	0.252	0.208	0.330	0.127	0.553
背筋群	0.079	0.713	0.039	0.856	-0.006	0.977
大腰筋	0.413	0.045	0.328	0.118	0.235	0.269
大臀筋	-0.148	0.491	-0.244	0.251	-0.217	0.309
内転筋群	0.364	0.080	0.289	0.172	0.132	0.539
大腿四頭筋	0.217	0.309	0.153	0.477	0.088	0.682
ハムストリングス	0.348	0.095	0.253	0.234	0.198	0.353
足関節背屈筋群	0.262	0.217	0.225	0.290	0.193	0.366
足関節底屈筋群	0.326	0.120	0.259	0.221	0.298	0.158
筋断面積相対値						
腹直筋	0.090	0.674	0.007	0.973	-0.058	0.788
腹斜筋群	0.018	0.935	-0.064	0.766	-0.185	0.387
背筋群	-0.132	0.540	-0.201	0.346	-0.267	0.207
大腰筋	0.198	0.354	0.050	0.815	-0.088	0.682
大臀筋	-0.394	0.057	-0.519	0.009*	-0.518	0.010*
内転筋群	0.130	0.545	-0.004	0.984	-0.213	0.318
大腿四頭筋	-0.042	0.846	-0.159	0.457	-0.264	0.213
ハムストリングス	0.177	0.409	0.035	0.871	-0.045	0.833
足関節背屈筋群	0.099	0.645	0.030	0.891	-0.027	0.901
足関節底屈筋群	0.136	0.527	0.027	0.899	0.055	0.800

太字は、二変数間の有意な相関関係 ($P < 0.05$) を示す。アスタリスクは、多重比較に伴う有意水準の調整後の有意な相関関係 (調整済み P 値 < 0.1) を示す。

表 7 に体幹および下肢筋断面積とジャンプパフォーマンスの関係を示す。この結果において、背筋群、大臀筋および大腿四頭筋の筋断面積の相対値が大きいほど、スクワットジャンプおよびカウンタームーブメントジャンプの跳躍高が高くなることを示す有意な相関関係が認められた ($r = 0.406 - 0.593$, 全て $P < 0.05$)。また、多重比較に伴う有意水準の調整後は、大臀筋の筋断面積の相対値とスクワットジャンプの有意な相関関係が維持された (調整済み $P < 0.1$)。

表 7. 男子ラクロス競技選手における体幹および下肢筋断面積とジャンプパフォーマンスの関係

	スクワットジャンプ 跳躍高		カウンタームーブメントジャンプ 跳躍高	
	<i>r</i>	<i>P</i> 値	<i>r</i>	<i>P</i> 値
筋断面積絶対値				
腹直筋	-0.021	0.922	0.020	0.926
腹斜筋群	-0.137	0.524	-0.137	0.524
背筋群	0.232	0.275	0.255	0.230
大腰筋	-0.247	0.245	-0.310	0.141
大臀筋	0.343	0.101	0.191	0.372
内転筋群	-0.128	0.551	-0.185	0.387
大腿四頭筋	0.083	0.700	0.085	0.692
ハムストリングス	-0.047	0.828	-0.085	0.693
足関節背屈筋群	0.093	0.667	0.130	0.545
足関節底屈筋群	-0.013	0.953	-0.040	0.854
筋断面積相対値				
腹直筋	0.114	0.594	0.158	0.462
腹斜筋群	0.096	0.655	0.094	0.662
背筋群	0.470	0.021	0.494	0.014
大腰筋	0.000	0.999	-0.082	0.703
大臀筋	0.593	0.002*	0.445	0.029
内転筋群	0.142	0.507	0.068	0.752
大腿四頭筋	0.411	0.046	0.406	0.049
ハムストリングス	0.169	0.430	0.117	0.585
足関節背屈筋群	0.329	0.117	0.365	0.080
足関節底屈筋群	0.238	0.263	0.200	0.350

太字は、二変数間の有意な相関関係 ($P < 0.05$) を示す。アスタリスクは、多重比較に伴う有意水準の調整後の有意な相関関係 (調整済み P 値 < 0.1) を示す。

3-4 男子ラクロス競技における OF 選手と DF 選手における測定指標の比較

表 8 に男子ラクロス競技の OF 選手と DF 選手における身体特性・身体組成および体幹・下肢筋断面積の比較を示す。この結果において、DF 選手における体脂肪率は、OF 選手よりも有意に高い値を示した ($P < 0.05$, $d = -0.86$)、その他の身体特性・身体組成に両群間の有意な差は認められなかった。また、全ての測定対象筋の横断面積の絶対値および相対値においても、両群間の有意な差は認められなかった。

表 8. オフェンス (OF) 選手とディフェンス (DF) 選手における身体特性・身体性および体幹・下肢筋断面積の比較

	OF 選手	DF 選手	<i>P</i> 値	<i>d</i>
身体特性				
身長 (cm)	172.1±4.8	173.4±3.6	0.475	-0.30
体重 (kg)	65.9±4.6	69.6±4.9	0.081	-0.75
体格指数 (kg/m ²)	22.3±1.7	23.2±1.5	0.219	-0.52
身体組成				
体脂肪率 (%)	11.2±3.5	14.6±4.0	0.046	-0.86
除脂肪体重 (kg)	57.6±5.3	58.3±5.3	0.753	-0.13
全身筋量 (kg)	55.1±3.8	5.9±3.7	0.622	-0.20
筋横断面積絶対値				
腹直筋 (cm ²)	6.7±1.1	6.8±1.4	0.871	-0.08
腹斜筋群 (cm ²)	27.4±3.2	29.0±3.0	0.242	-0.49
背筋群 (cm ²)	23.3±3.3	24.7±2.7	0.301	-0.43
大臀筋 (cm ²)	18.1±1.9	18.6±1.9	0.608	-0.21
大腰筋 (cm ²)	64.6±5.0	66.9±5.5	0.317	-0.42
内転筋群 (cm ²)	60.5±6.3	61.1±5.8	0.798	-0.11
大腿四頭筋 (cm ²)	79.3±8.1	84.5±7.3	0.125	-0.65
ハムストリングス (cm ²)	37.7±5.6	38.8±4.3	0.626	-0.20
足関節背屈筋群 (cm ²)	13.1±1.4	13.9±2.0	0.308	-0.43
足関節底屈筋群 (cm ²)	46.2±6.1	48.0±4.7	0.448	-0.32
筋横断面積相対値				
腹直筋 (cm ² /kg ^{2/3})	0.4±0.1	0.4±0.1	0.779	0.12
腹斜筋群 (cm ² /kg ^{2/3})	1.7±0.2	1.7±0.2	0.649	-0.19
背筋群 (cm ² /kg ^{2/3})	1.4±0.2	1.5±0.1	0.673	-0.17
大臀筋 (cm ² /kg ^{2/3})	1.1±0.1	1.1±0.1	0.792	0.11
大腰筋 (cm ² /kg ^{2/3})	4.0±0.3	4.0±0.4	0.992	0.00
内転筋群 (cm ² /kg ^{2/3})	3.7±0.3	3.6±0.3	0.503	0.28
大腿四頭筋 (cm ² /kg ^{2/3})	4.9±0.4	5.0±0.4	0.409	-0.34
ハムストリングス (cm ² /kg ^{2/3})	2.3±0.3	2.3±0.2	0.905	0.05
足関節背屈筋群 (cm ² /kg ^{2/3})	0.8±0.1	0.8±0.1	0.712	-0.13
足関節底屈筋群 (cm ² /kg ^{2/3})	2.8±0.3	2.8±0.3	0.940	-0.01

データは、平均値±標準偏差で示す。太字は、二群間の有意な差 ($P < 0.05$) を示す。

表 9 に OF 選手と DF 選手におけるショートスプリントおよびジャンプパフォーマンスの比較を示す。この結果において、OF 選手と DF 選手におけるショートスプリントおよびジャンプパフォーマンスの全ての変数に有意な差は認められなかった。

表 9. OF 選手と DF 選手におけるショートスプリントおよびジャンプパフォーマンスの比較

	OF 選手	DF 選手	<i>P</i> 値	<i>d</i>
ショートスプリントパフォーマンス				
10 ヤードスプリントタイム (秒)	1.78±0.1	1.78±0.1	0.951	-0.03
20 ヤードスプリントタイム (秒)	3.00±0.1	3.00±0.1	0.852	-0.08
40 ヤードスプリントタイム (秒)	5.24±0.1	5.28±0.1	0.558	-0.24
ジャンプパフォーマンス				
スクワットジャンプ跳躍高 (cm)	35.8±5.3	35.0±3.4	0.674	0.17
カウンタームーブメントジャンプ跳躍高 (cm)	42.1±6.6	40.3±4.0	0.451	0.31

データは、平均値±標準偏差で示す。

第 4 章 考察

4-1 本研究における主要な発見

本研究の主目的は、男子ラクロス競技選手における体幹・下肢筋サイズとショートスプリントおよびジャンプパフォーマンスの関係を検討することにより、それらの身体パフォーマンスに関連する重要な筋を探索することであった。本研究の結果において、男子ラクロス競技選手における大臀筋サイズ（つまり、筋断面積相対値）は、ショートスプリントおよびジャンプパフォーマンスの両方に有意な相関関係を示した。したがって、本研究における主要な発見として、男子ラクロス競技選手における大きな大臀筋サイズは、高いショートスプリントおよびジャンプパフォーマンスを達成するために共通する重要な形態的因子であることを明らかにした。この知見は、筆者の知り得る限りスポーツ競技選手を対象とし、これらの身体パフォーマンスに関連する共通の筋を特定した初めての研究である。

4-2 男子ラクロス競技選手における大臀筋サイズとショートスプリントパフォーマンスの関係

本研究の結果において、男子ラクロス競技選手における大臀筋の筋断面積の相対値が大きいほど、20 ヤードおよび 40 ヤードのスプリントタイムが速いことを示す有意な相関関

係が認められた。また、多重比較に伴う有意水準の調整後も有意な相関関係が維持された。短距離走選手において、スプリント中の高い最大疾走速度を獲得するためには、大きな股関節伸展トルクが必要とされる (Dorn et al., 2012; Novacheck, 1998)。また、近年の報告において、加速局面においても疾走速度が大きくなるほど、股関節伸展トルクの貢献度が増加することが示されている (Pandy et al., 2021; Scharche et al., 2019)。したがって、股関節伸展トルクは、最大疾走局面だけでなく加速局面の疾走速度の獲得にも重要な役割を担う。この知見に一致し、股関節伸展トルクの生成に主導的な役割を担う大臀筋の筋サイズは、短距離走選手における 100 メートルスプリントパフォーマンスに強く関連することが複数の論文で明らかにされている (Miller et al., 2021; Sugisaki et al., 2018; Tottori et al., 2018)。例えば、Miller ら (2021) は、男子短距離走選手を対象とし、測定対象筋とした下肢 23 筋の中でも大臀筋の筋体積が 100 メートルスプリントパフォーマンスと最も強い相関関係を示したことを報告している。また、短距離走選手以外を対象とした研究においても、Radnor ら (2022) は、球技系スポーツ競技を実施する男子中学生を対象とし、大臀筋の筋厚が大きいほど、30 メートル走の最大疾走速度が高いことを報告している。短距離走選手は、一般的に 60 メートル付近で最大疾走速度に達する (Morin et al., 2012; Slawinski et al., 2017)。これに対して、Buchheit ら (2014) は、短距離走選手以外のスポーツ競技選手は、40 ヤード付近 (つまり、30–40 メートル) で最大疾走速度に達することを報告している。これらのことから、本研究で認められた男子ラクロス競技選手における大臀筋サイズとショートスプリントパフォーマンスの関係は、大きな大臀筋サイズが高い加速速度と最大疾走速度の両方の獲得に貢献した結果と考えられる。したがって、男子ラクロス競技選手を含む、多くのスポーツ競技選手において、大臀筋サイズは、スプリント/ショートスプリントパフォーマンスに関連する重要な形態的因子であることが示唆された。

4-3 男子ラクロス競技選手における大腰筋サイズとショートスプリントパフォーマンスの関係

本研究の結果において、多重比較に伴う有意水準の調整後に有意な相関関係は維持されなかったが、男子ラクロス競技選手における大腰筋の筋断面積の絶対値が大きいほど、10 ヤードスプリントタイムが遅くなることを示す中程度の相関関係が認められた。短距離走選手において、大腰筋サイズは、100 メートルスプリントパフォーマンスに強く関連する

ことが複数の研究で明らかにされている (Sugisaki et al., 2018; Tottori et al., 2021). また, Kubo ら (2011) は, 青年男子サッカー競技選手を対象とし, 大腰筋の筋断面積が大きいほど, 20メートルスプリントタイムが速いことを報告している. したがって, 本研究の結果は, 先行研究の結果を支持するものではなかった. 一方, Schache ら (2019) の研究において, 股関節屈曲トルクは, 加速局面の疾走速度の獲得に対して, 股関節伸展トルクよりも貢献が小さいことが示されている. さらに, 大腰筋は, 股関節伸展動作に対して拮抗筋として作用することから, そのサイズが大きいほど, 加速局面の疾走速度を獲得するために必要とされる股関節伸展トルク発揮を抑制する可能性が考えられる. これらの知見から, 大きな大腰筋サイズは, 高いショートスプリントパフォーマンスを達成するために必ずしも重要な役割を演じないことが考えられる. それに加えて, 大腰筋は, 股関節屈曲の他に体幹の安定性にも寄与することが知られている (Penning et al., 2000; Santaguida & McGill, 1995). ラクロス競技は, 競技中に他者との接触が頻繁に繰り返され, その外力に対する姿勢の崩れや脚部の力を維持するために高い体幹安定性が求められる (Hibbs et al., 2008). このような競技特性を有するラクロス競技選手の大腰筋は, 股関節屈曲動作よりも体幹安定性に寄与する機能適応が生じている可能性が考えられる. この場合, とりわけ加速局面では体幹や腰椎・骨盤運動の高い自由度が求められるが (Donaldson, 2022; Sado et al., 2017), 大きな大腰筋サイズは, それを制限してしまう可能性がある. 以上のことから, 本研究の結果や先行研究の知見を考慮し, 男子ラクロス競技選手では, 大きな大腰筋サイズが極めて短い距離のショートスプリントパフォーマンスに対して負に作用する可能性が示唆される.

4-4 男子ラクロス競技選手におけるハムストリングスサイズとショートスプリントパフォーマンスの関係

本研究の結果において, 男子ラクロス競技選手におけるハムストリングスの筋断面積は, ショートスプリントパフォーマンスと有意な相関関係は認められなかった. ハムストリングス (つまり, 大腿二頭筋長頭, 半腱様筋, 半膜様筋) は, 二関節筋であり, 大臀筋とともに股関節伸展トルクの生成に強く貢献する. また, 先行研究において, 短距離走選手のみならず球技スポーツ競技選手を対象とし, ハムストリングスサイズが大きいほど, ショートスプリントパフォーマンスが高いことが報告されている (Nuell et al., 2019; Ritsche et al., 2021; Sugisaki et al., 2011; Takahashi et al., 2021). したがって, 本研究の結果は,

先行研究の結果を支持するものではなかった。この要因として、ラクロス競技選手は、スプリント中の股関節伸展トルクの生成に対するハムストリングスの貢献が低いことが考えられる。ラクロス競技は、競技中に加速と減速を高頻度に繰り返す(Thomas et al., 2014)。とりわけ前者における加速動作(つまり、スプリント動作)の繰り返しのに伴い、股関節伸展動作に対するハムストリングスの貢献が大臀筋よりも漸減的に低下することが示されている(Edouard, 2018)。さらに、後者における急激な減速中にハムストリングスは、いわゆるブレーキ筋(つまり、膝関節屈曲筋)として重要な役割を担う(Dos' Santos et al., 2022)。これらのことから、競技中に加速と減速を頻繁に繰り返すラクロス競技選手におけるハムストリングスは、それらの動作に適応し、股関節伸展筋としてよりも膝関節屈曲筋としての機能が特異的に強い可能性が考えられる。したがって、男子ラクロス競技選手におけるハムストリングスサイズは、ショートスプリントパフォーマンスに関連する重要な形態的因子ではない可能性が示唆される。

4-5 男子ラクロス競技選手における内転筋群サイズとショートスプリントパフォーマンスの関係

本研究の結果において、男子ラクロス競技選手における内転筋群の筋断面積は、ショートスプリントパフォーマンスと有意な相関関係は認められなかった。スポーツ競技選手における内転筋群サイズとショートスプリントパフォーマンスの関係を検討した先行研究において、Nuell ら(2019)は、男女短距離走選手を対象とし、内転筋群の筋体積が大きいほど、40メートルスプリントパフォーマンスが高いことを報告している。また、Xie ら(2020)は、大学男子バスケットボール競技選手を対象とし、内転筋群の長内転筋の筋体積が大きいほど、10メートルスプリントパフォーマンスが高いことを報告している。これらのことから、スポーツ競技選手における内転筋群(とりわけ、長内転筋)は、ショートスプリントパフォーマンスに関連する重要な筋であることが示唆される。したがって、本研究の結果は、先行研究の結果を支持するものではなかった。この要因として、ラクロス競技選手は、競技中にラクロスのスティックを保持してスプリント動作を行うことが考えられる。松尾ら(2011)の研究において、長内転筋は、股関節屈曲トルクに作用し、股関節伸展角度が大きいほど筋活動が大きいことを報告している。また、Otsuka ら(2016)は、スプリント中に腕振りが制限されると、股関節伸展角度が減少することを報告している。これらの先行研究の結果を考慮すると、ラクロス競技選手は、競技中にスティックを

保持したままスプリント動作を行うことから、その動作に適応し、小さな股関節伸展角度と長内転筋の筋活動を伴ったスプリントを遂行している可能性が考えられる。したがって、男子ラクロス競技選手における内転筋群サイズは、ショートスプリントパフォーマンスに関連する重要な形態的因子ではない可能性が示唆される。

4-6 男子ラクロス競技選手における体幹筋サイズとショートスプリントパフォーマンスの関係

本研究の結果において、男子ラクロス競技選手における全ての体幹筋（つまり、腹直筋、腹斜筋群、背筋群）の筋断面積は、ショートスプリントパフォーマンスと有意な相関関係は認められなかった。本研究の結果と一致し、Tottoriら（2021）は、男子短距離走選手において、本研究と同じ体幹筋を対象とした全ての筋断面積は、100メートルスプリントパフォーマンスと有意な相関関係が認められなかったことを報告している。これに対して、Kuboら（2011）は、青年男子サッカー競技選手を対象とし、背筋群（脊柱起立筋と多裂筋）の筋断面積が大きいほど、20メートルスプリントパフォーマンスが高いことを報告している。したがって、本研究の結果は、部分的に先行研究の結果を支持するものではなかった。既述の通り、スプリント中の加速局面では、体幹や腰椎・骨盤運動の高い自由度が求められる（Donaldson, 2022; Sado et al., 2017）。とりわけ、体幹の前傾は、加速局面における推進力の水平成分を増大させ、高い疾走速度の獲得に貢献する（Hunter et al., 2004; Kugler & Janshen, 2010）。体幹筋の中でも背筋群は、スプリント中の体幹の前傾によって筋活動が増加する（Thorstensson et al., 1984）。さらに、背筋群は、スプリント中の体幹の前傾姿勢の維持に貢献する可能性が示唆されている（Kubo et al., 2011）。これらのことから、背筋群は、体幹部の動作制御を介して、ショートスプリントパフォーマンスに重要な役割を果たしている可能性が考えられる。一方、Otsukaら（2016）は、腕振りが制限されると、スプリント初期の体幹部の前傾角度が小さくなることを報告している。この知見を考慮すると、ラクロス競技選手は、スティックの保持に起因する腕振りが制限されたスプリントを日常的に行うため、その動作の適応により、体幹部の小さな前傾角度や背筋群の小さな筋活動を伴ったスプリントを遂行している可能性が考えられる。以上のことから、ラクロス競技選手における体幹筋サイズは、ショートスプリントパフォーマンスに関連する重要な形態的因子ではない可能性が示唆される。

4-7 男子ラクロス競技選手における大臀筋サイズとジャンプパフォーマンスの関係

本研究の結果において、男子ラクロス競技選手における大臀筋の筋断面積の相対値が大きいほど、スクワットジャンプおよびカウンタームーブメントジャンプの跳躍高が高くなることを示す有意な相関関係が認められた。さらに、多重比較に伴う有意水準の調整後も大臀筋の筋断面積の相対値とスクワットジャンプの跳躍高の有意な相関関係が維持された。高いジャンプパフォーマンスを発揮するために、股関節伸展トルクは重要な役割を担う (Shinchi et al., 2024)。この股関節伸展トルクの生成の主導筋は、大臀筋である。大臀筋サイズとジャンプパフォーマンスの関係を検討した先行研究において、Xie ら (2020) は、男子バスケットボール選手を対象とし、統計学的に有意な相関関係ではなかったものの、大臀筋の筋体積が大きいほど、スクワットジャンプおよびカウンタームーブメントジャンプの跳躍高が高くなることを示す中程度の相関関係がみられたことを報告している。しかしながら、筆者の知る限り Xie ら (2020) の研究の他に大臀筋サイズとジャンプパフォーマンスの関係を報告した研究はない。したがって、本研究の結果は、Xie ら (2020) の結果を支持するとともに、スポーツ競技選手のジャンプパフォーマンスに対する大臀筋の重要性を示すものである。以上のことから、男子ラクロス競技選手における大きな大臀筋サイズは、大きな股関節伸展トルクの発揮を介して、高いジャンプパフォーマンスに関連する重要な形態的因子であることが示唆される。

4-8 男子ラクロス競技選手における大腿四頭筋サイズとジャンプパフォーマンスの関係

本研究の結果において、多重比較に伴う有意水準の調整後に有意な相関関係は維持されなかったが、男子ラクロス競技選手における大腿四頭筋の筋断面積の相対値が大きいほど、スクワットジャンプおよびカウンタームーブメントジャンプの跳躍高が高くなることを示す中程度の相関関係が認められた。高いジャンプパフォーマンスを発揮するために、股関節伸展トルクとともに、膝関節伸展トルクは重要な役割を担う (Lehance et al., 2009)。この膝関節伸展トルクの生成の主導筋は、大腿四頭筋である。大腿四頭筋サイズとジャンプパフォーマンスの関係を検討した先行研究において、Bellinger ら (2021) は、男子ラグビー競技選手を対象とし、大腿四頭筋の外側広筋の筋体積が大きいほど、スクワットジャンプ中の垂直方向の最大パワーが大きいことを報告している。また、Jiang ら (2024) は、男子バレーボール競技選手を対象とし、外側広筋の筋厚が大きいほど、スクワットジャンプおよびカウンタームーブメントジャンプの跳躍高が高いことを報告している。さらに、

Xie ら (2020) は、男子バスケットボール競技選手を対象とし、大腿四頭筋の筋断面積が大きいほど、スクワットジャンプおよびカウタームーブメントジャンプの跳躍高が高くなることを報告している。したがって、本研究の結果や先行研究の知見を考慮し、ラクロス競技選手を含むスポーツ競技選手における大腿四頭筋サイズは、大きな垂直方向のパワー発揮を介して、高いジャンプパフォーマンスに関連する重要な形態的因子であることが示唆される。

4-9 男子ラクロス競技選手における背筋群サイズとジャンプパフォーマンスの関係

本研究の結果において、多重比較に伴う有意水準の調整後に有意な相関関係は維持されなかったが、男子ラクロス競技選手における背筋群の筋断面積の相対値が大きいほど、スクワットジャンプおよびカウタームーブメントジャンプの跳躍高が高くなることを示す中程度の相関関係が認められた。Blache と Monteil (2014) は、スポーツ競技選手から取得したスクワットジャンプのデータを用いたシミュレーション研究の結果から、体幹伸展動作を伴うスクワットジャンプは、それを制限した場合と比較し、脊柱起立筋の筋活動の増加に一致し、スクワットジャンプの跳躍高が高くなることを報告している。しかしながら、筆者の知る限り、これまでにスポーツ競技選手における体幹筋サイズとジャンプパフォーマンスの関係を検討した研究はないことから、本研究の結果は、背筋群サイズがジャンプパフォーマンスに関連する可能性を示した初めての研究である。以上のことから、男子ラクロス競技選手における背筋群サイズは、体幹部の伸展動作に強く作用することを介して、高いジャンプパフォーマンスに関連する重要な形態的因子であることが示唆される。

4-10 男子ラクロス競技選手の OF 選手および DF 選手における測定指標の比較

本研究の結果において、男子ラクロス競技選手の体脂肪率は、OF 選手が DF 選手よりも有意に小さかった。しかしながら、その他の身体特性・身体組成のみならず体幹筋・下肢筋サイズ、ショートスプリントおよびジャンプパフォーマンスに両群間の有意な差は認められなかった。例えば、同じコンタクトスポーツでも、アメリカンフットボール競技選手やラグビー競技選手は、ポジション間の求められる役割やそれに伴う身体パフォーマンスの違いに一致して (Gillen, 2025; Zabalyo et al., 2022)、身体特性・身体組成だけでなく、下肢筋サイズにも顕著な差があることが報告されている (Kawama et al., 2022; Melvin et al., 2014)。これに対して、とりわけ本研究の結果は、男子ラクロス競技選手の OF 選手

と DF 選手における体幹・下肢筋サイズに顕著な差がないことを明らかにした。この要因として、ラクロス競技選手は、G と FO を除いて、それぞれのポジションで試合中に同頻度のスプリントや加減速を繰り返すことから (Vescovi, 2007), OF 選手と DF 選手に求められる身体パフォーマンスが近似していることが挙げられる。実際に男子ラクロス競技選手におけるポジション別の身体パフォーマンスを比較した研究において、Sell ら (2018) は、ポジション間のショートスプリント (つまり、20 ヤードおよび 60 ヤードスプリントタイム) とジャンプパフォーマンス (カウンタームーブメントの跳躍高) に有意な差がなかったことを報告している。また、本研究の結果も、それを支持するものであった。以上のことから、男子ラクロス競技選手における OF 選手と DF 選手は、同程度の身体パフォーマンスが求められることから、それに関係する体幹・下肢の形態的発達も近似していることが示唆される。

4-11 研究限界

本研究には、いくつかの研究限界がある。第 1 に本研究は、男子ラクロス競技選手のみを対象としていることが挙げられる。Fields ら (2023) は、ラクロス競技の男子選手と女子選手の試合中のパフォーマンス (つまり、走行距離、加減速の回数、スプリント距離) に顕著な差があることを報告している。また、Miller ら (2021, 2022, 2024) の一連の研究において、陸上短距離走種目の男子選手と女子選手における 100 メートルスプリントパフォーマンスに関連する重要な筋は部分的に異なることが報告されている。したがって、本研究の結果は、男子ラクロス競技選手に限定的に適用できるものであり、今後の研究では、女子ラクロス競技選手を対象とした研究が必要とされる。

第 2 に本研究は、筋断面積を筋サイズの評価指標として採用したことが挙げられる。Fukunaga ら (2001) は、筋断面積よりも筋体積が筋サイズの評価指標として信頼性が高いことを示している。したがって、今後の研究では、男子ラクロス競技選手における体幹・下肢筋の筋体積とショートスプリントおよびジャンプパフォーマンスの関係を検討することが必要とされる。

第 3 に本研究は、体幹および下肢筋群の個別筋サイズの解析を行わなかったことが挙げられる。複数の先行研究では、スポーツ競技選手における体幹および下肢筋群の個別筋サイズとスプリントパフォーマンスの関係を検討している (Takahashi et al., 2021; Xie et al., 2020)。例えば、本研究の結果において、男子ラクロス競技選手における大腿四頭筋お

よびハムストリングスの筋断面積とショートスプリントパフォーマンスの間に有意な相関関係が認められなかったことを示したが、Xie ら (2020) は、バスケットボール競技選手における大腿四頭筋の個別筋の中でも内側広筋が特異的にスプリントパフォーマンスに関連することを報告している。また、Takahashi ら (2021) は、短距離走選手におけるハムストリングの個別筋の中でも半膜様筋が特異的に加速局面のスプリントパフォーマンスに関連することを報告している。したがって、今後の研究では、男子ラクロス競技選手における体幹および下肢筋群の個別筋体積とショートスプリントおよびジャンプパフォーマンスの関係を検討することが必要とされる。

第4に本研究は、ショートスプリントパフォーマンスの測定を土のグラウンドで行ったことが挙げられる。ラクロス競技の試合の多くは、人工芝のグラウンドで行われる。また、Sanchez-Sanchez ら (2020) は、人工芝で測定したスプリントタイムが砂地よりも有意に速かったことを報告している。したがって、今後の研究では、人工芝のようなラクロス競技に特化した表面でショートスプリントパフォーマンスを測定することが必要とされる。

4-12 今後の展望

本研究の主要な結果において、男子ラクロス競技選手における大きな大臀筋サイズは、高いショートスプリントおよびジャンプパフォーマンスを達成するために共通する重要な形態的因子であることを明らかにした。したがって、現場実践的に大臀筋サイズを発達させることに特化したトレーニングを積極的に導入することによって、これらの身体パフォーマンスの向上が期待できる。また、本研究は、これまでにラクロス競技選手における体幹・下肢筋サイズと身体パフォーマンスの関係が検討されていないことを起点としたことから、その端緒を明らかにするために、とりわけ上肢の高い自由度を伴った（つまり、腕振りの制限を伴わない）ショートスプリントパフォーマンスを測定したが、実際の競技中にはスティックを保持した（つまり、腕振りの制限を伴う）スプリントが行われる。さらに、実際の競技中には、スプリントやジャンプ動作よりも方向転換や繰り返し動作が頻繁に行われる。以上のことから、今後の展望として、ラクロス競技に特化した身体パフォーマンスを精査した上で、それらと体幹および下肢筋サイズの関係性を多角的に検討することにより、ポジション適正の理解・評価、競技特異的な性差、そして、効果的なトレーニング方略への応用的かつ発展的な研究展開を介して、競技現場に有用な科学的データを継続的に提供することが重要である。

第5章 結論

本研究の主目的は、男子ラクロス競技選手における体幹・下肢筋サイズとショートスプリントおよびジャンプパフォーマンスの関係を検討することにより、それらの身体パフォーマンスに関連する重要な筋を探索することであった。本研究の結果から、男子ラクロス競技選手における大臀筋サイズは、ショートスプリントおよびジャンプパフォーマンスの両方に関連する重要な形態的因子であることが明らかになった。この結果は、筆者の知り得る限り、スポーツ競技選手を対象とし、これらの身体パフォーマンスに関連する共通の筋を始めて特定したものである。以上の結果をふまえて、男子ラクロス競技選手における体幹筋および下肢筋の中でも高い身体パフォーマンスを達成するためには、大臀筋が極めて重要な役割を担う可能性を示した。さらに、大きな背筋群と大腿四頭筋サイズも高いジャンプパフォーマンスに関連したことを考慮し、これらの特定の筋の発達に特化したトレーニング方略は、男子ラクロス競技選手の競技パフォーマンスに寄与する身体パフォーマンスの向上に役立つ可能性が示唆される。本研究の成果がラクロス競技選手を対象とした学術的かつ科学的研究の基礎基盤となり、将来的にラクロス競技選手の個別特性に応じた現場実践的方策を築き上げていくための一助になることを期待する。

参考文献

- Akiyama, K., & Yamamoto, D. (2019). The relationship between shot velocity and physical characteristics of lacrosse players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *59*(9), 1472-1478.
- Andersen, L. L., & Aagaard, P. (2006). Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *European Journal of Applied Physiology*, *96*(1), 46-52.
- Baxter, J. R., Novack, T. A., Van Werkhoven, H., Pennell, D. R., & Piazza, S. J. (2012). Ankle joint mechanics and foot proportions differ between human sprinters and non-sprinters. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *279*(1735), 2018-2024.
- Benjamini, Y., & Hochberg, Y. (1995). Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of The Royal Statistical Society: Series B*, *57*(1), 289-300.
- Blache, Y., & Monteil, K. (2014). Influence of lumbar spine extension on vertical jump height during maximal squat jumping. *Journal of Sports Sciences*, *32*(7), 642-651.
- Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G., Litjens, M. C., & Van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height?. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *28*, 1402-1412.
- Boone, J. B., VanDusseldorp, T. A., Feito, Y., & Mangine, G. T. (2021). Relationships between sprinting, broad jump, and vertical jump kinetics are limited in elite, collegiate football athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *35*(5), 1306-1316.
- Brechue, W. F., Mayhew, J. L., & Piper, F. C. (2010). Characteristics of sprint performance in college football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *24*(5), 1169-1178.
- Buchheit, M., Samozino, P., Glynn, J. A., Michael, B. S., Al Haddad, H., Mendez-Villanueva, A., & Morin, J. B. (2014). Mechanical determinants of acceleration and maximal sprinting speed in highly trained young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, *32*(20), 1906-1913.

- Cholewicki, J., Panjabi, M. M., & Khachatryan, A. (1997). Stabilizing function of trunk flexor-extensor muscles around a neutral spine posture. *Spine*, *22*(19), 2207-2212.
- Colyer, S. L., Nagahara, R., Takai, Y., & Salo, A. I. T. (2018). How sprinters accelerate beyond the velocity plateau of soccer players: Waveform analysis of ground reaction forces. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *28* (12), 2527-2535.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, *112*(1), 155-159.
- Donaldson, B. J., Bezodis, N. E., & Bayne, H. (2022). Inter- and intra-limb coordination during initial sprint acceleration. *Biology Open*, *11* (10), bio059501.
- Dorn, T. W., Schache, A. G., & Pandy, M. G. (2012). Muscular strategy shift in human running: dependence of running speed on hip and ankle muscle performance. *Journal of Experimental Biology*, *215*(11), 1944-1956.
- Dos'Santos, T., McBurnie, A., Thomas, C., & Jones, P. A. (2022). Attacking agility actions: Match play contextual applications with coaching and technique guidelines. *Strength and Conditioning Journal*, *44* (5), 92-105.
- Dos' Santos, T., Thomas, C., Comfort, P., & Jones, P. A. (2022). Biomechanical effects of a 6-week change of direction speed and technique modification intervention: Implications for change of direction side step performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *36* (10), 2780-2791.
- Edouard, P., Mendiguchia, J., Lahti, J., Arnal, P. J., Gimenez, P., Jiménez-Reyes, P., Brughelli, M., Samozino, P., & Morin, J. B. (2018). Sprint acceleration mechanics in fatigue conditions: compensatory role of gluteal muscles in horizontal force production and potential protection of hamstring muscles. *Frontiers in Physiology*, *9*, 1706.
- Ema, R., Sakaguchi, M., & Kawakami, Y. (2018). Thigh and psoas major muscularity and its relation to running mechanics in sprinters. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *50* (10), 2085-2091.
- Fields, J. B., Jagim, A. R., Kuhlman, N., Feit, M. K., & Jones, M. T. (2023). Comparison of match external loads across a men's and women's lacrosse season. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, *8* (3), 119.

- From Minato-Ku to the Entire Nation! The Fascination and Future of the New Olympic Discipline Lacrosse.* (2023, March 9). Visit Minato City. <https://visit-minato-city.tokyo/en/articles/564>
- Fujita, S., Kusano, S., Sugiura, Y., Sakuraba, K., Kubota, A., Sakuma, K., Suzuki, Y., Hayamizu, K., Aoki, Y., & Sugita, M. (2019). A 100-m sprint time is associated with deep trunk muscle thickness in collegiate male sprinters. *Frontiers in Sports and Active Living, 1*, 32.
- Fukunaga, T., Miyatani, M., Tachi, M., Kouzaki, M., Kawakami, Y., & Kanehisa, H. (2001). Muscle volume is a major determinant of joint torque in humans. *Acta Physiologica Scandinavica, 172*(4), 249-255.
- García-Ramos, A., Štirn, I., Padial, P., Argüelles-Cienfuegos, J., De la Fuente, B., Strojnik, V., & Feriche, B. (2018). The maximal mechanical capabilities of leg muscles to generate velocity and power improve at altitude. *Journal of Strength and Conditioning Research, 32*(2), 475-481.
- Gillen Z. M. (2025). Position-specific differences in speed profiles among national football league scouting combine participants. *Journal of Strength and Conditioning Research, 39*(2), e121-e128.
- Glatthorn, Julia F., Gouge, Sylvain., Nussbaumer, Silvio., Stauffacher, Simone., Impellizzeri, Franco M., Maffiuletti, Nicola A. (2011). Validity and reliability of optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *Journal of Strength and Conditioning Research, 25*(2), 556-560.
- Haugen, T. A., Breitschädel, F., & Seiler, S. (2019). Sprint mechanical variables in elite athletes: Are force-velocity profiles sport specific or individual?. *PLoS One, 14*(7), e0215551.
- Hibbs, A. E., Thompson, K. G., French, D., Wrigley, A., & Spears, I. (2008). Optimizing performance by improving core stability and core strength. *Sports Medicine, 38*(12), 995-1008.
- History.* (n.d.). World Lacrosse. <https://worldlacrosse.sport/the-game/origin-history/>
- Hunter, J. P., Marshall, R. N., & McNair, P. J. (2004). Interaction of step length and step rate during sprint running. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 36*

(2), 261-271.

- Jiang, W., Chen, C., & Xu, Y. (2024). Muscle structure predictors of vertical jump performance in elite male volleyball players: a cross-sectional study based on ultrasonography. *Frontiers in Physiology, 15*, 1427748.
- Johnson, Q. R., Stahl, C. A., Yang, Y., Gabriel, T., Zaragoza, A. J., Leal-Alfaro, D. E., Smith, B. D. & Dawes, J. J. (2024). Relationships between relative strength, power, and speed among NCAA Division II men's lacrosse athletes. *SportLogia, 20*(1).
- Kawama, R., Okudaira, M., Shibata, S., Shimasaki, T., Maemura, H., & Tanigawa, S. (2022). Elite rugby players have unique morphological characteristics of the hamstrings and quadriceps femoris muscles according to their playing positions. *Journal of Human Kinetics, 83*, 155-163.
- Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine, 36*(3), 189-198.
- Kubo, T., Hoshikawa, Y., Muramatsu, M., Iida, T., Komori, S., Shibukawa, K., & Kanehisa, H. (2011). Contribution of trunk muscularity on sprint run. *International Journal of Sports Medicine, 32*(03), 223-228.
- Kugler, F., & Janshen, L. (2010). Body position determines propulsive forces in accelerated running. *Journal of Biomechanics, 43*(2), 343-348.
- Lacrosse Has a Viewership Problem.* (2025, August 18). SportsEpreneur. <https://sportsepreneur.com/lacrosse-viewership-problem/>
- Lehance, C., Binet, J., Bury, T., & Croisier, J. L. (2009). Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 19*(2), 243-251.
- Loturco, I., Pereira, L. A., Cal Abad, C. C., D' Angelo, R. A., Fernandes, V., Kitamura, K., Kobal, R., & Nakamura, F. Y. (2015). Vertical and horizontal jump tests are strongly associated with competitive performance in 100-m dash events. *Journal of Strength and Conditioning Research, 29*(7), 1966-1971.
- McKay, B. D., Miramonti, A. A., Gillen, Z. M., Leutzinger, T. J., Mendez, A. I., Jenkins, N. D., & Cramer, J. T. (2020). Normative reference values for high school-aged American football players: proagility drill and 40-yard dash split times. *Journal of*

- Strength and Conditioning Research*, 34 (4), 1184-1187.
- Melvin, M. N., Smith-Ryan, A. E., Wingfield, H. L., Ryan, E. D., Trexler, E. T., & Roelofs, E. J. (2014). Muscle characteristics and body composition of NCAA division I football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28 (12), 3320-3329.
- Miller, R., Balshaw, T. G., Massey, G. J., Maeo, S., Lanza, M. B., Haug, B., Johnston, M., Allen, S. J., & Folland, J. P. (2024). Sex differences in muscle morphology between male and female sprinters. *Journal of Applied Physiology*, 136(6), 1568-1579.
- Miller, R., Balshaw, T. G., Massey, G. J., Maeo, S., Lanza, M. B., Haug, B., Johnston, M., Allen, S. J., & Folland, J. P. (2022). The muscle morphology of elite female sprint running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 54 (12), 2138-2148.
- Miller, R., Balshaw, T. G., Massey, G. J., Maeo, S., Lanza, M. B., Johnston, M., Allen, S. J., & Folland, J. P. (2021). The muscle morphology of elite sprint running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 53 (4), 804-815.
- 文部科学省. (2009). 高等学校学習指導要領解説 保健体育編. Retrieved from December 3, 2021, from https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education
- Monte, A. & Zamparo, P. (2019). Correlations between muscle-tendon parameters and acceleration ability in 20 m sprints. *PLoS One*, 14 (3), e0213347.
- Morin, J. B., Bourdin, M., Edouard, P., Peyrot, N., Samozino, P., & Lacour, J. R. (2012). Mechanical determinants of 100-m sprint running performance. *European Journal of Applied Physiology*, 112(11), 3921-3930.
- Nagahara, R., Kameda, M., Neville, J., & Morin, J. B. (2020). Inertial measurement unit-based hip flexion test as an indicator of sprint performance. *Journal of Sports Sciences*, 38(1), 53-61
- Nagahara, R., & Murata, M. (2024). Support leg joint kinetic determinants of maximal speed sprint performance. *Journal of Sports Sciences*, 42(24), 2506-2516.
- Novacheck, T. F. (1998). The biomechanics of running. *Gait & Posture*, 7(1), 77-95.
- Nuell, S., Illera-Domínguez, V., Carmona, G., Alomar, X., Padullés, J. M., Lloret, M., & Cadefau, J. A. (2019). Sex differences in thigh muscle volumes, sprint performance

- and mechanical properties in national-level sprinters. *PLoS One*, *14* (11), e0224862.
- Nuzzo, J. L., McBride, J. M., Cormie, P., & McCaulley, G. O. (2008). Relationship between countermovement jump performance and multijoint isometric and dynamic tests of strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *22*(3), 699-707.
- Otsuka, M., Ito, T., Honjo, T., & Isaka, T. (2016). Scapula behavior associates with fast sprinting in first accelerated running. *Springerplus*, *5*(1), 682.
- Pandy, M. G., Lai, A. K., Schache, A. G., & Lin, Y. C. (2021). How muscles maximize performance in accelerated sprinting. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *31* (10), 1882-1896.
- Penning, L. (2000). Psoas muscle and lumbar spine stability: a concept uniting existing controversies: critical review and hypothesis. *European Spine Journal*, *9*(6), 577-585.
- Pistilli, E.E., Ginther, G., & Larsen, J. (2008). Sport-specific strength training exercises for the sport of lacrosse. *Strength and Conditioning Journal* *30*(4), 31-38.
- Radnedge, C. (2025, April 23). *Lacrosse Hits a High in Bangladesh as Global Surge Powers Olympic Return*. Reuters. <https://www.reuters.com/sports/lacrosse-bangladesh-signs-up-global-surge-powers-olympic-return-2025-04-23/>
- Radnor, J. M., Oliver, J. L., Waugh, C. M., Myer, G. D., & Lloyd, R. S. (2022). Muscle architecture and maturation influence sprint and jump ability in young boys: a multistudy approach. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *36* (10), 2741-2751.
- Ritsche, P., Bernhard, T., Roth, R., Lichtenstein, E., Keller, M., Zingg, S., Franchi, M. V., & Faude, O. (2021). M. biceps femoris long head architecture and sprint ability in youth soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *16*(11), 1616-1624.
- Rumpf, M. C., Silva, J. R., Hertzog, M., Farooq, A., & Nassis, G. (2017). Technical and physical analysis of the 2014 FIFA World Cup Brazil: winners vs. losers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *57*(10), 1338-1343.

- Sado, N., Yoshioka, S., & Fukashiro, S. (2017). The three-dimensional kinetic behaviour of the pelvic rotation in maximal sprint running. *Sports Biomechanics*, *16*(2), 258-271.
- Sanchez-Sanchez, J., Martinez-Rodriguez, A., Felipe, J. L., Hernandez-Martin, A., Ubago-Guisado, E., Bangsbo, J., Gallardo, L., & Garcia-Unanue, J. (2020). Effect of natural turf, artificial turf, and sand surfaces on sprint performance. A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(24), 9478.
- Santaguida, P. L., & McGill, S. M. (1995). The psoas major muscle: a three-dimensional geometric study. *Journal of Biomechanics*, *28*(3), 339-345.
- Schache, A. G., Lai, A. K., Brown, N. A., Crossley, K. M., & Pandy, M. G. (2019). Lower-limb joint mechanics during maximum acceleration sprinting. *Journal of Experimental Biology*, *222*(22), jeb209460.
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, *126*(5), 1763-1768.
- Sell, K. M., Prendergast, J. M., Ghigiarelli, J. J., Gonzalez, A. M., Biscardi, L. M., Jajtner, A. R., & Rothstein, A. S. (2018). Comparison of physical fitness parameters for starters vs. nonstarters in an NCAA Division I men's lacrosse team. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *32*(11), 3160-3168.
- Shinchi, K., Yamashita, D., Yamagishi, T., Aoki, K., & Miyamoto, N. (2024). Relationship between jump height and lower limb joint kinetics and kinematics during countermovement jump in elite male athletes. *Sports Biomechanics*, *23*(12), 3454-3465.
- Slawinski, J., Termoz, N., Rabita, G., Guilhem, G., Dorel, S., Morin, J. B., & Samozino, P. (2017). How 100-m event analyses improve our understanding of world-class men's and women's sprint performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *27*(1), 45-54.
- Suarez-Arrones, L., Gonzalo-Skok, O., Carrasquilla, I., Asián-Clemente, J., Santalla, A., Lara-Lopez, P., & Núñez, F. J. (2020). Relationships between change of direction, sprint, jump, and squat power performance. *Sports*, *8*(3), 38.

- Suga, T., Terada, M., Tanaka, T., Miyake, Y., Ueno, H., Otsuka, M., Nagano, A., & Isaka, T. (2020). Calcaneus height is a key morphological factor of sprint performance in sprinters. *Scientific Reports*, *10* (1), 15425.
- Sugisaki, N., Kanehisa, H., Tauchi, K., Okazaki, S., Iso, S., & Okada, J. (2011). The relationship between 30-m sprint running time and muscle cross-sectional areas of the psoas major and lower limb muscles in male college short and middle distance runners. *International Journal of Sport and Health Science*, *9*, 1-7.
- Sugisaki, N., Kobayashi, K., Tsuchie, H., & Kanehisa, H. (2018). Associations between individual lower-limb muscle volumes and 100-m sprint time in male sprinters. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *13* (2), 214-219.
- Takahashi, K., Kamibayashi, K., & Wakahara, T. (2021). Muscle size of individual hip extensors in sprint runners: Its relation to spatiotemporal variables and sprint velocity during maximal velocity sprinting. *PLoS One*, *16*(4), e0249670.
- Tanaka, T., Suga, T., Otsuka, M., Misaki, J., Miyake, Y., Kudo, S., Nagano, A., & Isaka, T. (2017). Relationship between the length of the forefoot bones and performance in male sprinters. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *27*(12), 1673-1680.
- Thomas, C., Mather, D., & Comfort, P. (2014). Changes in sprint, change of direction, and jump performance during a competitive season in male lacrosse players. *Journal of Athletic Enhancement*, *3* (5), 1000167.
- Thorstensson, A. L. F., Nilsson, J., Carlson, H., & ZOMLEFER, M. R. (1984). Trunk movements in human locomotion. *Acta Physiologica Scandinavica*, *121* (1), 9-22.
- Tottori, N., Suga, T., Miyake, Y., Tsuchikane, R., Otsuka, M., Nagano, A., Fujita, S., & Isaka, T. (2018). Hip flexor and knee extensor muscularity are associated with sprint performance in sprint-trained preadolescent boys. *Pediatric Exercise Science*, *30*(1), 115-123.
- Tottori, N., Suga, T., Miyake, Y., Tsuchikane, R., Tanaka, T., Terada, M., Otsuka, M., Nagano, A., Fujita, S. & Isaka, T. (2021). Trunk and lower limb muscularity in sprinters: what are the specific muscles for superior sprint performance?. *BMC*

Research Notes, 14(1), 74.

- Vescovi, J. D., Brown, T. D., & Murray, T. M. (2007). Descriptive characteristics of NCAA Division I women lacrosse players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(5), 334-340.
- Vitale, J. A., Caumo, A., Roveda, E., Montaruli, A., La Torre, A., Battaglini, C. L., & Carandente, F. (2016). Physical attributes and NFL combine performance tests between Italian national league and American football players: A comparative study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(10), 2802-2808.
- Xie, T., Crump, K. B., Ni, R., Meyer, C. H., Hart, J. M., Blemker, S. S., & Feng, X. (2020). Quantitative relationships between individual lower-limb muscle volumes and jump and sprint performances of basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(3), 623-631.
- Yamashita, D., Asakura, M., Ito, Y., Yamada, S., & Yamada, Y. (2017). Physical characteristics and performance of Japanese top-level American football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(9), 2455-2461.
- Zabaloy, S., Giráldez, J., Fink, B., Alcaraz, P. E., Pereira, L. A., Freitas, T. T., & Loturco, I. (2022). Strength deficit in elite young rugby players: Differences between playing positions and associations with sprint and jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(4), 920-926.
- Zimmerman D, & England P. (2013). Men's Lacrosse. *Human Kinetics*, 2013, p256.

謝辞

学部3年生から研究指導を行って頂き、本研究の遂行、修士論文の執筆に際して、手厚いご指導を賜った伊坂忠夫教授に心より感謝申し上げます。また、副査をお引き受け頂き、建設的かつ貴重なご意見を賜った長野明紀教授、大友智教授に厚く御礼申し上げます。さらに、学部の卒業研究から本研究に至るまで、多くの研究のご指導を頂いた菅唯志准教授に心より感謝申し上げます。そして、本研究に快くご参加頂いた立命館大学体育会男子ラクロス部の皆様に感謝申し上げます。最後に、多くの意見交換やたわいのない日常の会話などによって支えて頂いた伊坂研究室関係者の皆様、スポーツ健康科学研究科関係者の皆様に感謝申し上げます。

補足資料

補足資料 1. 短距離走選手における下肢筋サイズとスプリントパフォーマンスの関係に関する先行研究

引用文献	被験者 (数)	スプリント変数	測定装置	筋群の名称	サイズ変数 (測定値)	統計値
Ema et al. (2018)	男子短距離走選手 (n = 15)	50メートルスプリント中の質量中心の移動速度	MRI	大腿直筋	筋体積 (相対値: 体重で補正)	$r = 0.69$ ($P = 0.045$)
Fujita et al. (2019)	男子短距離走選手 (n = 14)	100メートル走自己記録タイム	超音波	腹横筋	筋厚 (絶対値)	$r = -0.691$ ($P < 0.01$)
Kubo et al. (2011)	男子短距離走選手 (n = 15)	100メートル走自己記録タイム	超音波	大腿四頭筋	筋厚 (絶対値)	$r = 0.616$ ($P < 0.05$)
Kumagai et al. (2000)	男子短距離走選手 (n = 37)	100メートル走自己記録タイム	超音波	腓腹筋外側頭	筋厚 (絶対値)	$r = -0.36$ ($P < 0.05$)
Miller et al. (2021)	男子短距離走選手 (n = 31)	100メートル走自己記録タイム	MRI	股関節屈曲筋群	筋体積 (絶対値)	$r = -0.563$ ($P < 0.01$)
				股関節伸張筋群	筋体積 (絶対値)	$r = -0.689$ ($P < 0.001$)
					筋体積 (相対値: 体重で補正)	$r = -0.560$ ($P < 0.01$)
					※ボンフェローニ補正	
				膝関節屈曲筋群	筋体積 (絶対値)	$r = -0.682$ ($P < 0.001$)
					筋体積 (相対値: 体重で補正)	$r = -0.522$ ($P < 0.01$)
					※ボンフェローニ補正	
				膝関節伸張筋群	筋体積 (絶対値)	$r = -0.495$ ($P < 0.01$)
				足関節屈曲筋群	筋体積 (絶対値)	$r = -0.537$ ($P < 0.01$)
				腸腰筋	筋体積 (絶対値)	$r = -0.442$ ($P < 0.05$)

Miller et al. (2021)	男子短距離走選手 (n=31)	100メートル走自己記録タイム	MRI	縫工筋	筋体積 (絶対値)	$r = -0.639 (P < 0.001)$
				大腿筋膜張筋	筋体積 (絶対値)	$r = -0.547 (P < 0.01)$
				大内転筋	筋体積 (絶対値)	$r = -0.582 (P < 0.01)$
				薄筋	筋体積 (絶対値)	$r = -0.564 (P < 0.01)$
				大殿筋	筋体積 (絶対値)	$r = -0.662 (P < 0.001)$
					筋体積 (相対値)	$r = -0.580 (P < 0.05)$
						※ボンフエローニ補正
				大腿直筋	筋体積 (絶対値)	$r = -0.409 (P < 0.05)$
				外側広筋	筋体積 (絶対値)	$r = -0.475 (P < 0.05)$
				中間広筋	筋体積 (絶対値)	$r = -0.443 (P < 0.05)$
				内側広筋	筋体積 (絶対値)	$r = -0.431 (P < 0.05)$
				半膜様筋	筋体積 (絶対値)	$r = -0.478 (P < 0.05)$
				半腱様筋	筋体積 (絶対値)	$r = -0.530 (P < 0.01)$
				大腿二頭筋長頭	筋体積 (絶対値)	$r = -0.475 (P < 0.05)$
大腿二頭筋短頭	筋体積 (絶対値)	$r = -0.511 (P < 0.05)$				
膝窩筋	筋体積 (絶対値)	$r = -0.435 (P < 0.05)$				
腓腹筋外側頭	筋体積 (絶対値)	$r = -0.578 (P < 0.01)$				

Miller et al. (2022)	女子短距離走選手 (n=22)	100m 走センサーズペーストタイム	MRI	腓腹筋内側頭	筋体積 (絶対値)	$r = -0.437 (P < 0.05)$
				ヒラメ筋	筋体積 (絶対値)	$r = -0.474 (P < 0.05)$
Miller et al. (2022)	女子短距離走選手 (n=22)	100m 走センサーズペーストタイム	MRI	股関節屈曲筋群	筋体積 (相対値: 体重で補正)	$r = -0.689 (P < 0.01)$
				股関節伸展筋群	筋体積 (相対値: 体重で補正)	$r = -0.577 (P < 0.05)$
				膝関節伸展筋群	筋体積 (相対値: 体重で補正)	$r = -0.583 (P < 0.05)$
				足関節屈曲筋群	筋体積 (相対値: 体重で補正)	$r = -0.532 (P < 0.05)$
				腸腰筋	筋体積 (相対値: 体重で補正)	$r = -0.553 (P < 0.05)$
				縫工筋	筋体積 (相対値: 体重で補正)	$r = -0.639 (P < 0.01)$
				大内転筋	筋体積 (相対値: 体重で補正)	$r = -0.582 (P < 0.01)$
				大殿筋	筋体積 (相対値: 体重で補正)	$r = -0.596 (P < 0.01)$
				小殿筋	筋体積 (相対値: 体重で補正)	$r = 0.555 (P < 0.05)$
				外側広筋	筋体積 (相対値: 体重で補正)	$r = -0.634 (P < 0.01)$
				腓腹筋内側頭	筋体積 (相対値: 体重で補正)	$r = 0.526 (P < 0.05)$
				ヒラメ筋	筋体積 (相対値: 体重で補正)	$r = 0.521 (P < 0.05)$
				Monte and Zamparo (2019)	男子短距離走選手 (n=18)	100メートル走自己記録タイム ※当該変数のみ記載
足関節屈曲筋群	筋厚 (絶対値)	$r = -0.52 (P = 0.044)$				
大腿直筋	筋厚 (絶対値)	$r = -0.61 (P = 0.009)$				

Monte and Zamparo (2019)	男子短距離走選手 (n=18)	100メートル走自己記録タイム ※当該変数のみ記載	超音波	外側広筋	筋厚 (絶対値)	$r = -0.54$ ($P = 0.042$)
				中間広筋	筋厚 (絶対値)	$r = -0.68$ ($P = 0.003$)
				内側広筋	筋厚 (絶対値)	$r = -0.56$ ($P = 0.035$)
				腓腹筋外側頭	筋厚 (絶対値)	$r = -0.50$ ($P = 0.045$)
				腓腹筋内側頭	筋厚 (絶対値)	$r = -0.55$ ($P = 0.039$)
				ヒラメ筋	筋厚 (絶対値)	$r = -0.53$ ($P = 0.043$)
				ハムストリングス	筋体積 (相対値: 体重と身長で補正)	$r = -0.647$ ($P = 0.005$)
Nuell et al. (2019)	男子短距離走選手 (n=9)	40メートルスプリントタイム	MRI	内転筋群	筋体積 (相対値: 体重と身長で補正)	$r = -0.514$ ($P = 0.035$)
	女性短距離走選手 (n=8)	※当該変数のみ記載				
Sugisaki et al. (2011)	男子短距離・中距離走選手 (n=16)	30メートルスプリントタイム	MRI	内転筋群	筋断面積 (相対値: 体重で補正)	$r = -0.598$ ($P = 0.014$)
	男子短距離走選手 (n=31)	100メートル走自己記録タイム	MRI	大腰筋	筋体積 (絶対値)	$r = -0.374$ ($P = 0.038$)
Sugisaki et al. (2018)	男子短距離走選手 (n=31)	100メートル走自己記録タイム	MRI	大殿筋	筋体積 (絶対値)	$r = -0.408$ ($P = 0.023$)
				中臀筋と小臀筋	筋体積 (相対値: 体重で補正)	$r = -0.431$ ($P = 0.016$)
				ハムストリングス	筋体積 (絶対値)	$r = -0.389$ ($P = 0.030$)
				筋体積 (相対値: 体重で補正)	$r = -0.418$ ($P = 0.019$)	
				筋体積 (相対値: 体重で補正)	$r = -0.488$ ($P = 0.005$)	
Takahashi et al. (2021)	男子短距離走選手 (n=26)	100メートルスプリント中の50~60メートル区間の疾走速度	MRI	半腱筋	筋体積 (相対値: 体重で補正)	$r = 0.497$ ($P = 0.010$)

Takahashi et al. (2024)	男子短距離走選手 (n=26)	100メートルスプリント中の0~10メートル区間の疾走速度	MRI	半膜様筋	筋体積 (相対値; 体重で補正)	$r = 0.592 (P < 0.05)$
				股関節伸展筋群	筋体積 (相対値; 体重で補正)	$r = 0.493 (P < 0.05)$
					半腱様筋	筋体積 (相対値; 体重で補正)
				半腱様筋	筋体積 (相対値; 体重で補正)	$r = 0.605 (P < 0.05)$
Tottori et al. (2021)	男子短距離走選手 (n=56)	100メートルスプリント中の90~100メートル区間の疾走速度	MRI	大腰筋	筋断面積 (絶対値)	$r = -0.388 (P = 0.003)$
					筋断面積 (相対値; 体重で補正)	$r = -0.363 (P = 0.006)$
Tottori et al. (2021)	男子短距離走選手 (n=56)	100メートル走自己記録タイム	MRI	大臀筋	筋断面積 (絶対値)	$r = -0.366 (P = 0.006)$
Yasuda et al. (2019)	女子短距離走選手 (n=11)	100メートル走自己記録タイム	MRI	短内転筋	筋断面積 (相対値; 体重で補正)	$r = -0.387 (P = 0.003)$
					筋体積 (相対値; 体重で補正)	$r = -0.652 (P < 0.05)$

補足資料 2. スポーツ競技選手における体幹・下肢筋サイズとスプリント/シヨースプリントパフォーマンスの関係に関する先行研究

引用文献	被験者 (数)	スプリント変数	測定装置	筋群の名称	サイズ変数 (測定値)	統計値
Copaver et al. (2013)	サッカー, テニス, 陸上, 格闘技を日常的に行っている男性 (n=10)	50メートル走タイム	MRI	大腰筋	筋断面積 (絶対値)	$R^2 = 0.600$ ($P < 0.01$)
		120メートル走タイム				$R^2 = 0.413$ ($P = 0.045$)
Kubo et al. (2011)	男子青年サッカー選手 (n=23)	20メートル走速度	MRI	背筋群	筋断面積 (相対値; 体重で補正)	$r = 0.510$ ($P = 0.012$)
		※当該変数のみ記載		腰方形筋	筋断面積 (相対値; 体重で補正)	$r = 0.434$ ($P = 0.038$)
Radnor et al. (2022)	チームスポーツ (ラグビー, サッカー) を行う男子中学生 (n=35)	最大疾走速度 (30m 走)	超音波	大臀筋	筋厚 (絶対値)	$r = 0.296$ ($P = 0.042$)
				外側広筋		$r = 0.232$ ($P = 0.044$)
Ritsche et al. (2021)	男子青年サッカー選手 (n=85)	10メートル走タイム	超音波	大腿二頭筋長頭	筋厚 (絶対値)	$r = -0.390$ ($P < 0.001$)
		30メートル走タイム				$r = -0.61$ ($P < 0.001$)
		最大疾走速度 (40m 走)				$r = 0.61$ ($P < 0.001$)
Xie et al. (2020)	男子大学バスケットボール選手 (n=10)	10メートル走速度	MRI	長内転筋	筋体積 (相対値; 体表面積で補正)	$r = 0.664$ ($P = 0.036$)
		10~20メートル区間走速度		内側広筋		$r = 0.889$ ($P < 0.001$)

補足資料 3. スポーツ競技選手における下肢筋サイズとジャンプパフォーマンスの関係に関する先行研究

引用文献	被験者 (数)	ジャンプ変数	測定装置	筋群の名称	サイズ変数 (測定値)	統計値
Jiang et al. (2024)	男性バレーボール選手 (n=15)	スクワットジャンプ跳躍高	超音波	外側広筋	筋厚 (絶対値)	$R^2=0.52$ ($P=0.001$)
		カウンタースタンプメントジャンプ跳躍高			筋厚 (絶対値)	$R^2=0.37$ ($P=0.005$)
		ドロップジャンプ跳躍高			筋厚 (絶対値)	$R^2=0.25$ ($P=0.021$)
Lanferdini et al. (2025)	個人またはチーム競技選手 (n=102)	スクワットジャンプ跳躍高	超音波	外側広筋	筋厚 (絶対値)	$r=0.20$ ($P<0.05$)
		カウンタースタンプメントジャンプ跳躍高			筋厚 (絶対値)	$r=0.21$ ($P<0.05$)
Radnor et al. (2022)	チームスポーツ (ラグビー, サッカー) を行う男子中学生 (n=35)	カウンタースタンプメントジャンプ跳躍高	超音波	外側広筋	筋厚 (絶対値)	$r=0.422$ ($P<0.05$)
Secomb et al. (2015)	男性サーフイン選手 (n=15)	スクワットジャンプ跳躍高	超音波	外側広筋	筋厚 (絶対値)	$r=0.72$ ($P<0.01$)
		カウンタースタンプメントジャンプ跳躍高			筋厚 (絶対値)	$r=0.63$ ($P=0.01$)
Xie et al. (2020)	男子大学バスケットボール選手 (n=10)	スクワットジャンプ跳躍高	MRI	大腿四頭筋	筋体積 (相対値; 体表面積で補正)	$r=0.671$ ($P=0.034$)
				ハムストリングス	筋体積 (相対値; 体表面積で補正)	$r=0.779$ ($P=0.008$)
				内側広筋	筋体積 (相対値; 体表面積で補正)	$r=0.891$ ($P<0.001$)
		大腿四頭筋		筋体積 (相対値; 体表面積で補正)	$r=0.687$ ($P=0.028$)	
		ハムストリングス		筋体積 (相対値; 体表面積で補正)	$r=0.665$ ($P=0.036$)	
		内側広筋		筋体積 (相対値; 体表面積で補正)	$r=0.909$ ($P<0.001$)	
幅跳び跳躍距離	筋体積 (相対値; 体表面積で補正)	$r=0.704$ ($P=0.023$)				

			ハムストリングス	筋体積 (相対値：体表面積で補正)	$r = 0.711 (P = 0.021)$
			臀筋	筋体積 (相対値：体表面積で補正)	$r = 0.698 (P = 0.025)$
			内側広筋	筋体積 (相対値：体表面積で補正)	$r = 0.775 (P = 0.009)$