

女子バレーボール選手の筋スティフネスとパワー発揮能力 江間諒¹⁾

Muscle stiffness and muscular power in female volleyball players EMA Ryoichi¹⁾

Abstract

This study examined the muscle stiffness and muscular power in female volleyball players through comparisons with non-athletes. Eight female volleyball players and eight untrained control participants were joined in this study. The shear modulus of the vastus lateralis was assessed as an index of resting muscle stiffness using ultrasound elastography. Leg extension power at slow and fast velocities was measured. The shear modulus of the vastus lateralis was significantly greater in volleyball players than untrained controls. The leg extension power of the volleyball players at fast velocity was significantly greater than that of the control participants, whereas no significant group difference was found for the leg extension power at slow velocity. These results suggest that female volleyball players have stiff muscle and high ability of generating muscular power at fast velocity condition.

本研究は、女子バレーボール選手の筋スティフネスとパワー発揮能力について、運動習慣のない女性との比較を通じて検証した。女子バレーボール選手8名と運動習慣のない女性8名(対照群)が実験に参加した。超音波せん断波エラストグラフィ法を用いて、安静時における外側広筋の筋剛性率を計測した。遅い速度と速い速度条件において、脚伸展パワーを評価した。外側広筋の筋剛性率は、バレーボール選手が対照群と比較して有意に大きかった。脚伸展パワーについて、速い速度条件ではバレーボール選手が対照群より有意に大きかったが、遅い速度条件では有意な群間差が確認されなかった。本研究の結果から、女子バレーボール選手は硬い筋を有し、速い条件でパワーを発揮する能力が優れていることが示唆された。

I. 緒言

筋の大きさや長さが身体運動パフォーマンスに影響することは広く知られている。例えば、特定の筋が大きい短距離選手¹⁾、筋束が長い短距離選手²⁾ほど、疾走能力が優れていたことが報告されている。近年、大きさや長さに加えて、安静時における筋の硬さが身体運動パフォーマンスと関係することが報告されるようになった。ただし、筋の硬さがどのような身体運動パフォーマンスと関係するのかや、アスリートが有する筋の硬さ等については、データが乏しいのが現状である。

バレーボール選手は、試合やトレーニングにおいて頻繁に跳躍する。高い跳躍を達成するためには、脚の大きなパワー発揮が必要となる。特に女子バレーボールでは、男子と比較してラリーが続きやすく、競技中の跳躍回数が多くなる傾向がある³⁾。女子バレーボール選手におけるパワー発揮特性の解明は、跳躍力を高めるための効果的なトレーニングに繋がることが期待できる。パワーは発揮した力と速度の積で表される。そのため、最大に発揮できるパワーの大小に加えて、高負荷低速度の条件でのパワー発揮能力が優れているのか、低負荷高速度

1) 静岡産業大学スポーツ科学部
〒438-0043 静岡県磐田市大原1572-1

1) Faculty of Sport Science, Shizuoka Sangyo University
1572-1 Owara, Iwata, Shizuoka, 438-0043, Japan.

の条件で優れているのかという視点がある。この点について、ラグビー選手を対象とした研究で競技の特性がでることが報告されている⁴⁾が、バレーボール選手については不明である。そこで本研究は、女子バレーボール選手の筋の硬さとパワー発揮能力について、運動習慣のない女性と比較することを通じて明らかにすることを目的とした。

II. 方法

大学女子バレーボール選手8名(21 ± 1歳、160 ± 8 cm、55 ± 7 kg、平均 ± 標準偏差)と運動習慣のない女性8名(21 ± 1歳、158 ± 5 cm、53 ± 4 kg、平均 ± 標準偏差)を対象として実験を行った。事前に、被験者に対して実験内容と方法について説明を行い、同意書に署名をもらった。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事前に得た。

超音波診断装置 (ARIETTA 850、Hitachi, Ltd., Japan) を用いて、右大腿部の外側広筋から超音波画像を10回取得した(図1)。測定部位は大腿長(大転子から膝窩皺の長さ)の50%位とした⁵⁾。被験者は股関節角度80度(解剖学的肢位 = 0度)、膝関節角度90度の姿勢で、特注の筋力計 (Takei Scientific Instruments, Japan) のシートに座った。安静状態における超音波せん断波の伝播速度を計測した。関心領域は1 cm 四方とした⁶⁾。伝播速度と筋の密度(1084 kg/m³)を用いて、筋の剛性率を算出した⁷⁾。10個のデータのうち、上位2つと下位2つを除く6データの平均を分析対象とした。

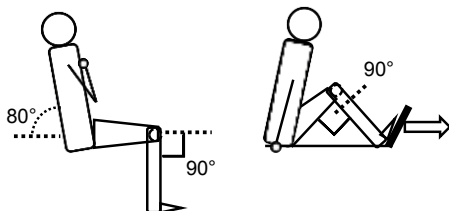


図1 超音波画像の取得(左)と脚伸展パワー(右)測定時の姿勢。

Figure 1 Schematic illustrations of measurement posture for ultrasound images (left) and leg extension power (right).

等速性脚伸展パワーマシン (LEG POWER、Takei Scientific Instruments, Japan) を用いて、0.2 m/s(遅い条件)と1.2 m/s(速い条件)の条件で脚伸展パワーを計測した(図1)。マシンの座面に座り、腰部と足部を非伸縮性のベルトでマシンに固定した。膝関節角度90度の姿勢から、全力で脚を伸展させた。各速度条件につき、測定は3回行った。計測したパワーの最大値と2番目に高かった値の平均を分析対象とした。

全ての結果は平均 ± 標準偏差で示す。身体特性および筋剛性率について、対応のないt検定を用いて群間差の有無を調べた。脚伸展パワーについて、二元配置の分散分析(群×速度)を使い、群間差の有無が速度条件によって異なるかどうか評価した。有意水準は5%とした。統計処理はSPSS version 25を用いて実施した。

III. 結果と考察

年齢、身長、および体重に有意な群間差はみられなかった。筋剛性率について、女子バレーボール選手が運動習慣のない女性より有意に大きかった(図2)。脚伸展パワーに関して、群×速度の交互作用が有意であった。速い速度条件では、女子バレーボール選手が運動習慣のない女性より有意に大きかったが、

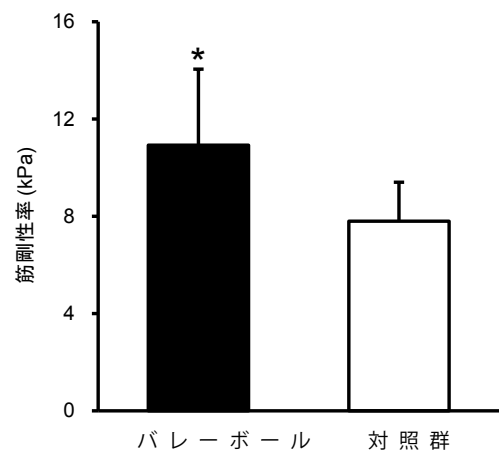


図2 安静時における外側広筋の剛性率。平均 + 標準偏差。*: P < 0.05

Figure 2 Resting shear modulus of the vastus lateralis. Mean + SD. *: P < 0.05

遅い条件の脚伸展パワーに有意な群間差はみられなかった(図3)。これら群間差の有無は、体格の違いによるものではなく、バレーボール選手におけるトレーニングや競技経験を反映したものであったと考えられる。

これまで、筋スティフネスが高いほど短距離選手における走パフォーマンスが優れていたこと⁵⁾や、瞬発的な筋力が大きかったこと⁶⁾が報告されている。本研究の結果を合わせて考えると、筋スティフネスは大きな力を出すためではなく、大きなスピードを獲得するために重要な役割を果たす可能性がある。ただし、本研究および先行研究は横断的な観察研究である。硬い筋を獲得することでパワー発揮能力が高まるかどうか、そしてそれが跳躍力の向上に結びつくかどうかという因果関係を明らかにするためには、縦断研究を含めたさらなる検証が必要である。

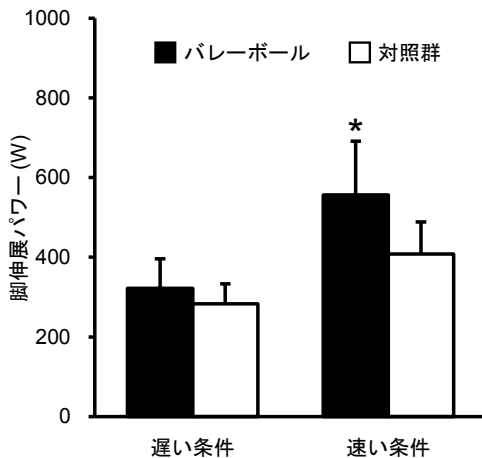


図3 遅い条件(0.2 m/s)と速い条件(1.2 m/s)における脚伸展パワー。平均 + 標準偏差。*: $P < 0.05$

Figure 3 Leg extension power at slow (0.2 m/s) and fast (1.2 m/s) velocity condition. Mean + SD. *: $P < 0.05$

IV. 結論

女子バレーボール選手の筋スティフネスとパワー発揮能力について、運動習慣のない女性(対照群)との比較を通じて検証した。両群に有意な体格差はみられなかった。筋スティフネスの指標である筋剛性率は、女子バレーボール選手が対照群よりも有意に大き

く、バレーボール選手は硬い筋を有していた。脚伸展パワーは、遅い条件で発揮したパワーには群間差がなく、速い条件で発揮したパワーのみ、バレーボール選手が優れていた。以上の結果から、女子バレーボール選手は硬い筋を有しており、速い条件でパワーを発揮する能力が優れていることが示唆された。

謝辞

実験を主体的に実施してくれた浦野成実氏に感謝します。本研究は、静岡産業大学の特別研究支援経費の補助を受けて実施されました。

【引用参考文献】

1. Ema R, Sakaguchi M, Kawakami Y. Thigh and psoas major muscularity and its relation to running mechanics in sprinters. *Med Sci Sports Exerc.* 2018;50(10):2085-2091.
2. Kumagai K, Abe T, Brechue WF, Ryushi T, Takano S, Mizuno M. Sprint performance is related to muscle fascicle length in male 100-m sprinters. *J Appl Physiol* (1985). 2000;88(3):811-816.
3. 浦野成実. 女子バレーボール選手の跳躍力とパワー発揮能力:ポジションの違いに着目して. 2020年度静岡産業大学卒業研究.
4. McMaster DT, Gill ND, Cronin JB, McGuigan MR. Force-velocity-power assessment in semiprofessional rugby union players. *J Strength Cond Res.* 2016;30(4):1118-1126.
5. Miyamoto N, Hirata K, Inoue K, Hashimoto T. Muscle stiffness of the vastus lateralis in sprinters and long-distance runners. *Med Sci Sports Exerc.* 2019;51(10):2080-2087.
6. Ando R, Suzuki Y. Positive relationship between passive muscle stiffness and rapid force production. *Hum Mov Sci.* 2019;66:285-291.

7. Ema R, Nosaka K, Kawashima R, Kanda A, Ikeda K, Akagi R. Muscle length influence on rectus femoris damage and protective effect in knee extensor eccentric exercise. *Scand J Med Sci Sports*. 2021;31(3):597-609.