

大学女子バレーボール選手における 跳躍高および等速性膝関節筋力の関係

村本名史*, 栗田泰成*, 高根信吾*, 瀧澤寛路*, 平野幸伸*, 稲村欣作**,
古瀬由佳***, 塚本博之***, 河合学****

Relationship between jump height and isokinetic knee muscular strength of college women volleyball players

Morifumi Muramoto*, Yasunari Kurita*, Shingo Takane*, Hiromitsu Takizawa*, Yukinobu Hirano*, Kinsaku Inamura**,
Yuka Kose***, Hiroyuki Tsukamoto***, Manabu Kawai****

Abstract

Jump height and isokinetic knee muscular strength of women college volleyball spikers were measured in order to clarify degree of contribution of run and arm swing to jump height, in applying a jump test for isokinetic strength in rehabilitation. We measured jump height of spike jump (SKJ), jump height without run (counter movement jump 1; CMJ1), and jump height without run and arm swing (counter movement jump 2; CMJ2). As a result, SKJ was (mean \pm s.d.) 49.1 ± 7.5 cm, CMJ1 was 35.6 ± 5.1 cm, and CMJ2 was 29.8 ± 4.0 cm. High correlation was observed between contribution of the run and SKJ. The isokinetic knee torque was reduced with an accompanying increase in angular velocity. The jump heights measured by these three methods were correlated significantly to isokinetic knee torque, especially to the knee extension torque at 180 deg/sec. In addition, the three jump heights and the isokinetic knee torque of higher rank spikers were significantly larger than lower rank spikers.

Key Words: volleyball, jump height, isokinetic, knee muscular strength, rehabilitation

キーワード: バレーボール, 跳躍高, 等速性, 膝関節筋力, リハビリテーション

1. 緒 言

バレーボールにおいて、ネットやブロックを越えて広い範囲へ強くスパイクするには高い打点が求められる。スパイク球速は、最高到達点^{1) 21)}と有意な正の相関があったことが報告されている。打点を高めるためには高い打点でボールを捉えるためのフォームの改善に加えて、各種トレーニングによる跳躍高¹³⁾の向上が必要である。跳躍高への貢献要素としては助走および腕振り^{6) 12) 23)}に加えて、床反力を得るための下肢伸展筋力が挙げられる。腕振りの跳躍高への貢献度は、腕振りを制限する跳躍高と腕振りを制限しない跳躍高の差分から算出されている²³⁾。また、床反力を生み出す下肢伸展筋力の指標としては、静的筋力よりも動的筋力が望ましく、等速性筋力測定装置による等速性膝伸展筋力が最適と思われる。

女子バレーボール選手のスポーツ障害に関してみると、全日本女子バレーボールシニア選手の障害部位の場合は、膝関節が最も多かった⁵⁾。大学女子バレーボール選手のス

パイクでは、57%にジャンパー膝が発生していた¹⁴⁾。バレーボール選手および愛好家の傷害部位についても膝関節が最も多く、その中で膝前十字靭帯 (anterior cruciate ligament: ACL) 損傷が16%であった¹⁸⁾ことも報告されている。また、バレーボールにおける傷害の性差については、男性に比べて女性のACL損傷の頻度が有意に高かった¹⁰⁾。

膝関節傷害のリハビリテーションにおいて、等速性膝関節筋力はACL再建術後のジョギング開始指標¹⁹⁾など、膝関節傷害からの回復指標の一つとして用いられている^{17) 18)}。健常である女子バレーボール選手の等速性膝関節筋力を競技力レベルを含めて検討することは、膝関節受傷後のリハビリテーションにおける筋力目標値の設定に役立つデータを得ることができると考えられる。

等速性膝関節筋力と跳躍高の関係について、中速 (180 deg/sec)^{8) 22)}から高速 (300 deg/sec)⁹⁾での等速性膝伸展筋力は跳躍高と有意な相関関係があることが明らかにされている。しかし、比較的低速 (70~85 deg/sec) で高い相関を示した²⁾という報告もあるため、角速度については一致した見解が得られていない。

これまで、バスケットボール、バレーボール、ゴルフおよびテニスの選手⁸⁾、バスケットボールおよび陸上の経験者⁹⁾を対象として等速性膝関節筋力と跳躍高との関係が報告されている。しかし、スポーツ種目別には検討されていないためにバレーボール選手についての研究は、まだ不十

* 常葉大学 Tokoha University

** 富士常葉大学 Fuji Tokoha University

*** 静岡産業大学 Shizuoka Sangyo University

**** 静岡大学 Shizuoka University

(受付日: 2014年3月3日、受理日: 2014年5月13日)

分であると考えられる。

各種身体能力がピークを迎えた青年期にある大学バレーボール選手について、跳躍力が競技力に大きく関与するスパイカーに注目し、跳躍高および等速性膝関節筋力を競技レベルも考慮して検討することは、各種トレーニングにおける適切な筋力目標値の設定に役立つことが考えられる。また、バレーボール選手の等速性膝関節筋力を跳躍高から推定することができれば、リハビリテーションにおける筋力回復程度を等速性筋力測定装置を備える施設に行かずに跳躍高から評価することが可能となり、リハビリテーションの効率化に貢献できると考えられる。そこで本研究の目的は、大学女子バレーボール選手における跳躍高への貢献要素の分析に加えて、跳躍高と等速性膝関節筋力の関係について、競技レベルを含めて検討することとした。

II. 方 法

1) 対象

静岡県の大学女子バレーボール部（東海大学バレーボール連盟1部に所属する1チーム6名、2部に所属する1チーム5名、4部に所属する3チーム12名、静岡県大学バレーボール連盟に所属する2チーム3名）に所属している26名（年齢 20.2 ± 1.0 歳）を対象とした。測定対象は競技力に跳躍高が大きく関与するスパイカー（ウィングスパイカーまたはミドルブロッカー）に限定した。測定および調査は2013年8月から10月に実施し、選手の競技レベルの指標としたチームの所属は平成25年度東海大学バレーボールリーグ戦秋季大会の結果によって決定した。また著者は、被験者に対して研究の趣旨や内容の説明を行い同意を得たうえ、常葉大学研究倫理委員会の承認を得て実施した。

2) 測定項目および分析

(1) 体格および身体組成

対象者の身長、体重、体脂肪率、指高を測定した。体重および体脂肪率(percent body fat: PBF)の測定には体組成計(TANITA社製, BC-621)を用いた。得られた結果から体格指数(body mass index: BMI)を算出し、体脂肪量(fat mass: FM, 式①)および除脂肪量(lean body mass: LBM, 式②)を以下のように求めた。

$$FM (kg) = BW (kg) \cdot PBF (\%) / 100 \quad \text{①}$$

式①より

$$LBM (kg) = BW (kg) - FM (kg) \quad \text{②}$$

(2) 跳躍高

跳躍高として、腕振り有り・助走有り(spike jump: SKJ)²⁰⁾、腕振り有り・助走無し(counter movement jump 1: CMJ1)、腕振り無し・助走無し(counter movement jump 2: CMJ2)^{6) 23)}の3種類について計測した。SKJの計測方法に

は、最高到達点から指高を減算する方法(タッチ式)と滞空時間から算出する方法(滞空時間式)があるが、本研究では日本人を対象とした多くの先行研究で用いられており特別な装置を必要としないタッチ式を採用した。なお、タッチ式によって計測した女子体育大学生の跳躍高は、滞空時間式に比べて平均14.4cm高く、その要因はつま先が離地するまでに獲得した高さであると考えられている¹¹⁾。CMJ1とCMJ2の計測は滞空時間式とし、床反力は、フォースプレート(AMTI社製, BP400600・OR6-7)からの垂直方向データを増幅器(AMTI社製, MSA-6)を使用してサンプリングレート180Hzで取得し、データ解析ソフト(UNIMEC社製, WAS with force plate)により測定した。得られた床反力の時系列波形から滞空時間(flight time: t)を求め、式③によって跳躍高(jump height: JH)を算出した⁶⁾。

$$JH = g \cdot t(s)^2 / 8 \quad \text{③}$$

(g: 重力加速度 9.81m/s^2)

さらに3種の跳躍高により、すなわちSKJからCMJ1の減算によって跳躍高への助走の効果(run)を、またCMJ1からCMJ2の減算によって跳躍高への腕振りの効果(arm swing)^{6) 23)}を跳躍高への貢献要素として求めた。

(3) 等速性膝関節筋力

等速性膝関節筋力を多用途筋機能評価運動装置(BIODEX社製, Biodex System3)によって低速(60 deg/sec)、中速(180 deg/sec)、高速(300 deg/sec)において測定した。この装置によるデータの信頼性についてはDrouin et al.³⁾およびZawadzki et al.²⁴⁾が検証している。各角速度におけるピークトルク(Nm)を体重(kg)で除算し、体重あたりの値(Nm/kg)によって等速性膝関節筋力を評価した。なお、各種跳躍高との関係では、左右両脚の等速性膝関節トルク平均値を用いた。

3) 統計解析

結果は、平均 ± 標準偏差(mean ± s.d.)で示した。3種の跳躍高を比較するため一元配置分散分析を実施した。さらに3種の角速度における膝関節トルクの比較にも一元配置分散分析を行った。また、それらの多重比較にはTukey法を使用した。助走および腕振りの効果と、各種跳躍高との関係はピアソンの相関係数(r)を算出し、その有意性について判定した。また、各種跳躍高と等速性膝関節トルクとの関係についても同じくピアソンの相関係数(r)を算出し、有意性について判定した。

競技レベルによる各種跳躍高および膝関節トルクの比較を行うため、対象を体格等に大きな差が観察されなかった東海大学バレーボール連盟1部および2部のチームを上位群(higher group: HG)、HGと競技力に大きな差があった東海大学バレーボール連盟4部および静岡県大学バレー

ボール連盟に所属するチームを下位群 (lower group : LG) とし、独立したサンプルのt検定を実施した。なお、統計的有意水準は危険率5%未満とし、分析には統計処理ソフト (IBM SPSS Statics Version 21) を使用した。

III. 結 果

1) 体格および身体組成

身長は162.7 ± 6.0 cm, 体重は59.1 ± 6.6 kg, 体脂肪率は27.9 ± 4.8 %, BMIは22.3 ± 1.9 kg/m², 体脂肪量は16.6 ± 4.2 kg, 除脂肪量は42.4 ± 3.8 kg, 指高は207.2 ± 8.0 cmであった。

2) 各種跳躍高

各種跳躍方法における跳躍高を図1に示した。SKJは49.1 ± 7.5 cm, CMJ1は35.6 ± 5.1 cm (SKJの72.5%), CMJ2は29.8 ± 4.0 cm (SKJの60.7%)であった。SKJは, CMJ1 (P < 0.01) およびCMJ2 (P < 0.001) よりも有意に高値を示した。また, CMJ1はCMJ2に比べて有意に高値であった (P < 0.001)。

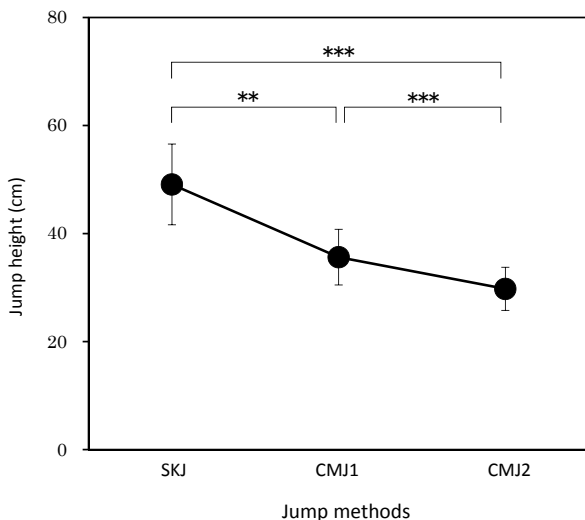


図1 跳躍方法の違いによる跳躍高の変化

SKJ : spike jump, CMJ1 : counter movement jump 1, CMJ2 : counter movement jump 2.

** : P < 0.01, *** : P < 0.001

3) 助走および腕振りの跳躍高への効果

助走(run)によって増加した跳躍高(SKJ からCMJ1 の差分)は13.5 ± 3.3 cm, 腕振り (arm swing) によって増加した跳躍高 (CMJ1 からCMJ2 の差分)は5.9 ± 2.4 cmであった。助走および腕振りの跳躍高への効果と各種跳躍高の相関係数を表1に示した。

助走の効果は, SKJ (P < 0.001), CMJ1 (P < 0.01), およびCMJ2 (P < 0.001) と有意な相関があり, 特にSKJとは非常に高い相関 (r = 0.82) を示した。腕振りの効果は,

SKJ (P < 0.05) およびCMJ1 (P < 0.001) と有意な相関があり, CMJ2 とは有意な相関は認められなかった。

表1 助走 (Run) および腕振り (Arm swing) の跳躍高への効果と各種跳躍高との相関係数 (r)

	SKJ	CMJ1	CMJ2
Run	0.82***	0.55**	0.67***
Arm swing	0.49*	0.67***	0.27

* : P < 0.05, ** : P < 0.01, *** : P < 0.001

4) 角速度による等速性膝関節トルクの変化

角速度別の等速性膝関節トルクを表2に示した。左膝伸展トルク (left extension) について, 60 deg/secは180 deg/sec (P < 0.001) および300 deg/sec (P < 0.001) よりも, 180 deg/secは300 deg/sec (P < 0.001) よりも有意に高値を示した。左膝屈曲トルク (left flexion) について, 60 deg/secは180 deg/sec (P < 0.001) および300 deg/sec (P < 0.001) よりも, 180 deg/secは300 deg/sec (P < 0.01) よりも有意に高値を示した。右膝伸展トルク (right extension) について, 60 deg/secは180 deg/sec (P < 0.001) および300 deg/sec (P < 0.001) よりも, 180 deg/secは300 deg/sec (P < 0.001) よりも有意に高値を示した。右膝屈曲トルク (right flexion) について, 60 deg/secは180 deg/sec (P < 0.001) および300 deg/sec (P < 0.001) よりも, 180 deg/secは300 deg/sec (P < 0.01) よりも有意に高値を示した。よって, 等速性膝関節トルクは, 角速度増加に伴って有意に低下した。

表2 角速度と等速性膝関節トルク (Nm/kg)

Angular velocity (deg/sec)	Left		Right	
	Extension	Flexion	Extension	Flexion
60	2.40 ± 0.45	1.09 ± 0.22	2.68 ± 0.42	1.17 ± 0.18
180	1.60 ± 0.27	0.83 ± 0.18	1.71 ± 0.30	0.86 ± 0.17
300	1.21 ± 0.19	0.66 ± 0.16	1.28 ± 0.24	0.71 ± 0.17

(mean ± s.d.)

5) 各種跳躍高と等速性膝関節トルクの関係

各種跳躍高と等速性膝関節トルクとの間には全て有意 (P < 0.01) な相関があり (r = 0.53 ~ 0.75), その結果を表3に示した。全ての跳躍方法において, 相関係数 (r) は180 deg/secの膝伸展トルク (knee extension) で最大値 (SKJ = 0.74, CMJ1 = 0.75, CMJ2 = 0.73) を示した。

表3 各種跳躍高と等速性膝関節トルクとの相関係数 (r)

	Knee Extension			Knee Flexion		
	60	180	300 (deg/sec)	60	180	300 (deg/sec)
SKJ	0.60**	0.74***	0.65***	0.62***	0.63***	0.62***
CMJ 1	0.62***	0.75***	0.67***	0.57***	0.62***	0.61***
CMJ 2	0.53**	0.73***	0.67***	0.66***	0.66***	0.64***

** : P < 0.01, *** : P < 0.001

6) 競技レベル上位群 (HG) と下位群 (LG) の比較

体格および身体組成について, 身長はHGが166.0 ± 4.3cm, LGが160.4 ± 6.1 cmであり, 体重はHGが61.0

± 5.8 kg, LGが57.6 ± 6.9 kgであり, 体脂肪率はHGが26.0 ± 4.5 %, LGが29.3 ± 4.7 %であり, BMIはHGが22.2 ± 2.3 kg/m², LGが22.4 ± 1.7 kg/m²であり, 体脂肪量はHGが16.1 ± 4.0 kg, LGが17.1 ± 4.3 kgであり, 除脂肪量はHGが45.0 ± 2.7 kg, LGが40.6 ± 3.5 kgであり, 指高はHGが211.4 ± 5.7 cm, LGが204.1 ± 8.1 cmであった。

各種跳躍高について, HGのSKJは54.9 ± 4.8 cm, CMJ1は39.9 ± 3.5 cm, CMJ2は32.8 ± 3.0 cmであり, LGではSKJは44.8 ± 6.1 cm, CMJ1は32.5 ± 3.6 cm, CMJ2は27.5 ± 3.1 cmであった。全ての跳躍方法においてHGはLGに比べて有意に(P < 0.001)高値を示した(図2)。助走によって増加した跳躍高はHGが15.0 ± 3.0 cm, LGが12.4 ± 3.1 cmであり, HGはLGに比べて有意に(P < 0.05)高値を示した。また, 腕振りによって増加した跳躍高はHGが7.1 ± 2.8 cm, LGが4.9 ± 1.5 cmであり, HGはLGに比べて有意に(P < 0.05)高値を示した。

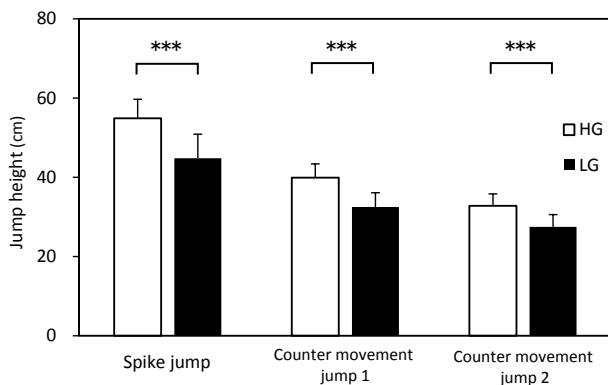


図2 各種跳躍高における競技レベル上位群(HG)と下位群(LG)
***: P < 0.001

等速性膝伸展トルクについて, HGの60 deg/secが2.78 ± 0.34 Nm/kg, 180 deg/secが1.85 ± 0.14 Nm/kg, 300 deg/secが1.40 ± 0.09 Nm/kgであり, LGの60 deg/secが2.36 ± 0.37 Nm/kg, 180 deg/secが1.51 ± 0.25 Nm/kg, 300 deg/secが1.14 ± 0.20 Nm/kgであり, 全ての角速度においてHGはLGに比べて有意に(P < 0.01)高値を示した(図3)。等速性膝屈曲トルクにおいて, HGの60 deg/secが1.22 ± 0.14 Nm/kg, 180 deg/secが0.93 ± 0.11 Nm/kg, 300 deg/secが0.77 ± 0.11 Nm/kgであり, LGの60 deg/secが1.06 ± 0.17 Nm/kg, 180 deg/secが0.78 ± 0.18 Nm/kg, 300 deg/secが0.62 ± 0.17 Nm/kgであり, 全ての角速度においてHGはLGに比べて有意に(P < 0.05)高値を示した(図4)。

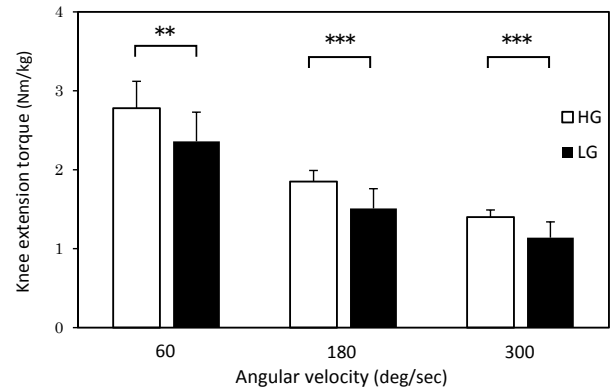


図3 等速性膝伸展トルクにおける競技レベル上位群(HG)および下位群(LG)
** : P < 0.01, *** : P < 0.001

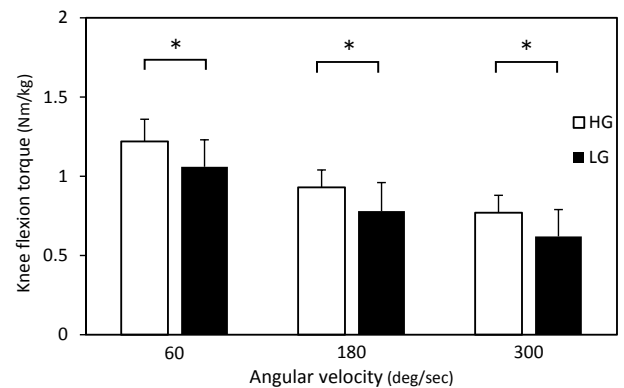


図4 等速性膝屈曲トルクにおける競技レベル上位群(HG)および下位群(LG)
* : P < 0.05

IV. 考 察

本研究では, 各種跳躍高の測定がリハビリテーションにおける膝関節傷害からの回復指標としての有効性を検討するため, 等速性膝関節トルクと各種跳躍高との相関を求めた。その結果, 3種の跳躍高と180 deg/secの膝伸展トルクとの間で相関係数が最大値を示した。このことから, これら3種の跳躍高から等速性膝関節筋力を推定できる可能性があると考えられる。また, 競技レベル上位群(HG, 東海大学バレーボール連盟1部および2部)における3種の跳躍高は競技レベル下位群(LG, 東海大学バレーボール連盟4部および静岡県大学バレーボール連盟)に比べて高値を示したことから, 大学女子バレーボール選手のスパイカーには跳躍高が競技力に大きく影響していたと思われる。

柳ら²³⁾は, Vリーグに所属する女子選手のCMJ1は34.9 cm, CMJ2は29.6 cmであり, 腕振りの効果は5.3 cmであったことを報告しており, 本研究のHGはこれらの値を上回る7.1cmという結果であった。Vリーグ女子選手は身長174.0 ± 5.2 cm, 体重69.2 ± 6.4 kgであり, HGよりも身長は高く体重は大きかった。HGは低い身長を跳躍力で補うために腕振り等の跳躍貢献要素を技術的側面から高める努力を継続してきたと共に, 体重が軽いために跳躍に適し

た体格であったと考えられる。これらの理由により、HGはVリーグ女子選手を上回る跳躍高と腕振り効果を獲得した可能性があることから、助走や腕振りのスキルを習得することによって跳躍高の向上が期待できると考えられる。

本研究で対象とした大学女子バレーボール選手スパイカーの体格について、HGの身長は 166.0 ± 4.3 cm、指高は 211.4 ± 5.7 cmであった。永田は、関西大学バレーボール連盟1部リーグに所属する女子バレーボール選手スパイカー(年齢 20.4 ± 1.2 歳)の身長は 169.5 ± 4.5 cmであり、レギュラー選手の指高は 215.6 ± 8.6 cm、控え選手のそれは 213.6 ± 7.8 cmであったことを報告している¹⁶⁾。HGは関西大学バレーボール連盟1部リーグの選手に比べて身長および指高はやや低い傾向であったと考えられる。

強いスパイクを広域に打つためには高い跳躍高とスウィング時の速い指先速度が必要であるが、福永ら⁷⁾は実業団男子バレーボール選手を対象としてスパイクを実施させ、ハイスピードカメラを用いた動作解析によってスパイクスウィング時の指先速度を算出した。また、ジャンプおよびスパイクにおける各種動作のパワーを特別に作成したワイヤー牽引式のパワー測定装置を用いて測定した。その結果、指先速度はフルスクワットからの立ち上がり動作のような高い跳躍高を得るための下肢関節伸展動作とは有意な相関は認められず、上肢を振り下ろすスウィング動作のパワーと有意な相関が観察され、等速性(60 deg/sec)肘伸展トルクと最も関係($r = 0.744$)したことを報告した。Forthomme et al.⁴⁾は、ベルギーナショナルチームの男子選手のスパイク球速について、CMJ1との相関は有意ではなかったが、利き手の肩関節内旋、肘関節の屈曲および伸展における等速性トルクは有意な相関があったことを報告した。これらの結果は、対象が高身長男子選手であったために十分な打点高が確保されていたことから、指先速度やスパイク球速は跳躍高を生み出す下肢筋力よりも上肢筋力の大きさに依存したためだと考えられる。

また永田と淵本¹⁵⁾は、最大スパイク高を測定するためにアームのついた支柱の先からボールを吊るしてスパイク高を測定する装置を作成した。また、実打によるスパイクのビデオ映像から3次元動作解析するためのDLT法によって求めたスパイク高と、作成した装置を用いて測定した最大スパイク高との間に有意な正の相関関係($r = 0.708$)があったことを報告し、バレーボール選手のスパイク能力を測定する新しい方法を提案している。これまで、スパイカーの競技力を評価するために上記のような各種の方法が提案されてきた。加えて、本研究では跳躍貢献要素である助走および腕振りを競技レベル別に分析するために3種類の跳躍高を測定した結果、SKJを用いれば簡便に大学女子スパイカーの競技力を評価できることを明らかにした。このことは、永田¹⁶⁾の関西大学バレーボール連盟1部の女子スパイカーについて、レギュラー選手の跳躍高は控え選手に比べて有意に高かったという報

告からも示唆される。またSmith et al.²⁰⁾は、男性選手であるが、カナダナショナルチームとユニバーシアードチームを比較し、最高到達点およびスパイク跳躍高はナショナルチームが有意に上回ったことも本研究の結果を支持するものである。

等速性膝関節トルクは、角速度の増加に伴って低下し、等速性膝関節トルクと各種跳躍高と有意な相関が認められた。等速性膝関節トルクの中では180 deg/secにおける膝伸展トルクが最も各種跳躍高との相関が高かったことから、各種跳躍高は中速の等速性膝伸展トルクの推定に有効であると考えられる。高速である300 deg/secは、屈曲と伸展共に180 deg/secに比べて全ての跳躍方法において相関係数が低かったため、大学女子バレーボール選手には高速の等速性膝関節トルクを測定する意義は低いと考えられる。膝関節傷害からの回復指標として使われている等速性膝関節トルクでも300 deg/secは用いられていない¹⁷⁾。

バレーボールを長期間競技するには、膝関節等の受傷機転を回避するだけでなく、適切なりハビリテーションによる傷害からの早い競技復帰も必要である。佐藤ら¹⁹⁾はACL再建術後のジョギング開始指標として等速性脚伸展筋力の患健比と患側体重比を選択することを提案している。本研究では等速性膝関節トルクと跳躍高の間に高い相関が認められたことから、膝関節傷害からの復帰を目指すバレーボール選手の回復程度を等速性膝伸展筋力だけでなく跳躍高からも推測できる可能性があると考えられる。等速性膝関節トルクを用いたりハビリテーションにおける回復程度の評価には、屈曲/伸展比(hamstrings/quadriceps ratio)、角速度増加に伴うピークトルクの低下率、可動域とトルクの発揮様相などの跳躍高からだけでは把握できない指標が存在することも事実である。しかし、傷害からの競技復帰を目指す選手には、受傷前の跳躍高に戻すためのトレーニングとその評価を含めた適切なりハビリテーションが求められる。そのためにも受傷前からの定期的な各種跳躍高の測定が必要であると考えられる。ただし、跳躍着地時において生じる脛骨の前方剪断力は膝関節への負担となるため、リハビリテーション初・中期には跳躍とは異なる測定およびトレーニングを実施すべきである。

V. 結 論

大学女子バレーボール選手のスパイカーについて、SKJは 49.1 ± 7.5 cm、CMJ1は 35.6 ± 5.1 cm(SKJの72.5%)、CMJ2は 29.8 ± 4.0 cm(SKJの60.7%)であり、助走の効果はSKJと高い相関が認められた。また、等速性膝関節トルクは角速度(60, 180, 300 deg/sec)の増加に伴って低下し、各種跳躍高との間には全て有意な相関関係が認められ、中でも180 deg/secの膝伸展トルクにおいて最も相関が高かった。よって、膝伸展トルク(180 deg/sec)をはじめと

する等速性膝関節トルクはSKJの跳躍高によって推定できる可能性が示唆された。加えて、競技レベル上位群の各種跳躍高および膝関節トルクは下位群に比べて、有意に高い値であったことから、大学女子スパイカーにおいては競技レベルによって跳躍能力差が存在すると思われる。

謝 辞

本研究は、平成25年度常葉大学共同研究費（課題名：バレーボール選手における年齢および競技レベルの違いと体力特性、研究代表者：栗田泰成）の補助を得て実施した。ここに記して謝意を記す。

参 考 文 献

- 1)明石正和, 川之上豊, 横矢勇一他: バレーボール選手の競技能力判定法に関する研究, 城西大学研究年報, 34, pp47-59, 2011
- 2)Ashley CD, Weiss LW: Vertical jump performance and selected physiological characteristics of women, J Strength Cond Res, 8 (1), pp5-11, 1994
- 3)Drouin JM, Valovich-mcLeod TC, Shultz SJ et al.: Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements, Eur J Appl Physiol, 91 (1), pp22-9, 2004
- 4)Forthomme B, Croisier JL, Ciccarone G et al.: Factors correlated with volleyball spike velocity, Am J Sports Med, 33 (10), pp1513-1519, 2005
- 5)藤田耕司, 甲谷洋祐, 林 光俊: バレーボール選手のコンディショニングと障害予防, 臨床スポーツ医学, 29 (12), pp1231-1235, 2012
- 6)深代千之: 無酸素性パワーの測定と評価法, スポーツ医・科学, 4 (2): 25-42, 1990
- 7)福永哲夫, 松尾彰文, 安部 孝他: 種目別スポーツ競技力評価方法の開発-バレーボール競技の場合-, スポーツ医・科学, 5 (2), pp47-54, 1991
- 8)Genuario SE, Dolgener FA: The relationship of isokinetic torque at two speeds to the vertical jump, Res Q Exerc Sport, 51 (4), pp593-598, 1980
- 9)Iossifidou A, Baltzopoulos V, Giakas G: Isokinetic knee extension and vertical jumping: Are they related?, J Sports Sci, 23 (10), pp1121-1127, 2005
- 10)岩本 潤: 女性アスリートの整形外科的サポート, 臨床スポーツ医学, 30 (2), pp161-166, 2013
- 11)金高宏文: 垂直跳の測定方法についての分析-タッチ式と滞空時間式による跳躍高の違い-, スポーツトレーニング科学, 2, pp43-46, 1998
- 12)Lees A, Vanrenterghem J, Clercq DD: Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump, J Biomech, 37, pp1929-1940, 2004
- 13)Martel Gf, Harmer ML, Logan JM et al.: Aquatic plyometric training increases vertical jump in female volleyball players, Med Sci Sports Exerc, 37 (10), pp1814-1819, 2005
- 14)Morikita I, Kishii S, Mitani Y: Incidence, symptoms and diagnosis of jumper's knee and knee contusions in female college volleyball players. J Phys Ther Sci, 21, pp121-127, 2009
- 15)永田聡典, 淵本隆文: バレーボールにおける最大スパイク高測定方法の開発, バレーボール研究, 13 (1), pp1-7, 2011
- 16)永田聡典: 大学女子バレーボール選手の体力特性に関する考察-レギュラー選手と控え選手との比較から-, 総合人間科学研究, 5, pp61-70, 2012
- 17)櫻井敬晋, 福林 徹: アスリートに対する膝関節術後の筋力トレーニング法, 臨床スポーツ医学, 31 (2), pp116-122, 2014
- 18)佐藤謙次, 浦辺幸勇, 脇元幸一: バレーボール選手の体力特性, 理学療法, 22 (1), pp286-292, 2005
- 19)佐藤正裕, 加賀谷善教, 関屋 昇: 膝前十字靭帯再建術後におけるジョギング開始指標の検討, 体力科学, 59, pp281-290, 2010
- 20)Smith DJ, Roberts D, Watson B: Physical, physiological and performance differences between Canadian national team and universiade volleyball players, J Sports Sci, 10 (2), pp131-138, 1992
- 21)田中信雄, 村上博巳, 川之上豊他: バレーボール選手の競技能力判定法に関する研究 第2報-バレーボール指数について-, 城西大学研究年報, 35, pp23-40, 2012
- 22)Tsiokanos A, Kellis E, Jamurtas A et al.: The relationship between jumping performance and isokinetic strength of hip and knee extensors and ankle plantar flexors, Isokinet Exerc Sci, 10 (2), pp107-115, 2002
- 23)柳 等, 友末亮三, 田村真一他: 垂直跳びの成績からみた一流バレーボール選手の跳躍力の特徴, スポーツ医・科学, 12 (1), pp43-47, 1999
- 24)Zawadzki J, Bober T, Siemienski A: Validity analysis of the Biodex system 3 dynamometer under static and isokinetic conditions, Acta Bioeng Biomech, 12 (4), pp25-32, 2010