

女子ラグビー選手におけるハムストリングス筋力の重要性： 競技力および肉離れ発生との関連

静岡産業大学 江 間 諒 一
(共同研究者) 芝浦工業大学 赤 木 亮 太

Importance of Hamstring Muscle Strength in Female Rugby Players: Relationship with Athletic Performance and Incidence of Hamstring Injuries

by

Ryoichi Ema
*Faculty of Sport Science,
Shizuoka Sangyo University*
Ryota Akagi
*College of Systems Engineering and Science,
Shibaura Institute of Technology*

ABSTRACT

The present study examined the importance of hamstring muscle strength in female rugby players from the perspectives of athletic performance and occurrence of hamstring injuries. Twenty female rugby sevens players participated in this study. Participants were classified into regular and semi-regular groups based on their tournament participation. Measurements were taken for lean body mass, eccentric and concentric knee flexion torque, as well as 10-meter sprint times. Eccentric knee flexion torque was assessed using strength in the Nordic hamstring exercise. Measurements for lean body mass and muscle strength were repeated after three months. A significant positive correlation was found only between lean body mass and eccentric knee flexion torque. After three months of competitive training, eccentric knee flexion torque

increased in the regular group, but no significant changes were observed in the semi-regular group or in concentric knee flexion torque in either group. Players who had experienced hamstring injuries in the past two years exhibited significantly lower eccentric torque compared to those without such history. These findings suggest that eccentric muscle strength exerted during the Nordic hamstring exercise may be related to athletic performance and the experience of hamstring injuries.

キーワード

伸張性収縮, 短縮性収縮, アスリート, 競技力, 筋力

Keyword

Eccentric contraction, Concentric contraction, Athlete, Athletic performance, Muscular strength

要 旨

本研究は、女子ラグビー選手におけるハムストリングス筋力の重要性について、競技力および肉離れ発生の観点から検討した。7人制女子ラグビー選手20名が実験に参加した。対象者を、大会参加数でレギュラー群と準レギュラー群に分類した。除脂肪量、伸張性および短縮性膝関節屈曲トルク、ならびに10m走のタイムを計測した。伸張性膝関節屈曲トルクは、ノルディックハムストリング中の筋力を用いた。除脂肪量および筋力については、3カ月後にも計測を行った。除脂肪量と伸張性膝関節屈曲トルクの間にのみ、有意な正の相関関係がみられた。3カ月の競技トレーニングにより、レギュラー群の伸張性膝関節屈曲トルクは有意に増加したが、準レギュラー群の伸張性膝関節屈曲トルクおよび両群の短縮性膝関節屈曲トルクには有意な変化がみられなかった。過去2年間にハムストリングス肉離れを経験していた選手の伸張性膝関節屈曲トルクは、未経験選手よりも有意に小さかった。以上の結果は、ノルディックハムストリング中に発揮される伸張性筋力が、競技力や肉離れの経験と関連することを示唆している。

緒 言

ハムストリングスとは、太腿裏側に存在する4つの骨格筋（大腿二頭筋長頭、大腿二頭筋短頭、半腱様筋、半膜様筋）の総称である。運動習慣のない人と比較して、陸上競技短距離選手¹⁾や自転車競技選手²⁾等、アスリートは大きなハムストリングス筋体積を有している。よって、スポーツ選手にとって重要な役割を果たす骨格筋群であるといえる。

ハムストリングスは、スポーツ外傷が生じやすい筋群としても知られている。中でも重篤なスポーツ外傷である肉離れの好発筋である³⁾。近年、ハムストリングスの肉離れ予防を目的としたエクササイズ（ノルディックハムストリング）が考案され、エクササイズ中のハムストリングス筋力が肉離れのリスクと関連することが報告されている⁴⁾。これらのデータの多くは男子スポーツ選手を対象としたものである。男子スポーツ選手と女子スポーツ選手では筋力⁵⁾や筋量⁶⁾の大きさが異なることから、男子選手における知見を女子選手に当てはめることができるかは不明である。特に、ラグビー⁷⁾など、肉離れが好発するスポーツ選手における検討が必要である。7人制ラグビー

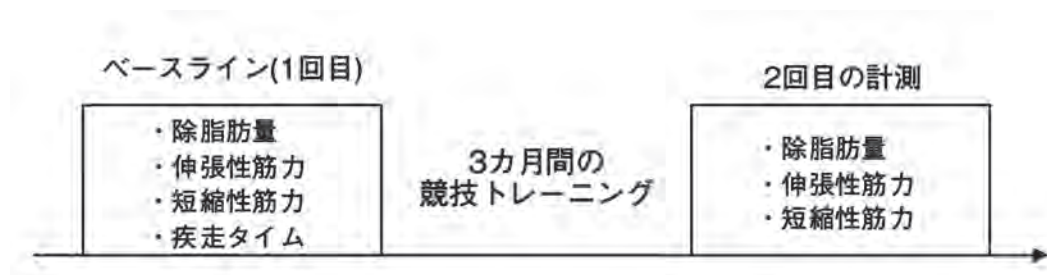


図1 実験の流れ

については、2016年のリオデジャネイロオリンピックから男女とも正式種目として採用され、競技人口の増加や競技の醸成が期待されている。7人制ラグビー選手、とりわけ女子選手における各種データの取得は、競技力の向上やスポーツ外傷の予防に繋がる知見の提供になることが期待できる。

ノルディックハムストリングにおいて、ハムストリングスは伸張性収縮を行うため、計測される値はハムストリングスの伸張性筋力として評価できる。短縮性収縮を行った際のハムストリングス筋力も肉離れのリスクと関連するのかどうか、さらには、伸張性および短縮性ハムストリングス筋力が身体運動パフォーマンスや競技力と関連するのかはよく分かっていない。これらを明らかにすることができれば、ハムストリングス筋力の重要性について、スポーツ現場で活用できるエビデンスを提示できる可能性がある。

そこで本研究は、7人制女子ラグビー選手を対象に、ハムストリングス筋力の大きさと身体運動パフォーマンス、競技力、および肉離れとの関連を検討し、ハムストリングス筋力の重要性を明らかにすることを目的とした。

1. 研究方法

7人制女子ラグビーチームに所属する選手20名(年齢 24 ± 4 歳, 身長 161.8 ± 6.7 cm, 体重 62.5 ± 8.6 kg)が本研究に参加した。参加者に対して実験内容と方法について説明を行い、同意を得たのちに

実験を実施した。本研究は、静岡産業大学における研究倫理審査委員会の承認を得た。

測定実施期間を含む1.5年間において、大会登録選手として試合に出場した回数を調査した。中央値以上の出場回数の選手をレギュラー群($n = 10$), 中央値未満の出場回数の選手を準レギュラー群($n = 10$)とした。

身体運動パフォーマンスの指標として、ハムストリングス伸張性・短縮性筋力と走力を評価した。これらの計測は、十分なウォーミングアップ後に行った。除脂肪量および筋力については、ベースラインとなる計測(1回目)に加えて、3カ月後(2回目)にも計測を行った(図1)。

マルチ周波数体組成計(MC-980A-N plus, TANITA corporation)を用いて、除脂肪量を計測した。素足で体組成計の台の上に立ち、モニターに提示される指示に従って計測を行った。

等速性筋力計(CON-TREX MJ, PHYSIOMED)を用いて、角速度180度/秒の条件で、短縮性膝関節屈曲トルクを計測した(図2)。対象者を筋力計の座面に座らせ、身体が動かないようにシートベルトで固定した。対象者の膝関節中心と筋力計の回転中心が一致するように留意した。複数回の練習試行の後、全力で膝関節を屈曲させた。計測は3回行い、トルクのピーク値が最大となる試行を分析対象とした。3カ月の競技トレーニングの影響を検討する際には、除脂肪量で除して正規化した値を用いた。

伸張性膝関節屈曲筋力について、ノルディック



図2 短縮性膝関節屈曲筋力計測の様子



図3 ノルディックハムストリングの様子

ハムストリング（図3）中の伸張性膝関節屈曲力を計測した（図4）。足首をベルトで固定し、ロードセル（LUX-B-1KN-ID, Kyowa）を用いて左右の筋力が計測できる特注の筋力計を使用した。対象者に対して、見本を見せながらやり方を説明した。その際、腰を引かず（身体がくの字にならないようにする）、膝関節から上の身体全体を一直線に保ちながら、ゆっくり前方に倒れていくよう伝えた。対象者に、2～3回程度練習してもらった後、本番試行を行った。前方に倒れることによる負荷に対して、できるだけ抵抗するよう指示した。試行は3回行った。左右の力のピーク値の平

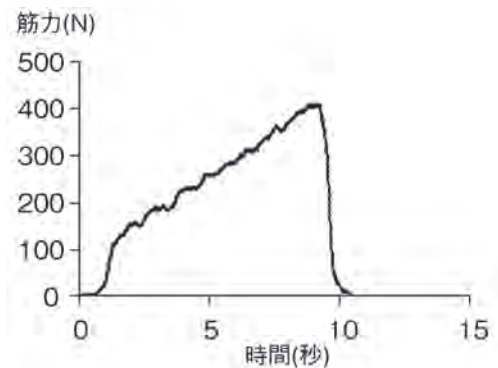


図4 ノルディックハムストリングにおける発揮筋力の典型例



図5 疾走タイム計測の様子

均を算出し、その最大値を分析に採用した。膝関節中心から力の計測部位までの距離を計測し、ピーク値に乗ずることで、伸張性膝関節屈曲トルクを算出した。3カ月の競技トレーニングの効果を調べる際には、除脂肪量で除して正規化した。

走力の指標として、10m走のタイムを計測した。芝生グラウンド上で、選手個人のスパイクを履いて全力で50m走を行ってもらい、10m地点の通過タイムを記録した(図5)。計測には光電管(VoltOnoSprint, S-CADE)を用いた。スタンディングスタートを採用し、選手が動き出すと同時に記録を開始するシステムを用いた。拘束時間およびグラウンドの使用可能時間等の関係から、一部の選手で計測を行うことができなかった。

2. 統計処理

全ての結果は平均±標準偏差で示した。ベースラインの測定項目間の関係性について、ピアソンの積率相関係数を用いて評価した。除脂肪量および筋力について、二元配置の分散分析(群×時間)を行い、群によって変化が異なるかどうか調べた。ベースライン計測時において、過去2年間に肉離れを経験した選手が1名いた。ベースラインにおける肉離れ経験者と未経験者の筋力を比較するために、1サンプルのt検定を行った。有意水準は5%とした。統計処理はSPSS version 28を用いて

実施した。

3. 研究結果

レギュラー群と準レギュラー群選手の大会出場回数を表1に示す。出場回数の中央値は7.5回であった。

表1 群ごとの大会出場数(回)

レギュラー群	10±2
準レギュラー群	4±2

除脂肪量と伸張性膝関節屈曲トルクとの間に、有意な正の相関関係($r = 0.484$, $P = 0.031$)が観察された。一方、除脂肪量と短縮性膝関節屈曲トルクおよび10m走の記録、筋力と10m走の記録との間に、有意な相関関係は観察されなかった。

除脂肪量について、有意な交互作用および主効果のいずれも観察されなかった。伸張性および短縮性膝関節屈曲トルクの変化を図6に示す。ベースラインおよび3カ月後の計測値について、有意な群間差はみられなかった。伸張性膝関節屈曲トルクについて、二元配置分散分析の結果、有意な群×時間の交互作用がみられた($P = 0.041$)。レギュラー群においては、3カ月の計測後に伸張性膝関節屈曲トルクが有意に増加した。一方、準レギュラー群については有意な変化がみられなかった。短縮性膝関節屈曲トルクに関して、有意な主

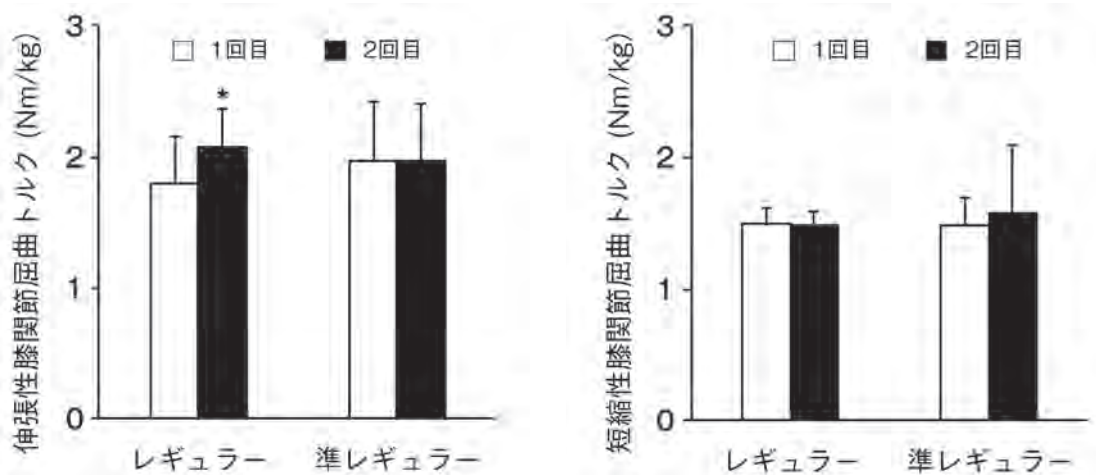


図6 ハムストリングス筋力の結果

※: $P < 0.05$

効果および交互作用のいずれも観察されなかった。

研究期間内に肉離れが生じた選手はいなかった。過去2年間に於いてハムストリングスの肉離れを経験した選手1名と未経験選手の筋力の結果を図7に示す。他の選手と比較して、肉離れを経験した選手の伸張性膝関節屈曲トルクは有意に低かった ($P < 0.001$)。一方、短縮性膝関節屈曲トルクには有意差はみられなかった ($P = 0.080$)。

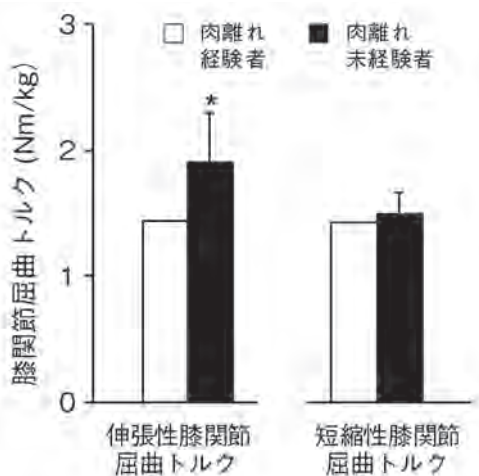


図7 肉離れ経験者と非経験者の比較

※: $P < 0.05$

4. 考 察

ベースラインにおいて、ハムストリングス伸張性筋力はレギュラー群と準レギュラー群間で差がなかったものの、3カ月の競技トレーニングにより、レギュラー選手はハムストリングス伸張性筋力が増加した。さらに、過去2年以内に肉離れ経験がある選手のハムストリングス伸張性筋力は、肉離れ未経験選手と比較して有意に小さかった。一方、ハムストリングス短縮性筋力については、いずれの群においても有意な変化がみられず、肉離れ経験の有無も大小関係に影響しなかった。以上の結果は、ノルディックハムストリング時に計測されるハムストリングス伸張性筋力が、競技力や肉離れの経験と関連することを示唆している。

ハムストリングス伸張性筋力の変化は、レギュラー群と準レギュラー群で異なり、3カ月後の計測では、レギュラー群のみ有意に増加した。本実験の参加者は同一チームに所属しており、競技トレーニングメニューの違いが群間差につながった可能性は考えにくい。7人制ラグビーは、15人制と比較して人数が半分以下でありながら、同じ大きさのフィールド (約70 m × 100 m) を利用する。また、前後半7分という短い時間で勝負を決する

特徴があり、高い疾走速度で短距離を駆け抜ける機会が多いと考えられる。陸上競技短距離選手において、発達したハムストリングスが観察されている¹⁾。レギュラー群においては、高い疾走強度でトレーニングを積むことができ、ハムストリングス伸張性筋力の変化における群間差として現れたのかもしれない。また、ノルディックハムストリングトレーニングにより、男子サッカー選手の10m走のタイム⁸⁾や方向転換のタイム⁹⁾が向上したことが報告されている。ラグビーでは、急加速や急停止が多いことから¹⁰⁾、疾走能力や方向転換能力は重要視される能力である。本研究では、走タイムの変化や方向転換タイムを計測していないが、レギュラー選手においては、ハムストリングス伸張性筋力の向上とともに、これらの能力も練習を通じて向上し、レギュラー選手として活躍の機会を得ているのかもしれない。この点については、今後のさらなる研究が必要である。

肉離れ経験がある選手のハムストリングス伸張性筋力は、未経験者のそれよりも有意に小さかった。一方、ハムストリングス短縮性筋力には有意差がみられなかったことから、ハムストリングス短縮性筋力の大小は、肉離れの経験とは関連しないと考えられる。男子サッカー選手において、ハムストリングス伸張性筋力が低いことがハムストリングス肉離れのリスクであることが報告されている⁴⁾。また、肉離れ経験のある男子ラグビー選手において、健側と患側のハムストリングス伸張性筋力を比較したところ、患側で有意に低かった¹¹⁾。本研究の結果は、先行研究の結果を支持するものであり、男子選手だけではなく、女子選手においても、ハムストリングス伸張性筋力が低いことが、ハムストリングス肉離れの経験と関連することを示唆する。ただし、本研究に参加した対象者は、研究実施期間において、その後ハムストリングス肉離れを発症しなかった。よって、女子ラグビー選手において、ハムストリングス伸張性

筋力が低いために肉離れを発症するという、因果関係に言及することは難しい点に留意する必要がある。

5. 結 論

本研究では、7人制女子ラグビー選手を対象として、ハムストリングス筋力と競技力およびハムストリングス肉離れの関連を検討した。本研究の結果、3カ月の競技トレーニングにより、レギュラー選手において、ノルディックハムストリングを実施したときに計測される伸張性膝関節屈曲筋力が向上した。一方、準レギュラー選手においては、伸張性膝関節屈曲筋力に変化がみられなかった。肉離れ経験がある選手は、未経験選手よりも伸張性膝関節屈曲筋力が低かった。このような結果は、短縮性膝関節屈曲筋力においては観察されなかった。以上のことから、ハムストリングス伸張性筋力は競技力およびハムストリングス肉離れの経験と関連することが示唆された。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、研究助成を賜りました公益財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) Ema R., Sakaguchi M., Kawakami Y., Thigh and psoas major muscularity and its relation to running mechanics in sprinters., *Med. Sci. Sports Exerc.*, **50** (10): 2085-2091 (2018)
- 2) Ema R., Wakahara T., Yanaka T., Kanehisa H., Kawakami Y., Unique muscularity in cyclists' thigh and trunk: A cross-sectional and longitudinal study., *Scand. J. Med. Sci. Sports*, **26**(7): 782-793 (2016)
- 3) 大垣亮, 大竹源人, 中根聡子, 小笹由希子, 菅野陽介, 村上大記, 谷川聡, 竹村雅裕, 男子大学生ラグビー選手における肉離れの疫学調査., 日本アスレティックトレーニング学会誌, **5**(2): 123-132 (2020)
- 4) Timmins R.G., Bourne M.N., Shield A.J., Williams

- M.D., Lorenzen C., Opar D.A., Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study., *Br. J. Sports Med.*, **50**(24): 1524–1535 (2016)
- 5) Ema R., Kawaguchi E., Suzuki M., Akagi R., Plantar flexor strength at different knee positions in older and young males and females., *Exp. Gerontol.*, **142**:111148 (2020)
- 6) Ema R., Wakahara T., Hirayama K., Kawakami Y., Effect of knee alignment on the quadriceps femoris muscularity: Cross-sectional comparison of trained versus untrained individuals in both sexes., *PLoS One*, **12**(8): e0183148 (2017)
- 7) Fuller C.W., Taylor A., Douglas M., Raftery M., Rugby World Cup 2019 injury surveillance study., *S Afr. J. Sports Med.*, **32**(1): v32i1a8062 (2020)
- 8) Ishøi L., Hölmich P., Aagaard P., Thorborg K., Bandholm T., Serner A., Effects of the Nordic Hamstring exercise on sprint capacity in male football players: a randomized controlled trial., *J. Sports Sci.*, **36**(14): 1663–1672 (2018)
- 9) Siddle J., Weaver K., Greig M., Harper D., Brogden CM., A low-volume Nordic hamstring curl programme improves change of direction ability, despite no architectural, strength or speed adaptations in elite youth soccer players., *Res. Sports Med.*, **32**(1): 49–60 (2024)
- 10) Harper D.J., Carling C., Kiely J., High-intensity acceleration and deceleration demands in elite team sports competitive match play: A systematic review and meta-analysis of observational studies., *Sports Med.*, **49**(12): 1923–1947 (2019)
- 11) Bourne M.N., Opar D.A., Williams M.D., Shield A.J., Eccentric knee flexor strength and risk of hamstring injuries in rugby union: A prospective study., *Am. J. Sports Med.*, **43**(11): 2663–2670 (2015)