

大学女子バスケットボール部における 下腿筋に焦点を当てた筋力トレーニングの効果

The effect of regular heel-raise training focused on the triceps Surae
in intercollegiate female basketball players

体育学部体育学科

前川 真姫

MAEKAWA, Maki

Department of Physical Education

Faculty of Physical Education

キーワード：下腿筋厚，跳躍高，筋力トレーニング，超音波断層法

I. はじめに

バスケットボール競技では，5人ずつのプレイヤーからなる2チームによってプレイされ，それぞれのチームの目的は，相手チームのバスケットに得点をする事，および相手チームがボールをコントロールすることや得点することを妨げることでありと定義されている¹⁶⁾。バスケットボール競技において，ショット，パス，ドリブルの動作に加え，走動作および跳躍動作は，基本的な動作である。バスケットボール競技では，ショットの得点により勝敗が決まる。ショットの確率を上げるには，いかにしてボールを妨害されずにショットできるかということが重要となろう。より打点の高いショットほど，妨害されにくいと考えられる。一方で，守備においても（例えばショットブロックやリバウンドなど），跳躍力の高さは，有効に作用すると考えられる。

ヒトの跳躍力に関する研究において，垂直跳を用いた研究が多くある。垂直跳のような跳躍高をパフォーマンスの指標とした測定では，下肢のパワー発揮能力を評価することができる^{2, 6, 18)}。勝田ら¹³⁾は，下腿三頭筋の形態的特性とジャンプパフォーマンスとの関係から，下腿三頭筋における筋長および筋容積がジャンプパフォーマンスに影響することを述べている。田中ら¹⁹⁾は，足関節の底背屈運動がジャンプパフォーマンスに影響を及ぼし，特に底屈力がジャンプパフォーマンスの向上に強く関係しうると述べている。

足関節の底屈運動には，腓腹筋とヒラメ筋から構成される下腿三頭筋が関与する。これらの筋の組織学的特徴には，遅筋線維および速筋線維の構成比率が異なる

り，遅筋線維の比率は，ヒラメ筋では約90%に対して腓腹筋では約50%であることが挙げられる^{11, 20)}。ヒトの身体組成の測定には，非侵襲的かつ簡易な方法として超音波断層法が広く用いられている。筋厚の測定においても同様に，多くの研究において超音波断層法が用いられている^{4, 5, 8, 14, 15)}。

本研究では，大学女子バスケットボール部員を対象に，足関節の底屈運動を用いた筋力トレーニングを行う。対象となる女子バスケットボール部員の平均身長は， 158.5 ± 5.2 cm（最大168cm）であり，本学を除く中国地区上位4チームの平均身長の 162.5 ± 5.7 cm（最大175.0cm）と比較して有意に低い（2017全日本大学バスケットボール選手権大会中国地区予選会パンフレットに記載の値から算出）。そこで，本研究では，下腿筋に焦点を当てた筋力トレーニングに伴う下腿筋力および跳躍高について検討する。

II. 方法

1. 被験者

被験者は，大学女子バスケットボール部員24名（平均年齢 18.9 ± 0.9 歳）を対象とした。被験者には，測定の内容および倫理的配慮について十分に説明し，参加への同意を得た。

2. トレーニング期間および内容

下腿筋のトレーニングは，約2ヶ月間実施した。ヒラメ筋に焦点を当てた筋力トレーニングとして，立位において自重による低強度の負荷の筋収縮力で両足の踵挙上運動を行った（挙上は100回ないしはそれ以上繰り返した）。腓腹筋に焦点を当てた筋力トレーニング

グとして、自身と同程度の体重の者を背負い、両足の踵挙上運動を行った（挙上は10回程度×3セット繰り返した）。これらの下腿筋トレーニングは、週に5-6回の練習の中で毎回実施した。

3. 筋厚および脂肪厚の測定

測定筋は、内側腓腹筋とその直下のヒラメ筋とした。これらの筋は、触診が容易であることに加え、最大横断面積が外側腓腹筋よりも大きいことから、比較的容易に測定が可能である^{4,9)}。測定方法は、Fujiwaraら⁵⁾に基づき、以下のように行った。被験者には、椅子座位姿勢において、両足を床につけ、右下腿の長軸を垂直軸に合わせ、足関節を背屈0°にした状態を保持させた。右下腿周径圍が最大となる位置を定めるためにテープメジャーを用いた。その最大位置における内側腓腹筋の幅の midpoint を測定部位として同定した。超音波診断装置 vivid S6 (GE Healthcare 社製) にて、13MHz の線形配列プローブを用いて測定を行った (図1)。

プローブは、探査ヘッドに結合ジェルをつけた後、筋に垂直にあてた。プローブを操作する際には、筋膜を平行に映し、皮膚の圧迫を防ぐよう細心の注意を払った。測定部位での超音波画像は、コンピュータス

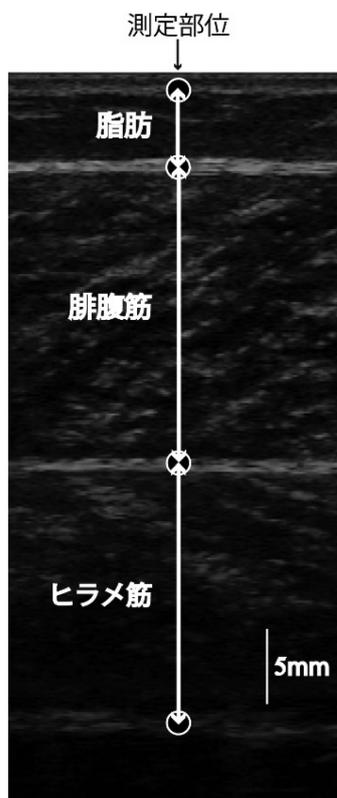


図1. 超音波による下腿の測定

クリーンの中央に表示させ、測定部位での内側腓腹筋厚、ヒラメ筋厚および脂肪厚を分解能0.3mmで画面上にて測った。内側腓腹筋の筋厚は、後部筋膜の midpoint と腓腹筋およびヒラメ筋の境の筋膜の midpoint との前後径と定義した。ヒラメ筋厚は、腓腹筋とヒラメ筋の境の筋膜の midpoint と、ヒラメ筋の筋膜の midpoint との前後径と定義した。

4. 跳躍高の測定

垂直跳と助走を用いた跳躍を、ヤードスティック (swift 社製) を用いて測定した。垂直跳には、下肢の反動動作と上肢の振り込み動作が影響を及ぼすという特徴がある⁶⁾。垂直跳は様々な方法を用いて測定されているが、本研究では、一般的に用いられている脚の反動と腕振りを用いた動作に制限のない方法にて測定した^{6, 22)}。まず始めに、被験者は、両足をそろえて直立姿勢を保持し、片手を垂直に上げた状態にて地面から指先までの距離 (指高) を測った。垂直跳の測定では、両足を肩幅に開いて直立姿勢を保持し、その場で膝を屈曲させ両腕を振って上方へ跳び、片手で測定器具に触れた際の最大の高さを測った。助走を用いた跳躍の測定では、任意の距離から助走を行い、両足または片足で踏み切って上方へ跳び、片手で測定器具に触れた際の最大の高さを測った。最大の高さから指高を引いた値を測定値とし、それぞれ2回の跳躍を実施し、高い方の値を採用した。

5. 統計処理

下肢の筋厚および脂肪厚、跳躍高におけるトレーニングによる変化を検討するために、Paired *t*-test を行った。検定の有意水準は5%未満とした。全ての統計は、Stat Mate III (ATMS社) を用いて行った。

Ⅲ. 結果

トレーニング期間中、実習や怪我等によりトレーニングおよび測定を実施できなかった9名を除いた、15名を分析対象とした。トレーニング前後における下腿周径圍、内側腓腹筋厚、ヒラメ筋厚および脂肪厚の平均値と標準偏差を図2に示す。下腿周径圍およびヒラメ筋厚において、トレーニングによる有意な増大が認められ、内側腓腹筋厚ではトレーニングにより増大する傾向が認められた (トレーニング前および後の値: 下腿周径圍 $35.8 \pm 2.49\text{cm}$ および $36.8 \pm 2.23\text{cm}$ ($t_{14} = 5.3, p < 0.001$); ヒラメ筋厚 $1.68 \pm 0.33\text{cm}$ および 1.79

$\pm 0.35\text{cm}$ ($t_{14} = 3.16, p < 0.01$) ; 内側腓腹筋厚 $1.84 \pm 0.24\text{cm}$ および $1.91 \pm 0.24\text{cm}$ ($t_{14} = 1.97, p = 0.07$)。脂肪厚には、トレーニングによる有意な変化は認められなかった (トレーニング前および後の値 : $0.68 \pm 0.24\text{cm}$ および $0.68 \pm 0.20\text{cm}$)。

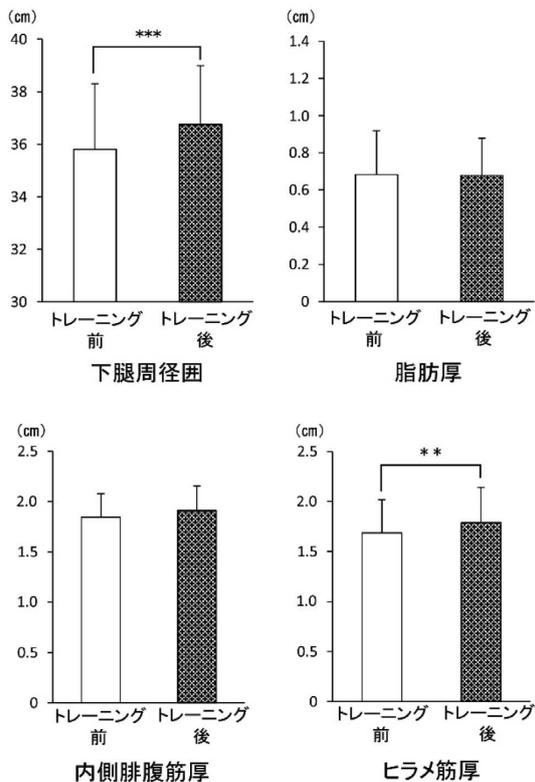


図2. トレーニング前後による下腿筋の変化

トレーニング前後における垂直跳および助走を用いた跳躍高の平均値と標準偏差を図3に示す。垂直跳および助走を用いた跳躍では、いずれもトレーニングによって跳躍高が増大する傾向を示した。垂直跳では、 $43.5 \pm 6.2\text{cm}$ から $44.7 \pm 6.4\text{cm}$ に増大する傾向が認められ ($t_{14} = 1.92, p = 0.08$)、助走を用いた跳躍では、 $48.2 \pm 7.5\text{cm}$ から $49.9 \pm 7.8\text{cm}$ に増大する傾向が認め

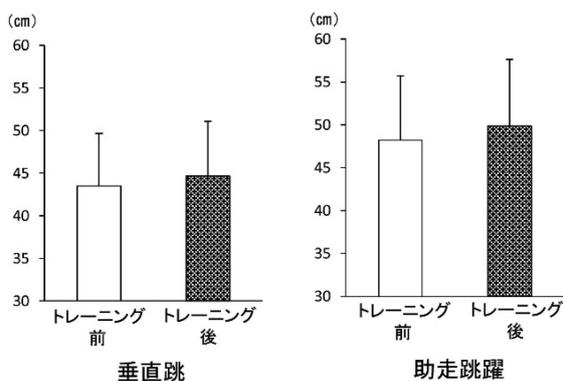


図3. トレーニング前後による跳躍高の変化

られた ($t_{14} = 2.07, p = 0.06$)。

IV. 考察

本研究では、練習中に容易に実施可能な下腿筋に焦点を当てた筋力トレーニングを約2ヶ月間継続して行った。これらのトレーニングにより下腿筋厚が増大し、跳躍高が増大する傾向が認められた。本研究の対象である女子バスケットボール部員においては、これまで走動作に焦点を当てた練習を行ってきており、筋力トレーニングを実施することが殆どなかったようである。本研究におけるトレーニングは、自重負荷を用いており、専門的な器具を用いずかつ過剰な負荷がないため、筋力トレーニングの初心者においても比較的容易にトレーニングができたものと推察される。毎年、5月上旬から6月中旬にかけて、大学バスケットボール中国地区大会および西日本学生バスケットボール選手権大会が開催される。本研究で用いたトレーニングは、練習中の、例えばコート外で次の出番までの待ち時間等を利用して実施できるトレーニングでもあり、大会を控えた期間中の限られた練習時間を有効に使いトレーニングを実施することができたと考えられる。このような被験者に対して、本研究における下腿筋に焦点を当てたトレーニングは、下腿筋力および跳躍力の向上に効果的であることが示唆される。

先行研究において、跳躍力には、疾走能力および方向変換能力が関連することが報告されている^{10, 17, 21)}。また、他の研究では、跳躍力の増大には、鉛直方向への力積^{1, 22)}、下肢関節やそのトルク発揮^{3, 22)}、下肢の筋力や腱の弾性エネルギー^{7, 12)}などが関係すると述べられている。従って、これらを考慮することによって、跳躍力の更なる向上が期待できると考えられる。本研究の被験者は、6月以降には専門的なトレーニング機器を用いて、体幹、上肢および下肢のトレーニングを実施している。これらのトレーニング効果を検討し、選手たちの身体組成の特徴を明らかにすることで、フィジカル面を一層強化し、バスケットボール競技におけるパフォーマンスの向上に繋げていくことを今後の課題とする。

V. 謝辞

本研究を実施するにあたりご協力いただいた、本学女子バスケットボール部学生の皆様に、深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 阿江通良, 藤井範久. スポーツバイオメカニクス 20 講. 朝倉書店. 2002
- 2) Canavan PK, Vescovi JD. Evaluation of power prediction equations: peak vertical jumping power in women. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36: 1589-1593.
- 3) Eckert HM. Angular velocity and range of motion in the vertical and standing broad jumps. *Res Q.* 1968; 39: 937-942.
- 4) Fujiwara K, Asai H, Toyama H, Kunita K, Yaguchi C, Kiyota N, Tomita H, Jacobs JV. Changes in muscle thickness of gastrocnemius and soleus associated with age and sex. *Aging Clin Exp Res.* 2010a; 22: 24-30.
- 5) Fujiwara K, Toyama H, Asai H, Maeda K, Yaguchi C. Regular heel-raise training focused on the soleus for the elderly: evaluation of muscle thickness by ultrasound. *J Physiol Anthropol.* 2010b; 29: 23-28.
- 6) 深代千之. 瞬発性運動における発揮パワーの評価 - 垂直跳, 階段駆け上がり, ランニングについて -. *J J Sports Sci.* 1992; 11: 176-187.
- 7) 福永 哲夫. ヒト関節運動にみられる筋と腱の動態. *J J Sports Sci.* 1996; 15: 391-396.
- 8) 福永哲夫, 松尾彰文, 石田良恵, 角田直也, 内野滋雄, 大久保真人. 超音波B モード法による皮下脂肪厚および筋厚の測定法の検討. *超音波医学* 1989; 16: 170-177.
- 9) Fukunaga T, Roy RR, Shellock FG, Hodgson JA, Day MK, Lee PL, Kwong-Fu H, Edgerton VR. Physiological cross-sectional area of human leg muscles based on magnetic resonance imaging. *J Orthop Res.* 1992; 10: 928-934.
- 10) 岩竹淳, 山本正嘉, 西蘭秀嗣, 川原繁樹, 北田耕司, 関子浩二. 思春期後期の生徒における加速および全力疾走能力と各種ジャンプ力および脚筋力との関係. *体育学研究* 2008; 53: 1-10.
- 11) Johnson MA, Polgar J, Weightman D, Appleton D. Data on the distribution of fibre types in thirty-six human muscles. An autopsy study. *J Neurol Sci.* 1973; 18: 111-129.
- 12) 勝田茂, 秋間広, 神原奈津紀, 高橋英幸, 関子浩二, 都澤凡平. バレーボール選手と非鍛練者におけるアキレス腱の形態的特性とジャンプパフォーマンスの関係. *筑波大学体育科学系紀要* 1997; 20: 159-166.
- 13) 勝田茂, 高橋英幸, 中林真知子, 稲木光晴, 福原祐三, 村木征人, 尾縣貢, 新津守. アキレス腱の形態的特性がジャンプパフォーマンスに及ぼす影響. *筑波大学体育科学系紀要* 1998; 21: 23-34.
- 14) 前山定, 石井恵. 女子大学バスケットボール選手における下肢筋形態と跳躍高について. *国士舘大学紀要*2007; 第7号.
- 15) Maganaris CN, Baltzopoulos V, Sargeant AJ. In vivo measurements of the triceps surae complex architecture in man: implications for muscle function. *J Physiol.* 1998; 512: 603-614.
- 16) 日本バスケットボール協会審判員会編, 2015~バスケットボール競技規則. 日本バスケットボール協会. 2015.
- 17) 笹木正悟, 金子聡, 矢野玲, 浅野翔太, 永野康治, 櫻井敬晋, 福林徹. 方向転換走と直線走および垂直跳びの関係 - 重回帰分析を用いた検討 -. *トレーニング科学* 2011; 23: 143-151.
- 18) Sayers SP, Harackiewicz DV, Harman EA, Frykman PN, Rosenstein MT. Cross-validation of three jump power equations. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1999; 31: 572-577.
- 19) 田中弘之, 清水安希子, 山本洋司, 松下亮. 足関節運動の筋力トレーニングが垂直跳びの跳躍高に及ぼす影響: バレーボール競技におけるジャンプパフォーマンス向上のための実践的方策について. *鳴門教育大学実技教育研究紀要* 2006; 17: 27-32.
- 20) Trappe SW, Trappe TA, Lee GA, Costill DL. Calf muscle strength in humans. *Int J Sports Med.* 2001; 22: 186-91.
- 21) Vescovi JD and McGuigan MR. Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athlete. *Journal of Sports Sciences.* 2008; 26: 7-107.
- 22) 湯田淳, 亀井良和, 前川剛輝, 小野恵李奈, 広野泰子, 広川真理子. 垂直跳動作からみた大学女子競技者の跳躍能力に関するバイオメカニクスの研究. *日本女子体育大学紀要* 2012; 42: 23-33.